

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр гигиены»**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
РЕСПУБЛИКАНСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
«ЗДОРОВЬЕ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА»,
ПОСВЯЩЕННОЙ 90-ЛЕТИЮ
РЕСПУБЛИКАНСКОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ГИГИЕНЫ»**

Том 2

Минск

2017

УДК [613/614+504.064.2] (476) (082)
ББК 51.1я43
С23

Редакционная коллегия: С.И. Сычик, к.м.н., доцент; С.Л. Итпаева-Людчик, к.м.н.; Н.А. Ивко, к.б.н.; Н.В. Дудчик, д.б.н., доцент; Г.Е. Косяченко, д.м.н., доцент; Х.Х. Лавинский, д.м.н., профессор; А.Н. Стожаров, д.б.н., профессор; С.В. Федорович, д.м.н., профессор; В.В. Шевляков, д.м.н., профессор; Н.В. Бобок, к.м.н., доцент; А.М. Бондарук, к.м.н.; Н.В. Буневич, к.хим.н.; Е.О. Гузик, к.м.н., доцент; Е.В. Дроздова, к.м.н., доцент; В.А. Зайцев, к.м.н., доцент; А.В. Зеленко, к.м.н.; Е.А. Иванович; Л.С. Ивашкевич, к.техн.н.; И.И. Ильюкова, к.м.н.; Е.В. Николаенко, к.м.н.; Ю.А. Соболев, к.м.н.; Н.Н. Табелева, к.м.н.; Е.В. Федоренко, к.м.н., доцент; Н.В. Цемборевич, к.м.н.; В.Г. Цыганков, к.м.н., доцент; Л.М. Шевчук, к.м.н., доцент.

Технический редактор — Т.И. Вершило

С23 Сборник материалов республиканской научно-практической конференции с международным участием «Здоровье и окружающая среда», посвященной 90-летию республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» (Минск, 26–28 октября 2017 г.): в 2 т. / М-во здравоохран. Респ. Беларусь. Науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. С.И. Сычик. — Минск: РНМБ, 2017. — Т. 2. — 174 с.

В сборнике освещены актуальные проблемы профилактической медицины, в том числе по гигиенической оценке воздействия факторов среды обитания человека и анализу рисков здоровью, радиационной безопасности, медицине труда и профессиональной патологии, гигиене детей и подростков, профилактической, экологической и промышленной токсикологии, мониторингу факторов среды обитания человека и методам аналитического лабораторного контроля, а также вопросы теории и практики государственного санитарного надзора.

Издание рассчитано на врачей-гигиенистов, врачей-токсикологов, врачей-профпатологов, научных сотрудников учреждений медико-биологического профиля, профессорско-преподавательского состава, аспирантов, докторантов, студентов высших учебных заведений и учреждений последиplomного образования взрослых и других специалистов.

УДК [613/614+504.064.2] (476) (082)
ББК 51.1я43

ISBN 978-985-7044-45-0 (т. 2)
ISBN 978-985-7044-43-6

© Составление. РУП «Научно-практический центр гигиены», 2017.
© Оформление. ГУ «Республиканская научная медицинская библиотека», 2017.

ОЦЕНКА ФАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ И ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ

¹Аминова О. С., olya.kool@rambler.ru,

²Уварова Ю. Е., jyli_91@mail.ru

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ярославль, Российская Федерация

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова», г. Ярославль, Российская Федерация

Нарушение пищевого поведения в настоящее время приобретает все большее распространение среди населения в связи с появлением большого разнообразия новых видов продуктов питания, имеющих привлекательную упаковку, широко и ярко рекламируемых в средствах массовой информации. Актуальность проблемы нарушений пищевого поведения на современном этапе определяется распространением и ростом числа людей с избыточной массой тела, ожирением и, как следствие, ухудшением состояния их здоровья, появлением хронических неинфекционных заболеваний [4].

Болезни органов пищеварения продолжают занимать лидирующее положение среди студенческой молодежи на территории Российской Федерации [2]. В значительной мере это обусловлено тем, что большая часть данной группы населения не обеспечена качественным и сбалансированным питанием. Интенсификация учебного процесса, нехватка времени, некомпетентность в вопросах культуры питания, темп современной жизни — все это приводит к неразборчивости в выборе продуктов. По данным литературы, тенденция ухудшения состояния здоровья выявлена и у студентов Республики Беларусь [3], поэтому мониторинг состояния фактического питания учащейся молодежи и организация профилактических мероприятий является значимым научно-практическим направлением гигиены питания, особенно на современном этапе, когда четко прослеживаются ранние тенденции к увеличению распространенности алиментарно-зависимых заболеваний.

В связи с этим цель работы заключалась в оценке режима питания и фактического потребления макронутриентов среди студенческой молодежи.

Проанализировано питание студентов Ярославского государственного медицинского университета. В исследовании участвовало 529 студентов: из них 138 юношей и 391 девушка, средний возраст которых составил $20,0 \pm 1,1$ года. Выборка носила случайный характер. Обследование проводилось в зимне-весенний период методом суточного воспроизведения питания.

Режим питания оценивался на основании данных анкетирования респондентов. Для оценки фактического питания с определением пищевой и энергетической ценности рациона использовали таблицы химического состава российских пищевых продуктов. Групповую оценку проводили с расчетом среднесуточного потребления энергии и макронутриентов в сравнении с «Нормами физиологических потребностей для различных групп населения РФ». Допустимым принимали отклонение значений в 15% от среднесуточной групповой нормы. Для индивидуальной оценки энергетические затраты определяли расчетным методом. Для подсчета величины основного обмена была использована формула Харриса–Бенедикта. Нормативные значения потребления белков, жиров и углеводов рассчитывали относительно должной массы тела (далее — ДМТ) с соответствующими коэффициентами: 1 г/кг массы тела для белков, 1,1 г/кг массы тела для жиров и 4,6 г/кг массы тела для углеводов. ДМТ рассчитывалась по формуле: ДМТ (юноши) = $(ДТ \times 4/2,54 - 128) \times 0,453$ и ДМТ (девушки) = $(ДТ \times 3,5/2,54 - 108) \times 0,453$, где ДТ — длина тела, см.

Пищевой статус оценивали по показателям индекса массы тела (далее — ИМТ, $\text{кг}/\text{м}^2$), окружности талии (далее — ОТ, см), соотношению окружности талии к окружности бедра (далее — ОТ/ОБ). Индекс массы тела рассчитывали по формуле $\text{ИМТ} = \text{вес}/\text{рост}^2$. Оценку индекса проводили согласно рекомендациям экспертов ВОЗ (2003): недостаточная масса тела — ИМТ менее $18,5 \text{ кг}/\text{м}^2$, нормальные значения ИМТ — $18,5\text{--}24,9 \text{ кг}/\text{м}^2$, избыточная масса тела — $25\text{--}29,9 \text{ кг}/\text{м}^2$, свыше $30 \text{ кг}/\text{м}^2$ ожирение разных степеней. Увеличение окружности талии более 94 см у мужчин и более 80 см у женщин рассматривали как фактор повышенного риска сопутствующих заболеваний даже при нормальных значениях ИМТ. Коэффициент ОТ/ОБ у мужчин более 1,0 и коэффициент ОТ/ОБ у женщин более 0,85 свидетельствовал об избыточном накоплении жировой ткани в абдоминальной области.

Обработку полученных результатов осуществляли с использованием пакетов статистических программ Statistica 10.0 и Microsoft Excel 2010. Данные представлены в виде среднего арифметического и стандартного отклонения ($M \pm SD$). Нормальность распределения определяли по критерию Колмогорова–Смирнова. Для сравнения групп применяли критерий Манна–Уитни при $p < 0,05$.

Согласно результатам опроса, основная часть студентов питалась 3–4 раза в день, что соответствует гигиеническим нормативам по режиму питания, однако 17% девушек и юношей питались менее трех раз в день. Полноценный завтрак отсутствовал у 45% респондентов, а оценка распределения калорийности пищи по ее приемам в течение дня показала, что 18% опрошенных потребляли наибольшее количество пищи в вечернее время (после 18 ч). У 23% студентов последний прием пищи был непосредственно перед сном. Полученные данные о режиме питания студентов отражают общую тенденцию, которая прослеживается в настоящее время и среди других социальных и возрастных групп населения страны, когда особенности образа жизни не позволяют полноценно питаться в течение дня, а основной по калорийности и объему прием пищи приходится на вечернее время. Эта привычка, безусловно, будет способствовать развитию в будущем не только заболеваний пищеварительной и эндокринной систем, но и формированию избыточной массы тела и ожирения [4].

Оценка среднесуточного потребления энергии и макронутриентов позволила выявить достоверные различия между половыми группами (таблица). При этом отмечено избыточное потребление белков и жиров у студентов обоего пола.

Таблица — Среднегрупповые значения показателей пищевого статуса и фактического питания исследуемой выборки (M±SD)

Показатели	Фактическое потребление		Нормы физиологической потребности	
	девушки (n = 391)	юноши (n = 138)	девушки	юноши
ИМТ, кг/м ²	21,5±3,3	23,6±4,2*	18,5–24,9	18,5–24,9
ОТ, см	67,7±7,6	78,7±11,4*	<80	<94
ОТ/ОБ	0,72±0,05	0,86±0,07*	<0,85	<1,00
Кратность питания, раз/день	3,2±0,9	3,2±0,7	≥3	≥3
Белки, г	78,5±19,8	95,5±24,3*	61±9	72±11
Жиры, г	81,0±26,1	100,4±30,7*	67±10	81±12
Углеводы, г	252,4±86,5	311,9±108,5*	289±43	358±54
Энергетическая ценность, ккал	2052±502	2532±651*	2000±300	2450±368
* — достоверные различия между половыми группами при p<0,05.				

Индивидуальная оценка фактического питания позволила установить, что в 87% случаев имеется нутриентный дисбаланс. Только у 43% студентов калорийность рациона соответствовала энергетическим затратам (рисунок).

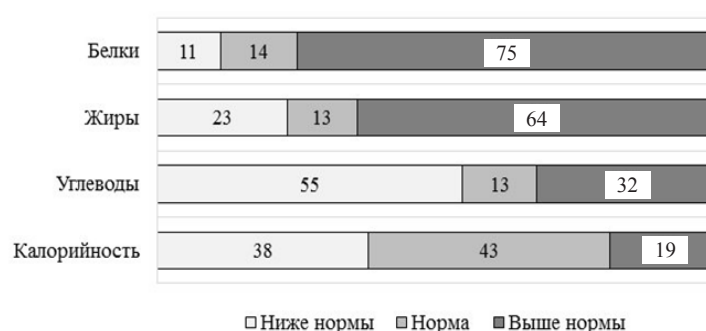


Рисунок — Распределение студентов по калорийности рациона и потреблению основных нутриентов (количество обследованных, %)

Процентное распределение студентов в соответствии с потреблением основных макронутриентов существенно не отличалось по половому признаку. У большинства отмечено избыточное потребление с пищей белков и жиров на фоне сниженного поступления углеводов. Белково-жировая направленность питания была отмечена в ранее проведенном исследовании с использованием методики анализа частоты потребления пищи [1]. Преобладание жирового компонента пищи затрудняет усвоение других пищевых веществ и может привести к нарушению метаболизма, формированию факторов риска избыточного веса и ожирения, а также целого ряда заболеваний сердечно-сосудистой, эндокринной системы и опорно-двигательного аппарата.

Низкая физическая активность и особенности питания современной молодежи зачастую приводят не только к развитию хронических системных заболеваний, но непосредственно сказываются на морфометрических показателях. В качестве оценки возможного риска развития заболеваний, связанных с избыточной массой тела, был использован индекс массы тела. Среднегрупповые значения ИМТ оценивались как нормальные у 72% девушек и 62% юношей. У 15% девушек и 9% юношей зарегистрирована недостаточная масса тела. Обращает на себя внимание тот факт, что уже в 20 лет избыточная масса тела и ожирение отмечается у 13% девушек и 29% юношей. Для дополнительной оценки риска возникновения сопутствующих заболеваний использовали показатели ОТ и ОТ/ОБ. Выше допустимого значения обхват талии наблюдался у 7% девушек и 10% юношей. Избыточное накопление жировой ткани в абдоминальной области встречалось у 3% девушек и 1% юношей.

Известно, что люди с избыточной массой тела и ожирением чаще потребляют продукты с более высокой энергетической ценностью, чем лица с нормальным ИМТ. В данном исследовании получены достоверные различия по энергетической ценности рационов среди девушек с дефицитом (1799±428 ккал/сут) и избытком массы тела (2442±477 ккал/сут) и среди юношей с дефицитом (1872±424 ккал/сут) и избытком массы тела (2814±654 ккал/сут).

Результаты исследования выявили нарушения в нутриентном составе суточного рациона в 87% случаев. Питание имеет преимущественно белково-жировую направленность на фоне недостаточного поступления углеводов. Оценка пищевого статуса показала, что у 15% девушек и 9% юношей наблюдается недостаток массы тела, у 13 и 29% соответственно — избыточная масса и ожирение.

Литература

1. Аминова, О. С. Оценка фактического питания и пищевого статуса студентов / О. С. Аминова, Ю. Е. Уварова, Н. Н. Тятенкова // В мире научных открытий. — 2017. — № 1. — С. 66–77.
2. Кобыляцкая, И. А. Состояние здоровья студенческой молодежи / И. А. Кобыляцкая, А. С. Осыкина, Е. Ю. Шкатова // Успехи современного естествознания. — 2015. — № 5. — С. 74–75.
3. Намаканов, Б. А. Здоровьесозидающие технологии при обучении студентов высших учебных заведений / Б. А. Намаканов, М. М. Расулов // Здоровьесберегающее образование. — 2011. — № 2. — С. 98–110.
4. Проскурякова, Л. А. Особенности пищевого поведения и виды его нарушений у студентов разных сроков обучения / Л. А. Проскурякова // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. — 2016. — № 2. — С. 118–124.

Поступила 01.09.2017

К ВОПРОСУ ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ОБОСНОВАНИИ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СРОКОВ ГОДНОСТИ И УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ УПАКОВАННЫХ ВОД ПОСЛЕ ВСКРЫТИЯ: РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЙ ВОД ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Гирина В. В., water@rspch.by,

Дроздова Е. В., к.м.н., доцент, water@rspch.by,

Бурая В. В., water@rspch.by

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

К числу важнейших факторов, влияющих на формирование здоровья и качества жизни населения, относится питьевая вода. В последнее десятилетие в республике получили широкое распространение питьевые воды, расфасованные в емкости (далее — упакованные питьевые воды).

Согласно ТР ТС 021/2011 пищевая продукция, находящаяся в обращении на территории стран Евразийского экономического союза (далее — ЕАЭС), в течение установленного срока годности при использовании по назначению должна быть безопасной [1]. Сроки годности и условия хранения пищевой продукции устанавливает изготовитель [1, 2]. Обеспечение безопасности питьевых вод в процессе производства, хранения, перевозки, реализации и утилизации в соответствии с положениями [1] и иными нормативными документами ЕАЭС требует новых подходов к оценке сроков и условий хранения продукции. Одним из требований ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» (статья 4, п. 41, § 6) [3] служит установление условий хранения пищевой продукции после вскрытия упаковки. Требования распространяются на продукцию, качество и безопасность которой изменяется после вскрытия упаковки. Упакованные питьевые воды также относятся к продукции, свойства которой могут существенно изменяться после ее вскрытия в зависимости от условий хранения, представляя существенные риски здоровью населения. Необходимость подтверждения сроков годности упакованных вод после вскрытия законодательно определена и горизонтальным техническим регламентом на данный вид продукции — ТР ЕАЭС «О безопасности упакованной питьевой воды, включая природные минеральные воды».

Поскольку питьевая вода относится к общедоступным (необходимым) для жизнедеятельности человека продуктам (группа охвата — все население республики, включая наиболее чувствительные группы — детей), безопасность которой определяет высокую социальную значимость вследствие потенциально высоких рисков здоровью, вышеуказанная норма нашла отражение в нормативно-правовой базе на национальном уровне: для упакованной питьевой воды в Санитарных нормах и правилах «Требования к питьевой воде, расфасованной в емкости», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 15.12.2015 № 123 (в редакции постановления от 22.11.2016 № 120), регламентирована необходимость указания на маркировке воды питьевой информации для потребителя по срокам и условиям ее применения после вскрытия потребительской упаковки» [4].

Вышеизложенное определило необходимость аналитических и лабораторных исследований с целью последующей разработки современной научно обоснованной методологии установления сроков годности после вскрытия упакованных питьевых вод.

Цель работы — получение экспериментальных данных о влиянии сроков и температурных режимов хранения упакованных питьевых вод в потребительской таре после вскрытия упаковки, на их безопасность и качество.

В статье обобщены данные исследований, выполненных в республиканском унитарном предприятии «Научно-практический центр гигиены» в рамках договоров с субъектами хозяйствования с целью подтверждения сроков годности и условий хранения упакованных вод производства Республики Беларусь после вскрытия. Для обоснования сроков и условий хранения упакованных питьевой воды во вскрытой потребительской упаковке изучалась стабильность микробиологических, органолептических и санитарно-химических показателей в типовых образцах. За 2016–2017 гг. объектами исследования являлись 30 наименований питьевых вод, упакованных в потребительскую тару (полиэтилентерефталат, поликарбонат) различного номинального объема (от 0,5 до 19,0 л), отечественного производства.

Дизайн исследований. Для испытаний по установлению сроков годности упакованных питьевых вод после вскрытия нами был разработан дизайн исследований, учитывающий обоснование:

- длительности экспериментальных исследований;
- температурных условий проведения эксперимента;
- моделирование аггравированных условий исследований;
- перечень контролируемых показателей.

Срок исследований проб рассчитывался с учетом коэффициента резерва 1,5, исследования проводились в 3 точках для продукции с заявленным сроком хранения до 8 сут и в 4 точках для продукции со сроком хранения выше 10 сут [2].

В целях подтверждения срока хранения во вскрытой упаковке испытания могут быть проведены при 2 стандартных температурных условиях хранения: в условиях холодильника (6 ± 2)°C и при комнатной температуре (25 ± 2)°C. В связи с наибольшей востребованностью у заявителей нами в статье проведены сравнительные исследования стабильности микробиологических показателей питьевой воды, хранившейся после вскрытия потребительской упаковки при комнатной температуре (25 ± 2)°C.

В соответствии с принципами надлежащей экспериментальной практики для того, чтобы результаты можно было перенести для воды в течение всего срока годности моделировались аггравированные условия: вскрытие питьевой воды осуществляли в последний день срока годности, после отбора воды бутылки закрывали, хранили в контролируемых условиях при температуре 25°C, проводили повторный отбор воды в контрольные даты, бутылки закрывали.

Выбор контролируемых показателей проводился методом экспертных оценок и основывался на обеспечении микробиологической безопасности и благоприятных органолептических свойств упакованной питьевой воды. Полученные результаты в динамике сравнивали с нормативными требованиями [1, 4, 5].

Аналитически показано, что при выборе показателей для обоснования сроков годности упакованных питьевых вод необходимо исходить из показателей гигиенической чистоты, которые могут изменяться в процессе хранения (порча), влияя на безопасность воды, повышая ее риски:

- микробиологические показатели: общее микробное число (далее — ОМЧ), синегнойная палочка (*Pseudomonas aeruginosa*);
- органолептические показатели: запах, цветность, мутность;
- санитарно-химические показатели: сухой остаток, перманганатная окисляемость.

Исследования проводили без учета влияния способа дозирования воды потребителю при потребительском использовании. Для исследований использовались методы, допущенные к использованию для подтверждения соответствия в установленном законодательством порядке.

Обсуждение результатов. В настоящей статье представлены результаты исследований по обоснованию сроков и условий хранения питьевой воды во вскрытой потребительской упаковке для 8 типовых образцов питьевой воды, разлитых в многоразовые поликарбонатные бутылки номинальным объемом 18,9–19,0 л. Выбор данного номинального объема определялся следующим:

- наибольшей актуальностью исследований по запросам производителей;
- поликарбонатные бутылки объемом 18,9–19,0 л являются оборотной тарой, что повышает риски;
- упакованные воды с данным номинальным объемом наиболее часто используются в организованных коллективах (в т. ч. в детских коллективах), спрогнозировать срок расхода воды из таких емкостей сложнее;
- длительный срок расхода воды из таких емкостей в связи с большим объемом, что также повышает риски (по данным опросов в некоторых офисах вода из бутылей 18,9 л может расходоваться до 3 недель).

Динамика микробиологических показателей ОМЧ при 22 и 37°C в зависимости от времени ее хранения во вскрытой таре графически представлена на рисунках 1, 2. Следует отметить, что в случае выявления выраженной отрицательной динамики к ухудшению качества воды в очередной контрольной точке дальнейшие исследования по согласованию с заявителем не проводились.

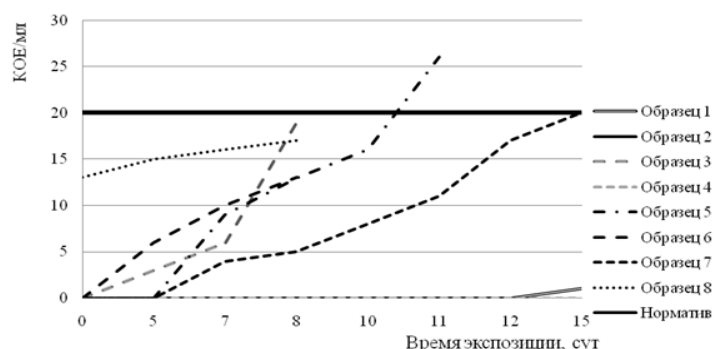


Рисунок 1. — Динамика показателя ОМЧ при 22°C в упакованной питьевой воде при хранении ее во вскрытой упаковке

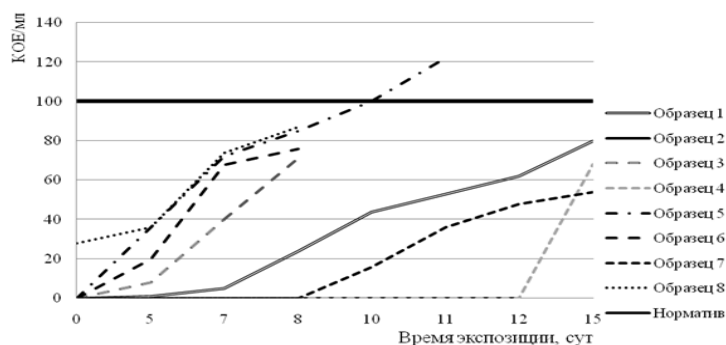


Рисунок 2. — Динамика показателя ОМЧ при 37°C в упакованной питьевой воде при хранении ее во вскрытой упаковке

Анализ полученных результатов исследований в динамике позволил сделать следующие выводы:

- 1) экспериментально подтверждена прямая зависимость динамики микробиологических параметров вскрытой упакованной воды от изначальной обсемененности испытанных образцов и времени экспозиции;
- 2) срок годности (хранения) после вскрытия упаковки зависит от наименования продукции (производителя), а соответственно от используемой технологии и метода обеззараживания. Так, при обеззараживании воды озонированием наблюдался более слабый рост ОМЧ при 22 и 37°C на протяжении всего срока исследований (иллюстративно показано на примере образца № 4). Это подтверждает необходимость исследований всех наименований воды для подтверждения сроков годности после вскрытия;

3) все испытанные образцы отечественного производства номинальным объемом 18,9–19,0 л по органолептическим, санитарно-химическим и бактериологическим показателям соответствовали требованиям нормативных документов на протяжении 8 сут после вскрытия в конце срока годности (5 сут с коэффициентом резерва 1,5) при $25 \pm 2^\circ\text{C}$ и хранении в закрытой таре [1, 4, 5];

4) в целом для испытанных упакованных питьевых вод с 15 сут после вскрытия было характерно превышение нормативов по показателю ОМЧ (при 22 и 37°C).

На основании полученных результатов для испытанных наименований питьевых вод отечественного производства были рекомендованы сроки годности (хранения) 5 сут после вскрытия упаковки при хранении с закрытой крышкой при температуре от 2 до 25°C .

На ближайшую перспективу актуальным направлением представляется отработка методических подходов по обоснованию методики, учитывающей влияние способа дозирования воды потребителем при потребительском использовании, а также испытания питьевой воды, реализуемой потребителем через вендинговые автоматы.

Полученные результаты будут использованы для разработки научно-обоснованной методики установления сроков годности упакованных вод при хранении во вскрытой потребительской упаковке. Учитывая вступления в силу с 2019 г. ТР ЕАЭС «О безопасности упакованной питьевой воды, включая природные минеральные воды», целесообразным представляется нормативное закрепление указанных методических подходов в инструктивно-методических документах.

Литература

1. О безопасности пищевой продукции : ТР ТС 021/2011 : принят 09.12.2011 : вступ. в силу 15.12.2011 / Евраз. Экон. Комис. — Минск : БелГИСС, 2015. — 160 с.
2. Государственная санитарно-гигиеническая экспертиза сроков годности (хранения) и условий хранения продовольственного сырья и пищевых продуктов, отличающихся от установленных в действующих технических нормативных правовых актах в области технического нормирования и стандартизации : санитар. нормы и правила : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 01.09.2010 № 119. — Режим доступа: http://minzdrav.gov.by/lcfiles/000127_458303_N119_2010.doc. — Дата доступа: 21.04.2017.
3. О безопасности упаковки : ТР ТС 022/2011 : принят 09.12.2011 : вступ. в силу 15.12.2011 / Евраз. Экон. Комис. — Минск : БелГИСС, 2015. — 160 с.
4. Требования к питьевой воде, расфасованной в емкости : санитар. нормы и правила, Требования к безопасности питьевой воды, расфасованной в емкости : гигиенич. норматив : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 15.12.2015 № 123 : в ред. постановления М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 22.11.2016, № 120. — Режим доступа: http://minzdrav.gov.by/dadvfiles/000360_287058_sanpin123.doc. — Дата доступа: 21.02.2017.
5. Требования к питьевой воде, расфасованной в емкости // Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) : утв. решением Комиссии таможенного союза от 28.05.2010 № 299. — Гл. 2, разд. 9. — Режим доступа: http://www.tsouz.ru/KTS/KTS17/Pages/P2_299.aspx. — Дата доступа: 21.04.2017.

Поступила 01.09.2017

О ВЛИЯНИИ ЦИТРАТОВ БИОМЕТАЛЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПО НАНОТЕХНОЛОГИИ НА РОСТ МИЦЕЛИЯ ВЫСШИХ ГРИБОВ

Гулич М. П., д.м.н., профессор, gumapa@ukr.net,
Ященко О. В., к.б.н., oksana_2012@bigmir.net,
Емченко Н. Л., к.х.н.,
Харченко О. О., к.б.н., kharchenko_belan@ukr.net,
Любарская Л. С., к.б.н., liubarskals@gmail.com,
Ольшевская О. Д., к.м.н., lelya.olshevska@gmail.com,
Моисеенко И. Е., н.с., mirena99@ukr.net

Государственное учреждение «Институт общественного здоровья им. А.М. Марзеева Национальной академии медицинских наук Украины», г. Киев, Украина

В наше время, когда фактический ежедневный рацион человека не может обеспечить его жизненно необходимыми микронутриентами, в частности микроэлементами, актуальным является поиск их новых источников. Перспективны в этом отношении высшие грибы, особенно культивируемые на жидких питательных средах, поскольку модификация последней позволяет получить экологически чистое грибное сырье с заданными свойствами [1].

Современное промышленное выращивание пищевых и лекарственных грибов направлено на оптимизацию способов их культивирования с целью получения грибной биомассы с высокой биологической активностью, а также увеличения ее выхода. Так, изучено влияние ионов меди, свинца и кадмия на рост мицелия и состав липидов гриба *Pleurotus ostreatus*, а также влияние регуляторов роста на процесс образования *Pleurotus ostreatus* [2].

Однако не меньший интерес представляет изучение влияния на рост мицелия грибов эссенциальных микроэлементов в составе их цитратов, полученных по нанотехнологии, отличающихся по сравнению с обычными цитратами большей химической чистотой, а также дешевизной и возможностью получения в промышленных масштабах [3].

Целью данной работы было исследование влияния цитратов ряда биоэлементов, полученных по нанотехнологии, на рост мицелия некоторых съедобных и лекарственных грибов при их культивировании на жидкой питательной среде и установление его основных закономерностей.

Исследовалось влияние на рост биомассы глубинного мицелия грибов *Pleurotus ostreatus* (вешенка), *Ganoderma lucidum* (рейши), *Cordyceps militaris* (кордицепс военный) и *Cordyceps sinensis* (кордицепс китайский) смеси цитратов цинка, меди и железа в сравнении с их сульфатами; влияние на рост мицелия этих же грибов каждого из перечисленных элементов

по отдельности (при их поверхностном культивировании), а также цитратов селена и германия в глубинной культуре. Кроме того, изучалась зависимость роста мицелия грибов от концентрации данных биометаллов в питательной среде и времени культивирования.

Способ глубинного культивирования грибного мицелия заключался в выращивании его на качалке с 120 об./мин. Объем питательной среды при этом составил 200 мл, объем инокулюма — 5%, время выращивания — 8 сут, температура среды — $26 \pm 3^\circ\text{C}$. При поверхностном способе мицелий грибов выращивался стационарно в колбах Эрленмейера на протяжении 12 сут при той же температуре. Объем питательной среды при этом был 500 мл, объем инокулюма — 5%. Для исследования полученную биомассу мицелия грибов фильтровали через капроновый фильтр и высушивали при 105°C до постоянной массы взвешивая с точностью до 4 знака.

Эксперимент проводили в 3-х повторностях. Полученные результаты оформляли в виде электронных таблиц в MS Excel, с помощью которого выполняли первичные расчеты и начальную статистическую обработку, включавшую в себя расчет основных статистических параметров — средних значений ($\bar{X}$) и их ошибок ($\bar{X}$). Основные математические расчеты, описание функции и построение графиков выполняли с помощью статистического пакета Statistica 10.0.

Математическое описание зависимостей выполняли методами регрессионного анализа. На первом шаге исследования зависимостей строились соответствующие скаттерграммы, затем выполнялось сглаживание точек с помощью стандартных средств Statistica, после чего осуществлялся выбор аналитического вида математической модели. При расчете параметров нелинейных моделей вначале графическим способом определяли их начальные приближения, а затем уточняли их методом Левенберга–Марквардта. Для всех параметров модели рассчитывались погрешности, достоверности и границы доверительных интервалов. Для описания зависимостей выбирались только адекватные модели с достоверными параметрами ($p < 0,05$).

Результаты исследования влияния смеси цитратов цинка, железа (III) и меди (II) на рост мицелия грибов при различных разведениях питательной среды представлены в таблице 1. Контролем являлась питательная среда с добавлением смеси сульфатов этих металлов.

Таблица 1. — Накопление биомассы мицелия грибов *G. lucidum*, *P. ostreatus*, *C. militaris* и *C. sinensis* в питательной среде, обогащенной смесью цитратов цинка, железа и меди в зависимости от ее разведения

Грибы	Разведение питательной среды, обогащенной цитратами металлов	Концентрация биомассы, г/л ($\bar{X} \pm \bar{x}$); n = 3	Концентрация биомассы в контроле, г/л ($\bar{X} \pm \bar{x}$); n = 3	% биомассы по отношению к контролю
<i>G. lucidum</i>	1:100	1,86±0,08	1,88±0,19	99,7
	1:200	2,19±0,07*		116,5
	1:500	2,70±0,09*		143,6
	1:1000	2,22±0,07*		118,1
	1:1500	—		—
<i>P. ostreatus</i>	1:100	1,28±0,02	1,32±0,04	97,0
	1:200	1,76±0,05*		133,3
	1:500	2,34±0,08*		177,7
	1:1000	2,26±0,10*		171,2
	1:1500	1,28±0,04		97,0
<i>C. militaris</i>	1:100	3,20±0,11	3,52±0,12	90,9
	1:200	3,49±0,11		99,0
	1:500	3,53±0,10		100,1
	1:1000	3,37±0,11		95,6
	1:1500	3,29±0,10		93,4
<i>C. sinensis</i>	1:100	4,16±0,15	4,91±0,19	84,7
	1:200	5,31±0,12		108,1
	1:500	4,79±0,13		97,6
	1:1000	5,26±0,14		107,1
	1:1500	4,72±0,14		96,1
* — различие с контролем достоверно, p<0,05.				

Приведенные данные свидетельствуют о том, что введение в питательную среду цитратов приводит к значительному увеличению в ней концентрации биомассы мицелия съедобного гриба *P. ostreatus*. При разведении питательной среды в 500 и 1000 раз прирост биомассы по отношению к контролю составил 77 и 71% соответственно. Несколько меньшее ростиндуцирующее влияние цитраты металлов оказывали на мицелий гриба *G. lucidum*. Совсем не реагировал на их внесение в питательную среду мицелий грибов *C. militaris* и *C. sinensis*.

Представляло интерес определить, какой именно из данных элементов обладает наибольшей ростиндуцирующей способностью. Для этого эксперимент повторили в несколько иных условиях: только для грибов *P. ostreatus* и *G. lucidum*, при поверхностном культивировании мицелия и оптимальных разведениях питательной среды, внося цитраты по отдельности. Эти результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. — Накопление биомассы мицелия грибов *G. lucidum* и *P. ostreatus* в питательной среде обогащенной цитратами цинка, магния и железа

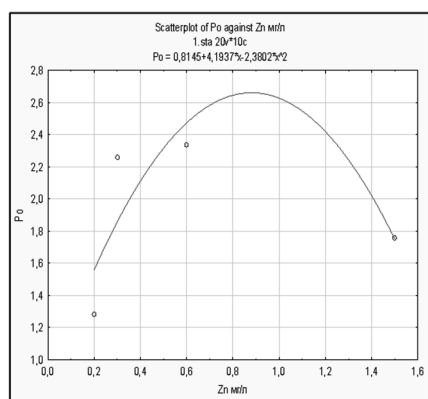
Биометалл	Разведение питательной среды	<i>G. lucidum</i>		<i>P. ostreatus</i>	
		концентрация биомассы, г/л ($\bar{X} \pm \bar{x}$); n = 3	прирост биомассы, %	концентрация биомассы, г/л ($\bar{X} \pm \bar{x}$); n = 3	прирост биомассы, %
Цинк	Контроль	4,8±0,11	—	1,1±0,12	—
	1:500	5,6±0,13*	16,0	2,5±0,09*	125,0
	1:1000	5,9±0,11*	22,0	3,4±0,20*	209,0
Магний	Контроль	4,3±0,21	—	3,3±0,12	—
	1:500	4,4±0,30	3,0	2,7±0,31	—
	1:1000	3,6±0,42	—	2,0±0,22	—
Железо	Контроль	6,1±0,12	—	4,5±0,05	—
	1:500	7,8±0,30*	28,1	5,5±0,33	23,5
	1:1000	8,2±0,41*	36,6	5,2±0,28	15,8

* — различие с контролем достоверно, p<0,05.

Из приведенных данных видно, что наибольший прирост биомассы грибного мицелия вызывает введение в питательную среду цитрата цинка. На порядок ниже было влияние на рост мицелия цитрата железа и совершенно не влиял на рост мицелия магний.

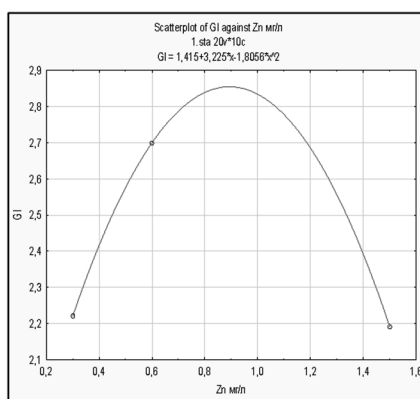
Высокая ростиндуцирующая способность цитрата цинка возможно объясняется тем, что цинк как микроэлемент стимулирует рост и развитие организма человека и животных [4, 5], а грибы, как общеизвестно, являются переходной формой от «неживого» к «живому».

Зависимость концентрации биомассы мицелия грибов *G. lucidum* и *P. ostreatus* в питательной среде от концентрации в ней цинка полученная с помощью регрессионного анализа представлена на рисунках 1, 2.



$$\begin{aligned}
 a &= 0,8145 \\
 b &= 4,1937 \\
 c &= -2,3802 \\
 x^* &= 0,880955 \\
 y^* &= 2,661731
 \end{aligned}$$

Рисунок 1. — Зависимость концентрации в питательной среде биомассы мицелия гриба *P. ostreatus* от концентрации в ней цинка



$$\begin{aligned}
 a &= 1,415 \\
 b &= 3,225 \\
 c &= -1,8056 \\
 x^* &= 0,893055 \\
 y^* &= 2,855051
 \end{aligned}$$

Рисунок 2. — Зависимость концентрации в питательной среде биомассы мицелия гриба *G. lucidum* от концентрации в ней цинка

Исходя из вида графиков в качестве математической модели этой зависимости была выбрана функция вида: $y = a + b \times x - c \times x^2$. Из полученных результатов видно, что концентрация биомассы мицелия грибов в питательной среде повышается при понижении концентрации в ней цинка (но до определенного предела). Максимальный прирост биомассы мицелия этих грибов имел место при концентрации цинка (0,85–0,90) мг/л. Необходимо отметить, что примерно при этой же концентрации в питательной среде цинка (0,75–0,80 мг/л) находится максимум поглощения его грибным мицелием. Очевидно, для запуска биохимических процессов в мицелии гриба в биомассу мицелия должно поступить определенное его количество.

Аналогичное исследование было проведено нами для полученных по нанотехнологии цитратов германия и селена. Контролем в этом случае служила обыкновенная глюкозо-пептонная среда, поскольку сульфат селена нельзя получить методом химического анализа, а сульфат германия нестойкий и не имеет торговой формы. Результаты исследования влияния цитратов этих элементов на рост грибного мицелия при различных разведениях питательной среды приведены в таблице 3.

Таблица 3. — Накопление биомассы мицелия грибов *G. lucidum*, *P. ostreatus*, *C. militaris* и *C. sinensis* в питательной среде, обогащенной цитратами германия и селена

Грибы	Разведение питательной среды	Германий		Селен	
		концентрация биомассы, г/л ($\bar{X} \pm \bar{x}$); n = 3	прирост биомассы, %	концентрация биомассы, г/л ($\bar{X} \pm \bar{x}$); n = 3	прирост биомассы, %
<i>G. lucidum</i>	контроль	4,3±0,08	—	4,3±0,08	—
	1:100	4,4±0,32	2,0	—	—
	1:200	4,8±0,21*	10,7	—	—
	1:500	5,5±0,15*	27,2	—	—
	1:1000	5,6±0,30*	30,9	4,6±0,25	7,4
	1:1500	5,5±0,27*	27,4	6,5±0,31*	50,5
	1:2000	—	—	5,7±0,11*	32,8
	1:2500	—	—	5,5±0,21*	24,2
<i>P. ostreatus</i>	контроль	1,0±0,12	—	1,0±0,12	—
	1:100	1,1±0,09*	8,6	—	—
	1:200	1,2±0,11*	13,0	—	—
	1:500	1,4±0,12*	40,0	—	—
	1:1000	1,6±0,02*	47,6	2,4±0,07*	124,8
	1:1500	1,3±0,12*	24,8	3,4±0,02*	228,6
	1:2000	—	—	3,0±0,04*	181,0
	1:2500	—	—	2,8±0,05*	170,5
<i>C. militaris</i>	контроль	8,5±0,31	—	8,5±0,31	—
	1:100	10,1±0,14*	18,8	—	—
	1:200	10,1±0,13*	18,8	—	—
	1:500	8,8±0,38	3,5	—	—
	1:1000	8,8±0,23	3,5	11,1±0,81*	30,6
	1:1500	7,8±0,46	—	12,0±0,90*	41,1
	1:2000	—	—	12,2±0,11*	43,5
	1:2500	—	—	10,0±0,22*	11,8
<i>C. sinensis</i>	контроль	11,1±0,6	—	11,1±0,65	—
	1:100	11,6±0,48	4,5	—	—
	1:200	11,4±0,37	2,5	—	—
	1:500	11,2±0,84	0,7	—	—
	1:1000	11,2±0,28	1,0	11,8±0,41	6,3
	1:1500	11,2±0,35	1,0	12,5±0,91*	12,3
	1:2000	—	—	13,4±1,05*	21,1
	1:2500	—	—	12,7±1,80*	14,7

* — различие с контролем достоверно, p<0,05.

Установлено, что как и для цитрата цинка, ростиндуцирующее действие цитрата германия проявляется только для грибов *P. ostreatus* и *G. lucidum*, несмотря на то, что сам германий накапливается мицелием лекарственных грибов, в особенности мицелием грибов *C. militaris* и *C. sinensis*. Интенсивность его действия уступает таковой для цитрата цинка. Так, биомасса мицелия гриба *G. lucidum* увеличивалась максимум на 30%, а гриба *P. ostreatus* — на 40%.

Зависимость концентрации биомассы мицелия гриба от концентрации цитрата германия имеет такой же вид, как и для цитрата цинка. Максимум накопления биомассы под действием цитрата германия имеет место при несколько меньшей его концентрации (~0,4 мг/л).

Цитрат селена в противовес германию проявляет очень высокую ростиндуцирующую способность. Прибавление в питательную среду (0,05–0,07) мг/л селена в форме цитрата приводит к повышению концентрации в питательной среде биомассы мицелия гриба *P. ostreatus* на (181–228)%. Прирост биомассы мицелия гриба *G. lucidum* при этих условиях составил (40–50)%. Для гриба *C. militaris* прирост биомассы мицелия был около 40%, а биомасса мицелия гриба *C. sinensis* увеличивалась максимум на 20%. Зависимость концентрации в питательной среде биомассы мицелия грибов *P. ostreatus* и *G. lucidum* от концентрации в ней цитрата селена имеет такой же характер, как и для цитратов цинка и германия, но смещена в область более низких концентраций.

Для установления оптимальных условий получения биомассы грибов, либо их мицелия кроме оптимальной концентрации металла в культуральной среде необходимо также знать оптимальные сроки их выращивания. Поэтому нами было изучено действие цитрата и для сравнения сульфата цинка на рост глубинного мицелия в динамике.

Зависимость концентрации биомассы в питательной среде от суток культивирования, описана математически с помощью метода регрессионного анализа для мицелия гриба *P. ostreatus*.

Эти зависимости для других грибов носят такой же характер. Так, исследования показали, что зависимость концентрации биомассы всех грибов от времени культивирования как при введении в питательную среду цитрата цинка, так и при обогащении ее сульфатом этого элемента описываются единой математической моделью: $y = d \times (1 - \exp(-b \times (v1 - c)))$ но с различными числовыми параметрами, которая представляет собою экспоненциальную функцию «с ограничением». Граница роста для мицелия гриба *P. ostreatus* достигается на 8-е сут, для гриба *G. lucidum* — на 9-е сут, а для грибов *C. sinensis* и *C. militaris* — на 10-е сут. При этом концентрация биомассы мицелия гриба *P. ostreatus* в питательной среде обогащенной сульфатом цинка была 2,5 г/л, ее концентрация в среде обогащенной цитратом цинка — 4,0 г/л. Для мицелия гриба *G. lucidum* эти величины составили 4,7 и 5,8 г/л, для мицелия гриба *C. militaris* — 8,2 и 9,2 г/л, а для мицелия гриба *C. sinensis* 7,5 и 7,7 г/л. Для последнего различие во влиянии на рост мицелия неорганической и органической соли цинка было минимальным. В общем наиболее интенсивно накапливается биомасса грибного мицелия при его культивировании на питательной среде с цитратом цинка. Менее интенсивно этот процесс идет в среде с его сульфатом.

Из исследования влияния на рост мицелия ряда высших грибов цитратов цинка, меди, магния, железа, германия и селена, полученных по инновационной нанотехнологии, можно сделать вывод, что обогащение питательной среды цитратами цинка, селена и в меньшей степени германия приводит к существенному (на 70–200%) увеличению в ней концентрации биомассы грибного мицелия, т. е. данные соединения индуцируют рост мицелия грибов.

Чувствительность грибов к данному воздействию уменьшается в ряду: *P. ostreatus* > *G. lucidum* > *C. militaris* > *C. sinensis*.

Установлена закономерность, согласно которой накопление биомассы мицелия грибов в питательной среде зависит от концентрации в ней цитратов. С уменьшением ее рост мицелия активизируется до определенного предела, а дальше уменьшается соответственно тому, как при этом повышается и в дальнейшем уменьшается аккумуляция биомассой мицелия самого металла.

Изучение роста мицелия исследуемых грибов в среде обогащенной цитратом цинка в динамике показало, что предел роста мицелия грибов *P. ostreatus*, *G. lucidum*, а также *C. militaris* и *C. sinensis* достигается на 8, 9 и 10-е сут соответственно.

Предложены математические модели выявленных зависимостей. Рассчитаны параметры моделей и доказана их адекватность.

Установленные нами закономерности и оптимальные условия рости индуцирующего действия цитратов биометаллов могут найти применение для модификации способа глубинного культивирования мицелия грибов с целью получения ценного грибного сырья с меньшими материальными затратами и в более краткие сроки.

Литература

1. Wasser, S. P. Medicinal mushroom science: history, current status, future trends, and unsolved problems / S. P. Wasser // Intern. J. Med. Mushr. — 2010. — Vol. 12, iss. 1. — P. 1–16.
2. Бисько, Н. А. Биология и культивирование съедобных грибов рода Вешенка / Н. А. Бисько, И. А. Дудка. — Киев : Наукова думка, 1987. — 145 с.
3. Спосіб отримання карбоксилатів харчових кислот з використанням нанотехнології : пат. 39392 України : МПК C07C 51/41, A23L 1/00, B82B 3/00 (2006.01) / М. В. Косінов, В. Г. Каплуненко ; дата публ.: 25.02.2009.
4. Гмошинский, И. В. Микроэлементы в питании человека: биологические индикаторы недостаточности цинка / И. В. Гмошинский, Б. Мунхуу, В. К. Мазо // Вопр. питания. — 2006. — Т. 75, № 6. — С. 4–11.
5. Смоляр, В. И. О дефиците цинка в питании человека и животных / В. И. Смоляр // Гигиена и санитария. — 1970. — № 10. — С. 65–69.

Поступила 31.08.2017

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В КОПЧЕНЫХ МЯСОПРОДУКТАХ

Долгина Н. А., dlginan@rambler.ru,
Федоренко Е. В., к.м.н., доцент, afedorenko71@mail.ru,
Филатченкова Е. В., boguzkaya@bk.ru

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Процессы переработки пищевой продукции могут оказать влияние на ее безопасность. Особого внимания заслуживает образование канцерогенных веществ в некоторых технологических процессах пищевого производства. Копчение является одной из старейших технологий приготовления мяса и мясных продуктов. Во время этого технологического процесса формируются фенольные соединения, входящие в состав дыма, которые не только способствуют сохранению пищевых продуктов благодаря его дегидратирующим, бактерицидным и антиоксидантным свойствам, но и придают особый вкус, цвет и аромат мясным изделиям [1].

Традиционные промышленные методы копчения, при которых дым от неполного сгорания древесины вступает в непосредственный контакт с продуктами, могут привести к их значительной контаминации полиароматическими углеводородами (далее — ПАУ), если процесс не контролируется должным образом [2].

ПАУ представляют собой большую группу органических соединений, состоящих из двух или более конденсированных ароматических колец. Риск для здоровья населения от воздействия ПАУ зависит от структуры потребления копченых пищевых продуктов и уровней контаминации обсуждаемыми веществами. К факторам, увеличивающим содержание ПАУ

в пищевой продукции, относятся: методы приготовления и обработки пищевой продукции (копчение, жарка, использование гриля, применение коптильных ароматизаторов), технологические параметры процесса приготовления (время и температура, тип используемого топлива, расстояние от источника нагрева), химический состав продуктов (содержание жира) [3].

ПАУ обладают канцерогенными свойствами. Согласно классификации Международного агентства по изучению рака, бенз(а)пирен (БП) относится к 1 группе канцерогенных веществ для человека, а бенз(а)антрацен (БаА), хризен (ХР) и бенз(б)флуорантен (БбФ) — к 2В группе вероятно канцерогенных веществ. Поскольку обсуждаемые химические загрязнители могут оказывать негативное влияние на здоровье населения, необходимо разрабатывать меры по минимизации содержания данных соединений в пищевой продукции до максимально достижимого низкого уровня (принцип ALARA) [3].

В настоящее время в Республике Беларусь максимально допустимые уровни для БП в копченых мясопродуктах составляют 1,0 мкг/кг. В 2002 г. Европейское агентство по безопасности пищевых продуктов пришло к выводу, что сумма 4ПАУ (БаА, ХР, БбФ и БП) является более надежным индикатором наличия ПАУ в пищевой продукции. С сентября 2012 г. согласно Регламенту комиссии (ЕС) № 1881/2006 максимально допустимый уровень БП в копченой мясной продукции составляет 2,0 мкг/кг, а сумма 4ПАУ — 12 мкг/кг.

Учитывая высокую вероятность алиментарного поступления ПАУ, изучение соответствующих уровней контаминации мясной продукции является актуальным.

Целью данной работы является гигиеническая оценка уровней контаминации бенз(а)антраценом, хризеном, бенз(б)флуорантеном и бенз(а)пиреном копченой мясной продукции.

Определение ПАУ проводилось согласно ГОСТ 31745-2012 «Продукты пищевые. Определение содержания ПАУ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии». В соответствии с вышеуказанной методикой предел обнаружения (далее — ПО) составляет для различных ПАУ от 0,1 до 5,0 мкг/кг, а предел количественного определения (далее — ПКО) — 2,0 мкг/кг. Однако валидация метода позволила установить ПКО для БаА и БП на уровне 0,01 мкг/кг, а для БбФ и ХР — 0,1 мкг/кг. ПО составил 0,003 мкг/кг для БаА и БП, и 0,03 мкг/кг для БбФ и ХР.

Контаминанты в пищевой продукции могут содержаться в количествах ниже ПО или ПКО. Данные значения важны при оценке экспозиции, поэтому в отношении таких веществ необходимо проводить моделирование количественной характеристики проб, которые «квалифицируются» как «не обнаружено» [3]. Нами использованы модели согласно рекомендациям FAO/WHO [3], в которых оцениваются нижняя (далее — НГ) и верхняя (далее — ВГ) границы, а также средний уровень (далее — СУ). Для нижней границы значения приравниваются к ПО, для верхней границы — к ПКО, а для среднего уровня они составляют (ПО+ПКО)/2.

Изучено 30 образцов копченой мясной продукции. Статистическая обработка полученных данных проведена с помощью пакета Statistica 12.0. Оценка соответствия полученных данных нормальному распределению осуществлялась при помощи критериев W теста Шапиро–Уилка (Shapiro–Wilk W test) и Колмогорова–Смирнова с поправкой Лиллиефорса (Kolmogorov–Smirnov & Lilliefors test for normality). Распределение данных считалось отличным от нормального (непараметрическим) при уровне значимости $p < 0,05$. Для характеристики уровня контаминации ПАУ пищевой продукции использованы медиана (Me), интерквартильный размах (25%–75%) и 95-й процентиль (P95). Достоверность различий между верхней и нижней границами по отношению к среднему уровню контаминации пищевой продукции по медиане определялась при уровне значимости $p < 0,05$ по U-критерию Манна–Уитни (Mann–Whitney U-test).

Характеристика уровней контаминации ПАУ копченой мясной продукции представлена в таблице.

Таблица — Характеристика уровней контаминации ПАУ копченой мясной продукции, мкг/кг

Название химического контаминанта	N	Значения > ПКО (%)	Min-Max	Me (25%–75%)			95P		
				НГ	СУ	ВГ	НГ	СУ	ВГ
Бенз(а)антрацен	30	1 (3,3)	0,003–8,0	0,30 (0,10–0,60)			4,90		
Хризен	30	26 (86,7)	0,03–1,10	0,03* (0,03–0,03)	0,065 (0,065–0,065)	0,10* (0,10–0,10)	1,0		
Бенз(б)флуорантен	30	12 (40,0)	0,03–2,0	0,17 (0,03–0,32)	0,17 (0,065–0,32)	0,17 (0,10–0,32)	1,87		
Бенз(а)пирен	30	8 (26,7)	0,003–1,0	0,02 (0,003–0,06)	0,02 (0,0065–0,06)	0,02 (0,01–0,06)	0,99		
Сумма 4ПАУ	30	1 (3,3)	0,066–10,21	0,70 (0,42–1,45)	0,75 (0,46–1,49)	0,81 (0,50–1,52)	7,80	7,84	7,87
* — достоверность различий между НГ, ВГ и СУ ($p < 0,05$); Me (25%–75%) — медиана (интерквартильный размах); 95P — 95-й процентиль.									

Гигиеническая оценка уровней контаминации показала отсутствие превышения максимальных допустимых уровней БП и 4ПАУ, установленных в Республике Беларусь [4] и Европейском союзе [5] во всех исследованных образцах пищевых продуктов.

Полученные данные свидетельствуют, что значения уровня загрязнения суммой 4ПАУ по медиане и 95P в изученных пищевых продуктах варьировали от 0,70 до 0,81 мкг/кг и от 7,80 до 7,87 мкг/кг соответственно. Для БаА, БбФ и БП использование замещающих значений для результатов, характеризующихся как «не обнаружено» в пределах чувствительности используемого метода, не выявило различий уровней изучаемых показателей из-за малого размера выборок и большого количества значений выше ПКО используемого метода. Диапазон уровня контаминации ХР по медиане составил 0,03–0,1 мкг/кг (нижняя граница – верхняя граница). Для данного вещества выявлена статистическая значимость различий между верхней и нижней границами по отношению к среднему уровню контаминации ($U = 338$, $p < 0,05$).

Уровень контаминации БаА, ХР, БбФ, БП и сумме 4ПАУ (по медиане) составил 0,30; 0,10; 0,17; 0,02 и 0,75 мкг/кг соответственно.

95-й перцентиль контаминации БаА, ХР, БбФ, БП и суммы 4ПАУ достигал 4,90; 1,0; 1,87; 0,99 и 7,84 мкг/кг соответственно.

Максимальные уровни контаминации отдельных видов пищевой продукции БП составили в снэках из мяса птицы 1,0 мкг/кг, в свинине вяленой — 0,79 мкг/кг, в чипсах из свинины сырокопченых — 0,76 мкг/кг, а суммы 4 ПАУ — в чипсах из свинины сырокопченых 10,11 мкг/кг, в снэках из мяса птицы — 7,77 мкг/кг, в грудке цыпленка копчено-вареной — 1,51 мкг/кг.

Доля отдельных ПАУ в общем уровне контаминации копченой мясной продукции по медиане была различной. Наибольший вклад в загрязнение обсуждаемых пищевых продуктов внес БаА (54,05%). Процентный вклад БбФ, ХР и БП составил 30,64; 11,71 и 3,60% соответственно (рисунок).

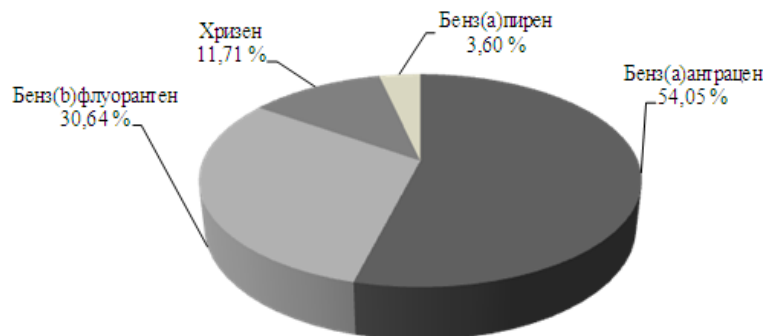


Рисунок — Вклад отдельных ПАУ в общий уровень контаминации копченой мясной продукции

Таким образом, гигиеническая оценка полученных результатов не выявила превышения максимально допустимых уровней БП и 4ПАУ во всех образцах исследованной копченой мясной продукции. Уровни контаминации БаА, ХР, БбФ, БП и сумме 4ПАУ по медиане составили 0,30; 0,10; 0,17; 0,02 и 0,75 мкг/кг соответственно; 95-й перцентиль контаминации БаА, ХР, БбФ, БП и суммы 4ПАУ достигал 4,90; 1,0; 1,87; 0,99 и 7,84 мкг/кг соответственно. Наибольший вклад в загрязнение изученной пищевой продукции внесли БаА (54,05%) и БбФ (30,64%).

Литература

1. Assessment of dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons from smoked meat products produced in Latvia / I. Rozentale [et al.] // Food Control. — 2015. — № 54. — P. 16–22.
2. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in Danish barbecued meat / L. Duedahl-Olesen [et al.] // Food Control. — 2015. — № 59. — P. 169–176.
3. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain [Electronic resource] / J. Alexander [et al.] // The EFSA J. — 2008. — № 724. — Mode of access: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2008.724/epdf>. — Date of access: 16.05.2017.
4. Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов : гигиенический норматив : утв. постановлением М-ва здравоохранения Республики Беларусь 21.06.2013 № 52 // Сборник нормативных документов по продовольственному сырью и пищевым продуктам / Респ. Центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья. — Минск, 2014. — С. 46–251.
5. Commission Regulation (EU) No 835/2011 of 19 August 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for polycyclic aromatic hydrocarbons in foodstuffs [Electronic resource]. — Mode of access: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002R0178&qid=%201429%2076106145>. — Date of access: 23.03.2017.

Поступила 01.09.2017

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОСТОЯНИЯ ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В РЕГИОНЕ

Елисеева Ю. В., к.м.н., eliseeva-gig@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского», г. Саратов, Российская Федерация

Важным направлением государственной политики в области сохранения здоровья населения РФ является реализация «Концепции здорового питания нации» (2010). Нерациональному и неадекватному питанию как этиопатогенетическому фактору отводится роль развития алиментарно-обусловленной патологии, к числу которой относят анемию, болезни системы кровообращения, желудочно-кишечного тракта, йоддефицитные состояния и др. [2, 3, 5]. В системе оценки риска здоровью населения важное место занимает расчет нагрузки чужеродными веществами на организм, обусловленной «пищевой» экспозицией. Дефицит эссенциальных микроэлементов может способствовать кумуляции и потенцированию действия токсичных элементов [1, 4].

Ниже представлены материалы исследования, проводимого в отдельных районах области. Саратовская область, опираясь на возможности собственного аграрного комплекса, рассматривается в качестве региона, обеспечивающего большинство жителей преимущественно продуктами местного производства. С целью изучения содержания эссенциальных и токсичных микроэлементов в продуктах питания и оценки риска для здоровья населения при пищевом поступлении контаминантов был проведен анализ лабораторного контроля за состоянием продуктов и пищевого сырья по химическим

веществам: кадмия, свинца, мышьяка, меди, цинка, железа. Для исследования элементного состава пищевого сырья животного и растительного происхождения соответственно проанализировано около 150 образцов тканей и органов крупного рогатого скота и свиней (мясо, печень); 100 образцов молока и продуктов его переработки (масло коровье, молоко сухое), производимых в личных хозяйствах Саратовской области, а также около 500 образцов основных видов растениеводческой продукции, выращиваемой в открытом грунте в некоторых правобережных районах Саратовской области. Исследования проводились в аккредитованной лаборатории ФГУ ГСАС «Саратовская». Содержание токсичных металлов (кадмий, свинец, медь, цинк) определялось методом инверсионной вольтамперометрии на вольтамперометрическом анализаторе ЭКОТЕСТ-ВА в соответствии с ГОСТ Р 51301; содержание ртути – колориметрическим методом в соответствии с ГОСТ 26927; содержание мышьяка — методом атомно-адсорбционной спектроскопии с использованием спектрометра с пламенной атомизацией «Квант-2А» в соответствии с ГОСТ 51766.

Оценка риска здоровью населения от химических загрязнителей пищевых продуктов проводилась в соответствии с Р 2.1.10.1020-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

Саратовская область является территорией эндемичной по содержанию йода в объектах окружающей среды [2]. С целью изучения причинно-следственных связей йододефицитных состояний у детей и подростков в зависимости от потребления йода в рационах питания и содержания йода в пищевом сырье продуктах питания, выращенных и произведенных на территории Саратовской области, проведено обследование детей и подростков (7–14 лет), проживающих на территории Саратовского региона. Изучены рационы питания, получаемые детьми в образовательных учреждениях (на основе анализа меню-раскладок и технологических карт) и в семье (на основе оценки 900 анкет родителей при проведении опроса детей 12–14 лет). В соответствии с МУК 4.1.1106-02 «Определение массовой доли йода в пищевых продуктах и сырье титриметрическим методом» исследованы местные продукты питания на содержание йода за период 2004–2010 гг. на 39 административных территориях области. В изучаемый период для исследований было отобрано: около 1000 проб речной рыбы свежей, около 4000 проб продукции, выращенной на землях области (овощи, фрукты), около 8000 проб продукции местных производителей, реализуемой населению области (хлеб, молоко, крупы). Оценка тяжести йододефицитных состояний проводилась при использовании рекомендаций, выработанных ВОЗ. ЮНИСЕФ (1992–1993 гг.). Эпидемиологическая оценка ситуации в регионе к тяжести йодного дефицита проведена при мониторингировании результатов, полученных в ходе использования метода экскреции йода с мочой (йодурии) у 8960 детей тридцати территорий области. Исследования проводились совместно с научными сотрудниками и врачами ГУЗ «Саратовская областная клиническая больница», кафедры общей гигиены и экологии Саратовского государственного медицинского университета.

Анализ статистических данных о доходах и расходах населения области указал на низкий уровень жизни семей с детьми. Среднедушевой денежный доход населения в 2014 г. составил 17941,1 рубля и увеличился по сравнению с 2013 г. на 11,9%. Среднедушевой денежный доход по РФ выше среднедушевого дохода населения области на 54,8%. Процент лиц с доходами ниже прожиточного минимума в 2014 г. (6750,0 руб./чел.) — 14,9%; в 2013 г. — 15,4%; в 2012 г. — 15,9%. В области число лиц с доходами ниже прожиточного минимума на 33% больше, чем в целом по стране.

Общеизвестно, что чем выше уровень жизни населения, тем ниже доля расходов на питание, и наоборот. По данным опроса у большей части респондентов доля расходов на питание в 2014 г. составила 55,6% семейного бюджета, что на 9,3% больше, чем в 2012 г. При оценке особенностей питания в исследуемых группах учащихся выявлены нарушения режима питания (48,4% — город, 41,9% — село). У подавляющего большинства обследуемых установлен дисбаланс рациона по основным группам продуктов. При этом Саратовский регион традиционно считается аграрным (среди производимого агрофирмами пищевого сырья наибольшую квоту имеют: хлеб и хлебобулочные изделия — 100 %, молоко и продукты его переработки — 78%, мясо и мясные продукты — 66%, овощи и бахчевые культуры — 52%, растительное масло — 11%).

Анализ качественных и количественных характеристик питания показал, что обследованные респонденты недостаточно потребляли мяса и мясных продуктов (23,9% — город, 14,5% — село), молока и молочных продуктов (30,5% — город, 21,2% — село), рыбы (60,1% — город, 68,6% — село), овощей и фруктов (25,8% — город, 33,5% — село). В ежедневном рационе подростков преобладали: картофель (40,8% — город, 66,0% — село), макаронные изделия (46,2% — город, 39,7% — село), выпечка и кондитерские изделия (42,9% — город, 44,6% — село). Тем не менее практически все учащиеся городских и сельских школ и их родители в ходе опроса указали на первостепенную роль «фактора питания» в формировании состояния здоровья. Возможные проблемы с качественным и количественным содержанием диеты большинство опрошенных родителей связывали с материальным достатком семьи (89,0% — город, 99,7% — село). При выборе наиболее важных принципов здорового питания городские респонденты указали на «отсутствие в пище пищевых консервантов (пищевых красителей, ароматизаторов и др.)» (92%), «соблюдение сроков реализации пищевых продуктов» (54,1%), сельские — «употребление большого количества свежих фруктов и овощной продукции» (80%). В то же время более половины опрошенных родителей не задумывалось о нутриентном содержании пищевого рациона, а также не могли объяснить, почему тот или иной продукт принадлежит к категории «здорового» или «нездорового» питания. Так, около 15% всех респондентов считали, что колбасные изделия и сосиски по качественному составу идентичны мясу и способны его заменить; 26% сельских респондентов не осведомлены о необходимости применения в пищу йодированной соли и др.

В результате лабораторных исследований выявлено, что практически во всех группах продуктов отмечается снижение содержания эссенциальных элементов. Наибольший дефицит выявлен: в мясе крупного рогатого скота и свиней — 0,35 ПДК по цинку, 0,5 ПДК по меди, 0,7 по железу; в масле коровьем — 0,5 ПДК по меди, 0,64 ПДК по железу; в бахчевых культурах — 0,8 ПДК по меди.

В результате мониторинга за загрязнением пищевых продуктов токсичными элементами установлено накопление в говяжьей и свиной печени свинца в количестве 0,5 и 0,8 ПДК соответственно. Содержание ртути и мышьяка в тканях и органах животных находились на уровне 0,002 мг/кг, что в 15 раз меньше ПДК для ртути и в 50 раз — для мышьяка ($p < 0,01$). Содержание токсичных металлов в молоке, получаемом от животных, выращенных в районах Саратовской области, находилось на уровне сотых и десятых долей ПДК: кадмий — $0,009 \pm 0,0005$ мг/кг (ПДК — 0,03), свинец — $0,05 \pm 0,004$ мг/кг (ПДК — 0,1), цинк — $1,5 \pm 0,5$ мг/кг (ПДК — 5,0), медь — $0,21 \pm 0,03$ мг/кг (ПДК — 1,0). При переработке молока происходило

уменьшение концентраций токсикантов в масле коровьем: кадмий — $0,0008 \pm 0,00007$ мг/кг (ПДК — 0,03), свинец — $0,007 \pm 0,0006$ мг/кг (ПДК — 0,1), цинк — $0,9 \pm 0,04$ мг/кг (ПДК — 5,0), медь — $0,08 \pm 0,006$ мг/кг (ПДК — 0,5).

Относительно высокие уровни мышьяка обнаружены в хлебопродуктах — $0,097 \pm 0,007$ мг/кг, свинца и ртути в картофеле — $0,075 \pm 0,005$ и $0,005 \pm 0,001$ мг/кг соответственно.

Поскольку при одних и тех же уровнях контаминации пищевых продуктов различия в их потреблении могут существенно варьировать были определены уровни поступления токсичных элементов с суточными рационами питания населения. На основании данных о среднелюдском потреблении основных групп пищевых продуктов определено, что именно традиционные продукты массового потребления вносят наиболее существенный вклад в общую нагрузку токсичными элементами. У взрослых свинец преимущественно поступает с молочной продукцией (0,38 мг/сут), кадмий — с корнеплодами (0,61 мг/сут) и клубнеплодами (0,76 мг/сут). У детей токсичные элементы поступают в основном с двумя группами продуктов: с молоком — свинец (0,55 мг/сут), с овощами — кадмий (0,53 мг/сут) и ртуть (0,029 мг/сут).

Оценка неканцерогенного риска для здоровья населения Саратовского региона от контаминации пищевых продуктов токсичными элементами показала высокие значения рисков у детского населения при поступлении меди с молоком и овощами; цинка — с молоком; ртути — со всеми группами продуктов. Расчет канцерогенных рисков выявил для всех групп населения средний риск (1×10^{-3} и 1×10^{-4}), связанный с поступлением мышьяка со всеми исследуемыми продуктами, кадмия — с мясopодуктами и овощами. Риск при пероральном поступлении свинца со всеми исследуемыми группами пищевых продуктов оценивался как допустимый (1×10^{-5} и 1×10^{-6}) и у взрослого, и у детского населения.

Расчет суммарных значений индивидуальных неканцерогенных рисков для здоровья населения Саратовского региона от контаминации исследуемых групп пищевых продуктов показал, что высокие коэффициенты опасности связаны с поступлением токсичных элементов с молоком и овощами у детей. Уровни индивидуальных канцерогенных рисков относились к диапазону допустимого риска.

Мониторинговые наблюдения содержания йода в образцах пищевых продуктов показали, что особенностью Саратовского региона является низкое содержание определяемого микроэлемента в различных группах продуктов питания, выращенных и произведенных на территории области.

Исследование рыбы речной свежей из открытых водоемов области показало особо низкое содержание йода в сравнении со справочными значениями: в леще — на 55–70%, соме — на 45–55%, щуке — на 50–60% (преимущественно в реках Б. Узень и М. Узень).

Учитывая использование в питании детей молока в основном местных производителей, были проведены исследования образцов пастеризованного коровьего молока из всех районов области. Содержание йода варьировало в различных регионах от 8,9 до 11,1 мкг/100 г (при среднем содержании йода по справочным данным — 16 мкг/100 г). Особенностью результатов явился факт наименьшего содержания йода в молоке из Ртищевского, Балаковского, Марковского, Ивантеевского, Турковского и Питерского районов, где по результатам йодурии в 2004–2005 гг. выявлялись среднетяжелые формы йододефицитных состояний у детей.

Изучение химического состава хлеба пшеничного и круп из сырья, выращенного на территории Саратовской области, также выявил снижение содержания йода: в хлебе — $4,5 \pm 1,0$ мкг/100 г, пшеничной крупе — $3,6 \pm 0,8$ мкг/100 г, гречневой крупе — $2,7 \pm 0,6$ мкг/100 г, фасоли — $2,5 \pm 1,1$ мкг/100 г, горохе — $1,95 \pm 0,9$ мкг/100 г. Фактическое содержание йода в местной овощной продукции и фруктах было ниже справочных данных: в картофеле — в 1,3 раза, корнеплодах — в 1,5 раза, томатах — в 1,6 раза, капусте — в 1,4 раза, яблоках — в 1,3 раза.

Использование йодированной соли в рационах питания населения области на протяжении последних лет имеет тенденцию к увеличению количества потребления. В 2004 г. только 19,8% городского и 14,1% сельского населения знали о необходимости использования йодированной соли в пищу. В 2011 г. в питании использовали йодированную соль 37,2% городского населения и 29,0% сельских жителей. В образовательных учреждениях области в 2011 г. йодированной солью были обеспечены 88,6% школьников (2010 г. — 86,9%).

Для установления территорий с йододефицитом изучена экскреция йода с мочой у детей, проживающих на территории Саратовской области.

Скрининговые исследования мочи у обследуемых детей организованных коллективов выявили йододефицитные состояния различной степени тяжести. При этом положительная динамика в отношении качественного и количественного уменьшения данного показателя свидетельствовала об эффективности проводимой профилактической работы. Так, в 2004 г. в 30 районах области отмечались йододефицитные состояния, из них в 6 районах они были среднетяжелой степени, в 18 — средней, и в 6 — легкой. В 2011 г. таких районов стало только 24, из них йододефицит средней степени регистрировался в 18, а легкой степени — в 6 районах. Установлено, что исчезли районы, в которых регистрировались йододефицитные состояния среднетяжелой степени (они перешли в среднюю степень), а в 6 районах, с бывшей легкой степенью при исследовании мочи у обследуемых детей в возрасте до 14 лет йодный дефицит не выявлен.

Вместе с тем с 2005 г. в области продолжают регистрироваться случаи врожденного гипотиреоза среди детей первого года жизни. Причиной, по-видимому, является йододефицит у женщин фертильного возраста, что, в первую очередь, связано с отсутствием должной йодопрофилактики до и во время беременности. По данным эпидемиологических исследований (2004–2005 гг.), число беременных в регионе, имеющих заболевания щитовидной железы, в 3,5 раза превышало статистические данные (46,0–46,3 против 13,0%, $p < 0,001$). Активно проводимая разъяснительная работа и йодопрофилактика, получившие широкое внедрение, в т. ч. в амбулаторно-поликлиническом звене области, привели к тому, что заболевания щитовидной железы, по данным статистики, у беременных в 2010 г. сократились вдвое (с 13,0 до 6,5%).

Таким образом, несмотря на низкое содержание йода практически во всех группах пищевых продуктов, вследствие широкого использования йодированной соли в образовательных учреждениях, в Саратовской области значительно сглаживается проблема дефицита йода у детей школьного возраста (по результатам йодурии). Общий уровень дефицита йода в Саратовской области оценивается как средний.

Литература

1. Истомин, А. В. Обусловленность риска здоровью детского населения химической контаминацией пищевых продуктов в регионе / А. В. Истомин, Ю. Ю. Елисеев, Ю. В. Елисеева // Здоровье населения и среда обитания. — 2014. — № 2 (251). — С. 18–21.
2. Гигиенические аспекты йодного дефицита у детского населения Саратовской области / А. В. Истомин [и др.] // Вопр. питания. — 2014. — Т. 83, № 3. — С. 63–68.
3. Клещина, Ю. В. Особенности питания и витаминной обеспеченности организма у девушек с метаболическим синдромом / Ю. В. Клещина, Ю. Ю. Елисеев // Гигиена и санитария. — 2011. — № 1. — С. 68–70.
4. Клещина, Ю. В. Мониторинг за контаминацией продовольственного сырья и пищевых продуктов токсичными элементами / Ю. В. Клещина, Ю. Ю. Елисеев // Гигиена и санитария. — 2013. — № 1. — С. 81–82.
5. Павлов, Н. Н. Оценка фактического питания и пищевого статуса современных детей и подростков / Н. Н. Павлов, Ю. В. Клещина, Ю. Ю. Елисеев // Курск. науч.-практ. вестн. «Человек и его здоровье». — 2011. — № 1. — С. 128–132.

Поступила 29.08.2017

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАНОСТРУКТУРНЫХ КОМПЛЕКСОВ β-ЦИКЛОДЕКСТРИНА С ЖИРОРАСТВОРИМЫМИ ВИТАМИНАМИ

Журихина Л. Н., к.б.н., 509.196@mail.ru,
Свинтилова Т. Н., tut105@tut.by,
Бондарук А. М., к.м.н., bam-1962@tut.by,
Цыганков В. Г., к.м.н., доцент, vgz@tut.by

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Циклодекстрины (далее — ЦД) — природные циклические олигосахариды, среди которых наибольшее распространение получил β-циклодекстрин, занимают важное место среди веществ, способных выступить в качестве хозяина комплексов типа «хозяин-гость», которые называют также клатратными комплексами. ЦД образуют комплексы включения с самыми разнообразными веществами от малых молекул газов и неорганических солей до относительно больших молекул органических красителей и стероидов. Использование ЦД при обогащении пищевых продуктов биологически активными веществами направлено, в первую очередь, на повышение качества получаемых продуктов и их функциональности.

Большой интерес представляют комплексы включения ЦД с витаминами, поскольку витамины, как правило, представляют собой очень сложные органические молекулы. Целый ряд витаминов — вещества, которые практически не растворяются в воде и легко разрушаются под действием кислорода, света, окислителей и при повышенных температурах. Все это создает определенные трудности при создании витаминных препаратов для медицины, пищевой промышленности и для сельского хозяйства. Для ряда витаминов показано, что в виде соединения включения с ЦД они характеризуются более высокой биодоступностью, термической стабильностью [1].

Цель работы — провести токсиколого-гигиеническую оценку наноструктурных комплексов β-циклодекстрина с жирорастворимыми витаминами D₂ и D₃ (соотношение β-циклодекстрина и витаминов 4:1), полученных комбинированным методом сорастворения и лиофилизации, на тест-объекте *Tetrahymena pyriformis* (далее — *T. pyriformis*).

Токсиколого-гигиеническая оценка комплексов β-циклодекстрина с витаминами D₂ и D₃ с использованием тест-объекта *T. pyriformis* проводилась на основе принципов и методов, принятых в общей токсикологии: определение основных токсикологических параметров в остром, подостром и хроническом экспериментах и установление класса опасности [2].

При первичной токсикологической оценке проводили определение следующих параметров острой и подострой токсичности — ЛД₁₆, ЛД₅₀, ЛД₈₄, K_{кум}:

- ЛД₁₆ — доза, вызывающая гибель 16% особей;
- ЛД₅₀ — доза, вызывающая гибель 50% особей;
- ЛД₈₄ — доза, вызывающая гибель 84% особей.

Ошибку DL₅₀ ($S_{\bar{x}}$) рассчитывали путем статистической обработки результатов 3 определений с определением средней арифметической каждого вариационного ряда и стандартной ошибки.

Коэффициент кумуляции (K_{кум}) определяли как частное между средней смертельной дозой, полученной в подостром эксперименте и средней смертельной дозой, полученной в остром эксперименте.

$$K_{\text{кум}} = \frac{LD_{50}^{\text{chronica}}}{LD_{50}^{\text{acuta}}}$$

По результатам оценки средней смертельной дозы и кумулятивных свойств устанавливали класс токсичности исследуемых веществ в остром эксперименте.

Изучение токсичности комплексов β-циклодекстрина с витаминами D₂ и D₃ в хроническом эксперименте осуществляли на протяжении жизненного цикла популяции *T. pyriformis*. Исходными при постановке хронического эксперимента являлись результаты первичной токсикологической оценки. Исследование осуществляли в боксе в стерильных условиях. Каждая концентрация исследовалась не менее чем в трех повторностях.

В нативном препарате отмечали состояние организмов: наличие погибших, характер морфологических и функциональных изменений.

Параметры хронической токсичности определяли в диапазоне концентраций, когда угнетение скорости роста популяции было пропорциональным увеличению концентрации исследуемых веществ.

При оценке результатов хронического эксперимента учитывались следующие показатели:

- ED_{50} — доза, вызывающая угнетение генеративной функции на 50% в логарифмической (24–48 ч) и стационарной (72–96 ч) фазах роста;
- $K_{кум}$ при хроническом воздействии рассчитывается отношением ED_{50} , определенной в стационарной фазе, к ED_{50} , определенной в логарифмической фазе роста;
- Z_{chr} — зона хронического действия, рассчитываемая отношением средней смертельной дозы, определенной в остром эксперименте к дозе, угнетающей рост популяции на 50% в стационарной фазе хронического эксперимента.

По результатам оценки исследуемых веществ на *T. pyriformis* осуществляли их гигиеническую классификацию по показателям токсичности и опасности (таблица 1) [3].

Отнесение исследуемого объекта к классу опасности производили по показателю, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности.

Таблица 1. — Гигиеническая классификация химических веществ по результатам изучения их токсичности на *T. pyriformis*

Показатели токсичности и опасности	Классы по убывающей степени токсичности и опасности				
	1 чрезвычайно опасные	2 высоко опасные	3 умеренно опасные	4 мало опасные	5 неопасные
LD_{50} , мг/мл	менее 0,1	0,1–1,0	1,1–20	21–50	более 50
$K_{кум}$	менее 0,1	0,10–0,30	0,31–0,49	0,50–1,0	более 1,0
Z_{chr}	более 10	10,0–5,0	4,9–2,5	2,49–1,0	менее 1,0

Полученные экспериментальные данные обрабатывались статистически с определением средней арифметической каждого вариационного ряда, среднеквадратичного отклонения, стандартной ошибки, коэффициента вариации и установления степени вероятности нулевой гипотезы по сравнению с контролем путем вычисления критерия Стьюдента. При уровне значимости $p < 0,05$, определенном с использованием справочных таблиц, различие средних арифметических сравниваемых рядов считают статистически достоверными [4].

При исследовании токсичности комплексов β -циклодекстрина с витаминами D_2 и D_3 в остром (3 ч для комплекса с витамином D_2 и 1 ч для комплекса с D_3) и подостром (24 ч) экспериментах по 100000 инфузorios в стационарной фазе роста вносили в 1 мл суспензии следующих концентраций: 5; 10; 25; 50; 70 мг/мл. Последняя концентрация использовалась только для комплекса с витамином D_2 .

При исследовании хронической токсичности комплексов β -циклодекстрина с витаминами D_2 и D_3 популяция *T. pyriformis* культивировалась на протяжении жизненного цикла в средах, содержащих данные комплексы в концентрациях: 0,05; 0,5; 5,0 и 30,0 мг/мл.

Методом пробит-анализа летальности инфузorios в остром, подостром экспериментах и угнетения их генеративной функции под действием комплексов β -циклодекстрина с витаминами D_2 и D_3 (4:1) в хроническом эксперименте рассчитаны параметры острой, подострой и хронической токсичности данных комплексов (таблицы 2, 3).

Таблица 2. — Параметры токсичности комплекса β -циклодекстрина с витамином D_2 (4:1) по результатам оценки на *T. pyriformis*

Показатель токсичности	Величина токсичности	Класс опасности
Острая токсичность		
LD_{16} , мг/мл	30,20±1,73	—
LD_{50} , мг/мл	62,68±5,84	5
LD_{84} , мг/мл	95,18±9,95	—
Подострая токсичность		
LD_{50} , мг/мл	24,47±8,35	—
LD_{84} , мг/мл	64,65±5,57	—
$K_{кум\acute{a}cuta}$	0,39	3
Хроническая токсичность в логарифмической фазе (48 ч)		
ED_{50} , мг/мл	1,38	—
Хроническая токсичность в стационарной фазе роста (96 ч)		
ED_{50} , мг/мл	15,75±0,03	—
$K_{кум\text{chr}}$	11,41	5
Z_{chr}	3,98	3

Лимитирующими показателями токсичности комплекса β -циклодекстрина с витамином D_2 явились зона хронического действия и коэффициент кумуляции в остром эксперименте (3-й класс опасности). По другим показателям, определенным с использованием *T. pyriformis*, комплекс β -циклодекстрина с витамином D_2 относится к 5-му классу опасности (таблица 3). Таким образом, по результатам исследования на *T. pyriformis* комплекс β -циклодекстрина с витамином D_2 относится к 3-му классу опасности (умеренно опасные вещества).

Таблица 3. — Параметры токсичности комплекса β-циклодекстрина с витамином D₃ (4:1) по результатам оценки на *T. pyriformis*

Показатель токсичности	Величина токсичности	Класс опасности
Острая токсичность		
ЛД ₁₆ , мг/мл	6,46±0,40	—
ЛД ₅₀ , мг/мл	35,60±4,76	4
ЛД ₈₄ , мг/мл	64,74±9,92	—
Подострая токсичность		
ЛД ₅₀ , мг/мл	22,69±6,75	—
ЛД ₈₄ , мг/мл	87,65±12,90	—
Ккум _{Macuta}	0,64	4
Хроническая токсичность в логарифмической фазе (48 ч)		
ЕД ₅₀ , мг/мл	8,45	—
Хроническая токсичность в стационарной фазе роста (96 ч)		
ЕД ₅₀ , мг/мл	29,20±0,20	—
Ккум _{Mchr}	3,46	5
Z _{chr}	1,22	4

По исследованным показателям токсичности комплекс β-циклодекстрина с витамином D₃ относится к 4-му классу опасности (мало опасные вещества).

При сравнении токсичности комплексов β-циклодекстрина с витамином D₂ (эргокальциферол) и β-циклодекстрина с витамином D₃ (холекальциферол), где соотношение β-циклодекстрина и витамина D равно 4:1, можно отметить следующее:

- 1) по острой токсичности комплекс β-циклодекстрина с витамином D₂ менее токсичен, чем с витамином D₃;
- 2) по подострой токсичности (24 ч) среднесмертельная доза обоих комплексов практически одинакова;

3) по результатам хронической токсичности комплекс β-циклодекстрина с витамином D₃ менее токсичен, чем комплекс с витамином D₂.

Таким образом, при исследовании токсичности комплексов β-циклодекстрина с витамином D (соотношение 4:1) на инфузориях *T. pyriformis* установлено, что комплекс β-циклодекстрина с витамином D₃ менее токсичен, чем комплекс β-циклодекстрина с витамином D₂, причем это обнаружено только при исследовании хронической токсичности данных комплексов.

Литература

1. Иванова, Л. А. Циклодекстрины и комплексы включения на их основе / Л. А. Иванова, Л. И. Войно, Д. Г. Шипарева // Междунар. журн. эксперимент. образования. — 2011. — № 11. — С. 94–95.
2. Альтернативные методы исследований (экспресс-методы) токсиколого-гигиенической оценки материалов, изделий и объектов окружающей среды : метод. пособие / под ред. Л. Г. Подуновой. — М. : Госкомсанэпиднадзор, 1999. — 67 с.
3. Методы экспресс-оценки безвредности биологически активных добавок к пище, являющихся источниками аминокислот, витаминов и минеральных веществ, на *Tetrahymena pyriformis* : инструкция по применению : утв. 07.04.2016, № 034–1215 / М-во здравоохранения Респ. Беларусь ; авт.-сост. Л. Н. Журихина, А. М. Бондарук, Т. С. Осипова. — Минск, 2015. — 25 с.
4. Прозоровский, В. Б. Статистическая обработка результатов фармакологических исследований / В. Б. Прозоровский // Психофармакология. Биол. наркология. — 2007. — Т. 7, № 3–4. — С. 2000–2120.

Поступила 01.09.2017

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМ ПАНКРЕАТИТОМ

¹Лавинский Х. Х., д.м.н., профессор,

²Рябова Н. В., к.м.н., nadejda_1@mail.ru

¹Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

²Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь

Для пациентов с хроническим панкреатитом характерна алиментарная недостаточность, которая обусловлена гиперметаболизмом, мальабсорбцией и различными нарушениями питания. Нарушения питания обусловлены в первую очередь сознательным отказом или минимизацией объема и частоты приема пищи вследствие усиления абдоминальной боли и жесткого соблюдения традиционно рекомендуемой диеты, характеризующейся значительным ограничением жира, запретом сырых овощей и фруктов без альтернативной нутритивной поддержки [1, 2]. Развивающаяся у пациентов белково-энергетическая недостаточность может привести не просто к потере массы тела, а к истощению соматических и висцеральных белковых запасов, что еще больше снижает функциональную активность поджелудочной железы [3].

Цель исследования — изучение фактического питания пациентов с хроническим панкреатитом, находящихся на стационарном лечении.

Объектом наблюдения были 70 пациентов, страдающие хроническим панкреатитом, в возрасте от 29 до 59 лет, находящиеся на стационарном лечении в отделении хирургической гепатологии учреждения здравоохранения «Городская

клиническая больница скорой медицинской помощи» г. Минска. Изучение фактического питания пациентов во время стационарного лечения осуществлялось ежесуточно методом гигиенического анализа дневных меню-раскладок, листов назначений и методом 24-часового воспроизведения питания. Весовой и объемный контроль блюдов проводили перед приемом пищи и их остатков после него. Расчет количества поступившей пищевой энергии, макронутриентов и микронутриентов, а также потери нутриентов при холодной и термической кулинарной обработке продуктов проводили на основании данных рецептов и таблиц химического состава пищевых продуктов. Суточные потребности в пищевой энергии (среднесуточные энерготраты) рассчитывали исходя из величины экскреции общего азота с мочой. Степень энергетического дефицита определяли как разницу между величиной суточных энерготрат и величиной энергетической ценности рациона. Для установления потребностей пациентов в белках использовали данные экскреции с мочой общего азота. Потребность в жирах и углеводах рассчитывали исходя из потребностей в белках. Пациенты были поделены на две группы (по 35 пациентов каждая) в зависимости от характера питания.

Статистическая обработка данных проводилась при помощи программы Statistica 10.0. Количественные признаки описывали медианой и интерквартильным размахом (25–75%). Для сравнения групп по количественным признакам применяли U-критерий Манна–Уитни (для независимых групп), W — критерий Уилкоксона (для зависимых групп). Различия между тремя зависимыми группами показателей изучали с помощью однофакторного дисперсионного анализа Фридмана, тремя независимыми группами показателей — метода ANOVA Краскела–Уоллиса. Полученные различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

В течение первого периода стационарного лечения (1–4 сут) пациентам первой и второй групп парентерально был назначен 5% раствор глюкозы от 500 до 1000 мл/сут, 7,5% раствор калий хлорида — 5 мл, 0,9% физиологичный раствора от 500 до 1000 мл, раствор Рингера — 500 мл, витамины В1 и В6 — по 2 мл, витамин С — 6 мл. В данный период лечения пациенты первой группы находились только на парентеральном питании. Пациентам второй группы была назначена также модифицированная лечебная диета «П».

Энергетическая ценность среднесуточного рациона питания во время первого периода стационарного лечения пациентов первой группы составляла 205,0 (205,0–205,0) ккал/сут. Единственным источником метаболической энергии была глюкоза — 50,0 (50,0–50,0) г. Суточные потребности в метаболической энергии равны 3381,3 (2963,5–3741,5) ккал/сут. Величина суточного энергетического дефицита организма пациентов первой группы в течение первого периода стационарного лечения составила 3176,6 (2758,5–3536,5) ккал/сут. Энергетическая ценность рациона питания лишь на 6,1 (5,5–6,9)% удовлетворяла потребности организма пациентов в метаболической энергии. Следовательно, пациенты первой группы во время первого периода стационарного лечения практически находились в состоянии полного голодания.

Фактическое поступление тиамина — 100,0 (100,0–100,0) мг/сут, пиридоксина — 100,0 (100,0–100,0) мг/сут и аскорбиновой кислоты — 300,0 (300,0–300,0) мг/сут во время первого периода стационарного лечения осуществлялось парентеральным путем. Суточные потребности в витаминах, при парентеральном поступлении, составляют: тиамина — 6,0 мг/сут, пиридоксина — 6,0 мг/сут, аскорбиновой кислоты — 200,0 мг/сут. Следовательно, поступление тиамина и пиридоксина превышало суточные потребности в 17 раз, а аскорбиновой кислоты — в 1,5 раза.

Фактический рацион питания пациентов первой группы во время первого периода стационарного лечения не содержал магния, фосфора и железа. Поступление кальция — 47,0 (47,0–47,0) мг/сут и калия — 269,0 (269,0–269,0) мг/сут осуществлялось за счет парентерального введения 7,5% раствора хлорида калия, раствора Рингера и было статистически значимо ($p < 0,01$) ниже суточных потребностей у 35 (100%) пациентов группы, а поступление натрия — 5260,0 (3480,0–5264,0) мг/сут превышало суточные потребности в 2,6 (1,7–2,7) раза за счет парентерального введения физиологического раствора.

Поступление метаболической энергии с пищей у пациентов второй группы в течение первого периода стационарного лечения составило 1075,4 (969,4–1176,5) ккал/сут. Среднесуточные энерготраты были равны 2298,2 (2219,7–2648,2) ккал/сут. Энергетический дефицит составлял 1250,3 (1222,8–1471,7) ккал/сут и был статистически значимо меньше величины у пациентов первой группы — 3176,6 (2758,5–3536,5) ккал/сут ($U = 0,0$, $p < 0,001$). Фактический рацион питания пациентов второй группы в течение первого периода стационарного лечения содержал недостаточное количество: белков — 24,5 (17,6–36,5)% от среднесуточных потребностей, жиров — 21,9 (15,4–29,9)% и углеводов — 61,2 (52,5–66,7)% от среднесуточных потребностей.

Поступление с парентеральным питанием тиамина — 100,2 (100,2–100,2) мг/сут и пиридоксина — 100,1 (100,0–100,1) мг/сут в течение первого периода стационарного лечения превышало суточные потребности в 17,0 раз ($p < 0,01$). Поступление с рационами питания рибофлавина — 0,1 (0,1–0,2) мг/сут, токоферола — 2,8 (2,5–3,0) мг/сут, ретинола — 0,1 (0,0–0,1) мг/сут было недостаточным ($p < 0,01$). Фактическое поступление аскорбиновой кислоты с учетом парентерального питания составило 309,8 (307,6–310,5) мг/сут, что превысило суточные потребности (200 мг/сут — при парентеральном питании).

В течение первого периода стационарного лечения величины поступления магния — 123,9 (111,7–142,1) мг/сут, фосфора — 143,6 (120,4–231,6) мг/сут, кальция — 245,7 (226,9–298,3) мг/сут, калия — 946,8 (910,4–999,7) мг/сут, железа — 4,3 (3,9–4,5) мг/сут были статистически значимо ($p < 0,01$) меньше суточных потребностей в данных минеральных веществах у всех пациентов группы. Фактическое поступление натрия — 4977,8 (4785,9–5779,9) мг/сут превышало потребности в 1,7 (1,6–1,9) раза за счет парентерального введения физиологического раствора.

В течение второго периода лечения (последующие $13,0 \pm 2,78$ сут в первой группе, $10,0 \pm 2,41$ сут во второй) питание пациентов осуществлялось в соответствии с лечебной диетой «П», листами назначений (инфузионная терапия).

Поступление метаболической энергии с рационом лечебной диеты «П» у пациентов первой группы в течение второго периода стационарного лечения составило 1537,3 (1421,9–1657,5) ккал/сут. Среднесуточные энерготраты были равны 2496,6 (2274,7–2830,1) ккал/сут. Следовательно, суточный энергетический дефицит организма пациентов составил 959,3 (852,8–1172,6,0) ккал/сут. Количество белков в рационе пациентов первой группы было равно 54,7 (50,0–61,8) г/сут, что составляло 53,7 (47,7–68,6)% от среднесуточных потребностей. Поступление жиров составило 44,4 (36,9–48,8) г/сут, или 59,6 (53,7–74,4)% от среднесуточных потребностей. Поступление углеводов было равно 62,8 (53,7–71,6)% от потребностей.

В течение второго периода стационарного лечения пациентов первой группы поступление с рационом питания тиамина соответствовало 0,8 (0,7–1,0) мг/сут, пиридоксина — 0,2 (0,1–0,3) мг/сут, аскорбиновой кислоты — 31,3 (25,5–33,4) мг/сут, что статистически значимо меньше значений в первый период стационарного лечения ($p < 0,01$) и связано с отменой парентерального введения данных витаминов. Потребление с пищей рибофлавина составило 0,9 (0,8–1,0) мг/сут, ретинола — 0,3 (0,3–0,4) мг/сут, токоферола — 8,8 (7,8–9,6) мг/сут. Таким образом, поступление с рационом питания витаминов во время второго периода стационарного лечения пациентов первой группы было недостаточным ($p < 0,01$).

Поступление с рационом питания (диетой «П») пациентов первой группы магния — 285,0 (256,9–326,7) мг/сут, фосфора — 543,3 (504,5–652,1) мг/сут, кальция — 674,6 (568,7–786,7) мг/сут, калия — 1946,4 (1849,9–2045,8) мг/сут, железа — 10,8 (10,7–11,8) мг/сут статистически значимо увеличились по сравнению с первым периодом стационарного лечения ($p < 0,01$), но оставалось значимо меньше суточных потребностей ($p < 0,01$). Фактическое поступление натрия незначительно уменьшилось по сравнению с первым периодом до 4653,6 (4539,8–4753,8) мг/сут, но статистически значимо ($p < 0,01$) превышало суточные потребности у всех пациентов первой группы.

Энергетическая ценность среднесуточного рациона питания пациентов второй группы в течение второго периода стационарного лечения составляла 1794,1 (1709,4–1961,9) ккал/сут. Энергетический дефицит в данный период стационарного лечения был равен 313,6 (261,8–344,7) ккал/сут.

Поступление макронутриентов с рационом питания пациентов второй группы в течение второго периода лечения было статистически значимо больше, чем во время первого периода стационарного лечения ($p < 0,05$). Количество белков в рационе питания пациентов в течение второго периода стационарного лечения было равно 63,9 (59,9–68,9) г/сут, что составляло 75,3 (69,5–85,9)% от среднесуточных потребностей, равных 83,1 (78,1–89,3) г/сут. Фактическое поступление жиров составляло 48,0 (46,0–55,0) г/сут, или 84,1 (75,1–99,4)% от среднесуточных потребностей. Поступление углеводов с рационом питания — 299,1 (281,2–321,3) г/сут, или 89,6 (77,7–100,1)% от потребностей.

Фактическое потребление тиамина, пиридоксина, аскорбиновой кислоты в течение второго периода стационарного лечения по сравнению с поступлением во время первого периода лечения статистически значимо ($p < 0,01$) снизилось до 1,1 (0,9–1,3) мг/сут, 0,2 (0,2–0,3) мг/сут и 35,5 (29,4–42,2) мг/сут соответственно. Установлено статистически значимое ($p < 0,01$) увеличение потребления с рационами питания пациентов рибофлавина до 1,2 (1,0–1,3) мг/сут, токоферола — до 9,9 (9,4–10,9) мг/сут, ретинола — до 0,4 (0,3–0,5) мг/сут. При этом потребление с рационом питания аскорбиновой кислоты, пиридоксина, токоферола, ретинола у 35 (100%) пациентов группы, а также тиамина у 30 (85,7%) пациентов и рибофлавина у 28 (80%) пациентов было недостаточным. Содержание тиамина в рационе питания у 5 (14,3%) пациентов группы и рибофлавина у 7 (20%) пациентов соответствовало потребностям.

Установлено значимое увеличение ($p < 0,01$) потребления с рационом питания пациентов второй группы минеральных веществ по сравнению с первым периодом лечения: магния до 327,4 (285,9–358,8) мг/сут, фосфора до 449,3 (405,6–731,0) мг/сут, кальция до 658,9 (583,5–773,7) мг/сут, калия до 2052,1 (1955,2–2169,2) мг/сут, железа до 11,0 (9,9–11,9) мг/сут. Однако, значения фактического потребления данных минеральных веществ были статистически значимо ($p < 0,01$) меньше потребностей в них у всех пациентов группы. Отмечено статистически значимое уменьшение поступления натрия до 4829,7 (4679,7–4960,2) мг/сут ($p < 0,05$). Фактическое поступление натрия в течение второго периода стационарного лечения превышало суточные потребности в 1,7 (1,6–1,7) раза за счет парентерального введения физиологического раствора.

Таким образом, наиболее высокий уровень энергетического дефицита в течение первого периода стационарного лечения был установлен у пациентов первой группы — 3176,6 (2758,5–3536,5) ккал/сут, которые применяли только парентеральное питание. Результатом использования модифицированной диеты «П» у пациентов второй группы была меньшая величина энергетического дефицита — 1250,3,0 (1222,8–1471,7) ккал/сут ($U = 28,4$, $p < 0,01$).

Во время второго периода стационарного лечения был установлен энергетический дефицит — 959,3 (852,8–1172,6) ккал/сут у пациентов первой группы, которые применяли в данный период диету «П». Статистически значимо меньшая ($U = 102,4$, $p < 0,01$) величина энергетического дефицита была определена у пациентов второй группы, использовавших модифицированную диету «П», — 313,6 (261,8–344,7) ккал/сут.

Данные анализа фактического питания отражают наличие дефицита поступления макронутриентов с рационами питания пациентов обеих групп, более выраженного у пациентов первой группы в первый период лечения.

Содержание в рационе пациентов первой и второй групп аскорбиновой кислоты, тиамина, пиридоксина в течение первого периода стационарного лечения компенсировалось парентеральным питанием. Фактическое потребление пациентами двух групп рибофлавина, токоферола, ретинола, магния, фосфора, кальция, калия, железа было недостаточным.

Поступление витаминов (тиамина, рибофлавина, пиридоксина, аскорбиновой кислоты, ретинола, токоферола) и минеральных веществ (кальций, магний, фосфор, калий, железо) с питанием в течение второго периода стационарного лечения было недостаточным практически у всех пациентов ($p < 0,01$).

Литература

1. Барановский, А. Ю. Искусственное питание больных / А. Ю. Барановский, И. Я. Шапиро. — М., 2000. — 184 с.
2. Бурштейн, С. Питание тяжелобольных: когда, как и сколько? / С. Бурштейн // Актуальные проблемы анестезиологии и реаниматологии. — Архангельск: АМИ, 1995. — С. 119–123.
3. Трофологическая недостаточность у больных хроническим панкреатитом: результаты кросс-секционного многоцентрового исследования / Ю. А. Кучерявый [и др.] // Рос. журн. гастроэнтерол., гепатол., колопроктол. — 2007. — Т. 17, № 5 S30. — С. 67.

Поступила 29.08.2017

СОДЕРЖАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В МОРСКОЙ РЫБЕ И ПРОДУКТАХ ЕЕ ПЕРЕРАБОТКИ

Макарович М. И., ocge@mail.grodno.by,
Лисицкая Л. Р., ocge@mail.grodno.by,
Сушецкая Т. Н., ocge@mail.grodno.by,
Лолаева И. А., ocge@mail.grodno.by,
Янулевич Т. И., ocge@mail.grodno.by

Государственное учреждение «Гродненский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»,
г. Гродно, Республика Беларусь

Проблема обеспечения человека полноценными и безопасными продуктами питания является важнейшей в ряду других экологических проблем. Актуальность ее обусловлена глубокими социально-экономическими преобразованиями в обществе и интенсивным повсеместным загрязнением окружающей среды. Рыба и продукты ее переработки являются непременной составляющей здорового питания. Они богаты белком, полиненасыщенными жирными кислотами и такими жизненно важными элементами, как фосфор, кальций, йод, служат носителями биологически активных веществ, в т. ч. витаминов А и Д. Однако практически все морепродукты накапливают в своих тканях токсические отходы, которые находятся в воде. Ухудшение экологии морей и океанов связано с жизнедеятельностью человека. Нефтепродукты, сточные воды, отходы промышленности и сельского хозяйства являются основными загрязнителями морей и океанов. Ежедневно с земли в океан поступают тонны отходов, содержащих тяжелые металлы, пестициды, полихлорированные бифенилы, которые поглощаются фитопланктонами, затем по пищевой цепи передаются высокоорганизованным видам. В результате в рыбе и морепродуктах токсичные вещества могут накапливаться в опасных концентрациях.

Содержанию солей тяжелых металлов отдается приоритетное значение при гигиеническом контроле безопасности продуктов питания. Свинец, кадмий, ртуть относятся к веществам первого класса опасности, высокотоксичны, обладают кумулятивными свойствами. Свинцовые отравления вызывают рак почек, желудка, кишечника, рта и толстой кишки. Соли кадмия обладают мутагенными и канцерогенными свойствами, представляют потенциальную генетическую опасность. Ртуть поражает кроветворную, ферментативную, нервную систему и почки [1].

Стойкие органические загрязнители (далее — СОЗ) — это класс высокотоксичных химических веществ, к которым относятся хлорорганические пестициды и полихлорированные бифенилы. СОЗ опасны своей химической стойкостью, способностью накапливаться в жировых тканях рыб. В настоящее время доказана связь тяжелых заболеваний человека с воздействием одного или нескольких СОЗ. К таким заболеваниям относятся онкологические, сердечно-сосудистые заболевания, неврологические расстройства, болезни щитовидной железы, нарушения репродуктивной системы, врожденные дефекты и проблемы развития.

Кроме вредных веществ, попадающих в пищевые продукты из окружающей среды, широкое распространение при производстве продуктов переработки рыбы (пресервов, рыбных и рыбо-овощных консервов, кулинарных изделий) получило преднамеренное внесение консервантов, которые позволяют удлинить сроки годности вышеуказанных групп продуктов. Употребление продуктов с повышенным содержанием консервантов может спровоцировать аллергические реакции, разрушение витамина В12, что вызывает расстройства нервной системы.

Гродненским областным ЦГЭиОЗ в целях государственного санитарного надзора и производственного лабораторного контроля проводились исследования рыбы и продуктов ее переработки, производимые предприятиями Гродненской области, на содержание вредных веществ.

За 2012–2016 гг. санитарно-гигиенической лабораторией было исследовано 779 образцов рыбы и продуктов ее переработки на содержание свинца, кадмия, ртути. Исследования свинца и кадмия проводились на атомно-абсорбционном спектрометре Varian Spectr AA 240DUO и атомно-абсорбционном спектрофотометре «Сатурн 3П-1». Определение ртути в 2012–2014 гг. осуществлялось методом беспламенной атомной абсорбции с помощью анализатора ртути «Юлия-2М», а с 2015 г. — атомно-абсорбционным методом с использованием анализатора ртути РА-915+ с приставкой ПИРО-915+ (на основе эффекта Зеемана), что позволило увеличить процент обнаружений с 12,6 до 76,6. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1. — Результаты лабораторных исследований рыбы, рыбной продукции, готовой к употреблению, на содержание солей тяжелых металлов

Показатели результатов лабораторных исследований	Наименование контаминанта			
	свинец	кадмий	ртуть	
Рыба мороженная, соленая, копченая, сушеная				
Общее количество исследованных проб/число проб с обнаружением	266/257	266/252	2012–2014 гг.	2015–2016 гг.
			95/12	171/131
Процент обнаружений, %	96,6	94,7	12,6	76,6
Изделия рыбные кулинарные (консервы, пресервы, рыбо-овощные салаты)				
Общее количество исследованных проб/число проб с обнаружением	513/493	513/489	162/15	351/265
Процент обнаружений, %	96,1	95,3	9,3	75,5

Обнаружения содержания свинца находились в пределах от 0,01–0,46 мг/кг в 96,6% всех исследованных проб. Максимальное количество свинца обнаруживалось в пробах рыбных консервов, помещенных в сборную жестяную тару.

Кадмий выявлен в 95,1% исследованных проб с содержанием от 0,002–0,142 мг/кг.

Содержание ртути находилось в пределах от 0,004 до 0,08 мг/кг. Наиболее часто ртуть обнаруживалась в мороженой рыбе океанических бассейнов вылова.

В исследованных образцах рыбы и ее переработки превышений допустимых уровней по содержанию токсичных элементов не выявлено.

Лабораторные исследования рыбы и рыбной продукции, готовой к употреблению, а также рыбных консервов и пресервов, на наличие остаточных количеств хлорорганических пестицидов и маркерных конгенов полихлорированных бифенилов проводились в соответствии с методикой [4] на газовом хроматографе HP 6890 с детектором электронного захвата на капиллярной колонке VB-1701, 14% *Cyanopropylphenil Vethylpolysiloxane*, длиной 60 м, диаметром 0,53 мм, толщиной фазы 1 μm . С помощью указанной методики проводилось одновременное определение α -, β -, γ -изомеров гексахлорциклогексана (далее — ГХЦГ), сумма ДДТ (дихлордифенилтрихлорэтана) и его метаболитов ДДЭ (дихлордифенилдихлорэтилен), ДДД (дихлордифенилдихлорэтана) и семи маркерных конгенов полихлорированных бифенилов (далее — ПХБ) 2,2I,5,5I-тетрахлорбифенил, ПХБ-52; 2,2I,3,4,4I,5I-гексахлорбифенил, ПХБ-138; 2,3I,4,4I,5I-пентахлорбифенил, ПХБ-118; 2,2I,4,4I,5,5I-гексахлорбифенил, ПХБ-153; 2,4,4I-трихлорбифенил, № 28; 2,2I,4,5,5I-пентахлорбифенил, ПХБ-101; 2,2I,3,4,4I,5,5I-гептахлорбифенил, ПХБ-180. За 2012–2016 гг. лабораторией было исследовано 217 проб мороженой рыбы, 769 проб консервов и пресервов рыбных, рыбной продукции, готовой к употреблению. Результаты исследований по перечисленным показателям представлены в таблице 2.

Таблица 2. — Результаты лабораторных исследований рыбы, рыбной продукции, готовой к употреблению, на содержание хлорорганических пестицидов и маркерных конгенов ПХБ

Количество проб	Наименование контаминанта								
	ГХЦГ (α -, β -, γ -изомеры)	ДДТ и его метабол	ПХБ-28	ПХБ-52	ПХБ-101	ПХБ-118	ПХБ-153	ПХБ-138	ПХБ-180
Рыба мороженная									
Количество исследованных проб	190	190	217	217	217	217	217	217	217
Количество проб с обнаружением	144	155	72	96	12	105	70	73	43
Процент проб с обнаружением, %	60,0	81,6	33,2	44,2	5,5	48,4	32,3	33,6	19,8
Диапазон определяемых концентраций, мг/кг	0,0001– 0,1085	0,0002– 0,1165	0,0004– 0,3031	0,0008– 0,3601	0,0002– 0,0122	0,0002– 0,1144	0,0007– 0,0324	0,0004– 0,0102	0,0004– 0,1952
Консервы и пресервы рыбные, рыбная продукция, готовая к употреблению									
Количество исследованных проб	657	657	769	769	769	769	769	769	769
Количество проб с обнаружением	504	584	199	296	44	417	127	186	94
Процент проб с обнаружением, %	76,7	88,9	25,9	38,5	5,7	54,2	16,5	24,2	12,2
Диапазон определяемых концентраций, мг/кг	0,0001– 0,0193	0,0001– 0,0796	0,0002– 0,1280	0,0003– 0,4294	0,0004– 0,0628	0,0009– 0,1087	0,0004– 0,3946	0,0003– 0,0720	0,0003– 0,0369

Изомеры ГХЦГ обнаружены в 60,0% образцов рыбы мороженой и 70,6% рыбной продукции, готовой к употреблению, суммарно в количестве 0,0001–0,1085; 0,0001–0,0193 мг/кг соответственно. ДДТ и его метаболиты обнаружены в 81,6% образцов рыбы мороженой и 88,9% рыбной продукции, готовой к употреблению, в количестве 0,0002–0,1165; 0,0001–0,0796 мг/кг соответственно.

Из представленных в таблице 2 данных результатов определения полихлорированных бифенилов наибольший процент образцов рыбы и рыбной продукции контаминирован ПХБ-118 (48,4% — рыба мороженная, 54,2% — рыбная продукция, готовая к употреблению) и ПХБ-52 (44,2% — рыба мороженная, 38,5% — рыбная продукция, готовая к употреблению). Во всех исследованных образцах наименее редко обнаруживали ПХБ-101 (процент обнаружений составил 5,5; 5,7%). Максимально обнаруженная концентрация суммарного содержания ПХБ составила 0,4294 мг/кг.

Определение консервантов проводилось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в режиме изократического разделения на колонке с обращенной фазой Hypersil ODS (C18) с использованием спектрофотометрического детектора [3].

За 2012–2016 гг. лабораторному контролю было подвергнуто 742 образца продуктов переработки рыбы (пресервы, изделия кулинарные из рыбы, рыбо-овощные салаты) с целью определения содержания сорбиновой и бензойной кислот, их солей. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3. — Результаты лабораторных исследований готовой к употреблению рыбной продукции на содержание сорбиновой и бензойной кислот

Изделия рыбные кулинарные, пресервы из рыбы, салаты рыбо-овощные					
Диапазон определяемых концентраций	от 0,1 до 0,5 г/кг	от 0,6 до 1,0 г/кг	от 1,1 до 1,5 г/кг	от 1,6 до 2,0 г/кг	более 2,0 г/кг
Количество проб/% от их общего количества	139/18,8	353/47,6	203/27,3	37/5,0	10/1,3

В 47,6% исследованных образцов содержание консервантов составило 0,6–1,0 г/кг, в 5,0% образцов — 1,6–2,0 г/кг; 10 образцов (1,3%) оказались с содержанием вышеуказанных веществ более 2,0 г/кг, что превысило максимально допустимый уровень [2].

Совместное присутствие сорбиновой и бензойной кислот (их солей) обнаруживалось в 98,9% исследованных образцов; 1,1% проб содержали только соли бензойной кислоты.

Таким образом, анализ результатов исследований доказывает высокий процент выявления проб с содержанием потенциально опасных химических веществ в рыбе и продуктах ее переработки в пределах допустимых уровней. Учитывая неблагоприятное воздействие данных веществ на организм человека, необходимо проведение постоянного лабораторного контроля их содержания с использованием высокотехнологичного оборудования, позволяющего обнаруживать минимальные концентрации.

Литература

1. Величковский, Б. Т. Здоровье человека и окружающая среда / Б. Т. Величковский, В. И. Кирпичев, И. Т. Суравегина. — М. : Нов. шк., 1997. — 236 с.
2. СанПиН. Требования к пищевым добавкам, ароматизаторам и технологическим вспомогательным средствам. ГН. Показатели безопасности и безвредности для человека применения пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств : утв. Постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 12.12.2012 № 195 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://tchepr.by/news/postanovlenie-195-ot-12-dekabrya-2012-g-ob-utverzhdenii-sanitarnykh-no_1386688312.html. — Дата доступа: 30.08.2017.
3. МВИ. МН 806-98. Методика определения концентраций сорбиновой и бензойной кислот в пищевых продуктах методов высокоэффективной жидкостной хроматографии : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 06.06.2006. — Минск, 2006. — 11 с.
4. МВИ 2352-2005. Методика одновременного определения остаточных количеств полихлорированных бифенилов и хлорорганических пестицидов в рыбе и рыбной продукции с помощью газожидкостной хроматографии : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 28.09.2005. — Минск, 2005. — 26 с.

Поступила 01.09.2017

КОРРЕКЦИЯ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА У ДЕТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ФОСФОЛИПИДОВ

¹Орлова С. В., д.м.н., профессор, rudn_nutr@mail.ru,

²Горелова Ж. Ю., д.м.н., профессор, nczdlep@mail.ru,

³Андреев А. А., к.м.н., доцент, dandre13@mail.ru,

¹Никитина Е. А., к.м.н., доцент, rudn_nutr@mail.ru,

¹Горяинов С. В., rudn_nutr@mail.ru,

²Акоева Д. Ю., nczdlep@mail.ru,

²Соловьева Ю. В., к.м.н., с.н.с., nczdlep@mail.ru

¹Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Российская Федерация

²НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный научно-практический центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

³Государственное бюджетное клиническое учреждение здравоохранения Ярославской области «Городская больница имени Н.А. Семашко», г. Ярославль, Российская Федерация

Развитие ребенка — сложный, генетически обусловленный процесс последовательного созревания высших психических функций, реализующийся под влиянием различных факторов внешней среды. Распространенность задержки психического развития (далее — ЗПР) среди детского населения как самостоятельной группы состояний составляет до 10% в общей структуре психических заболеваний.

Липиды имеют особое значение в физиологии нервной системы как у животных, так и у человека, являясь основным строительным материалом для всех клеточных мембран. Липиды составляют более 50% сухого вещества головного мозга, из них 70% представлены фосфолипидами (далее — ФЛ) и около 15% — гликолипидами (цереброзиды) и холестерином. С точки зрения биохимии питания наиболее активным среди всех липидов является фосфатидилхолин (далее — ФХ). Входящие в состав ФЛ эссенциальные, т. е. незаменимые для человеческого организма, полиненасыщенные жирные кислоты (далее — ПНЖК) линолевая, α -линоленовая, а у детей еще эйкозапентаеновая и докозагексаеновая, повышают биологическую активность ФХ, создавая явление синергизма. Благодаря особенностям химической структуры, наличию цис-двойных связей в ПНЖК обеспечивается большая текучесть и эластичность мембран, что необходимо для оптимального функционирования большинства клеток. Посредством этого механизма эссенциальные ФЛ воздействуют на части мембраны, которые являются рецепторами для гормонов или нейротрансмиттеров, регулируя таким образом обмен веществ. Фосфолипиды принимают

участие в обмене липидов, превращая нейтральные жиры и холестерин в транспортируемые формы, и увеличивая емкость захвата холестерина липопротеидами высокой плотности (далее — ЛПВП). Экзогенные молекулы ФЛ оказывают антиоксидантное действие и нейтрализуют свободные радикалы, подавляя окислительный стресс и уменьшая повреждение клеток.

При пероральном употреблении усваивается более 90% ФХ, период его полувыведения составляет 30 ч. Около 40–80% абсорбированного ФХ включается в ЛПВП, которые проявляют сосудозащитные и антиатерогенные свойства. ФХ является источником холина, который необходим для синтеза ацетилхолина, что влияет на развитие когнитивных способностей ребенка.

Повреждение биологических мембран является одним из наиболее универсальных патогенетических механизмов при различных психоневрологических состояниях. Под действием фосфолипаз происходит повреждение фосфолипидного компонента клеточных мембран и активация перекисного окисления липидов, в результате чего запускается каскад биохимических аномалий (окислительный стресс), который повреждает клетки головного мозга. При органических поражениях головного мозга различного генеза обнаружены изменения содержания различных фракций ФЛ и нарушение синтеза и распада ФХ, сфингомиелина (далее — СМ) и фосфатидилсерина (далее — ФС). Под действием различных факторов (инфекции, гипоксия, гипертермия и др.) снижается уровень ФЛ и гликолипидов.

Данных о применении биологически активных фосфолипидов (далее — БАФ) в качестве нутритивной поддержки для восстановления структурной целостности и функциональной полноценности мембран в настоящее время мало и они носят разрозненный характер, что и представляло интерес для наших исследований.

Цель исследования — оценка влияния БАФ на состояние липидного обмена у детей с ЗПР.

Исследование проводилось в г. Ярославль в 2013–2015 гг. Было обследовано 42 ребенка с ЗПР (25 мальчиков, 17 девочек) в возрасте от 7 до 15 лет (средний возраст — $13,2 \pm 0,8$ года), обучающихся в специальной (коррекционной) школе-интернате. Группу сравнения составили 43 ребенка с нормативным психическим развитием аналогичного возраста ($12,9 \pm 0,6$ года), учащиеся средней общеобразовательной школы.

Критериями исключения детей из обследования являлось наличие острой инфекционной патологии и обострение сопутствующих хронических заболеваний. На участие в исследовании было получено письменное добровольное информированное согласие от родителей (или иных законных представителей) детей в возрасте до 15 лет и от самих подростков, которым уже исполнилось 15 лет.

Изучались липидные спектры мембран эритроцитов и сыворотки крови у детей с ЗПР и типично развивающихся детей. У детей с ЗПР проводилось сравнение исходных показателей до коррекции с показателями, полученными через 4 и 12 недель после начала приема БАФ.

Выделение липидов из сыворотки проводили с помощью методики твердофазной экстракции, позволяющей удалить из образцов холестерин. Каждый образец был подвергнут анализу методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрической детекцией, после чего полученные хроматограммы обрабатывали с использованием метода главных компонент и кластерного анализа.

Концентрация общего холестерина (далее — ОХС), триглицеридов (далее — ТГ), холестерина липопротеидов высокой плотности (далее — ХС ЛПВП) в сыворотке крови определялась ферментативным методом с использованием тест-систем фирмы «Согмау» (Польша).

С целью изучения влияния БАФ на липидный обмен у детей с ЗПР использовался препарат, содержащий биологически активные фосфолипиды, который является холиномиметиком с преимущественным влиянием на холинергические рецепторы в ЦНС. При приеме БАФ диспептических расстройств, аллергических явлений и других побочных реакций отмечено не было.

Достоверность результатов оценивалась с использованием критериев Стьюдента, точного метода Фишера и непараметрических критериев Вилкоксона и Манна–Уитни. Для статистических методов обработки на компьютере использовался программный пакет «Стадия».

Изучение липидного спектра мембран эритроцитов (таблица 1) показало, что у детей с ЗПР содержание общих фосфолипидов (далее — ОФЛ) было достоверно ниже ($p < 0,001$), а содержание свободного холестерина (далее — СХ) и соотношение между диглициридами/триглицеридами (ДГ/ТГ) — выше ($p < 0,05$) по сравнению с показателями в группе сравнения. Процесс деструкции мембранных фосфолипидов подтверждался нарастанием ЛФХ ($p < 0,01$) и повышением соотношения лизофосфатидилхолина к фосфатидилхолину (ЛФХ/ФХ) ($p < 0,05$).

Параллельно деструктивным процессам в мембранах было обнаружено повышение стабилизирующего компонента — сфингомиелина ($p < 0,001$), вследствие чего коэффициент СМ/ФХ был достоверно повышен ($p < 0,001$).

Среди легкоокисляемых фракций ФЛ регистрировалось равномерное снижение уровня фосфатидилсерина, фосфатидилинозитола (далее — ФИ) и фосфатидилэтаноламина (далее — ФЭ) ($p < 0,05$). Величина окисляемости липидов (далее — ВОЛ) и соотношение ОФЛ/СХ были достоверно снижены у детей с ЗПР по сравнению со здоровыми детьми ($p < 0,01$).

В плазме крови у детей с ЗПР наблюдалась выраженная дислипидемия (таблица 2), что проявлялось повышенными уровнями ХС и ТГ по сравнению со здоровыми детьми ($p < 0,05$).

Через 4 недели после коррекции БАФ (таблицы 1, 2) были отмечены положительные сдвиги в липидном спектре у детей с ЗПР: содержание ОХС и соотношение липидных фракций приближались к показателям здоровых детей и достигали наиболее выраженных изменений к 12-й неделе.

В мембранах эритроцитов происходило выраженное повышение содержания ОФЛ и снижение СХ и СМ. Соотношение ДГ/ТГ приблизилось к показателю у здоровых детей. На фоне почти не изменившегося уровня ФХ отмечается существенное снижение уровня его лизоформ. Содержание легкоокисляемых фракций ФЛ достоверно возросло.

Структурно-функциональные изменения в фосфолипидном спектре клеточных мембран являются существенным звеном и даже пусковым фактором, инициирующим молекулярную дезорганизацию и последующее нарушение функциональной деятельности мембранных структур клеток организма, в т. ч. нервной ткани.

Таблица 1. — Показатели липидных спектров мембран эритроцитов и ОХС ЛПВП у детей с ЗПР и здоровых детей (М±m,%)

Липидный спектр	Здоровые (n = 30)	ЗПР (n = 33)		
		до коррекции	после коррекции	
			4 недели	12 недель
ОФЛ, %	28,9±0,67	20,2±0,84 ***	24,5±0,83#	25,4±0,62####
ДГ/ТГ	18,9±0,83	22,5±1,01*	20,1±0,52 #	19,7±0,31
СХ, %	52,6±0,70	69,8±0,85***	55,6±0,82#	54,5±0,60####
ЛФХ, %	3,80±0,094	7,91±0,18**	5,43±0,15	4,03±0,092####
ФХ, %	33,4±0,63	36,6±0,65**	35,5±0,89	35,5±0,78
СМ, %	13,7±0,41	20,7±1,17***	16,9±0,88##	15,9±0,49####
ФС + ФИ + ФЭ, %	46,7±0,71	36,6±1,47**	41,5±2,06	43,3±1,08###
ОФЛ/СХ (отн. ед.)	0,600±0,02	0,435±0,018***	0,529±0,019	0,550±0,015
ЛФХ/ФХ (отн. ед.)	0,140±0,03	0,162±0,08*	0,158±0,08	0,143±0,06
СМ/ФХ (отн. ед.)	0,395±0,015	0,572±0,039***	0,475±0,021	0,452±0,018 ##
ВОЛ (отн. ед.)	0,990±0,029	0,647±0,037***	0,815±0,069 #	0,849±0,035####
* — достоверность различий с группой здоровых p<0,05; ** — достоверность различий с группой здоровых p<0,01; *** — достоверность различий с группой здоровых p<0,001; # — достоверность различий по сравнению с данными до лечения p<0,05; ## — достоверность различий по сравнению с данными до лечения p<0,02; ### — достоверность различий по сравнению с данными до лечения p<0,01; #### — достоверность различий по сравнению с данными до лечения p<0,001.				

Таблица 2. — Динамика показателей липидного спектра у здоровых детей (n = 30) и детей с ЗПР (n = 33) до и после коррекции

Показатель	Здоровые дети	Дети с ЗПР		
		до коррекции	после коррекции	
			4 недели	12 недель
ОХС, ммоль/л	4,88±0,29	5,26±1,33**	4,91±0,29	4,29±0,40
ЛПВП, ммоль/л	1,24±0,22	0,9±0,31*	0,9±0,27#	1,13±0,33
ТГ, ммоль/л	0,89±0,02	1,80±0,03***	1,44±0,69##	1,48±0,50##
ЛПНП, ммоль/л	2,16±0,29	3,39±0,49***	2,95±0,93	2,5±0,14#
* — достоверность различий с группой здоровых p<0,05; ** — достоверность различий с группой здоровых p<0,01; *** — достоверность различий с группой здоровых p<0,001; # — достоверность различий по сравнению с данными до лечения p<0,05; ## — достоверность различий по сравнению с данными до лечения p<0,02.				

Потеря мембраной ОФЛ, ассоциированная с нарастанием соотношения ЛФХ/ФХ, отражает наиболее выраженную степень деструкции липидного бислоя. Известно, что лизофосфолипиды — это не только вещества, вызывающие серьезные нарушения структуры и функций клеток, их ультраструктур, но и обязательные компоненты всех мембранных образований. Они принимают активное участие в синтезе некоторых молекулярных форм лецитинов и других фосфатидов, определяют подвижность мембран, их проницаемость, явления секреции, экзоцитоза, адгезии клеток, связанных с мембранными ферментами, развитии физиологических реакций и патологических процессов, старении и гибели клеток. Можно полагать, что выявленное ослабление механизмов поддержания уровня фосфолипидов, структурного пула ФХ связано с нарушением биосинтеза фосфолипидов в печени.

Повышение уровня СМ, известного как наиболее насыщенный трудноокисляемый фосфолипид, обладающий наибольшим сходством с холестерином, является определяющим моментом для увеличения жесткости мембран. СМ обеспечивает электрическую изоляцию клетки и является одним из звеньев поддержания высокой активности ферментов гликолиза и генерации АТФ. Достаточная активность этих процессов важна для защиты фосфолипидов бислоя от действия фосфолипаз, поэтому наблюдаемое в нашем исследовании повышение СМ может служить той компенсаторной реакцией, которая обеспечивает обнаруженную сохранность фракции ФХ в мембранах у детей с ЗПР.

Снижение ВОЛ наряду с низкими соотношениями ОФЛ/СХ и ФХ/СМ может определять увеличение микровязкости мембран. Снижение показателя ВОЛ свидетельствует об уменьшении процента легкоокисляемых фосфолипидов и увеличении СМ. Равномерное снижение уровней ФС, ФИ и ФЭА также отражает закономерные изменения в содержании легкоокисляемых фракций фосфолипидов. В процессе обмена липидами между плазмой и тканями снижение доли легкоокисляемых липидов в липопротеидах будет замедлять механизм их окислительных превращений в клетках за счет потери ПНЖК.

Выявленные у детей с ЗПР нарушения метаболизма ФЛ наряду с действием алиментарного фактора могут указывать на дестабилизацию клеточных мембран нейронов и изменение проницаемости гематоэнцефалического барьера. Низкий уровень ФЛ у детей с ЗПР, возможно, связан с активацией липаз и фосфолипаз, а также усилением перекисного окисления

липидов в условиях хронического стресса. Более высокая доля СМ, наиболее важного структурного компонента мембраны нервной клетки, в крови у детей с ЗПР может отражать структурно-метаболические изменения нейромембран при данной патологии и повреждение цитоскелета нейронов.

Следовательно, метаболические изменения, обнаруженные у детей с ЗПР, свидетельствуют о наличии связи между нарушениями обмена фосфолипидов и задержкой психического развития. Повышение уровня ТГ, вероятно, связано с усилением использования их в качестве энергетического субстрата, необходимого для обеспечения адаптационно-компенсаторных реакций организма в условиях хронического стресса.

Наблюдаемая после применения БАФ перестройка липидного метаболизма создает условия для активизации функционирования мембранных ферментов и повышения обратного транспорта холестерина в печень. На фоне коррекции БАФ формируется динамичный липидный гомеостаз, который на уровне клеточных мембран подчиняется адаптивным изменениям.

Результаты коррекции, свидетельствующие об активации метаболизма ФЛ, могут расцениваться как запуск адаптивных процессов в организме детей с ЗПР в связи с выраженными антиоксидантными свойствами ФЛ.

Таким образом, коррекция БАФ улучшает передачу нервных импульсов в холинергических нейронах, положительно воздействует на пластичность нейрональных мембран и на функцию рецепторов и БАФ являются обоснованным средством коррекции нарушений метаболизма ФЛ у детей с задержкой психического развития.

Поступила 31.08.2017

ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХРОМОГЕННОЙ СРЕДЫ РАМБАХ-АГАР ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ БАКТЕРИЙ РОДА *SALMONELLA* ИЗ МЯСА ПТИЦЫ

Почицкая И. М., к.с.-х.н., irynapt@yandex.ru,

Лобазова И. Е., к.х.н., lobazova@mail.ru,

Козельцева Е. И., kozeltsava@tut.by

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь

Пищевые сальмонеллезы — широко распространенные заболевания человека, характеризующиеся преимущественным поражением желудочно-кишечного тракта. Согласно ВОЗ, в мире ежегодно регистрируется до 1,3 млрд случаев сальмонеллеза, при этом динамика заболеваемости населения имеет тенденцию к росту. Согласно исследованиям отечественных и зарубежных авторов, ведущая роль в возникновении пищевых сальмонеллезов принадлежит мясу и мясopодуктам, чаще всего это мясо домашних птиц (куры, утки, гуси, индейки), которые нередко являются причиной заболевания людей [1, 2].

Так как мясо птицы является одним из основных пищевых источников бактерий рода *Salmonella*, проблеме бактериальной контаминации продукции птицеводства уделяется особое внимание.

Целью данной работы является испытание образцов куриного мяса на наличие бактерий рода *Salmonella*. Объектом исследования служили тушки кур и индейки, полуфабрикаты из мяса птицы, куриные суповые наборы и субпродукты, мясо птицы механической обвалки. Всего лабораторным испытаниям было подвергнуто 150 проб мяса птицы и полуфабрикатов.

В Республике Беларусь выявление бактерий рода *Salmonella* в пищевых продуктах регламентировано в ГОСТ 31659-2012 [3]. Метод предполагает четыре основных этапа: предобогащение в неселективной среде, обогащение в селективной среде, выделение с использованием селективных агаровых сред и подтверждение презумптивных изолятов.

Первый этап предобогащения в неселективной среде служит для выявления сублетально поврежденных бактерий. Навеску исследуемого образца вносили в забуференную пептонную воду и инкубировали при температуре 37°C в течение (18±2) ч. Посевной материал, полученный после инкубирования, пересекали для селективного обогащения. В качестве селективных сред использовали среду Раппапорта–Василидиалиса (RVS-бульон) и селенитовый бульон, которые угнетают развитие других энтеробактерий, избирательны для сальмонелл и способствуют их размножению до 10⁴–10⁶ КОЕ/мл. Посевы в течение (24±3) ч при надлежащих температурах.

Для получения изолированного роста культуры, полученные после селективного обогащения, высевали на плотные дифференциально-диагностические среды. Существует ряд дифференциально-диагностических сред для выделения *Salmonella spp.*: ксилоза-лизин-дезоксихолат агар, бактоагар Плоскирева, висмут-сульфит агар, агар Эндо, действие которых основано на визуализации биохимических особенностей микроорганизмов, например неспособности к ферментации лактозы и образованию сероводорода. Однако многие микроорганизмы семейства *Enterobacteriaceae* метаболически сходны с сальмонеллами и могут формировать аналогичные колонии на селективных средах, что затрудняет их идентификацию.

Для выделения сальмонелл из исследуемых образцов мы использовали ксилоза-лизин-дезоксихолат агар (XLD-агар) и висмут-сульфит агар. Через 24 ч инкубации при температуре 37°C отмечали колонии, предположительно относящиеся к бактериям рода *Salmonella*.

На ксилоза-лизин-дезоксихолатном агаре, колонии сальмонелл имели тот же цвет, что и культуральная среда, полупрозрачные, с черным центром. Следует отметить, что для получения достоверных результатов необходимо соблюдать регламентированное время инкубации, поскольку при продолжительном инкубировании цвет среды и колоний может измениться.

На висмут-сульфитной среде колонии сальмонелл зеленые с черным центром, иногда с металлическим блеском, однако этот признак не всегда присутствует у сальмонелл и может проявиться у других микроорганизмов. Рост сальмонелл на висмут-сульфитной среде несколько задержан, вследствие чего чашки с посевами просматривают через 24 и 48 ч.

Только плотные селективные среды не обеспечивают прямой идентификации бактерий, поэтому требуется дополнительное тестирование, позволяющее исключить колонии микроорганизмов с аналогичными биохимическими свойствами.

Полученные на агаризованных средах колонии, предположительно относящиеся к сальмонеллам, подвергали последующей биохимической идентификации. Тестирование выделенных культур по биохимическим признакам проводили с использованием готовых стандартных тест-систем «API 20E» или «Rapid 20E», представляющих собой диагностические тест-панели с субстратами которые позволяют по биохимическому профилю определить вид исследуемого микроорганизма (рисунок 1).



Рисунок 1. — Результаты, полученные с помощью тест-системы для биохимической дифференциации энтеробактерий API 20E

Таким образом, стандартная процедура обнаружения сальмонелл в пищевых продуктах происходит в несколько этапов и занимает как минимум 5 дней.

В целях ускорения исследования, значительного сокращения объема работ в мировой бактериологической практике широкое распространение получили дифференциальные среды нового поколения — хромогенные питательные среды.

Механизм действия хромогенных сред заключается во взаимодействии высокоспецифичных ферментов бактерий с хромогенным субстратом, введенным в состав среды и играющим в ней роль индикатора.

В рамках данного исследования для выделения и прямой родовой идентификации сальмонелл мы использовали хромогенную среду Rambach Agar, Merck KGaA, Германия (далее Рамбах-агар), которая позволяет дифференцировать энтеробактерии по цвету колоний и быстро выявлять сальмонеллы.

Сальмонеллы ферментируют специфический субстрат — пропиленгликоль до кислоты, в результате чего происходит изменение pH-среды, и колонии сальмонелл окрашиваются в красный цвет. Для дифференциации сальмонелл от колиформных бактерий в состав среды включена хромогенная смесь, которая выявляет наличие фермента β-галактозидазы — характерного фермента колиформных бактерий. Колиформные бактерии растут в виде сине-зеленых или сине-фиолетовых колоний, остальные энтеробактерии и грамотрицательные бактерии, такие как *Proteus*, *Pseudomonas*, *Shigella* вырастают в виде бесцветных либо слегка желтоватых колоний. На Рамбах-агаре легко отличить H₂S-продуцирующие штаммы *Citrobacter* от сальмонелл: первые — синего, вторые — красного цвета, тогда как на XLD-агаре или висмут-сульфитном агаре дифференцировать H₂S-продуцирующие бактерии с сальмонеллами затруднительно.

В ходе данной работы нами было исследовано 150 образцов мяса птицы, в 23 из которых были обнаружены бактерии рода *Salmonella*.

Посев исследуемых образцов проводили на XLD-агар, висмут-сульфит-агар и на хромогенную среду Рамбах.

Исследования показали, что на хромогенной среде Рамбах-агар, в смешанных культурах, бактерии рода *Salmonella* легко отличимы от других энтеробактерий по малиновому цвету и морфологии колоний (рисунок 2), в то время как другие 2 селективные среды для обнаружения сальмонелл имели низкую специфичность. Было получено большое количество ложноположительных результатов, которые требовали дополнительной идентификации.

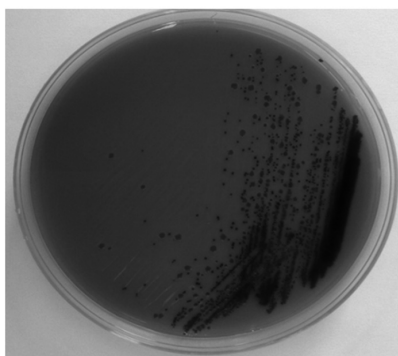


Рисунок 2. — Рост сальмонелл на хромогенном Рамбах-агаре

Таким образом, к числу преимуществ использования хромогенной среды Рамбах-агар можно отнести:

- значительное облегчение визуальной идентификации сальмонелл, особенно в смешанной культуре;
- уменьшение времени, необходимого для идентификации до 72 ч;
- среда обладает большим уровнем специфичности.

Результаты исследований свидетельствуют о целесообразности использования среды Рамбах-агар для выявления и предварительной идентификации *Salmonella spp.* из мяса кур. Таким образом, использование хромогенных сред, обладающих рядом преимуществ, может быть рекомендовано для включения в список в качестве одной из сред для идентификации бактерий рода *Salmonella* в продуктах из птицы, применяемых на территории Республики Беларусь.

Литература

1. Костенко, Ю. Г. Современные аспекты возникновения и предупреждения пищевого сальмонеллеза / Ю. Г. Костенко, М. В. Храмов, А. Д. Давлеев // Ветеринария. — 2012. — № 4. — С. 9–13.
2. Мезенцев, С. В. Распространение сальмонелл в продукции животноводства / В. А. Мезенцев // Практик. — 2010. — № 2. — С. 6–11.
3. ГОСТ 31659-2012. Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Salmonella*. — Введ. 2014–06.01. — Минск : Госстандарт, 2016. — 21 с.

Поступила 30.08.2017

ОЦЕНКА РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ ПОТРЕБЛЕНИИ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ И МОЛОКА

Пынзару Ю. В., к.м.н., доцент, pinzaruiurie6@gmail.com,

Сырку Р. Ф., к.б.н., доцент, raisasircu@mail.ru

Национальный Центр Общественного Здоровья Министерства Здравоохранения Республики Молдова,
г. Кишинев, Республика Молдова

Полициклические ароматические углеводороды (далее — ПАУ) — это большая группа органических соединений, состоящих из двух и более сцепленных бензольных колец. ПАУ образуются, главным образом, в результате пиролитических процессов, а именно при неполном сгорании органического материала. Озабоченность в связи с экспозицией человека ПАУ связана не только с тем, что эти соединения токсичны для человека, но и с тем, что многие вещества из группы ПАУ являются канцерогенными [1]. Поступление с пищей является одним из основных источников в экспозиции населения полициклическими ароматическими углеводородами. Питанием обусловлено более 70% экспозиции человека этими соединениями [2, 3]. Одним из значительных источников поступления ПАУ с пищей являются молочные продукты и молоко. Информации по изучению риска для здоровья, связанного с потреблением продуктов питания, недостаточно. В связи с этим целью данной работы является определение содержания ПАУ в молочных продуктах и молоке, а также оценка риска для здоровья изучаемых контаминантов для населения.

Были проанализированы 14 проб молочных продуктов (сыр, творог, масло сливочное) и 10 проб свежего молока. Подготовку проб и определение содержания в них ПАУ проводили на основе ряда методик (EPA Method 3546: Microwave Extraction, EPA Method 3660B: Sulphur cleanup, EPA Method 3630C: Silica gel cleanup, ISO 18287:2006 Soil quality — Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) — Gas chromatographic method with mass spectrometric detection (GC-MS)). Оценку экспозиции полициклическими ароматическими углеводородами и статистическую обработку данных проводили согласно Методическим указаниям МУ 2.3.7.2519-09 «Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население» (М., 2009). Для расчета экспозиции использовали медиану и 90-й перцентиль содержания ПАУ в пищевых продуктах и значения их потребления согласно официальным статистическим данным (www.statistica.md).

В таблице 1 представлены результаты определения содержания ПАУ в пробах молочных продуктов и молока, отобранных в торговой сети г. Кишинева. Анализ проб молочных продуктов показывает, что диапазон обнаруженных концентраций ПАУ колеблется от <0,05 до 10,5 мкг/кг. В данной группе продуктов определены высокие концентрации флуорантена — <0,1–10,5 мкг/кг. Общее содержание ПАУ по медиане составляет 0,65 мкг/кг и по 90-му перцентилю — 17,9 мкг/кг. Диапазон концентраций в пробах молока находится в пределах 0,05–0,47 мкг/кг. Самые высокие значения зафиксированы также для конгенера флуорантена и составляют 0,27–0,45 мкг/кг. Медианные значения в пробах свежего молока выше (1,31 мкг/кг), чем в пробах молочных продуктов (0,65 мкг/кг). По 90 перцентилю общее содержание ПАУ в пробах молока составляет 1,63 мкг/кг, что существенно ниже данного показателя в пробах молочных продуктов.

В таблице 2 представлены суммы конгенов из групп ПАУ8 и ПАУ18.

Европейским Союзом выделены приоритетные ПАУ, которые подлежат контролю. Так, с 01.09.2012 в пищевых продуктах контролю подлежат бензо(а)пирен, бенз(а)антрацен, бензо(б)флуорантен и хризен, суммарное содержание которых не должно превышать 30 мкг/кг, а с 01.09.2014 — не более 12 мкг/кг [4].

Полученное в наших исследованиях среднее значение суммы восьми ПАУ, которые являются индикаторами присутствия в пище конгенов ПАУ и имеют наибольшее токсикологическое значение, составляет 1,91 мкг/кг для молочных продуктов. Отношение суммы ПАУ8 к сумме ПАУ18 (47,9%) показывает, что в нашем исследовании основной вклад в контаминирование проанализированных продуктов внесли конгенеры из группы ПАУ8: бензо(а)пирен, бенз(а)антрацен и бензо(б)флуорантен. Отношение суммы канцерогенных ПАУ к общей сумме обнаруженных конгенов в пробах молока составляет 4,4. Основная контаминация этих продуктов обусловлена конгенерами бенз(а)антрацен, бенз(к)флуорантен, бензо(а)пирен.

Для оценки риска здоровью при потреблении молочных продуктов и молока, контаминированных ПАУ, проводили расчет экспозиции и суточного поступления БАП, суточного поступления конгенов ПАУ из группы канцерогенных, а также суммы всех проанализированных индивидуальных ПАУ (таблица 3).

Таблица 1. — Содержание ПАУ в молочных продуктах и молоке

Конгенер ПАУ	Продукты					
	молочные			молоко		
	диапазон концентраций	медиана	90 процентиль	диапазон концентраций	медиана	90 процентиль
Нафталин	<0,05	<0,05	<0,05	0,05–0,08	<0,05	0,05
1-метилнафталин	<0,05	<0,05	<0,05	0,05–0,18	0,13	0,16
2-метилнафталин	<0,05–0,4	<0,05	0,3	0,05–0,07	0,06	0,06
Аценафтилен	<0,05–0,6	<0,05	0,5	0,05–0,1	0,15	0,06
Аценафтен	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Флуорен	<0,05–0,3	<0,05	0,2	0,05–0,11	0,07	0,08
Фенантрен	<0,1–0,8	<0,1	0,7	0,2–0,32	0,245	0,32
Антрацен	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Флуорантен	<0,1–10,5	<0,1	9,2	0,27–0,45	0,355	0,45
Пирен	0,4–1,2	<0,1	1,1	0,1–0,3	0,15	0,3
Хризен **	0,2–0,6	<0,05	0,5	<0,05–0,11	0,05	<0,05
Бенз(а)антрацен **	<0,05–0,8	<0,05	0,7	<0,05–0,1	0,05	0,05
Бенз(к)флуорантен *	<0,05–0,7	<0,05	0,7	0,05–0,1	<0,05	0,05
<i>Бенз(а)пирен **</i>	<i><0,05–0,6</i>	<i><0,05</i>	<i>0,5</i>	<i>0,05–0,07</i>	<i>0,05</i>	<i>0,05</i>
Бенз(б)флуорантен **	<0,1–4,7	0,65	3,5	<0,1	<0,1	<0,1
Бенз(ghi)перилен	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Дибенз(ah)антрацен*	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Индено(1,2,3-cd)пирен*	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
		0,65	17,9		1,31	1,63
* — канцерогенные ПАУ8; ** — канцерогенные ПАУ4.						

Таблица 2. — Сумма канцерогенных ПАУ и отношение к общей сумме конгенов ПАУ в молочных продуктах и молоке

Название продуктов	Конгенеры ПАУ	Σ ПАУ8 канцерогенных, µg/kg	Σ ПАУ18	Σ НАР канцерогенных/ Σ НАР 18, %
Молочные	<i>Бензо(а)пирен</i> Бенз(а)антрацен Бензо(к)флуорантен Бензо(б)флуорантен Хризен	1,91	3,99	47,9
Молоко	<i>Бензо(а)пирен</i> Бенз(а)антрацен Бензо(к)флуорантен Хризен	0,04	0,91	4,4

Таблица 3. — Оценка экспозиции ПАУ и суточного их поступления при потреблении молочных продуктов и молока согласно статистическим данным

Продукты	Потребление продукта, кг/день, шт./день	Б(а)П		Канц. ПАУ		Сумма 18 ПАУ	
		по медиане	по 90 процентиллю	по медиане	по 90 процентиллю	по медиане	по 90 процентиллю
Молоко	0,47	0,008	0,009	0,016	0,028	0,44	0,58
Молочные	0,47	—	0,24	0,31	2,77	0,31	8,41
Общая экспозиция, µг/кг/день		0,008	0,25	0,33	2,80	0,75	8,99
Суточное поступление, µг/кг/кг массы тела в день		0,0001	0,004	0,005	0,04	0,01	0,13

Из представленных в таблице 3 данных видно, что общая экспозиция бензо(а)пиреном по медианным значениям при среднем статистическом потреблении изученных продуктов питания составляет 0,008 µг/кг/сут. Оценка по верхней границе

экспозиции (90 перцентиль) составляет 0,25 мкг/кг/сут. В пересчете на массу тела суточное поступление Б(а)П по медианным значениям равно 0,0001 мкг/кг массы тела в сутки, по верхней границе экспозиции — 0,004 мкг/кг массы тела в сутки. ВОЗ рекомендует поступление бензо(а)пирена с пищей на уровне не более 0,36 мкг/кг/сут, при среднем уровне 0,05 мкг/кг/день [5]. Экспозиция канцерогенными ПАУ находится в пределах 0,33–2,8 мкг/кг в сутки по медианному и перцентильному значениям соответственно. Экспозиция суммой обнаруженных ПАУ при потреблении проанализированных продуктов составляет 0,75 и 8,99 мкг/кг в день. Суточное поступление при расчете на килограмм массы тела человека вероятных канцерогенов из группы ПАУ составляет 0,04–0,01 мкг/кг массы тела в сутки, при этом всей суммы ПАУ — 0,01–0,13 мкг/кг массы тела в сутки. Сравнение величин общей экспозиции и суточного поступления загрязнителей с пищей показывает, что основной вклад в эти величины вносит экспозиция ПАУ молочными продуктами.

Несмотря на низкие значения экспозиции и суточного поступления ПАУ при потреблении молочных продуктов и молока, сохраняется риск возникновения канцерогенных заболеваний, поскольку данные ксенобиотики обладают свойством биоаккумуляции. Оценка риска здоровью при пищевой экспозиции ПАУ из различных продуктов является необходимой для обеспечения здоровья населения.

Литература

1. Polycyclic aromatic hydrocarbons [Electronic resource] // Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Ga. — Mode of access: <http://www.atdsr.cdc.gov/phs/phs.asp>. — Date of access: 20.06.2017.
2. Gilbert, J. The fate of environmental contaminants in the food chain // Sci. Total Environ. — 1994. — Vol. 143, iss. 1. — P. 103–111.
3. Guillén, M. D. Food as a source of polycyclic aromatic hydrocarbons / M. D. Guillén, P. Sopelana, M. A. Partearroyo // Rev. Environ. Health. — 1997. — Vol. 12, iss. 78. — P. 117–130.
4. Постановление Правительства Республики Молдова № 520 от 22.06.2010 "Об утверждении Санитарного регламента о загрязнителях в пищевых продуктах". Опубликовано: 29.06.2010 в Официальном Мониторе Республики Молдова № 108-109, ст. № 607.
5. Polynuclear Aromatic Hydrocarbons [Electronic resource] // Guidelines for Drinking-water Quality. — 2nd ed. — Vol. 2 : Health Criteria and other Supporting Information. — Mode of access: <http://www.who.int/water...health>. — Date of access: 20.06.2017.

Поступила 30.08.2017

БЕЗОПАСНОСТЬ РЕАЛИЗУЕМЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД С 1997 ПО 2016 гг.

Руфкина М. М., ocge@mail.grodno.by,
Макуть К. Л., ocge@mail.grodno.by,
Воробей А. В., ocge@mail.grodno.by

Государственное учреждение «Гродненский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»,
г. Гродно, Республика Беларусь

Кондитерская промышленность в настоящее время выпускает широкий ассортимент изделий. Не являясь основными продуктами питания, кондитерские изделия пользуются спросом у всех возрастных групп населения. Именно поэтому безопасность данной продукции, в т. ч. микробиологическая, является одним из составляющих компонентов обеспечения продовольственной безопасности населения.

Источниками микрофлоры могут быть сырье, полуфабрикаты, технологическое оборудование, персонал, вода, воздух. Несмотря на то, что технологический процесс направлен на угнетение и уничтожение микроорганизмов, т. к. происходит достаточно быстро и при повышенной температуре, некоторое количество устойчивых микроорганизмов сохраняется [4].

Для производства кондитерских изделий используется разнообразное сырье и полуфабрикаты — сахар-песок, молоко, жиры, мука, яйца, меланж и другие продукты. Микрофлора указанных продуктов чрезвычайно разнообразна и многочисленна. Для кондитерского производства наиболее опасны осмофильные дрожжи, спорообразующие аэробные и анаэробные палочки, вызывающие брожение и прокисание фруктовых пюре, варенья, повидла, джемы. Вредителями являются термофильные газообразующие бактерии и лейконосток — слизиобразующие бактерии, вызывающие ослизнение сиропов, фруктовых соков [1].

Молоко, сливки всегда содержат значительное количество микроорганизмов. Обнаруживаются молочнокислые, гнилостные, маслянокислые бактерии. Из патогенных микроорганизмов могут быть возбудители туберкулеза, кишечных инфекций, бруцеллеза, стафилококки, вызывающие отравления, сальмонеллы. При термической обработке молока, шоколадной массы, сливочных начинок микроорганизмы погибают. При изготовлении крема микроорганизмы могут сохраниться [3].

Микрофлору сгущенного молока составляют в основном спорообразующие бактерии, могут быть осмоустойчивые стафило-, микрококки, разлагающие жир и белки, в результате возникает прогорклый вкус и запах, осмофильные дрожжи, вызывающие брожение и разжижение молока [3].

При длительном и неправильном хранении сладкосливочного масла могут появляться такие пороки масла как штафф, кислый вкус, горечь, прогорклый вкус и запах, вызываемые бактериями рода *Pseudomonas*, молочнокислыми бактериями, плесневыми грибами, дрожжами рода *Candida* [3].

Яйца, меланж, яичный порошок могут содержать различные микроорганизмы: гнилостные бактерии, плесени, сальмонеллы. Мука тоже может содержать значительное количество микроорганизмов, которые описаны ранее [3].

Фруктово-ягодные полуфабрикаты (пюре, варенье, повидло) готовят из фруктов и ягод, которые содержат на поверхности множество разных бактерий, плесеней, дрожжей. При изготовлении полуфабрикатов (варке) большинство микроорганизмов погибают. Наименее стойкими в хранении являются пюре из ягод. В пюре происходит спиртовое, уксуснокислое, молочнокислое брожения, позднее развиваются плесени, что свидетельствует о порче пюре.

Часто ухудшение микробиологических показателей кондитерских изделий может происходить в процессе приготовления, упаковки, хранения, транспортировки и реализации указанной пищевой продукции. Так, несодержание в чистоте рабочего места, оборудования, инвентаря, тары, транспорта, загрязнение упаковочных материалов, несоблюдение температурных режимов хранения сырья и готовой продукции, правил личной гигиены работниками, непосредственно участвующих в приготовлении продукции может привести к внесению микроорганизмами порчи в продукты. Все вышеперечисленные факторы можно объединить под таким понятием как «человеческий фактор», т. е. нарушения требований технических нормативных правовых актов, технологического процесса вследствие халатности, невнимательности, незнания или неисполнения своих должностных обязанностей работниками производства [2].

В Гродненской области при осуществлении государственного санитарного надзора ведется постоянный микробиологический контроль безопасности кондитерских изделий. Ежегодно санитарно-эпидемиологической службой области выявляются кондитерские изделия, несоответствующие требованиям технических нормативных правовых актов [5].

Рассмотрев рисунок, можно отметить, что доля нестандартных проб по микробиологическим показателям с 2007 по 2016 гг. варьирует в разные периоды от минимального значения 0,4% в 2013 г. до максимального — 2,8% в 2016 г. В последние три года отмечается выраженная тенденция к росту указанного показателя.

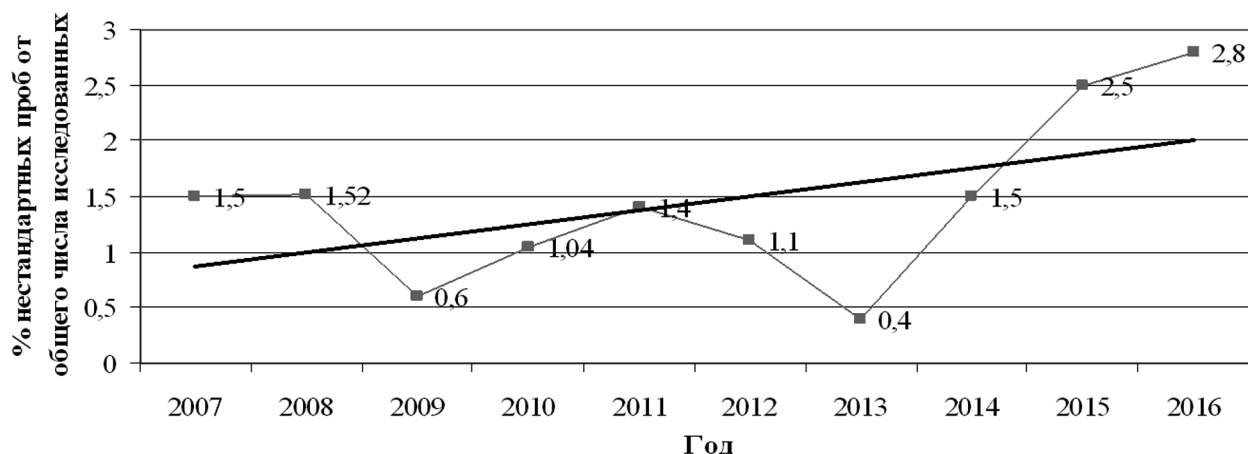


Рисунок — Динамика выявления нестандартных по микробиологическим показателям проб при осуществлении государственного санитарного надзора

Вывод: несмотря на постоянную модернизацию санитарно-технического состояния производств по приготовлению кондитерских изделий, приобретение холодильного оборудования и специальных транспортных средств для перевозки пищевой продукции доля нестандартных проб кондитерских изделий от общего числа исследованных проб возрастает. Исходя из вышеуказанного, можно предположить, что немаловажное влияние на микробиологические показатели кондитерских изделий имеет человеческий фактор.

Литература

1. Жарикова, Г. Г. Микробиология продовольственных товаров. Санитария и гигиена : учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Г. Г. Жарикова. — М. : Изд. центр «Академия», 2005. — 304 с.
2. Жвирблянская, А. Ю. Основы микробиологии, санитарии и гигиены в пищевой промышленности : [учеб. для сред. ПТУ] / А. Ю. Жвирблянская, О. А. Бакушинская. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1983. — 312 с.
3. Скокан, Л. Е. Микробиология основных видов сырья и полуфабрикатов в производстве кондитерских изделий / Л. Е. Скокан, Г. Г. Жарикова. — М. : ДеЛипринт, 2006. — 148 с.
4. Вербина, Н. М. Микробиология пищевых производств / Н. М. Вербина, Ю. В. Каптерева. — М. : Агропромиздат, 1988. — 255 с.
5. СанПиН. Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам : санитар. нормы и правила ; ГН. Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 21.06.2013 № 52 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.cgeud.by/articles/582.html>. — Дата доступа: 30.08.2017.

Поступила 01.09.2017

КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ МОЛОКА И МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ, ПРОИЗВОДИМОЙ И РЕАЛИЗУЕМОЙ В ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Руфкина М. М., ocge@mail.grodno.by,
Макуть К. Л., ocge@mail.grodno.by,
Федорак М. И., ocge@mail.grodno.by,
Воробей А. В., ocge@mail.grodno.by

Государственное учреждение «Гродненский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Гродно, Республика Беларусь

Значение молока и молочных продуктов в рационе человека крайне весомо, что обусловлено их высокой пищевой и биологической ценностью. В молоке присутствуют свыше 250 важных для жизни и развития организма веществ,

в т. ч. молочные жиры, углеводы, легко усвояемые белки, витамины и минеральные вещества [1], поэтому они являются неотъемлемой частью питания здорового человека. Но не следует забывать и о потенциальной опасности этой группы продукции — молоко и продукты из него могут быть источниками возбудителей многих инфекционных заболеваний и, прежде всего, токсикоинфекций, токсикозов бактериального происхождения. В связи с этим контроль качества и безопасности данной группы продукции остается актуальным [2].

В данной статье проанализированы результаты исследований молока и молочной продукции, в т. ч. импортной, выполненных лабораторией государственного учреждения «Гродненский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» в 1991–2016 гг.

При изучении результатов исследований данной продукции по микробиологическим показателям выявлена умеренная тенденция к снижению количества проб, не соответствующих требованиям технических нормативных правовых актов, со средним темпом прироста 5,4% (рисунок 1). Наиболее высокий удельный вес таких проб отмечается с 1991 по 1996 гг., также незначительный рост выявлен в 2006–2007 гг.

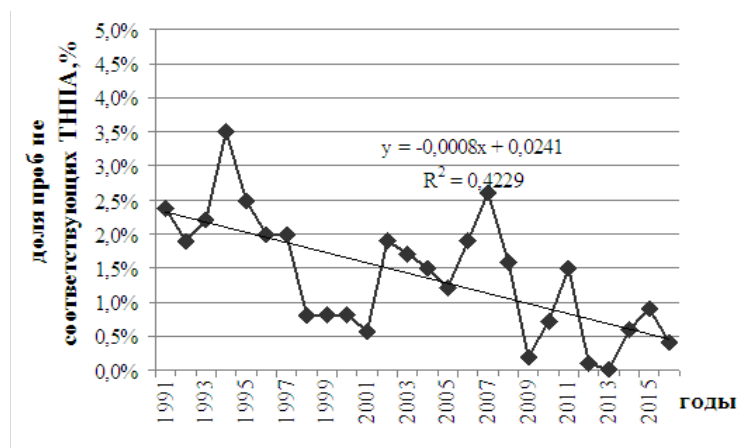


Рисунок 1. — Доля проб, не соответствующих ТНПА по микробиологическим показателям

С целью целенаправленного поиска чужеродных веществ в молочной продукции отмечается значительное снижение числа обследованных проб продукции — с 5489 в 1991 г. до 693 в 2015 г. (рисунок 2)

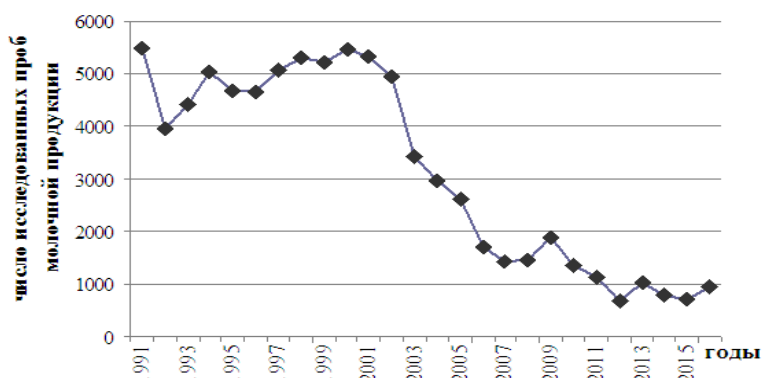


Рисунок 2. — Число исследованных проб молочной продукции за период с 1991 по 2016 гг.

Имеется выраженная положительная тенденция в результатах испытаний продукции на содержание пестицидов (не выявляются случаи несоответствия проб с 2003 г.) и тяжелых металлов (с 1999 г.). Также с 1991 г. по настоящее время не было зарегистрировано ни одного случая превышения содержания афлатоксинов.

С 2010 г. молокоперерабатывающими предприятиями осуществляется усиленный контроль молока и молочных продуктов на наличие антибиотиков. Также в ходе проведения государственного санитарного надзора санитарно-эпидемиологической службой области были отобраны и произведен лабораторный контроль 3042 проб молока и молочной продукции (с 2010 по 2016 гг.), из них только 5 проб образцов продукции (0,16%) не отвечали установленным требованиям. Испытание на содержание пищевых добавок данной продукции прошло 425 образцов проб, из них 100% отвечали гигиеническим нормативам [3].

Таким образом, можно сделать вывод, что поступающая потребителю продукция соответствует установленным требованиям безопасности, за исключением единично регистрируемых проб, имеющих несоответствие по микробиологическим показателям. Такие позитивные тенденции обусловлены комплексом факторов: улучшение санитарно-гигиенического состояния молочно-товарных ферм, модернизация молокоперерабатывающих предприятий и внедрение новых технологий производства, тщательный производственный лабораторный контроль, улучшение условий транспортировки, хранения и реализации молока и молочной продукции, а также совершенствование государственного санитарного надзора [4].

Литература

1. Чубенко, Н. В. Обеспечение качества и безопасности молока и молочной продукции / Н. В. Чубенко, Л. А. Малышева // Ветеринарная патология. — 2012. — № 4. — С. 135–139.
2. Кобыляцкая, А. С. Совершенствование ветеринарно-санитарного контроля качества молока и молочной продукции для детского питания / А. С. Кобыляцкая, Г. Д. Фирсова // Вестн. Донск. гос. аграр. ун-та. — 2013. — № 1. — С. 5–10.
3. СанПиН. Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 21.06.2013 № 52 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.cgeud.by/articles/582.html>. — Дата доступа: 30.08.2017.
4. Здоровье населения и окружающая среда Гродненской области в 2016 году : информ.-аналит. бюл. / ГУ «Гродненский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» ; Н. К. Кендыш [и др.]. — Гродно, 2017. — С. 81–83.

Поступила 01.09.2017

К ВОПРОСУ ЛИКВИДАЦИИ ЭКЗОГЕННОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ ЙОДА В ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Руфкина М. М., osge@mail.grodno.by,
Макуть К. Л., osge@mail.grodno.by,
Федорак М. И., osge@mail.grodno.by,
Руфкин А. В., osge@mail.grodno.by

Государственное учреждение «Гродненский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»,
г. Гродно, Республика Беларусь

Йод относится к группе биомикроэлементов, без которых невозможно существование жизни на земле. Суточная потребность составляет всего 100–200 мкг в зависимости от возраста, т. е. за всю жизнь человек должен употребить всего 3–5 г йода. Основным источником поступления этого микроэлемента в организм человека является пища. Все растения, произрастающие в местности, обедненной йодом, имеют недостаточное его содержание, и, как следствие, отмечается дефицит данного микроэлемента у людей, проживающих на данной территории. Это оказывает негативное влияние на здоровье населения и, в первую очередь, его наиболее уязвимых групп — детей, подростков, беременных и кормящих женщин. Проявления недостаточности могут быть различными: дефекты развития плода, нарушение умственного и физического развития, эндемический зоб у детей, а также нарушение когнитивной функции, гипотиреоз, снижение репродуктивной функции у взрослых.

Территория Беларуси, в т. ч. Гродненская область, относится к эндемичным по зобу регионам с легкой и средней степенью йодной недостаточности. В почвах содержание йода колеблется в пределах от 0,64 до 9,23 мг/кг, в воде — 1,9–3,2 мкг/дм³. В результате содержание данного микроэлемента в основных продуктах питания крайне низкое. Например, в хлебе ржаном оно составляет от 4,9–11,1 мкг/100 г, в говядине — 2,7–7,1 мкг/100 г, в картофеле — 3,4–4,9 мкг/100 г, в молоке — 2,3–4,7 мкг/100 г [1]. Очевидно, что с обычным рационом питания жители Беларуси не могут получить достаточное для организма количество йода. Единственным и надежным способом восполнения недостатка может быть обогащение данным микронутриентом наиболее широко потребляемых населением продуктов питания, в частности соли. Это обусловлено следующими факторами: соль используется всеми, независимо от социального и экономического положения, потребление соли в сутки составляет 5–15 г и не зависит от возраста, пола и времени года. Стоимость йодированной соли сопоставима с нейодированной и при правильной технологии йодирования исключается возможность передозировки [2]. Для удовлетворения потребности населения и пищевой промышленности в йодированной соли в республике функционируют два крупных предприятия — ОАО «Мозырьсоль» и ОАО «Беларуськалий».

Анализ продаж йодированной соли выявил, что удельный вес закупок предприятиями области йодированной соли остается на стабильно высоком уровне — 74,9–80,1%, при этом в начале реализации программы по ликвидации йододефицитных состояний в Республике Беларусь он был практически в два раза меньше — 40,8% (рисунок 1).

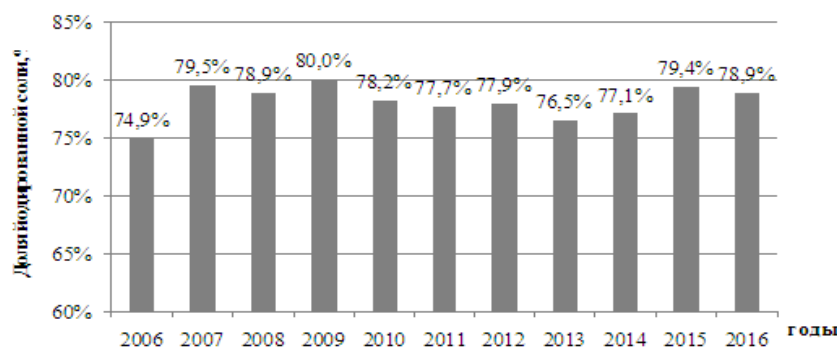


Рисунок 1. — Удельный вес йодированной соли от общего количества всей поступившей соли, закупленной предприятиями Гродненской области в 2006–2016 гг.

По области в 2016 г. было реализовано 4785151 кг йодированной соли, что составило 75,4% от общего объема продаж (рисунок 2). В целом можно отметить незначительное снижение реализации йодированной соли среди населения с 81,1% в 2007 г. до 75,7% в 2016 г. [3].

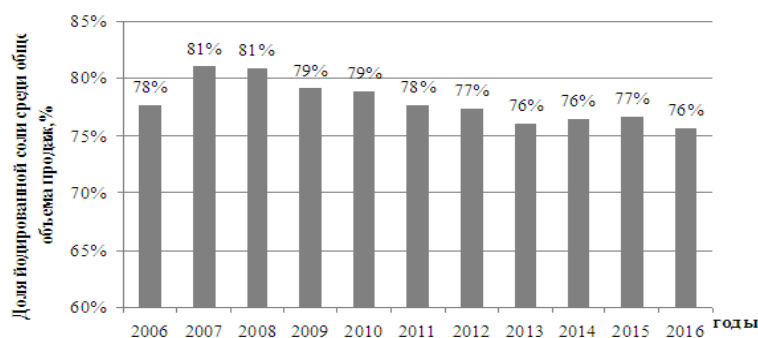


Рисунок 2. — Удельный вес реализованной йодированной соли от общего объема реализованной соли по области в 2006–2016 гг.

При мониторинговых наблюдениях за качеством йодированной соли установлено заметное снижение доли проб с уровнями содержания йода, не соответствующими гигиеническим нормам — с 2009 г. составляет 0% (рисунок 3).



Рисунок 3. — Количество исследованных проб йодированной соли в 2006–2016 гг.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Учитывая сложившуюся биогеохимическую обстановку, для предупреждения негативных явлений в состоянии здоровья населения, связанных с дефицитом йода, необходим обязательный прием гражданами дополнительных количеств йода. Наиболее удобным и надежным его источником может послужить йодированная соль.
2. Высокие объемы реализации и отсутствие нестандартных проб йодированной соли свидетельствуют об успешном ходе реализации программы по ликвидации йододефицитных состояний в Республике Беларусь.

Литература

1. Резникова, Л. Г. Содержание йода в основных и обогащенных продуктах питания жителей Республики Беларусь / Л. Г. Резникова, Н. Д. Коломиец, О. В. Шуляковская // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. : в 2 т. / под ред. С. М. Соколова, В. Г. Цыганкова. — Барановичи: Бараноич. укрп. типогр., 2002. — Т. 2. — С. 183–186.
2. Методические рекомендации по мониторингу содержания йода в йодированной поваренной соли : утв. Гл. гос. санит. врачом Респ. Беларусь В. П. Филоновым 14.07.2000.
3. Здоровье населения и окружающая среда Гродненской области в 2016 году : информ.-аналит. бюл. / ГУ «Гродненский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» ; Н. К. Кендыш [и др.]. — Гродно, 2017. — С. 79–81.

Поступила 01.09.2017

ВЛИЯНИЕ НЕСОБЛЮДЕНИЯ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ ПРИ ОБРАЩЕНИИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ИНФЕКЦИОННЫМИ И ПАРАЗИТАРНЫМИ БОЛЕЗНЯМИ

Руфкина М. М., ocge@mail.grodno.by,
 Русак Н. А., ocge@mail.grodno.by,
 Макуть К. Л., ocge@mail.grodno.by,
 Руфкин А. В., ocge@mail.grodno.by

Государственное учреждение «Гродненский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»,
 г. Гродно, Республика Беларусь

Одно из основных направлений деятельности санитарно-эпидемиологической службы — профилактика инфекционных заболеваний. Предъявление субъектам хозяйствования требований, регламентированных санитарно-эпидемиологическим законодательством, должно быть основано на четких знаниях о возможных последствиях нарушения

санитарных норм и правил, в первую очередь, с точки зрения рисков возникновения и распространения инфекционных заболеваний.

Целью настоящей работы явилось формирование устойчивых знаний о влиянии несоблюдения санитарно-эпидемиологических требований при обращении продуктов питания на заболеваемость населения инфекционными и паразитарными болезнями.

Нарушение требований в части содержания территории организации (несодержание в чистоте территории, контейнерной площадки, несвоевременный вывоз мусора, отсутствие крышек на контейнерах) приводит к выплоду мух, появлению животных и птиц на территории. Мухи являются механическими переносчиками различных возбудителей инфекционных заболеваний, животные — источниками бешенства, микроsporии, трихофитии, токсоплазмоза, глистных инвазий. Птицы могут быть источниками орнитоза. Все вышеперечисленные заболевания представляют значительную опасность для здоровья людей, прогноз при некоторых из них — неблагоприятный.

Бешенство (рабес, водобоязнь, гидрофобия) — опасное заболевание животных и человека вызываемое вирусом, при котором поражается центральная нервная система и развивается прогрессирующее смертельное воспаление головного и спинного мозга. Источником вируса бешенства являются как дикие, так и домашние животные. Больных бешенством животных можно отличить по обильному слюно- и слезотечению, а также при наблюдении признаков водобоязни. Инкубационный период при бешенстве в среднем составляет 30–50 дней, может длиться от 10 до 90 дней. Особую опасность представляют укусы в голову и руки. Рекомендуемые процедуры по оказанию первой помощи включают немедленное и тщательное промывание раны водой с мылом в течение 15 мин. В зависимости от тяжести контакта с животным, которое предположительно может быть инфицировано, рекомендуется проведение курса иммунизации вакциной против бешенства (постэкспозиционная профилактика), при наличии показаний необходимо введение антирабического иммуноглобулина [5].

Микроспория — грибковое заболевание, при котором поражаются кожа и волосы, а в исключительно редких случаях и ногтевые пластинки. Основным источником заболевания — кошки, собаки. Заражение микроспорией происходит при непосредственном контакте с больным животным или предметами, инфицированными шерстью или чешуйками. Чаще страдают дети. Инкубационный период при зоонозной микроспории составляет 5–7 дней. Заболевание известно также как «стригущий лишай», что обусловлено особенностями его проявления. Попав на кожу, грибок внедряется в нее и начинает размножаться. Заболеваемость микроспорией среди населения Гродненской области за 7 мес. 2016 г. составила 163 случая (15,5 на 100 тыс. населения), за 7 мес. 2017 г. — 149 (14,2 на 100 тыс. населения) [4].

Трихофития — кожное инфекционное заболевание, вызываемое грибами *Trichophyton*, *Epidermophyton*. Заражение происходит при непосредственном контакте с больным животным, человеком. Подъем заболеваемости микроспорией и трихофитией начинается в конце лета, пик приходится на октябрь–ноябрь, снижение до минимума наступает в марте–апреле. Сезонные колебания заболеваемости связаны с приплодами у кошек, а также более частым контактом детей с животными в летний период. Профилактика микроспории и трихофитии заключается в исключении контактов с безнадзорными животными, своевременном выявлении заболевания, изоляции и лечении больных микроспорией [4].

Орнитоз — острое инфекционное заболевание из группы зоонозов с природной очаговостью. Характеризуется лихорадкой, общей интоксикацией, поражением легких, центральной нервной системы, увеличением печени и селезенки. Возбудителем заболевания является бактерия *Chlamydophila psittaci*, которая во внешней среде может сохраняться до 2–3 недель. Заражение в большинстве случаев происходит воздушно-пылевым путем — при вдыхании пыли, содержащей хламидии. Резервуаром возбудителя и источником заражения являются домашние и дикие птицы. Инкубационный период колеблется от 6 до 17 дней [4].

Уменьшить риск заболевания данными инфекциями позволит выполнение таких мероприятий, как обустройство контейнерных площадок в соответствии с требованиями ТНПА, что препятствует загрязнению окружающей среды, выплоду мух и привлечению бродячих животных и грызунов; своевременное удаление коммунальных отходов; содержание прилегающей территории в чистоте [1].

Нарушение требований к сбору, обеззараживанию, временному хранению пищевых отходов, отходов пищевого производства сопряжено с риском распространения африканской чумы свиней. Для человека африканская чума свиней опасности не представляет, но приносит огромный экономический ущерб государству.

Африканская чума свиней — высококонтагиозная вирусная болезнь свиней, характеризующаяся лихорадкой, цианозом кожи и обширными гемorragиями во внутренних органах зараженного животного. Заражение здоровых свиней происходит при совместном содержании с инфицированными вирусоносителями. Эффективных средств профилактики африканской чумы свиней до настоящего времени не разработано, лечение запрещено. В случае появления очага инфекции практикуется тотальное уничтожение больного свиного поголовья, а также ликвидация всех свиней в очаге и в радиусе 20 км от него. Больные животные и животные, контактировавшие с ними, подлежат убою с последующим сжиганием трупов.

Для ограничения распространения африканской чумы свиней субъектам хозяйствования необходимо принимать продукты питания (мясо и мясные изделия) только с документами, подтверждающими их качество и безопасность, вести учет пищевых отходов, создать условия для их временного хранения, проводить их денатурацию с целью исключения привлечения животных и птиц, которые могут послужить переносчиком возбудителя данной инфекции [4].

Несвоевременный покос травы на территории может явиться причиной увеличения численности иксодовых клещей, являющихся переносчиками клещевых инфекций, наиболее распространенными из них являются клещевой энцефалит, Лайм-боррелиоз.

Клещевой энцефалит — природно-очаговая трансмиссивная вирусная инфекция, характеризующаяся лихорадкой, интоксикацией и поражением серого вещества головного мозга, оболочек головного и спинного мозга. Основным резервуаром и переносчиком вируса в природе являются иксодовые клещи, дополнительным — грызуны, некоторые птицы.

Профилактикой распространения клещей является проведение своевременного покоса травы и сорной растительности, дезинсекционных мероприятий. Заболеваемость клещевым энцефалитом среди населения Гродненской области за 7 мес. 2016 г. составила 20 случаев (1,9 на 100 тыс. населения), за 7 мес. 2017 г. — 15 (1,4 на 100 тыс. населения) [5].

Несвоевременные дератизационные мероприятия, нарушение требований к содержанию контейнерных площадок и территорий организаций приводит к неконтролируемому размножению крыс и мышей, которые проникают в складские

помещения, контактируют с пищевыми продуктами, могут являться источниками лептоспироза, иерсиниоза, туляремии, глистных инвазий и прочих заболеваний.

Лептоспироз — острое инфекционное заболевание, возбудителем которого являются бактерии рода лептоспира (*Leptospira*). Лептоспиры выделяются с продуктами жизнедеятельности животных (крыс, мышей), загрязняя воду, почву, овощи, растения.

Иерсиниоз — инфекционное заболевание человека и животных. Заболевание, опасное в виду широкого диапазона клинических проявлений и трудностей диагностики. Возбудитель — иерсиния — устойчивый микроорганизм. Основным источником — дикие грызуны, а также домашние животные, которые выделяют возбудителя в окружающую среду с мочой и фекалиями. Путь заражения — фекально-оральный. Фактор передачи — это чаще всего загрязненные овощи и фрукты. Иерсинии интенсивно размножаются при температуре от +4 до +20°C. Таким образом, даже те овощи, которые хранятся в оптимальных температурных условиях, могут явиться фактором передачи возбудителя. Особую эпидемиологическую роль играет влажность. Иерсинии лучше всего размножаются в условиях повышенной влажности. Увеличению влажности способствуют неполадки в вентиляционных системах овощехранилищ, хранение испорченных, гниющих овощей совместно с доброкачественными. Заболеваемость иерсиниозом в Гродненской области за 7 мес. 2016 г. не регистрировалась, за 7 мес. 2017 г. — 1 (0,09 на 100 тыс. населения).

Гельминтозы — паразитарные болезни человека, вызываемые гельминтами. Самые распространенные гельминтозы — поражающие желудочно-кишечный тракт: аскаридоз, трихоцефалез, энтеробиоз. Механизм передачи — фекально-оральный. Заражение происходит при попадании в пищеварительную систему яиц гельминтов. Эпидемиологическую значимость имеет распространение яиц гельминтов грызунами.

Для снижения вероятности заболевания данными инфекциями необходимо своевременно и регулярно проводить дератизационные мероприятия, исключить возможность попадания грызунов в помещение и создание условий, привлекающих их [2].

Нарушения требований к содержанию систем водоснабжения и водоотведения, вентиляции и кондиционированию может привести к распространению легионеллеза.

Легионеллез — сапронозное острое инфекционное заболевание, обусловленное различными видами микроорганизмов, относящихся к роду *Legionella*. Резервуар возбудителя — это почва и вода. В природе легионеллы обнаруживаются в пресных водоемах, оптимальная температура для размножения — 40–60°C. Искусственная ниша обитания легионелл — водные системы, созданные человеком с оптимальной температурой циркулирующей воды. Основным путем передачи — воздушно-капельный. Легионеллы выселяются из жидкостей кондиционеров, промышленных и бытовых систем охлаждения, бойлерных и душевых установок, также они часто колонизируют резиновые поверхности (шланги водопроводного оборудования).

Мероприятия по профилактике распространения легионеллеза через системы водоснабжения включают периодическую промывку всех систем как холодного, так и горячего водоснабжения, своевременное техническое обслуживание систем кондиционирования [4].

Несоблюдение правил и условий хранения, транспортировки, реализации пищевой продукции, нарушение правил личной гигиены сотрудниками пищевых предприятий, нарушение требований к кратности, качеству уборок, проведению дезинфекционных и дезинсекционных мероприятий может привести к контаминации продукции патогенными, условно-патогенными микроорганизмами и, как следствие, к распространению острых кишечных инфекций.

Острые кишечные инфекции — группа острых заболеваний желудочно-кишечного тракта, вызываемых различными инфекционными агентами, с алиментарным механизмом заражения, проявляющихся лихорадкой и кишечным синдромом с возможным развитием обезвоживания.

Возбудители кишечных инфекций — многочисленная группа бактерий, вирусов. При развитии заболевания человека беспокоит слабость, вялость, снижение аппетита, головная боль, повышение температуры — симптомы, напоминающие обычную простуду. Однако через некоторое время возникает тошнота и рвота, появляются схваткообразные боли в животе, диарея. Может беспокоить жажда и озноб. Заболеваемость острыми кишечными инфекциями в Гродненской области за 7 мес. 2016 г. составила 510 случаев (48,6 на 100 тыс. населения), за 7 мес. 2017 г. — 414 (39,5 на 100 тыс. населения) [3].

Допуск к работе с пищевыми продуктами сотрудников с гнойничковыми заболеваниями кожи рук, несоблюдение температурного режима в холодильном оборудовании приводит к контаминации продукции условно-патогенными микроорганизмами и их интенсивному размножению. В процессе жизнедеятельности микроорганизмы вырабатывают токсины, накапливающиеся в продукции. Употребление такой продукции приводит к развитию пищевой токсикоинфекции.

Пищевая токсикоинфекция (далее — ПТИ) — острое, кратковременное заболевание, вызываемое условно-патогенными бактериями, способными продуцировать экзотоксины вне организма человека (в продуктах питания) и протекающее с симптомами поражения верхних отделов ЖКТ (гастрит, гастроэнтерит) и нарушениями водно-солевого обмена. Наиболее частыми возбудителями ПТИ являются: *Clostridium perfringens*, *Proteus Vulgaris*, *Proteus mirabilis*, *Bacillus cereus* и другие. Инкубационный период при ПТИ составляет от 30 мин до 24 ч. Фактором передачи при ПТИ чаще всего являются молочные продукты, салаты, котлеты, паштеты, ветчина, пирожные с кремом. ПТИ характеризуется острым началом, тошнотой, рвотой, болями в животе, общей слабостью, головной болью и недомоганием.

Предотвратить появление и распространение острых кишечных инфекций и пищевых токсикоинфекций можно путем тщательного выполнения требований санитарных норм и правил, таких как ежедневная уборка и ежемесячные санитарные дни, обеспечение организаций достаточным количеством уборочного инвентаря, моющих и дезинфицирующих средств, соблюдение условий транспортировки и хранения пищевых продуктов, требований личной гигиены и т. д. Также необходимо минимизировать влияние так называемого «человеческого фактора» путем проведения обучения работников организаций с отработкой практических навыков на рабочих местах, усилением контроля руководства за санитарным состоянием объектов, создания и выполнения эффективного производственного контроля, административных обходов [1, 5].

Таким образом, организация качественной и доступной просветительской работы с субъектами хозяйствования с разъяснением влияния допускаемых в организациях нарушений требований ТНПА на заболеваемость как обслуживаемого организациями населения, так и самих работников будет способствовать снижению нарушений требований законодательства по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Литература

1. СанПиН. Санитарно-эпидемиологические требования для объектов общественного питания : санитар. нормы и правила : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 10.02.2017 № 12 : в ред. постановления М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 03.03.2017 № 20 [Электронный документ]. — Режим доступа: <http://rchepr.by/upload/Окончательный%20вариант%2003.03.2017.pdf>. — Дата доступа: 30.08.2017.
2. СП 17-69 РБ-98. Общие требования по профилактике инфекционных и паразитарных заболеваний : утв. постановлением Гл. гос. санитар. врача Респ. Беларусь 29.04.1998 № 18 [Электронный документ]. — Режим доступа: http://minzdrav.gov.by/dadvfiles/000391_78128_Epidem_311_1998_sanpin.doc. — Дата доступа: 30.08.2017.
3. СанПиН. Требования к организации и проведению санитарно-противоэпидемических мероприятий, направленных на предотвращение заноса, возникновения и распространения острых кишечных инфекций : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 29.03.2012 № 31 [Электронный документ]. — Режим доступа: <http://naviny.org/2012/03/29/by12031.htm>. — Дата доступа: 30.08.2017.
4. Интернет источник www.who.int/ru.
5. Интернет источник www.minzdrav.gov.by.

Поступила 01.09.2017

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В г. МИНСКЕ

¹Федоренко Е. В., к.м.н., доцент, afedorenko71@mail.ru,

²Филькер Е. В., minsk@minsksanepid.by,

²Субоч В. В., minsk@minsksanepid.by,

²Савик Г. А., minsk@minsksanepid.by,

²Микульская Л. В., minsk@minsksanepid.by,

²Ермакова Г. М., minsk@minsksanepid.by

¹Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

²Государственное учреждение «Минский городской центр гигиены и эпидемиологии», г. Минск, Республика Беларусь

Среди загрязнителей пищевой продукции особое место занимают вещества естественного происхождения. Примером таких соединений являются нитраты, основными источниками поступления которых является продукция растительного происхождения. Указанные вещества образуются на отдельных этапах синтеза растительного белка. При этом условия выращивания растений (агротехнические приемы, применение удобрений, световой и влажностный режимы) и генетические особенности отдельных сортов могут оказывать существенное влияние на содержание нитратов. Нитраты образуются в большинстве видов овощей, в зерновых и фруктах их уровень незначителен.

Нитраты относятся к малотоксичным соединениям. Негативные эффекты для здоровья вследствие поступления указанных соединений в организм связаны с их трансформацией в более токсичные нитриты. Последние способны у чувствительных индивидуумов, в первую очередь, детей раннего возраста, вызывать метгемоглобинемию. Доказана роль нитратов в качестве эндокринных дизрапторов. В результате процессов нитрофикации, которые могут реализовываться как в самих продуктах растительного происхождения, так и в процессе их переработки, а также в результате эндогенного синтеза из нитратов могут образовываться более токсичные нитриты и нитрозамины, обладающие канцерогенными свойствами. Все указанные соединения Международной ассоциацией изучения рака отнесены к группе 2А — вероятно канцерогенные для человека [1, 2].

Максимально допустимый уровень (далее — МДУ) нитратов в Республике Беларусь регламентируется в широком спектре овощной продукции, при этом диапазон значений для различных видов овощей и бахчевых культур составляет 60–4000 мг/кг [3]. Следует отметить, что законодательством Евросоюза установлен иной подход — нитраты нормируются только в различных видах салата и листовых овощах на уровнях 2000–7000 мг/кг [4]. Нитраты используются при изготовлении пищевой продукции в качестве пищевых добавок — консервантов, фиксаторов окраски. Нитрат калия (Е252) и нитрат натрия (Е251) могут входить в состав отдельных видов мясной продукции (колбас, консервов) в дозе не более 250 мг/кг, сыров и их заменителей — 50 мг/кг, соленой и маринованной пищевой продукции — 200 мг/кг (в пересчете на NaNO_3).

Овощи и продукты их переработки вносят существенный вклад в формирование алиментарной экспозиции нитратами — на их долю может приходиться 40–92% от общего поступления данных соединений. В связи с указанным гигиеническая оценка содержания обсуждаемых соединений в овощной продукции является актуальной.

Была сформирована база данных содержания нитратов в овощах и овощной продукции, находившейся в обращении на территории г. Минска в 2016 г. — первой половине 2017 г. Определение нитратов осуществлялось с использованием ГОСТ 29270-95 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения нитратов», МУ по определению нитратов и нитритов в продукции растениеводства № 5048-89, предел обнаружения (далее — ПО) нитратов составил 30 мг/кг.

Выкопировка включала наименование продукции и фактические уровни содержания в ней нитратов. В соответствии с международными подходами также учитывались низкоконтаминированные пробы, в которых фактический уровень указанных азотсодержащих соединений был ниже ПО использованного метода. Для таких проб при расчете статистических показателей в качестве замещающих значений использовался уровень ПО (30 мг/кг). При оценке уровней контаминации пищевой продукции из выкопированных данных были исключены значения, которые превышали МДУ нитратов, поскольку такая продукция изымается из обращения.

Обработка данных была проведена с использованием описательной статистики (пакет Statistica 12.0). Оценка с использованием критерия Шапиро–Уилка (Shapiro–Wilk W-test) показала, что характер распределения уровней нитратов в исследованной продукции с уровнем статистической значимости $p < 0,05$ отличается от нормального. В связи с указанным для количественной характеристики содержания обсуждаемых соединений в овощах и продуктах их переработки были использованы медиана (Me), интерквартильный размах ($25P-75P$) и 95 перцентиль (95P).

Характеристика уровней контаминации овощей и продуктах их переработки приведена в таблице.

Таблица — Гигиеническая характеристика контаминации овощной продукции нитратами

Наименование продукции ¹⁾	N	<ПО, абс.ч (%) ²⁾	Min-Max	Уровень нитратов			
				Me (25P÷75P), мг/кг	доля МДУ, %	95P, мг/кг	доля МДУ, %
Картофель	51	2 (3,9)	29–243	95 (49÷143)	38	189	76
Дыни	8	3 (37,5)	36–81	39 (36÷50)	43	81	90
Арбузы	7	7 (100)	–	< 30	<50	< 30	<50
Кабачки	25	0	55–392	309 (236÷360)	77	392	99
Капуста поздняя	32	1 (3,1)	32–493	226 (103÷336)	45	493	55
Капуста ранняя			30–877	410 (156÷764)	45	877	97
Листовые овощи	83	0	68–1833	425 (242÷985)	21	1751	88
Лук-перо	3	2 (66,7)	29–554	30 (29÷554)	5	554	92
Лук репчатый	18	4 (22,2)	29–65	37 (29÷46)	46	65	81
Морковь поздняя	27	6 (22,2)	45–243	131 (95÷192)	52	243	97
Морковь ранняя			29–249	69 (35÷137)	17	247	99
Огурцы	22	3 (13,6)	30–366	66 (45÷106)	16,5–44 ³⁾	366	91
Перец	40	8 (20)	30–236	46 (40÷76)	11,5–23 ³⁾	161	80
Салат-латук	14	0	461–3186	858 (580÷1876)	21–34 ³⁾	3186	80
Свекла	18	0	178–1399	770 (508÷1164)	55	1399	99
Томаты	121	42 (34,7)	30–62	36 (30÷37)	12–24 ³⁾	49	16–33

1) группа продукции включает в том числе и продукцию переработки;
2) количество проб <ПО;
3) в зависимости от сезона выращивания.

Полученные данные свидетельствуют, что наиболее часто нитраты в количествах, превышавших ПО, регистрировались в кабачках, листовых овощах, салате-латуке, капусте и свекле — обсуждаемые вещества были обнаружены во всех исследованных пробах продукции. Это связано в первую очередь с генетическими особенностями указанных культур. В меньшей степени наличие нитратов было характерно для дынь, арбузов, моркови, лука и томатов — доля проб, в которых содержание данных соединений было ниже чувствительности метода, составила 20–100%. В отношении некоторых культур необходимо дальнейшее накопление данных вследствие малой выборки наблюдений (бахчевые культуры, лук-перо).

Анализ полученных данных показал, что относительно высокие уровни контаминации (более 50% от МДУ) наблюдаются в кабачках, свекле и моркови — 77; 55 и 52% соответственно. В значительно меньшей степени процесс накопления обсуждаемых соединений характерен для лука-перо, томатов, огурцов и перца сладкого (5; 12–24; 16,5–44; 11,5–23% соответственно).

Абсолютные средние значения содержания нитратов в овощах свидетельствуют о высоком содержании данных азотсодержащих веществ в образцах капусты (226–410 мг/кг), листовых овощей (425 мг/кг), свеклы (770 мг/кг), салатах (858 мг/кг).

Рассмотрение максимальных уровней нитратов (по 95 процентилю) показало, что практически во всех овощных культурах указанные значения составляли 76–99% от МДУ, за исключением арбузов, капусты поздней и томатов, в которых содержание обсуждаемых соединений не превышало 55% от установленных гигиенических нормативов.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что нитраты являются одними из приоритетных контаминантов пищевой продукции, поскольку регистрируются в большом количестве проб исследуемой продукции. Содержание обсуждаемых соединений в пробах овощной продукции варьирует в широких пределах (30–858 мг/кг). Для отдельных овощных культур максимальные значения уровней нитратов близки к МДУ.

Результаты гигиенической оценки содержания нитратов в отдельных видах овощей могут быть использованы при планировании программ мониторинга за безопасностью продукции, обосновании кратности исследования в рамках программ производственного контроля при производстве пищевой продукции, а также при оценке риска здоровью, связанного с наличием в пище азотсодержащих соединений.

Литература

1. NITRATE (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds) Сайт Всемирной организации здравоохранения. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsAlphaOrder.pdf>. — Дата доступа : 20.08.2017.
2. Nitrates, nitrites, N-nitrosamines and polycyclic aromatic hydrocarbons in food: analytical methods, occurrence and dietary intake. [Электронный ресурс]. — 2006 — Режим доступа: http://www.academia.edu/23501371/Nitrates_nitrites_nitrosamines_and_polycyclic_aromatic_hydrocarbons_in_food_analytical_methods_occurrence_and_dietary_intake. — Дата доступа : 01.09.2017.
3. СанПиН. Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам : санитар. нормы и правила ; ГН. Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 21.06.2013 № 52. — Минск, 2013. — 252 с.
4. Сайт Доступа к Законам Европейского союза [Электронный ресурс]. — 2006. — Режим доступа: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2004R1881:20090420:EN:PDF>. — Дата доступа: 02.09.2017.

Поступила 01.09.2017

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ТРАНС-ИЗОМЕРОВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ОТДЕЛЬНЫХ ВИДАХ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Цемборевич Н. В., к.м.н., pitanie_f@rspch.by,
Федоренко. Е. В., к.м.н., доцент, afedorenko71@mail.ru

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Влияние питания на здоровье населения не вызывает сомнения. При этом с точки зрения сохранения и укрепления здоровья имеет значение как достаточное и сбалансированное обеспечение жизненно важными нутриентами (например, полноценными белками, витаминами и минеральными веществами), так и предотвращение избыточного поступления ряда веществ, присутствующих в пищевых продуктах (например, простых углеводов, хлористого натрия и др.). В последние годы большое значение с точки зрения предотвращения развития заболеваний болезней системы кровообращения придается содержанию в рационах транс-изомеров жирных кислот (далее — ТИЖК). ТИЖК в пищевых продуктах могут быть как естественного, так и искусственного (промышленного) происхождения. Естественные ТИЖК образуются в организме жвачных животных и содержатся, соответственно, в получаемой от них продукции (мясо и мясопродукты, молоко и молочная продукция). Промышленные ТИЖК образуются при гидрогенизации растительных масел и содержатся в ряде наименований масложировой продукции (твердые маргарины, спреды и т. д.) и продуктах, в рецептуру которых такие продукты входят (мучные кондитерские и сахаристые изделия, изделия с глазурью и др.). Процесс гидрогенизации используется для придания жидким растительным маслам определенных физико-химических свойств (например, повышение температуры плавления и создание твердой консистенции). Доказано, что ТИЖК, полученные промышленным путем, отличаются от природных трансизомеров, содержащихся в животных жирах (до 8%), и имеют полностью атерогенный характер [1].

Многочисленные исследования о влиянии промышленных ТИЖК на здоровье человека доказали значительное количество негативных эффектов. Так, мета-анализ различных исследований позволил установить повышение риска развития инфаркта миокарда или смерти от сердечно-сосудистых заболеваний на 20–32%, ассоциированного с изокалорийной заменой углеводов в рационе на 2% ТИЖК. Выявлены эффекты, связанные с воздействием на эндокринную систему, метаболические нарушения, приводящие к ожирению, снижению иммунитета [2].

Проведенные к настоящему времени крупномасштабные исследования в различных странах по влиянию промышленных ТИЖК на здоровье человека, позволяют сделать однозначный вывод о необходимости исключения или как минимум сокращения их содержания в рационе.

На основании анализа накопленных данных Всемирная организация здравоохранения рекомендовала снизить уровень потребления ТИЖК до 1% от суточной калорийности рациона. В 2009 г. ВОЗ пересмотрела эту рекомендацию и рекомендовала полностью удалить промышленные ТИЖК из продуктов питания.

Согласно рекомендациям ВОЗ основными подходами к снижению содержания ТИЖК в пищевых продуктах являются: добровольная саморегуляция производителями, обязательная маркировка продуктов питания, законодательные запреты на национальном уровне. Последний подход признан наиболее эффективным [3].

В связи с указанным в странах Европы и США последнее десятилетие принимаются различные меры, направленные на уменьшение риска для здоровья населения, ассоциированного с наличием ТИЖК в рационе. Снижение содержания ТИЖК в рационе за счет изменения технологии переработки растительных масел или замены гидрогенизированных жиров на иные виды продовольственного масложирового сырья (например, на пальмовое масло) является эффективно мерой, но не всегда достижимой с технологических и экономических позиций. Второй применяемой мерой является маркировка уровня ТИЖК в пищевых продуктах и обеспечением информированного выбора потребителей. Указанные меры в различных странах Европы и Америки носят как обязательный, так и добровольный характер.

Для определения уровня вмешательства в регулирование содержания ТИЖК пищевой продукции отправной точкой является количество их поступления с рационом. В настоящее время в Республике Беларусь отсутствуют данные о содержании в пищевой продукции ТИЖК как естественного в отношении промышленных ТИЖК информация. Указанное не позволяет оценить общий уровень поступления ТИЖК с рационами среди отдельных групп населения, что препятствует проведению соответствующей гигиенической оценки и определения действенных и экономически соразмерных мер по минимизации риска, ассоциированного с поступлением обсуждаемых веществ.

Специалистами республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» (далее — государственное предприятие «НПЦГ») проведена выкопировка результатов исследований содержания ТИЖК в масложировой продукции, кондитерских изделиях, продукции животного происхождения, полученной от жвачных животных, чипсах картофельных, продуктах быстрого приготовления, сухих смесях для питания детей раннего возраста, выполненных в республиканском унитарном предприятии «Научно-практический центр гигиены» в 2013–2016 гг.

На основе изучения рецептов проведен анализ содержания жирового компонента в мучных (38 рецептов) и сахаристых (26 рецептов) кондитерских изделиях, майонезах (15 рецептов), соусах на основе растительных масел (17 рецептов), маргаринах (22 рецептуры), спредах (13 рецептов), кулинарных жирах (18 рецептов).

Согласно национальным нормативам [4] и требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на масложировую продукцию» максимально-допустимый уровень содержания ТИЖК для твердых маргаринов, жиров специального назначения составляет 20,0% от содержания жира в продукте, для заменителей молочного жира, мягких и жидких маргаринов, спредов растительно-сливочных, спредов растительно-жировых, смесей топленых растительно-сливочных, смесей топленых растительно-жировых — 8% от содержания жира в продукте.

Содержание ТИЖК в проанализированных образцах продуктов переработки растительных масел (таблица 1) находилось в интервале от 1,42 до 19,96% от суммы жирных кислот в продукте, что позволяет сделать вывод о том, что при производстве масложировой продукции были выполнены необходимые технологические условия. При этом более высокие значения содержания ТИЖК в продуктах переработки растительных масел в сравнении с растительными маслами

свидетельствует, что процесс модификации (гидрогенизации) растительных масел приводит к увеличению массовой доли ТИЖК в продукте.

Таблица 1. — Содержание ТИЖК в маслах растительных и продуктах переработки растительных масел

Масложировая продукция	Содержание ТИЖК, % от суммы ЖК
Необработанные растительные масла	Не более 0,50
Рафинированные растительные масла	Не более 1,00
Спреды растительно-сливочные	0,70–6,60
Мягкие маргарины	0,10–17,00
Твердые маргарины	12,1–19,9
Кулинарные жиры	1,42–18,27
Кондитерские жиры	1,12–6,68
Фритюрные жиры	0,51–19,96
Саломасы	25,00–47,00

Естественные ТИЖК образуются в организме жвачных животных. Образование ТИЖК у жвачных животных связано с метаболизмом полиненасыщенных жирных кислот из кормов, включающим реакции гидрогенизации (дегидрогенизации), протекающие в их рубце под действием целлюлолитических ферментов. Ряд изомеров жирных кислот оказывают благотворное действие, например, руменовая кислота, являющаяся изомером линолевой кислоты и присутствующая в молочном жире. Основной трансизомер молочного и говяжьего жира — вакценовая кислота — может превращаться в организме человека в руменовую. Однако исследования последних лет установили, что влияние натуральных и промышленных источников транс-изомеров одинаково [1, 2]. В связи с чем для оценки поступления ТИЖК с суточным рационом питания необходимо учитывать поступление естественных ТИЖК.

Результаты исследований, представленные в таблице 2, свидетельствуют, что содержание ТИЖК от суммы жирных кислот (далее — ЖК) в продукции животного происхождения, полученной от жвачных животных, зависит от вида продукции и массовой доли жира в продукте.

Таблица 2. — Содержание ТИЖК в продукции животного происхождения

Пищевая продукция	Массовая доля жира, %	Содержание ТИЖК, % от суммы ЖК
Сливочное масло	81,5–83,0	2,20–5,15
Молоко	2,4–4,0	3,90–5,09
Сыр	21,5–32,0	3,59–5,68
Говяжий жир	98,5–99,7	2,00–6,00
Говядина	3,3–21,5	2,78–9,52

Кулинарные и кондитерские жиры, маргарины широко используются при производстве кондитерских изделий. На основе изучения рецептов проанализировано содержание жирового компонента в мучных (38 рецептов) и сахаристых (26 рецептов) кондитерских изделиях, а также выполнен расчет содержания ТИЖК в кондитерских изделиях в зависимости от применяемого жира для каждого изделия.

Анализ рецептов мучных кондитерских изделий показал, что при их производстве используются продукты переработки растительных масел — маргарины; жиры специального назначения, в т. ч. жиры кулинарные, кондитерские, хлебопекарные, спреды растительно-сливочные, спреды растительно-жировые, смеси топленые растительно-сливочные. Массовая доля жирового компонента в мучных кондитерских изделиях варьирует от 13,0 до 35,0%. Расчетное содержание ТИЖК в мучных кондитерских изделиях в зависимости от применяемого жира для каждого изделия составляет от 1,0% от суммы ЖК (в пряниках) до 7,0% от суммы ЖК (в слоеных мучных изделиях).

Анализ рецептов сахаристых кондитерских изделий показал, что при их производстве используются продукты переработки растительных масел — эквиваленты масла какао, заменители масла какао РОР-типа, заменители масла какао нетемперируемые нелауринового типа, заменители масла какао. Массовая доля жирового компонента в сахаристых кондитерских изделиях составляет 23,0–38,0%. Расчетное содержание ТИЖК в сахаристых кондитерских изделиях составляет от 4,5–7,6% от суммы ЖК.

Результаты анализа расчетного содержания ТИЖК в кондитерских изделиях представлены в таблице 3.

Согласно результатам исследований фактическое содержание ТИЖК в печенье варьировало от 1,76 до 2,76% от содержания жира в продукте, в хлебобулочных изделиях — от 0,25 до 4,2% от содержания жира в продукте.

Таблица 3. — Расчетное содержание ТИЖК в кондитерских изделиях

Кондитерское изделие	Максимальное содержание жира в продукте, %	Допустимый уровень содержания ТИЖК в применяемых жирах для каждого изделия, %	Расчетное содержание ТИЖК в готовом продукте, % от суммы ЖК
Печенье сахарное	23,0	20	4,6
Печенье сдобное	35,0	20	7,0
Вафли	30,0	20	6,0
Слоеные изделия	35,0	20	7,0
Крекеры	16,6	20	3,3
Кексы	20,0	20	4,0
Пряники	13,0	8	1,0
Овсяное печенье	22,0	8	1,8
Затяжное печенье	14,0	20	2,8
Конфеты типа пралине	38,0	20	7,6
Кондитерская глазурь	35,0	20	7,0
Помада (сливочная)	23,0	20	4,5
Сбивные конфеты	25,0	20	5,0
Среднее значение	25,3		4,7

Адаптированные и частично адаптированные молочные смеси (сухие, жидкие, пресные и кисломолочные), предназначенные для питания детей раннего возраста, являются существенным, а нередко и единственным источником поступления пищевых веществ в организм детей первого года жизни. Согласно национальным нормативам [4] и требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» содержание ТИЖК в такой продукции не должно превышать 3% от содержания общих жиров. По результатам исследований, проведенных в государственном предприятии «НПЦГ» в 2013–2016 гг., содержание ТИЖК в сухих молочных смесях, предназначенных для питания детей раннего возраста, находящихся в обращении на территории Республики Беларусь, не превышало нормативные значения и составляло 0,07–1,9% от содержания общих жиров, что свидетельствует о надлежащей производственной практике на предприятиях-изготовителях.

Согласно литературным данным значимыми источниками поступления ТИЖК с суточным рационом питания являются чипсы, продукты быстрого приготовления как промышленного производства, так и изготавливаемые на объектах общественного питания [5]. Согласно результатам исследований содержания ТИЖК в указанных видах пищевой продукции, проведенные в государственном предприятии «НПЦГ» в 2013–2016 гг., содержание ТИЖК в продуктах быстрого питания составляет: в чипсы картофельных — 2,90–34,84% от суммы ЖК, первых и вторых блюда быстрого приготовления промышленного производства — 0,48–38,63% от суммы ЖК, продуктах быстрого приготовления, произведенные на объектах общественного питания — 2,07–10,30% от суммы ЖК.

Результаты исследований свидетельствуют о необходимости ужесточения национальных нормативных требований по содержанию ТИЖК в отдельных видах масложировой продукции, используемых при производстве пищевой продукции и являющихся основным источником промышленных ТИЖК в рационе, а также разработке нормативных требований по вынесению информации о содержании ТИЖК в пищевой продукции на маркировку с целью обеспечения возможности информированного выбора потребителей.

Литература

1. Саркисян, В. А. Система антиоксидантной защиты в нативных липидных системах / В. А. Саркисян, А. А. Кочеткова // Вопр. питания. — 2014. — Т. 83, № 3. — С. 263–265.
2. Trans (elaidic) fatty acids adversely affect the lipoprotein profile relative to specific saturated fatty acids in human / K. Sundram [et al.] // J. Nutr. — 1997. — Vol. 127. — P. 514–520.
3. ВОЗ, Европейское отделение. План действий в области пищевых продуктов и питания на 2015–2020 гг. Европейский региональный комитет шестьдесят четвертая сессия. Копенгаген, Дания 15–18 сентября 2014 г. [Электронный ресурс]. — Режим доступа : http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/253779/64wd14_Rus_FoodNutAP_140426.pdf?ua=1. — Дата доступа: 04.02.2017.
4. Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов : гигиенический норматив, утв. постановлением М-ва здравоохранения Республики Беларусь, 21 июня 2013, № 52 // Сборник нормативных документов по продовольственному сырью и пищевым продуктам / Респ. Центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья. — Минск, 2014. — С. 46–251.
5. Симакова, И. В. Исследование влияния транс-изомеров олеиновой кислоты во фритюрном жире на организм животных / И. В. Симакова, А. А. Терентьев, Р. Л. Перкель // Региональные вопросы развития технологии продуктов и организации общественного питания : сб. науч. тр. / С.-Петерб. торг.-эконом. ин-т. — СПб., 2007. — С. 62–67.

Поступила 01.09.2017

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ДОСТУПНОСТИ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ ЗДОРОВОЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Шукевич В. А., og@rcheph.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»,
г. Минск, Республика Беларусь

Государственный санитарный надзор за соблюдением требований законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения объектами торговли и общественного питания, перерабатывающими предприятиями включает ряд задач, в т. ч. выполнение подконтрольными объектами санитарных норм и правил, соблюдение гигиенических нормативов, предупреждение пищевых отравлений, кишечных инфекций и других заболеваний, связанных с продовольственным сырьем и пищевыми продуктами, а также в целом улучшение условий питания населения [1].

Пищевая продукция выпускается в обращение на рынке при ее соответствии установленным показателям качества и безопасности, наличии маркировки и товаросопроводительной документации, обеспечивающей прослеживаемость товара [2].

Однако в настоящее время при соблюдении вышеуказанных условий в отношении пищевой продукции все больше становится актуальным такое определение как «здоровая», доступность таких продуктов в торговой сети и на объектах общественного питания.

В части обеспечения доступности для населения «здоровой» пищевой продукции имеются следующие проблемные вопросы, касающиеся:

- количества соли, сахара и транс-изомеров жирных кислот (далее — ТИЖК) в производимой пищевой продукции;
- расширения ассортимента изготавливаемых пищевых продуктов отечественного производства;
- популяризации продукции «здорового» питания.

Часть мероприятий, например, направленных на снижение в производимой пищевой продукции соли и ТИЖК, предусмотрена Государственной программой «Здоровье народа и демографическая безопасность Республики Беларусь» на 2016–2020 гг. Однако четкий механизм их реализации отсутствует, причиной чему в первую очередь является отсутствие законодательной основы для такой работы.

Учреждениями санитарно-эпидемиологической службы при проведении санитарно-гигиенической экспертизы технических условий и рецептур на пищевую продукцию рекомендуется пересматривать содержание соли, сахара и ТИЖК в тех или иных изделиях в сторону уменьшения. Тем не менее рекомендательный характер в данном случае значительного воздействия на предприятия не оказывает.

Кроме того, процент содержания соли и сахара в изделиях влияет на установление того или иного срока годности продукции, а его снижение, как правило, лишает возможности использования предприятиями–изготовителями уже имеющихся сроков годности продукции без их подтверждения в установленном порядке (с проведением лабораторных исследований).

Таким образом, субъектами хозяйствования на добровольной основе вышеуказанные рекомендации массово не поддерживаются. Свидетельством тому являются результаты выборочного анализа ассортимента реализуемой в торговой сети продукции, из которого пищевые продукты с пониженным содержанием упомянутых компонентов составляют не более 5%, поэтому в отношении предприятий–изготовителей необходима заинтересованность, наиболее эффективным вариантом которой могут быть экономические преференции.

На сегодняшний день также нужна работа по продвижению такого товара на рынке страны. В качестве рекламы продукции «здорового» питания можно рассматривать разработку отличительного знака, выдаваемого Министерством здравоохранения Республики Беларусь, что повысит внимание потребителя и позволит выделить «здоровые» продукты из общего ассортимента товара.

Для этого нужны четкие критерии, для разработки которых необходимо участие ряда специалистов, в т. ч. лечебного профиля.

Востребованность такой маркировки можно прогнозировать исходя из востребованности процедуры согласования Минздравом специальных свойств продукции, в рамках которой предприятия желают нанести информацию о рекомендации или одобрении продукта Минздравом, что сегодня выходит за пределы предоставленных ему полномочий.

В настоящее время Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь проводится работа по рассмотрению документов на маркировку продукции знаком «Натуральный продукт».

Знак «Натуральный продукт» наносится на продукцию, изготовленную из натурального продовольственного сырья животного, растительного и (или) минерального происхождения, без применения методов генной инженерии и искусственных пищевых добавок [3].

Однако при соблюдении всех указанных условий под определение «натуральный» подходит множество видов пищевой продукции. Например, такой знак был получен для мороженого, сока с мякотью и сахаром, шоколада, сгущенного молока. Несмотря на то, что данная продукция состоит из натуральных ингредиентов, наличие в ней некоторых из них, в частности значительного количества сахара, не может свидетельствовать о ее пользе для здоровья потребителей.

На уровне Евразийского экономического союза также рассматривается вопрос о разработке изменений в технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» ТР ТС 022/2011 по установлению «светофорной маркировки» на пищевую продукцию. Планируется, что предлагаемые изменения будут предусматривать порядок достоверного информирования потребителей об уровнях жира, сахара и соли в переработанной пищевой продукции, что также позволит привлечь внимание потребителя к «здоровым» продуктам. Проведение данной работы по проекту изменений предусмотрено в IV квартале 2017 г.

Сегодня законодательством в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения регулируется только реализация биологически активных добавок к пище, применяемых для обогащения пищи человека (содержащих в своем составе дополнительные источники белков, жиров, углеводов, пищевых волокон), которая должна осуществляться в

торговом объекте в специально отведенных местах, оборудованных стеллажами (шкафами) с учетом условий их хранения и обозначенным специальным указателем для потребителей [4], иными документами, в т. ч. других республиканских органов государственного управления, размещенными в свободном доступе, данный вопрос не регламентирован.

Анализ ситуации на торговых объектах по наличию специализированных мест показал, что факты отсутствия последних на объектах были выявлены в 59% случаев от общего количества установленных в данной части недостатков. На 8% обследованных объектов в продаже отсутствовала вышеуказанная и специализированная пищевая продукция.

Кроме того, сегодня нет каких-либо требований по включению в такие отделы иной продукции, которая не относится к БАД, но может быть отнесена к категории «здорового питания», равно как и критериев последнего. При этом вопрос является актуальным, т. к. под таким определением можно рассматривать продукцию исключительно полезную для здоровья потребителей.

Одновременно следует отметить, что размещение в одном отделе всего ассортимента «здоровой» продукции может быть затруднительно, т. к. часть из нее будет требовать специальных условий хранения. И как уже было изложено выше, своеобразным решением проблемы может быть внедрение маркировки специальным знаком.

Актуальным является также вопрос обогащения пищевой продукции. По имеющейся информации обязательное обогащение зерновых проводится в 83 странах мира, в 23 — фортификация масел [5]. В нашей стране такая работа предприятиями тоже ведется, но результат ее на общем фоне ассортимента представленной в реализации продукции не значителен.

Обогащение может носить обязательный, законодательно закрепленный и добровольный характер. При этом последнее в ряде случаев может осуществляться больше с маркетинговой целью, а не для благоприятного воздействия на здоровье потребителя.

В качестве критериев эффективности обязательного обогащения пищевых продуктов массового потребления в научной литературе представлено следующее: увеличение потребления отдельными микронутриентов; уменьшение относительного количества лиц с недостаточным потреблением отдельных микронутриентов; улучшение обеспеченности населения микронутриентами; улучшение биомаркеров некоторых алиментарно-зависимых заболеваний; снижение частоты врожденных дефектов (Тутельян В.А., Ханферьян Р.А., Вржесинская О.А.).

Отдельного внимания заслуживают знания населения о принципах здорового питания. Зачастую последние населением трактуются как снижение калорийности, что происходит за счет бесконтрольного употребления обезжиренных продуктов и исключения из рациона важнейших компонентов. При этом работу с населением должны вести не только специалисты санитарно-эпидемиологической службы, но и медицинские работники первичной медицинской помощи, проводя консультирование по продвижению здорового образа жизни.

Знания населения необходимы еще и в качестве дополнительного стимула для изготовителей, т. к. спрос, например, на соленую и сладкую продукцию неизбежно ведет к увеличению ее производства и наоборот.

Таким образом, в настоящее время рассмотренный вопрос требует регулирования в первую очередь с государственного уровня, поскольку при отсутствии обязательных требований и одновременно определенных предпочтений в отношении предприятий-изготовителей формирование их заинтересованности в производстве продукции «здорового» питания только путем рекомендаций не представляется возможным.

Важным моментом является разработка критериев для такой продукции, что даст возможность рассмотреть далее оборудование отделов по ее реализации в торговой сети. Способствовать продвижению «здоровых» продуктов будет и специальный знак, для нанесения которого необходимы упомянутые критерии для «здоровой» продукции и документ, регулирующий этапы проведения данной процедуры.

Кроме того, работа по организации и выработке подходов по обеспечению доступности для населения «здоровой» пищевой продукции должна осуществляться при широкомасштабном информировании населения.

Литература

1. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения [Электронный ресурс] : Закон Респ. Беларусь, 7 января 2012 г., № 340-3 : гл. 6 // КонсультантПлюс, 2017.
2. О безопасности пищевой продукции : ТР ТС 021/2011 : принят 09.12.2011 : вступ. в силу 01.07.2013 / Евраз. экон. комис. — Минск : БелГИСС, 2015. — С. 26–27.
3. Пищевая продукция. Правила маркировки знаком «Натуральный продукт». Основные положения : ТКП 126-2016 (33540). — Введ. 14.12.2016. Минск : Госстандарт, 2017. — 14 с.
4. СанПиН. Санитарно-эпидемиологические требования для организаций, осуществляющих торговлю пищевой продукцией [Электронный ресурс] : санитар. нормы и правила : утв. Постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 28.08.2012 № 132. — Гл. 7. — Режим доступа: http://minzdrav.gov.by/lcfiles/000127_370854_PostMZ_N132_2012.doc. — Дата доступа: 30.08.2017.

Поступила 01.09.2017

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ КОМПЛЕКСА ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК НА ПОКАЗАТЕЛИ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У МОЛОДЫХ И ПОЛОВОЗРЕЛЫХ КРЫС

Ясюченя Р. Н., rita_yasuchenia@mail.ru

Государственное научное учреждение «Институт физиологии Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

Проблема сохранения здоровья и увеличения продолжительности жизни человека всегда являлась одной из самых важных и актуальных в биологии и медицине. Важнейшей этиологической причиной возникновения многих видов патологии является неправильное питание населения. С ростом объема производства пищевой продукции стало увеличиваться и количество пищевых добавок, способных изменить вкусовые качества продуктов питания и пролонгировать сроки их хранения.

Внесение в продукты питания даже допустимого количества разрешенных пищевых добавок (консервантов, красителей, загустителей, окислителей и т. д.) сопровождается резким и существенным изменением механизмов пищеварения. Погоня производителей за количеством выпускаемой продукции, а также увеличением сроков ее реализации, часто вступает в противоречие с качеством. Большинство пищевых добавок не имеют, как правило, пищевого назначения и могут частично оставаться в продуктах в неизменном виде или в виде веществ, образовавшихся в результате химического взаимодействия добавок с компонентами пищевых продуктов и, несмотря на допуск их к применению, могут оказывать негативное воздействие на функционирование органов и систем.

В настоящее время наиболее применяемым классом пищевых добавок у производителей являются вкусоароматические добавки и, в первую очередь, глутамат натрия (мононатриевая соль L-глутаминовой кислоты, MSG). Установлено, что употребление глутамата натрия может приводить к некрозу ткани поджелудочной железы, к нарушению согласованной работы гипоталамо-гипофизарной системы, а также проявляться гипофагией, ожирением, редукцией яичников, поздним половым созреванием и значительным повышением уровня кортикостероидных гормонов [1].

Выявлены и негативные последствия для организма человека в отношении некоторых пищевых красителей и консервантов.

К наиболее применяемым синтетическим красителям принадлежат азокрасители, представителем которых является тартразин (Е102). Благодаря особенностям строения (наличие свободного протона и трех реакционных центров — атомов N, O и C) тартразин в химических реакциях выступает в виде трех таутомерных форм в зависимости от природы реакционной среды. Установлено, что тартразин, применяемый в производстве йогуртов, напитков и кондитерских изделий, провоцирует аллергические реакции, раздражительность и гиперактивность у детей [2].

Широко применяемый в пищевой промышленности консервант бензоат натрия (Е211) имеет выраженные проокислительные и мутагенные свойства. Научно обосновано, что потребление человеком продуктов, содержащих значительное количество этого консерванта, может инициировать окислительный стресс в эпителиальных клетках желудочно-кишечного тракта, что позже было подтверждено на культуре клеток дрожжей. Выявлено, что бензоат натрия вовлекается в метаболизм и выступает ингибитором ферментов углеводного и энергетического обмена, проявляет проокислительные свойства [3].

Показано, что длительное потребление пищевых продуктов, содержащих красители и стабилизаторы, во время эмбриогенеза способствует развитию урологических патологий у детей [4].

Хорошо известно, что далеко не все замены, добавки и изъятия компонентов из состава традиционных пищевых продуктов являются безвредными и безопасными для здоровья человека. Решение проблемы безопасности и функциональной полезности продуктов питания невозможно осуществить без научного исследования вопроса о влиянии комплекса пищевых добавок на состояние функционального статуса организма.

Исходя из вышеизложенного, цель настоящей работы — изучение совместного воздействия различных классов пищевых добавок (красителей, консервантов, усилителей вкуса) на изменение сердечной деятельности у молодых и половозрелых крыс.

Экспериментальные исследования выполнены на самцах белых крыс линии Вистар ($n = 33$) в возрасте 1,5 ($98,2 \pm 6,9$ г) и 4,5 ($273,6 \pm 5,7$ г) мес. Исследования осуществляли в соответствии с соблюдением биоэтических норм и требований Международного комитета по науке. Проведены 4 серии хронических экспериментов: 2 контрольные группы — особи в возрасте 1,5 ($n = 8$) и 4,5 мес. ($n = 7$), находившиеся на стандартном рационе вивария; 2 экспериментальные группы (молодые $n = 8$ и половозрелые крысы $n = 10$) на протяжении 15 дней получали комплекс пищевых добавок глутамат натрия (мононатриевая соль L-глутаминовой кислоты, MSG; Е621, Sigma Chemical, США), бензоат натрия (Е211, Пять океанов, РБ, Минск), тартразин (Е102, ООО «РОХА ДАЙКЕМ», РФ, СПб.). В соответствии с едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) (Гл. II Раздел 22 Требования безопасности пищевых добавок и ароматизаторов) установлены максимально допустимые уровни данных пищевых добавок в продуктах питания для человека, которые в перерасчете на крысу с использованием соответствующих коэффициентов [5] составили 720 мг/кг глутамата натрия, 30 мг/кг бензоата натрия, 45 мг/кг тартразина. Согласно требованиям безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств (ТР ТС 029/2012 от 20 июля 2012 г. № 58) глутамат натрия, бензоат натрия и тартразин разрешены для применения при производстве пищевой продукции. После завершения хронического эксперимента все животные были подвергнуты исследованиям.

Регистрацию электрокардиограммы (далее — ЭКГ) осуществляли в остром опыте на наркотизированных тиопенталом натрия (70 мг/кг массы тела, внутривенно) крысах во II стандартном отведении стальными игольчатыми электродами. Определяли: частоту сердечных сокращений (далее — ЧСС); интервалы *P-R*, *R-S*, *S-T*, сегмент *T-P*, и амплитуду зубцов: *P*, *R* и *S*; *T*, а также вариабельность сердечного ритма (далее — ВСР), которую вычисляли с помощью программы InputWin. Показатели ВСР измерялись по минутным отрезкам ЭКГ без артефактов, чтобы избежать искажения параметров случайными факторами. ЧСС подсчитывали в ударах в минуту (уд./мин), среднюю амплитуду потенциалов — в микровольтах (мкВ), показатели ВСР и длительность интервалов — в мс и %. Все полученные результаты статистически обрабатывались с помощью программы Statistica 6.0 (Statsoft Inc., USA). Нормальность их распределения проверяли тестом Шапиро–Уилка. Межгрупповые сравнения средних величин проводили с помощью непараметрического теста Манна–Уитни. Критический уровень значимости (P) при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимали равным 0,05.

На основании исследований установлено, что введение в рацион неполовозрелых крыс комплекса пищевых добавок приводило к снижению ЧСС до $358,5 \pm 13,3$ против $371,0 \pm 13,5$ уд./мин в контроле (сдвиги хотя и не являлись достоверными, но носили во всех опытах однонаправленный характер (рисунок А).

При анализе амплитуды зубцов выявлено достоверное повышение зубца *P* (отражающего процесс охвата возбуждением миокарда предсердий и соответственно их сокращение) и *S* (отвечающего за процесс реполяризации). Отмечено повышение зубца *T* ($P \geq 0,05$). Высота *R* потенциала существенно не изменялась (таблица 1).

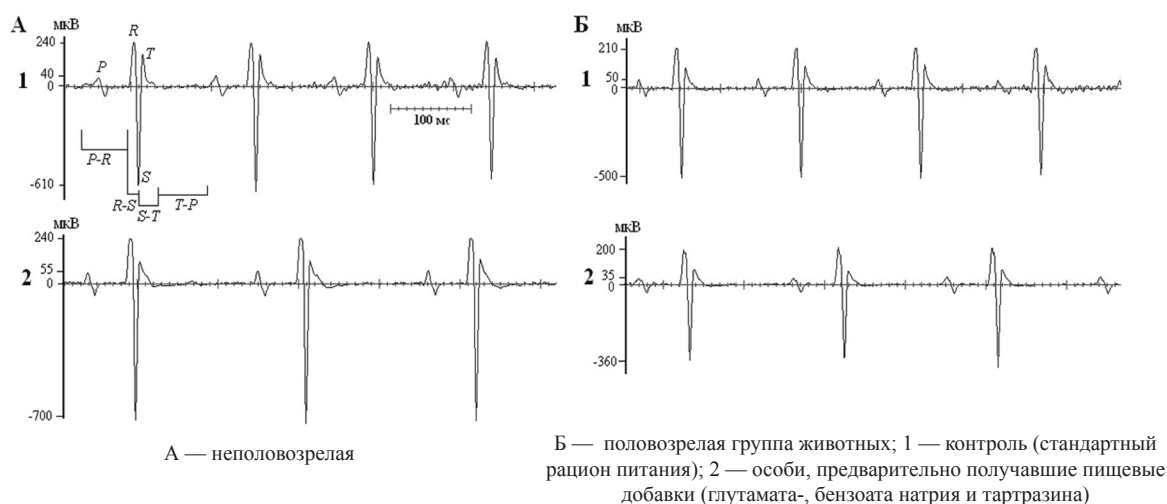


Рисунок — Фрагменты записи ЭКГ крыс, находившихся на различных рационах кормления

Таблица 1. — Изменение показателей ЭКГ и ВСР у неполовозрелых крыс, находившихся на разных рационах кормления

Анализируемые показатели	Контроль (стандартный рацион) (n = 8)	После потребления пищевых добавок (n = 8)
Показатели ЭКГ		
ЧСС, уд./мин	371,0±13,5	358,5±13,3
P-R, мс	93,0±2,2	96,6±1,9
R-S, мс	17,3±0,5	17,6±0,4
S-T, мс	40,6±1,9	43,6±2,2
T-P, мс	143,2±5,8	173,8±9,9*
P, мкВ	46,3±2,4	66,4±2,6*
R, мкВ	241,5±2,9	242,6±2,0
S, мкВ	593,9±38,0	805,1±53,7*
T, мкВ	128,4±21,7	140,5±24,9
Показатели ВСР		
SDNN, мс	1,11±0,18	1,19±0,19
RMSSD, мс	1,08±0,26	1,34±0,20
CV, %	0,70±0,07	0,68±0,08
MxDMn, мс	6,04±0,96	6,39±0,67
Mo, мс	141,5±2,7	169,11±7,42*
AMo, %	38,25±2,32	36,14±4,39

* — статистически достоверное отличие в сравнении с показателями контрольной группы по критерию Манна–Уитни ($P < 0,05$).

Также наблюдали явное ($P < 0,05$) удлинение сегмента *T-P* на 21,4% у особей, употреблявших нутриенты, свидетельствующие о пролонгировании периода электрической диастолы сердца (таблица 1). Остальные интервалы (*P-R*, *R-S*, *T-P*) статистически значимых модификаций не претерпевали (таблица 1).

Исследование параметров ВСР у неполовозрелых животных показало, что после потребления смеси пищевых добавок происходит увеличение активности симпатического звена вегетативной регуляции в деятельности сердца, что отражается в достоверном повышении значения *Mo* (мода) на 19,5% по сравнению с контрольными животными. Остальные параметры ВСР существенных изменений не претерпевали (таблица 1).

У взрослых крыс введение в рацион комплекса пищевых добавок сопровождалось снижением ЧСС. В контроле реакция составляла $342,5 \pm 12,5$ уд./мин; у экспериментальных животных — $260,7 \pm 13,5$ уд./мин ($P < 0,05$; рисунок Б).

Зафиксировано достоверное уменьшение зубца *S* на 32,8%, что свидетельствует об уменьшении сократительной способности сердца. При сравнении амплитудных характеристик зубцов ЭКГ (*P*, *R*, *T*) не установлено значимых модификаций. Однако следует указать, что их амплитуда была ниже, чем у контрольных особей (таблица 2).

Выявлено удлинение интервала *P-R*, отражающего процессы деполяризации предсердий, на 21,51% и сегмента *T-P* на 57,16%, что свидетельствует об увеличении времени общей диастолы ($P < 0,05$).

Таблица 2. — Изменение показателей ЭКГ и ВСП у половозрелых крыс, находившихся на разных рационах кормления

Анализируемые показатели	Контроль (стандартный рацион) (n = 7)	После потребления пищевых добавок (n = 10)
Показатели ЭКГ		
ЧСС, уд./мин	342,5±12,2	260,7±2,6*
P-R, мс	91,5±3,1	112,1±2,5*
R-S, мс	18,3±0,5	19,8±0,5
S-T, мс	36,7±0,7	38,6±1,3
T-P, мс	164,8±15,9	259,0±25,7*
P, мкВ	43,2±5,1	36,4±4,5
R, мкВ	210,3±12	200,9±13,1
S, мкВ	535,2±69,3	359,7±24,6*
T, мкВ	112,5±15,4	90,0±10,9
Показатели ВСП		
SDNN, мс	1,60±0,32	1,35±0,11
RMSSD, мс	1,19±0,21	1,37±0,14
CV, %	1,00±0,21	0,63±0,06
MxDMn, мс	7,40±1,15	6,87±0,44
Mo, мс	161,00±8,75	216,98±15,64*
AMo, %	26,50±4,03	28,00±1,65
* — статистически достоверное отличие в сравнении с показателями контрольной группы по критерию Манна–Уитни (P<0,05).		

При изучении ВСП у взрослых крыс выявлено повышение показателя, отражающего функциональный статус сердечно-сосудистой системы (*Mo*) на 34,77% ($P<0,05$), что свидетельствует о нарастании симпатических влияний в регуляцию сердечной деятельности. Следует отметить, что показатель *Mo* у половозрелых животных имел степень выраженности значительно выше, чем у молодых животных, длительно потреблявших комплекс пищевых добавок. Отмечено снижение вариационного размаха (*MxMDn*) и увеличение доли кардиоинтервалов (*AMo*), что указывает на ослабление активности блуждающего нерва и одновременное усиление влияний адренергических структур на деятельность сердца. Однако синхронное падение *SDNN* и *CV* позволяет заключить, что общий эффект пищевого раздражителя проявляется в снижении суммарной активности эфферентных холин- и адренергических волокон, оказывающих влияние на деятельность сердца (таблица 2).

Исследования позволяют констатировать, что совместное потребление пищевых добавок (глутамата-, бензоата натрия и тартразина), широко используемых в продуктах питания, оказывает непосредственное влияние на определенные показатели сердечной деятельности у разных возрастных групп животных.

Выражаю благодарность научному руководителю темы к.б.н. Лукашенко Тамаре Михайловне за помощь в подготовке публикации.

Литература

1. Moreno, G. Impact of transient correction of increased adrenocortical activity in hypothalamo-damaged, hyperadipose female rats / G. Moreno [et al] // Int. J. Obesity. — 2006. — № 30. — P. 73–82.
2. Bhatia, M. S. Allergy to tartrazine in psychotropic drugs / M. S. Bhatia // J. Clin. Psych. — 2000. — Vol. 61, № 7. — P. 473–476.
3. Бибик, Е. Ю. Анализ спектра пищевых добавок в продуктах питания / Е. Ю. Бибик, Э. А. Яровая // Украин. мед. альманах. — 2011. — Т. 14, № 2. — С. 20–22.
4. Головачова, В. О. Вплив факторів зовнішнього середовища на розвиток захворювань нирок у дітей / В. О. Головачова // Внесок молодих спеціалістів у розвиток медичної науки і практики : матеріали всеукраїн. наук.-практ. конф. — Харків, 2011. — С. 25.
5. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / под ред. Р. У. Хабриева. М. : Медицина. — 2005. — 832 с.

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ: ТЕЗИСЫ

ХАРАКТЕРИСТИКА ПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ КАК ФАКТОРА ФОРМИРОВАНИЯ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ

Маркелова С. В., к.м.н., доцент, markelova.sve@yandex.ru,
Татаринчик А. А., this.charming.man@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

Общеизвестно, что рациональное питание является важным фактором здорового образа жизни. Соблюдение основных его принципов (полноценность, сбалансированность и разнообразие, соблюдение режима приема пищи) способствует сохранению и укреплению здоровья. Особую значимость рациональное питание имеет для молодого, растущего организма.

Анкетирование 159 студентов начальных курсов медицинского ВУЗа, основную долю которых составляли девушки, показало, что основная их масса регулярно получает питание, в т. ч. горячее, на базе предприятий общественного питания и дома. Так, 66,7% студентов отметили, что кратность приема пищи у них составляет 3 раза в день и чаще. При этом горячую пищу (исключая чай, кофе и другие горячие напитки) 48,5% студентов получают 2 раза в день и чаще. Один раз в день горячим питанием обеспечено 47,9% опрошенных. Более чем у 80% студентов основным местом приема пищи являются предприятия общественного питания и дом. При этом среди девушек около 4% не получают горячего питания вообще.

Имеют место большие интервалы между приемами пищи. Так, все опрошенные юноши отметили, что перерывы в приеме пищи у них составляют 5–6 ч и более; 73,0% из них получают ужин за 2 ч до сна и менее. Среди девушек перерывы в приеме пищи в 5–6 ч отметили 84,0% опрошенных. Двухчасовой интервал между ужином и сном соблюдают около 50% из них.

Основная масса студентов (86,7% юношей и 58,0% девушек) предпочитает острую, соленую, жирную пищу и употребляет ее 3 раза в неделю и чаще. Предпочтение копченым и консервированным продуктам отдают около 15,0% опрошенных.

Более половины анкетированных студентов (58,2%) имеют в своем рационе свежие фрукты, овощи, свежие соки ежедневно. У трети из них (33,0%) свежие фрукты, овощи и свежие соки бывают 2–3 раза в неделю. Один раз в неделю их употребляет 6,7% студентов. Рацион не содержит свежих фруктов, овощей и свежих соков у 1,9% опрошенных.

Высокая пищевая и биологическая ценность молочных (молоко, творог, кефир, ряженка, сметана и т. д.) и мясных (говядина, курица, свинина, колбаса, сосиски) продуктов определяет необходимость ежедневного включения их в рацион питания в достаточном количестве. Вместе с тем немногим более 40% опрошенных имеют эти продукты в своем рационе ежедневно (1 раз в день и чаще). Чуть больше трети студентов получают молочные и мясные продукты 3–4 раза в неделю (36,5 и 38,4% соответственно). Не употребляют молочных и мясных продуктов соответственно 6,9 и 2,5% опрошенных студентов.

Таким образом, можно заключить, что немногим более половины студентов имеют достаточную кратность приемов пищи (3 раза в день и чаще). Менее половины из опрошенных студентов получает горячее питание 2 раза в день и чаще в домашних условиях и на предприятиях общественного питания. При этом место приема пищи и режим питания во многом зависят от места пребывания и учебных нагрузок, что влечет за собой посещение предприятий общественного питания, в т. ч. использующих технологии быстрого приготовления пищи (фаст-фуд), увеличение интервалов между приемами пищи, поздний ужин у большей части опрошенных. Частое употребление острой, соленой и жирной пищи половиной студентов, а также невысокий процент учащихся, имеющих ежедневно в рационе свежие овощи, фрукты, молочные и мясные продукты, обедняет рацион, снижает его полноценность и сбалансированность. Все это позволяет сделать вывод об отсутствии рационального питания у основной массы студентов-медиков, что определяется сформированными пищевыми предпочтениями, отсутствием знаний о здоровом образе жизни и неумением применять их на практике. В этой связи возрастает актуальность пропаганды здорового образа жизни среди студентов-медиков, что может быть достигнуто посредством преподавания основ здорового образа жизни в курсе гигиены.

Поступила 30.08.2017

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ БОТУЛИЗМОМ НАСЕЛЕНИЯ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Тирещенко Л. А., gsmu@gsmu.by,
Пендрикова О. В., gsmu@gsmu.by,
Беридзе Р. М., renat.beridze@mail.ru

Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель, Республика Беларусь

Ботулизм — острая инфекционная болезнь, возникающая под воздействием специфического белкового нейротоксина, продуцируемого микроорганизмом *Clostridium botulinum*. Тяжелое течение болезни с длительными сроками пребывания в больнице не позволяют относить проблему ботулизма к ряду второстепенных. Случаи заболевания связаны с широкой популярностью домашнего консервирования. В настоящее время известны 3 формы ботулизма, отличающиеся по механизму заражения и по основным моментам патогенеза: пищевой ботулизм, раневой и ботулизм грудных детей.

Объектом исследования явились «Государственные доклады «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Республике Беларусь» за 2009–2016 годы». Методом исследования явился ретроспективный эпидемиологический анализ. Статистическая обработка данных осуществлялась с применением компьютерной программы MS Excel.

Случаи заболевания ботулизмом в Гомельской области регистрируются ежегодно и остаются на высоком уровне. Суммарно в Беларуси за 2009–2016 гг. был зарегистрирован 331 случай заболевания ботулизмом. По Гомельской области было зарегистрировано 32 случая. Был зарегистрирован один летальный исход в апреле 2012 г. В Беларуси зарегистрировано три случая с летальным исходом вследствие пареза дыхательной мускулатуры.

Среди заболевших было 15 женщин (46,8%), средний возраст — 38 лет; 17 мужчин (53,2%), средний возраст — 34,8 года. Возрастная структура пострадавших свидетельствует о том, что заболевают в основном люди трудоспособного возраста — 30 человек (93,7%). Зарегистрированных случаев заболевания ботулизмом среди детей не было.

В структуре заболевания преобладало городское население 59,3% (19 человек), остальные пострадавшие (40,7%, 13 человек) — сельские жители. При анализе заболевших было установлено, что ботулизмом болели люди с разным материальным достатком, со средне-специальным и высшим образованием.

Основными причинами заболеваемости послужило употребление рыбы, рыбных продуктов и консервированных грибов домашнего приготовления. Реже причиной заболевания служило употребление консервированного сала, куриного и рыбного паштетов, консервированных овощей. В трех случаях, один из которых летальный, источник определен не

был. Случаев заболеваний ботулизмом, вызванных консервированными продуктами промышленного производства, не зарегистрировано.

Наиболее часто встречаемые клинические симптомы были: слабость (100%), тошнота (53,12%), рвота (59,4%), нарушение зрения (31,25%), реже — сухость во рту (21,8%), двоение перед глазами (18,75%), головная боль (15,62%), головокружение (15,62%), затрудненное глотание (12,5%), боли в животе (12,5%), затрудненное дыхание (9,37%), жидкий стул (9,37%), высокая температура (9,37%). В единичных случаях наблюдались тяжесть в животе, невнятная речь, гиперемия кожи, боль в горле, легкая асимметрия носогубного треугольника.

Пострадавшие (75%) были доставлены в больницу машиной скорой медицинской помощи, остальные госпитализированы после обращения за медицинской помощью в инфекционную больницу.

Ботулизм может иметь маску и других заболеваний, таких как острый гастрит, артериальное гипотензия, опухоль головного мозга, острое нарушение мозгового кровоснабжения, острый коронарный синдром или отравление грибами (53,1% случаев). Только в 37,5% случаев диагноз был поставлен своевременно.

При анализе результатов лабораторных исследований было установлено, что в клиническом материале от пострадавших возбудитель был выявлен только в 32,25% случаев (10 человек).

Все пострадавшие были госпитализированы и после специфического лечения, включавшего в себя введение противоботулинической сыворотки типа АВЕ в 93,75% случаев, антибактериальной терапии и симптоматического лечения в 15,6% случаев, промывание желудка и очищение клизмой со щелочным раствором в 12,5%, инфузионной терапии в 6,25% случаев, пациенты были выписаны в удовлетворительном состоянии.

Таким образом, заболеваемость ботулизмом в Гомельской области в 2009–2017 гг. имеет неравномерный характер. В большинстве случаев виновными продуктами являются сушеная, вяленая, копченая рыба домашнего приготовления. Случаев заболеваний ботулизмом, вызванных консервированными продуктами промышленного производства, не зарегистрировано. Указанное свидетельствует о необходимости активизации санитарно-просветительной работы по профилактике ботулизма.

Поступила 31.08.2017

**ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВНУТРИМАТОЧНОГО ПРОТИВОЗАЧАТОЧНОГО СРЕДСТВА
«JUNOGOLD»**

Анисович М. В., m_anisovich@mail.ru,
Грынчак В. А., grinchakva@gmail.com,
Петрова С. Ю., к.м.н., petrova524a@mail.ru

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Прогресс в области разработки и применения изделий медицинского назначения, а также внедрение новых материалов в практическое здравоохранение требует пересмотра и внедрения новых методов оценки их гигиенической безопасности. Возникает много вопросов к применяемым методам определения безопасности изделий, т. к. они часто изготовлены из новых или модифицированных материалов и длительный срок контактируют с внутренней средой организма.

В соответствии с действующим законодательством медицинская техника и изделия медицинского назначения отечественного производства могут применяться на территории Республики Беларусь только после ее регистрации в Министерстве здравоохранения Республики Беларусь и внесения в Реестр медицинской техники и изделий медицинского назначения, разрешенных для медицинского применения в Республики Беларусь. Регистрация осуществляется на основании результатов соответствующих испытаний и оценок, подтверждающих качество, эффективность и безопасность изделий. Но исследования изделий медицинского назначения, произведенных в Республике Беларусь, выполненные на основании унифицированных в соответствии с международными требованиями методов, расширяют возможность экспорта отечественной продукции в страны Евросоюза, США и др. Установление единых правил, требований и стандартов к участникам рынка, гармонизированных с рекомендациями GHTF (Глобальной рабочей группы по гармонизации регулирования в области медицинских изделий), законодательством Евросоюза приведет к наиболее эффективному развитию отрасли и повысит доступность современных медицинских технологий на всей территории Республики Беларусь.

Цель работы — комплексные токсикологические исследования изделий медицинского назначения с использованием гармонизированных с международными требованиями методов (ГОСТ ISO 10993).

Методы — основные принципы оценки биологического действия медицинских изделий и выбранный объем исследований согласован с ГОСТ ISO10993-1-2011.

Кожно-раздражающее действие (согласно методу, описанному в ГОСТ ISO10993-10-2011) исследовали на половозрелых кроликах-альбиносах (самцах). Индекс первичного раздражения (далее — ИПР) определяли, складывая баллы первичного раздражения для каждого животного в каждый интервал времени наблюдения и делили на общее число наблюдений (на 6 по 2 на каждый интервал времени). Из балла первичного раздражения исследуемого материала вычитали балл первичного раздражения контроля. Для получения ИПР складывали баллы каждого животного и делили на число особей.

Изучение ирритативного действия проводилось (согласно методу, описанному в ГОСТ ISO 10993-10-2011) на половозрелых кроликах-альбиносах (самцах). Для оценки исследуемых материалов использовали водную вытяжку из образцов в количестве 100 мкл в конъюнктивальный свод глаз трем животным на одну экспериментальную группу. Оценивали в баллах состояние слизистых оболочек, эпителия роговицы и конъюнктивы глаз подопытных и контрольных животных. Суммарное количество баллов для каждого животного равно I_{ir} (индекс ирритативного действия).

Для изучения сенсибилизирующего действия (согласно методу, описанному в ГОСТ ISO 10993-10-2011) использовали половозрелых белых крыс. Описывали и оценивали степень кожной реакции, включая эритему и отек. В индукционной фазе испытаний вытяжки из образцов наносили на левую верхнюю часть спины каждого животного, повторяли эту процедуру последовательно три дня в неделю в течение трех недель. Через 14 дней после последней индукционной аппликации проводили провокационную пробу с испытуемым материалом. Оценивали реакцию кожи в баллах (степень развития эритемы согласно системе классификации реакции кожи, описанной в ГОСТ ISO 10993-10-2011).

Исследования цитотоксического действия *in vitro* (согласно методу, описанному в ГОСТ ISO 10993-5-2011) выполнены на первичной культуре эмбриональных фибробластов мыши. Подсчитывали общее количество клеток в 30 мм² на дне лунки в шестиугольном планшете. Отрицательный контроль — раствор Хэнкса (1%), положительный — этанол (1%).

При исследовании субхронической токсичности в соответствии с ГОСТ ISO 10993-11-2011 определяли неблагоприятный эффект, возникающий после ежедневного введения крысам многократных доз исследуемой пробы. Испытуемые стерильные экстракты вводили внутривентрально через день на протяжении 90 сут в дозе 0,4 мл на 200 г веса крысы. Наблюдение за животными проводили в динамике на протяжении эксперимента. Визуальные наблюдения включали в себя следующие факторы: изменения кожи и шерсти, глаз и слизистых оболочек, а также изменения в периферической и центральной нервных системах, дыхательной и кровеносной системах, в соматомоторной деятельности и в схемах поведения.

Токсическое воздействие на развитие и репродуктивную функцию изучалось в соответствии с разделом 6 ГОСТ ISO 10993-3-2011. Метод заключается в получении данных, касающихся воздействия исследуемого вещества на функцию половых желез, поведение при спаривании, оплодотворение, развитие оплодотворенного яйца и роды. Был приготовлен экстракт в воде дистиллированной в отношении 1,2 г материала на 30 мл растворителя в термостате при 37°C выдерживали 10 сут. Животные получали дозу ежедневно внутривентрально в количестве 3 мл/200 г веса согласно схеме исследований. Фиксировали изменения поведения, признаки трудных или продолжительных родов, проявления токсичности, включая летальный исход. Фиксировали также длительность беременности, отсчитывая от 0-го дня. Регистрировали приплод, оценивали количество и пол, наличие мертворожденных, наличие отклонений в развитии аномалии поведения.

При оценке различий между результатами опыта и показателями контроля использовали регрессионный анализ, параметрический t-критерий Стьюдента или непараметрический U-критерий Манна-Уитни. Количественные параметры

представлены в виде среднего значения (М) и стандартной ошибки (m) либо в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха [25%;75%]. Критическим уровнем значимости при проверке статистических гипотез был принят $p < 0,05$.

При изучении кожно-раздражающего действия показано, что однократные аппликации водной вытяжки из образца ($0,2 \text{ г/см}^2$) на выстриженные участки кожи спины кроликов не вызывали у них внешних признаков интоксикации. В области аппликаций кожа у экспериментальных животных оставалась эластичной, гладкой, без отека (0 баллов) и гиперемии (0 баллов). Индекс первичного раздражения для всех образцов равен 0.

Изучение ирритативного действия проводилось на кроликах. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1. — Оценка ирритативного действия

Группа	Оценка воздействия в баллах					I _г , баллы
	роговица (степень помутнения)	радужная оболочка	конъюктива	хемоз (отек конъюктивы)	выделения	
Контроль	0	0	0	0	0	0
Образец	0	0	0	0	0	0

Сенсибилизирующее действие вытяжек из образца изучали на половозрелых белых крысах — по 10 животных в каждой экспериментальной и контрольной группе.

В индукционной фазе испытаний вытяжки из образцов не вызывали видимых изменений кожи (эритема 0 баллов). Через 14 дней после последней индукционной аппликации проводили провокационную пробу с испытуемым материалом. Через 24 ч проводили оценку реакции кожи в баллах (степень развития эритемы — 0 баллов для всех контрольных групп животных).

Цитотоксическое действие вытяжек из образца (1%-й раствор) изучали *in vitro* на первичной культуре эмбриональных фибробластов мыши (1 пассаж).

Согласно результатам исследований (таблица 2) характер клеточной прогрессии в опытных сериях несколько отличался от контрольной серии с раствором Хэнкса, но эти различия были недостоверны. В случае позитивного контроля с этанолом лаг-фаза роста культуры клеток прекращалась на 2–5-е сут после внесения этанола в среду.

Таблица 2. — Цитотоксическое действие водной вытяжки из образца на эмбриональные фибробласты

№	Среднее число клеток в разные сроки и сут					Статистический анализ
	0	2	5	8	11	
Образец	979	1979	3080	3991	4305	R = 0,91; F = 15, 0; p = 0,03.
Раствор Хэнкса (контроль)	707	1371	2210	3030	3520	R = 0,995; F = 27,97; p = 0,013.
Этанол	809	1308	1238	759	425	R = 0,70; F = 2,83; p = 0,19.

При изучении общетоксического действия вытяжек из образца как в контрольной группе, так и во всех опытных группах (1, 1а, 1б) на всем протяжении эксперимента респираторных изменений не отмечалось. Со стороны двигательной активности повреждения и раздражения кожных покровов, изменений со стороны желудочно-кишечного тракта в опытных группах по сравнению с контрольной группой животных не отмечено. Изменения массы тела опытных животных по отношению к контрольной группе не отмечено. Внутривенное введение экстрактов из образца «JunoGold» не привело к изменению содержания форменных элементов и гемоглобина в периферической крови. Количество эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов и гемоглобина у опытных животных не отличалось от контрольной группы.

В ходе эксперимента установлено, что внутривенное введение экстрактов из образца «JunoGold» не вызывает изменений со стороны биохимических показателей по сравнению с контрольной группой.

Внутривенное введение экстрактов из образца «JunoGold» не привело к изменению показателей функционального состояния почек у подопытных животных в сравнении с контролем (таблица 3).

Таблица 3. — Показатели функционального состояния почек белых крыс при внутривенном введении экстрактов из образца «JunoGold», Me (25%, 75%)

Показатели	Группы животных			
	контроль	1	1а	1б
Диурез, мл/сут	9,45 (7,80; 10,40)	9,10 (7,90; 9,80)	8,00 (7,00; 8,70)	7,25 (6,20; 8,00)
pH, у.е.	6,75 (6,50; 7,00)	7,00 (6,50; 7,00)	7,00 (6,50; 7,50)	7,00 (6,50; 7,00)
Удельный вес, г/л	0,98 (0,94; 1,01)	0,99 (0,98; 1,01)	1,01 (0,98; 1,02)	1,00 (0,98; 1,01)
Общий белок, моль/л	1,35 (0,90; 1,70)	1,30 (1,00; 1,40)	1,40 (1,10; 2,00)	0,95 (0,80; 1,20)
Мочевина, ммоль/л	110,5 (105,0; 120,5)	115,5 (110,0; 130,0)	121,0 (113,5; 140,0)	115,8 (112,0; 135,5)
Креатинин, ммоль/л	3375,0 (3100,0; 3600,0)	3300,0 (3000,0; 3500,0)	3300,0 (3200,0; 3500,0)	3500,0 (3450,0; 3750,0)
Глюкоза, ммоль/л	0,20 (0,18; 0,21)	0,20 (0,18; 0,23)	0,20 (0,19; 0,21)	0,19 (0,17; 0,21)

Все животные были подвергнуты полному общему вскрытию, включающему в себя осмотр внешних покровов тела, всех физиологических отверстий, а также черепной коробки, грудной и брюшной полостей и их содержимого. Вскрытие и осмотр внутренних органов проводили сразу после забоя. Определяли, сравнивая с контролем, массу, цвет, степень кровенаполнения органов, наличие кровоизлияний.

Внутрибрюшинное введение экстрактов из образца «JunoGold» не привело к изменению относительных коэффициентов массы (далее — ОКМ) органов. ОКМ печени, почек, сердца, селезенки, легких и надпочечников не отличались от величин, наблюдаемых в контрольной группе лабораторных животных.

Принимая во внимание, что при макроскопических исследованиях не отмечено изменений в опытных группах (включая группу, получавшую высокую дозу) гистологическим исследованиям были подвергнуты выборочные органы — печень, почки и легкие контрольной и опытных групп крыс. При их гистологическом исследовании (окраска гематоксилин-эозином) отклонений в строении органов опытных групп не отмечено в сравнении с контрольной группой животных.

При изучении токсического воздействия на развитие и репродуктивную функцию отмечается, что в контрольной и опытной группах на всем протяжении эксперимента признаков интоксикации не выявлено. Не отмечено также признаков трудных или продолжительных родов. Летальных исходов на всем протяжении эксперимента в опытной группе животных не наблюдалось.

Введение вытяжки из изделия не приводило к изменению количества самок с признаками совокупления и достигших беременности, периода зачатия, длительности беременности, живых эмбрионов и доживших до 4-го дня, общей эмбриональной смертности, пре- и постимплантационной смертности, численного соотношения полов при рождении и доживших до 4-го дня, массе приплода и детенышей при рождении и на 4-й день в опытной группе относительно контроля (таблица 4).

Таблица 4. — Показатели состояния пренатального развития крыс при внутрижелудочном введении экстрактов из образца, М±m

Показатель	Группы сравнения	
	контроль	опыт
Пары на начало, кол-во	10	10
Самки с признаками совокупления, кол-во	10 (100%)	10 (100%)
Самки, достигшие беременности, кол-во	10 (100%)	10 (100%)
Дни зачатия 1-5, кол-во	10 (100%)	10 (100%)
Дни зачатия 6, кол-во	0	0
Беременность ≤21 день, кол-во	0	0
Беременность =22 дня, кол-во	6 (60%)	6 (60%)
Беременность ≥23 день, кол-во	4 (40%)	4 (40%)
Самки с живыми новорожденными, кол-во	10 (100%)	10 (100%)
Самки с живыми детенышами к 4-му дню, кол-во	10 (100%)	10 (100%)
Желтое тело/самка (в среднем)	10,70±0,52	9,30±0,82
Эмбрионы/самка (в среднем)	9,80±0,29	8,60±1,35
Живые детеныши/самка при рождении (в среднем)	9,20±0,23	8,48±1,12
Живые детеныши/самка к 4-му дню (в среднем)	9,10±0,45	8,30±0,48
Численное соотношение полов (самцы/самки) к моменту рождения (в среднем)	52/40 56,5%/43,5%	44/42 51,2%/48,8%
Численное соотношение полов (самцы/самки) к 4-му дню (в среднем)	49/40 55,1%/44,9%	41/41 50,0%/50,0%
Масса приплода при рождении (в среднем)	56,27±2,78	54,40±8,18
Масса приплода к 4-му дню (в среднем)	89,22±2,75	94,49±8,06
Масса детеныша при рождении (в среднем)	6,21±0,19	6,33±0,04
Масса детеныша к 4-му дню (в среднем)	10,02±0,11	10,13±0,04
АНОМАЛИИ ДЕТЕНЬШЕЙ	Врожденных уродств не наблюдали	Врожденных уродств не наблюдали
Самки с 0	10	10
ПОТЕРИ ПОТОМСТВА		
Предимплантационный (желтые тела минус зародыши)		
Самки с 0	6	6
Самки с 1	4	1
Самки с 2	0	3
Самки с 3	0	0
Предродовой/постимплантационный (зародыши минус рожденные живыми)		
Самки с 0	10	10
Послеродовой (рожденные живыми минус живые к 4-му дню после родов)		
Самки с 0	8	8
Самки с 1	1	1
Самки с 2	1	1

При повторном внутрижелудочном поступлении вытяжки из изделия относительные коэффициенты массы яичек, придатков яичек и семенных пузырьков не отличались от величин, полученных в контрольной группе лабораторных животных.

При исследовании срезов эмбрионов отклонений в сравнении с контрольной группой не выявлено. Врожденных уродств не наблюдали. Изделие не обладает тератогенным эффектом.

Принимая во внимание, что при макроскопических исследованиях не отмечено изменений в опытных группах гистологическим исследованиям были подвергнуты выборочные органы — яичники, яички и придатки яичек контрольной и опытных групп крыс. Гистологических отклонений в строении органов репродуктивной системы в опытной группе не отмечено в сравнении с контрольной группой животных.

Комплексные токсикологические исследования изделия медицинского назначения внутриматочного противозачаточного средства «JunoGold» производства ЗАО «Медицинское предприятие Симург» с использованием гармонизированных с международными требованиями методов (ГОСТ ISO 10993) показали, что исследованный образец не обладает кожно-раздражающим действием, не оказывает раздражающего действия на слизистые оболочки глаз, не вызывает сенсибилизацию, не обладает цитотоксическим действием в культуре эмбриональных фибробластов, не оказывает общетоксического действия в субхроническом эксперименте и не влияет на развитие и репродуктивную функцию лабораторных животных.

Поступила 31.08.2017

ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕПАРАТИВНОЙ ФОРМЫ ФУНГИЦИДА ВИКИНГ, ВСК

Васильева М. М., vasmml1@gmail.com,

Попель А. А., bublik170891@mail.ru,

Юркевич Е. С., к.м.н., yrkevich.elena@gmail.com

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

В условиях интенсивного сельскохозяйственного производства особую угрозу экосистемам представляют пестициды химического синтеза. Широкое применение пестицидов в сельском хозяйстве создает определенный риск загрязнения почвы вредными соединениями отрицательного воздействия биологически активных веществ на биологическую активность почвы.

Известно, что наиболее опасными с точки зрения отрицательного эффекта являются фунгициды, особенно препараты с широким спектром действия и длительным периодом сохранения в почве. Такие соединения могут в сильной степени подавлять развитие микроскопических грибов, бактерий, актиномицетов ризосферы, что может привести к нарушению экологического равновесия в почве.

В связи с этим изучение токсических свойств средств защиты растений проводится с целью предотвращения или минимизации потенциального неблагоприятного воздействия на организм человека и окружающую среду.

Токсиколого-гигиенические исследования препаративной формы фунгицида Викинг, ВС (д.в. 170 г/л карбоксина + 170 г/л тирама) (далее — фунгицид) проводили согласно требованиям действующих технических нормативных правовых актов. Схема и объем токсикологических исследований представлена в таблице.

Таблица — Схема и объем токсиколого-гигиенических исследований фунгицида Викинг, ВСК (д.в. 170 г/л карбоксина + 170 г/л тирама)

Название эксперимента, схема поведения	Вид животных, количество, шт.	Учитываемые показатели
Изучение параметров острой токсичности при однократном поступлении в желудок	Крысы — 28 (по 3 на каждую дозу)	Учет клинических проявлений интоксикации и выживаемости подопытных животных. Время наблюдения — 14 сут
Изучение параметров острой токсичности при однократном нахождении на поверхности методом OECD TG № 402 «Acute Dermal Toxicity»/ОЭСР Руководство № 402 «Острая токсичность при кожном поступлении»	Крысы — 20 (по 5 на каждую дозу)	Учет клинических проявлений интоксикации и выживаемости подопытных животных. Время наблюдения — 14 сут
Изучение параметров острой токсичности при однократном ингаляционном воздействии методом OECD TG № 403 «Acute Inhalation Toxicity»/ОЭСР Руководство № 403 «Острая токсичность при ингаляционном поступлении»	Крысы — 24 (по 6 на каждую дозу)	Учет клинических проявлений интоксикации и выживаемости подопытных животных. Время наблюдения — 14 сут
Оценка раздражающего действия на слизистые оболочки глаз путем однократного внесения 2 капель в нижний конъюнктивальный свод «опытного» глаза животных	Кролики — 6	Визуальное наблюдение за состоянием слизистой и конъюнктивы глаз в течение 14 сут
Оценка местно-раздражающих свойств при однократных 4-часовых аппликациях на выстриженные участки кожи спины белых крыс, размером 4×4 см	Крысы — 14	Визуальное наблюдение за состоянием кожи, измерение ТКС и температуры тела, наблюдение в течение 14 сут
Исследования кумулятивных свойств методом OECD TG № 408 «Repeated Dose 90-Day Oral Toxicity Study in Rodents»/ОЭСР Руководство № 408 «Изучение пероральной токсичности при повторном воздействии в 90-дневных опытах на грызунах»	Крысы — 14	Учет гибели животных, сроков ее наступления, клинических симптомов интоксикации. Физиологические, гематологические и биохимические исследования

Для оценки токсического действия препаративной формы по окончании субхронических экспериментов использовали комплекс физиологических, гематологических, биохимических и статистических методов.

На основании исследований получены следующие результаты.

DL₅₀, рассчитанная по методу Литчфилда–Вилкоксона с использованием компьютерной программы RTGIC «Toxi» (Copyright, 1995), составляет 2720 (2400÷3100) мг/кг. Следовательно, по параметрам острой внутрижелудочной токсичности препаративную форму фунгицида следует охарактеризовать как умеренно опасное химическое соединение (3-й класс опасности). В клинической картине острой интоксикации отмечено слюнотечение и слезотечение, повышение двигательной активности, отказ от корма, беспокойство, затрудненное дыхание, мышечные подергивания, незначительные судороги мышц тазовых конечностей, учащенные акты дефекации и мочеотделения, при этом максимальная выраженность симптоматики отмечается через 2–4 ч после поступления препарата, после чего присоединяется учащенное дыхание, общие клонические и тонические судороги, непроизвольная дефекация и мочеотделение, коматозное состояние и гибель; у выживших животных улучшение состояния начиналось спустя 6 ч после введения, которое приходило к физиологической норме на 2–3 сут.

По параметрам острой кожной токсичности DL₅₀ препаративной формы фунгицида составляет более 2500 мг/кг. На основании этого по параметрам острой кожной токсичности фунгицид следует охарактеризовать как малоопасное химическое соединение (4-й класс опасности). В клинической картине острой интоксикации только в максимальной дозе отмечено слезотечение, повышение двигательной активности, беспокойство, которые проходили на 2-е сут после прекращения аппликаций, гибели животных не отмечено.

CL₅₀, рассчитанная по методу Литчфилда–Вилкоксона с использованием компьютерной программы RTGIC «Toxi» (Copyright, 1995), составляет 5,1 мг/л (5100 мг/м³). Следовательно, по параметрам острой ингаляционной токсичности препаративную форму фунгицида следует охарактеризовать как умеренно опасное химическое соединение (3-й класс опасности). При ингаляционном пути поступления у животных отмечались такие симптомы интоксикации, как мышечные подергивания, незначительные судороги, учащенные акты дефекации и мочеотделения, учащенное/прерывистое дыхание, нарушение походки, после чего присоединяется общие клонические и тонические судороги, коматозное состояние и гибель; выжившие животных приходили к физиологической норме на 2–3-е сут.

Изучаемая препаративная форма фунгицида обладает сенсibilизирующей способностью (3-й класс аллергенной активности (подкласс А), умеренный аллерген).

В условиях однократного воздействия на слизистые оболочки глаз препаративная форма фунгицида обладает умеренным раздражающим действием на слизистые оболочки со средним суммарным баллом выраженности раздражительного действия — 6,3 (3А класс, умеренное раздражающее действие).

В условиях однократного воздействия на выстриженные участки кожи спины белых крыс изученный образец не обладает раздражающим действием на кожные покровы со средним суммарным баллом выраженности отека и эритемы — 0 (4-й класс, отсутствие раздражающего действия).

Оценка кумулятивных свойств. Ежедневное введение препаративной формы гербицида не привело к гибели животных тестовой группы и развитию каких-либо клинических признаков интоксикации. В течение всего периода исследования отмечен прирост массы тела животных тестовой группы, и к концу исследования масса тела животных статистически значимо не отличалась от показателей контрольной группы. Определение суммационно-порогового показателя до начала воздействия фунгицида и по окончании периода введения не установило статистически значимого снижения способности животных к суммации подпороговых электрических импульсов у животных тестовой группы по сравнению с показателем контрольной группы. Гематологические показатели (количество лейкоцитов, эритроцитов и тромбоцитов, уровень гемоглобина) животных тестовой группы находились в диапазоне показателей животных контрольной группы (различия были статистически не значимы). У животных тестовой группы в конце эксперимента не отмечено статистически значимого изменения биохимических показателей сыворотки крови по сравнению с контрольной группой, за исключением достоверного увеличения белка на 10,9%. В опытной группе животных получено статистически значимое увеличение суточного диуреза в 1,6 раза и концентрации мочевины в 1,4 раза, а также снижение pH мочи на 4,6%. Остальные, выбранные в качестве значимых, показатели функционального состояния выделительной системы опытных групп не отличались от таковых в сравнении с контролем. По окончании эксперимента проведена эвтаназия всех животных с последующей макроскопией и определением относительной массы внутренних органов. У животных тестовой группы отмечено статистически значимое снижение абсолютной массы сердца на 6,4% и массы надпочечников на 6,7%, а также увеличение относительный коэффициент массы (далее — ОКМ) печени на 11,0% и ОКМ желудка на 23,6%. Значения ОКМ других внутренних органов у тестируемых животных не отличались от таковых от контрольной группы.

На основании полученных результатов установлено, что препаративная форма фунгицида Викинг, ВСК (д.в. 170 г/л карбоксина + 170 г/л тирама) классифицируется как малоопасное соединение (4-й класс опасности) по параметрам острой дермальной токсичности; как умеренно опасное соединение — по параметрам острой пероральной и ингаляционной токсичности (3-й класс опасности); по раздражающему действию на кожу — к 4-му классу (отсутствие раздражающего действия); по раздражающему действию на слизистые оболочки глаз — к 3А классу (умеренное раздражающее действие); по аллергенному действию — к III классу аллергенной активности (подкласс А, умеренный аллерген); не обладает кумулятивной активностью на уровне проявления смертельных эффектов ($K_{\text{кум}} > 5,0$).

Для предупреждения неблагоприятного воздействия препарата на здоровье работающих, загрязнения препаратом водоемов, воздуха и почвы населенных мест следует соблюдать требования действующих нормативных актов.

Поступила 23.08.2017

ТОКСИЧНОСТЬ, ОПАСНОСТЬ И МАРКИРОВКА ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СРЕДСТВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Василькевич В. М., к.м.н., promtox@tut.by,

Бондаренко Л. М., к.м.н., доцент, promtox@tut.by

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Выполнены токсикологические исследования дезинфицирующих средств, получивших широкое распространение в организациях здравоохранения. На основании полученных результатов проведена классификация и маркировка опасностей средств в соответствии с международными требованиями Согласованной на глобальном уровне системы классификации опасности и маркировки химической продукции (далее — СГС).

Для учреждений здравоохранения важной проблемой является разработка и внедрение новых дезинфицирующих средств, обеспечивающих прерывание передачи инфекции путем уничтожения патогенных микроорганизмов на медицинских изделиях и объектах внешней среды с целью предупреждения распространения внутрибольничных инфекций. В последнее десятилетие разработаны и внедрены в практику новые химические обеззараживающие средства для проведения дезинфекции и стерилизации. Одновременно возникла необходимость установления закономерности проявления токсических эффектов дезинфицирующих средств [1, 2]. В настоящий момент актуальным вопросом для всех химических веществ и смесей является классификация и маркировка дезинфицирующих средств в соответствии с общепринятыми в области безопасного обращения химических веществ в мире требованиями СГС [3].

Целью работы являлось проведение сравнительной оценки токсичности и опасности дезинфицирующих средств и классифицировать их в соответствии с требованиями СГС.

Объектом изучения являлись дезинфицирующие средства на основе полигексаметиленгуанидина гидрохлорида (далее — ПГМГ), бензалкониум хлорида, глутарового альдегида и пероксида водорода (процентное содержание АДВ приведено в таблице 1).

Таблица 1. — Состав и содержание АДВ в дезинфицирующих средствах №№ 1–4

Наименование средства	АДВ	Содержание, %
Образец № 1	Бензалкониум хлорида	Не менее 4,0
Образец № 2	ПГМГ	Не менее 4,0
	Бензалкониум хлорид	Не менее 10,0
Образец № 3	Бензалкониум хлорид	22,0±3,0
	Глутаровый альдегид	10,0±2,5
Образец № 4	Пероксид водорода	13,0±1,0
	ПГМГ	2,5±0,5
	Бензалкониум хлорида	2,5±0,5

Изучение токсичности и опасности дезинфицирующих средств проведено согласно требованиям Инструкции 1.1.11–12–35–2004 [4] и включало определение параметров острой токсичности при внутрижелудочном, назоном и ингаляционном поступлении, изучение местно-раздражающего действия на кожу и слизистые оболочки глаз, определение кумулятивного и сенсибилизирующего действия.

Классификация и маркировка опасности изученных дезинфицирующих средств проводилась в соответствии с методическими подходами и критериями СГС [3].

Токсичность и опасность при однократном внутрижелудочном, назоном, ингаляционном поступлении.

Установление средней смертельной дозы (DL_{50}) изученных средств проведено при введении в желудок белых крыс (таблица 2).

Таблица 2. — Токсичность и опасности дезинфицирующих средств при внутрижелудочном поступлении

Наименование средства	DL_{50} , мг/кг	Класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76	Класс опасности по СГС
Образец № 1	2 900,0±500,0	3	5
Образец № 2	1 600,9±171,1	3	4
Образец № 3	855,0±370,0	3	4
Образец № 4	2 876,4±511,1	3	5

Из таблицы 2 следует, что изученные образцы по параметрам острой токсичности относятся к умеренно опасным веществам (3-й класс согласно [5]), в соответствии с СГС к 4-му (вредно при проглатывании, сигнальное слово «Осторожно») и 5-му классам опасности (может быть вредно при проглатывании, сигнальное слово «Осторожно»).

Среднесмертельная доза при эпикутанном нанесении (DL_{50}) для средств №№ 1–4 составляет более 2500 мг/кг (4-й класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76) [5], что соответствует классу 5 согласно требованию СГС (сигнальное слово «Осторожно»).

Все изученные средства не представляют опасности острых ингаляционных отравлений за счет низкой летучести.

Раздражающее, ирритативное и кожно-резорбтивное действие

Рабочие растворы дезсредств по выраженности местного раздражающего действия на кожу относятся к композициям со слабым раздражающим действием и 3-му классу опасности по СГС («Осторожно»). Общая оценка выраженности ирритативного действия составила до 3-х баллов, что соответствует 2-му классу (слабая степень раздражения) согласно Инструкции 1.1.11–12–35–2004 и класс 2В по СГС («Осторожно»).

При одно- и 20-тикратном погружении хвостов белых крыс в пробирки с рабочими растворами изучаемых средств, а также по окончании эксперимента гибели и внешних (клинических) признаков интоксикации не установлено, что позволяет сделать вывод об отсутствии кожно-резорбтивного действия.

Особую осторожность следует соблюдать при обращении с концентрированным средством, содержащим пероксид водорода в концентрации более 5%, которое в соответствии с требованиями СГС относится к 1-му классу опасности, т. к. вызывает серьезные ожоги и повреждения глаз (сигнальное слово «Опасно»).

Кумулятивные свойства

При дозозонотном внутрижелудочном введении средств белым крысам в опытных группах наблюдались единичные случаи гибели животных, что не позволило рассчитать коэффициенты кумуляции и послужило основанием отнести изучаемые средства по классификации Л.И. Медведя (1965) к группе слабокумулятивных соединений. При внутрижелудочном введении субтоксических доз средства с комбинацией бензалконииум хлорид и ПГМГ (образец № 2) вызывало изменения ряда клинико-биохимических показателей в сыворотке крови и моче белых крыс (содержание белка, мочевины, креатинина, аспаратаминотрансферазы). Токсическое действие средства с комбинацией бензалконииум хлорид и глутаровый альдегид (образец № 3) проявилось неспецифической ответной реакцией со стороны нейтрофилов, угнетением гуморального иммунного ответа в виде лимфопении, а также снижением содержания липидов и креатинина в крови подопытных животных относительно контрольной группы.

Сенсибилизирующее действие

Результаты внутрикожного теста опухания лапы белых мышей свидетельствуют, что средства №№ 1, 2, 4 не вызывают развитие у подопытных животных существенной сенсибилизации, что позволяет в соответствии с СГС определить их как необладающие кожной сенсибилизацией. Наличие в образце № 3 глутарового альдегида в концентрации более 0,1%, который является сенсибилизатором кожи и дыхательных путей, позволяет классифицировать средство по СГС как вещество, обладающее сенсибилизирующей активностью (класс опасности 1; сигнальное слово — «Опасно»; информирование об опасности — может вызвать аллергическую реакцию на коже).

Выводы:

- дезинфицирующие средства, предназначенные для организаций здравоохранения на основе бензалконииум хлорида по параметрам острой токсичности в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 являются умеренно опасными композициями, относятся к веществам со слабой кумулятивной активностью по смертельным эффектам;

- использование критериев СГС позволило установить, что наиболее токсичными и опасными по параметрам острой внутрижелудочной токсичности, а также наличию функциональной кумуляции (образцы №№ 2 и 3) и сенсибилизирующих свойств (образец № 3) оказались средства, включающие бензалконииум хлорид, ПГМГ и глутаровый альдегид;

- приготовление рабочих растворов дезсредств должно проводиться в отдельных помещениях, оборудованных эффективной общеобменной, приточно-вытяжной и местной вытяжной вентиляцией, обязательно использование средств защиты кожных покровов и глаз;

- для информирования потребителей о возможных опасных свойствах классифицированные согласно требований СГС дезинфицирующие средства необходимо маркировать с нанесением на упаковку символов, сигнальных слов и краткой характеристики опасности (рисунки 1, 2, 3).



Осторожно! Может причинять вред при вдыхании (газа, пара, аэрозоля)!
Может причинять вред при попадании на кожу (рабочие растворы)!
При попадании в глаза вызывает раздражение!

Рисунок 1. — Общие символы, сигнальные слова и краткая характеристика опасности дезинфицирующих средств (образцы №№ 1–4)



Опасно! При попадании на кожу и в глаза вызывает химические ожоги!

Рисунок 2. — Символ, сигнальное слово и краткая характеристика опасности дезинфицирующего средства (образец № 4)



Опасно! При вдыхании может вызывать аллергическую реакцию!

Рисунок 3. — Символ, сигнальное слово и краткая характеристика опасности дезинфицирующего средства (образец № 3)

Литература

1. Мониторинг микроорганизмов и их устойчивости к дезинфицирующим и антисептическим средствам в учреждениях здравоохранения : круглый стол / Н. Д. Коломиец [и др.] // Здравоохранение. — 2016. — № 5. — С. 64–71.
2. Ушков, С. А. Современные гигиенические подходы к дезинфекции в лечебно-профилактических учреждениях / С. А. Ушков, И. А. Чайковская // Молодежь в науке – 2013 / редкол.: А. В. Сукало [и др.]. — Минск : Беларус. навука, 2014. — Ч. 4. — С. 222–225.
3. Согласованная на глобальном уровне система классификации опасности и маркировки химической продукции (СГС). — 6-е изд., пересмотр. / Орг. Объед. Наций. — Нью-Йорк, 2015. — 649с.
4. Инструкция 1.1.11-12-35-2004. Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 14.12.2004. — Минск, 2004. — 43 с.
5. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. — Введ. 1992–12–17. — Минск : БелГИСС, 2008. — 8 с.

Поступила 30.08.2017

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РАБОТАЮЩИХ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ НОВЫХ ПЕСТИЦИДОВ ПРОИЗВОДСТВА СИНГЕНТА (ШВЕЙЦАРИЯ)

Власенко Е. К., к.б.н., evgenii_vlasenko@mail.ru

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Внедрение новых химических средств защиты растений в практику сельского хозяйства требует их подробного изучения с позиций условий труда для предотвращения вредного влияния на здоровье работающих. Указанное реализуется путем токсиколого-гигиенической оценки при государственной регистрации пестицидов на территории Республики Беларусь.

Настоящая работа посвящена изучению условий труда работающих при агротехническом применении фунгицидов Юниформ, Ревус Топ, Амистар Экстра Голд, Магнелло, Цидели Топ 140, Элатус Риа, инсектицидов Пленум, Амплиго, десиканта Реглон Форте, препаратов для предпосевной обработки семян Максим Кваттро, Селест Макс, Вайбранс Интеграл, произведенных и представленных для испытаний в 2014–2016 гг. фирмой Syngenta Crop Protection AG (Швейцария).

На первоначальном этапе гигиенической оценки устанавливали классы опасности новых пестицидов в соответствие с ГОСТ 12.1.007–76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности». Эксперименты проводили на белых крысах при однократном воздействии по методикам, изложенным в инструкции № 1.1.11–12–35–2004 «Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ». Классификационным критерием являлась величина среднесмертельной дозы, рассчитанная методом пробит-анализа (М.Л. Беленький, 1959).

Полевые испытания указанных препаратов проведены на территории Республики Беларусь в 2014–2016 гг. на базе РУП «Институт защиты растений», ЧУП «Озеричий-Агро», агрокомбинатов «Ждановичи» и «Дзержинский», РЭОСХП «Восход». Все операции выполняли работающие, одетые согласно рекомендациям, имеющимся в паспорте безопасности производителя. Используемые средства индивидуальной защиты: защитный хлопчатобумажный костюм, щиток защитный лицевой, резиновые сапоги и перчатки. Оценку условий применения средств защиты растений проводили на основании результатов анализа остаточных количеств действующих веществ в следующих объектах:

- воздух зоны дыхания оператора-заправщика по приготовлению рабочего раствора препарата и заправке машины;
- воздух зоны дыхания оператора протравочной машины (при применении препаратов для предпосевной обработки семян);
- воздух зоны дыхания тракториста, производящего обработку;
- смывы с кожных покровов оператора и тракториста после окончания работ;

Отбор проб воздуха рабочей зоны и смывов с поверхности открытых и закрытых частей тела работающих проводили в соответствии с методическими указаниями по гигиенической оценке новых пестицидов № 4263-87 (Киев, 1988).

Определение микроколичеств действующих веществ в отобранных пробах проводили в соответствии с действующими инструкциями методами газовой, газожидкостной и высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Гигиеническую оценку степени риска для лиц, контактирующих с исследуемыми пестицидами, проводили в соответствии с методическими рекомендациями № 2001/73 «Метод оценки риска воздействия пестицидов на работающих».

В токсикологических экспериментах на белых крысах установлены величины среднесмертельных доз DL_{50} изучаемых препаратов по лимитирующему критерию острой внутрижелудочной токсичности. Результаты токсиколого-гигиенической оценки свидетельствуют о том, что пестициды Юниформ (DL_{50} 2800 мг/кг), Ревус Топ (DL_{50} 4000 мг/кг), Вайбранс Интеграл (DL_{50} 3500 мг/кг), Амистар Экстра Голд (DL_{50} 2960 мг/кг), Магнелло (DL_{50} 4760 мг/кг), Элатус Риа (DL_{50} 3600 мг/кг), Амплиго (DL_{50} 480 мг/кг), Реглон Форте (DL_{50} 660 мг/кг) относятся к умеренно опасным, а пестициды Максим Кваттро, Селест Макс, Цидели Топ 140, Пленум относятся к малоопасным ($DL_{50} > 5000$ мг/кг) химическим веществам согласно ГОСТ 12.1.007-76.

Содержание действующих веществ изученных препаратов в воздухе рабочей зоны не превышало существующих гигиенических нормативов, а загрязнения кожных покровов носили только локальный характер. Величины комплексных (дермального и ингаляционного) рисков изучаемых пестицидов на работающих, занятых при их применении, составляют менее 1, что не превышает допустимый суммарный ≤ 1 . Результаты комплексных исследований представлены в таблице.

В результате комплексных токсиколого-гигиенических исследований установлены классы опасности новых пестицидов, оценена степень их риска для работающих в реальных условиях их применения. Условия труда работников при соблюдении регламентов применения и мерах безопасности для изученных препаратов соответствуют гигиеническим требованиям. На основании полученных данных фунгициды Юниформ, Ревус Топ, Амистар Экстра Голд, Магнелло, Цидели

Топ 140, Элатус Риа, инсектициды Пленум, Амплиго, десикант Реглон Форте, препараты для предпосевной обработки семян Максим Кваттро, Селест Макс, Вайбранс Интеграл, производства Syngenta Crop Protection AG (Швейцария) рекомендованы к государственной регистрации.

Таблица — Величины суммарного риска при накожном и ингаляционном воздействии пестицидов при выполнении производственных операций

Препараты для предпосевной обработки семян					
торговое название, препаративная форма, действующие вещества	класс опасности (ГОСТ 12.1.007-76)	максимальная норма расхода	величина суммарного комплексного риска		
			оператор-заправщик	оператор протравочной машины	тракторист
Максим Кваттро, ТС (флудиоксонил 37,5 г/л, мефеноксам 30 г/л, азоксистробин 15 г/л, тиабендазол 300 г/л)	4	1,0 л/т	0,013	0,013	0,013
Селест Макс, КС (тиаметоксам 125 г/л, флудиоксонил 25 г/л, тебуконазол 15 г/л)	4	2 л/т	0,408	0,484	0,41
Вайбранс Интеграл, ТКС (седаксан 25 г/л, флудиоксонил 25 г/л, тиаметоксам 175 г/л, тебуконазол 10 г/л)	3	2 л/т	0,38	0,38	0,37
Фунгициды					
торговое название, препаративная форма, действующие вещества	класс опасности (ГОСТ 12.1.007-76)	максимальная норма расхода	величина суммарного комплексного риска		
			оператор-заправщик	тракторист (либо оператор в условиях закрытого грунта)	
Юниформ, СЭ (азоксистробин 322 г/л, мефеноксам 124 г/л)	3	2 л/га	0,005	0,011	
		0,9 л/га (в условиях закрытого грунта)	0,017	0,035	
Ревус Топ, СК (дифеноконазол 250 г/л, мандипропамид 250 г/л)	3	0,6 л/га	0,041	0,041	
Амистар Экстра Голд, МД (азоксистробин 200 г/л, ципроконазол 80 г/л)	3	0,75 л/га	0,026	0,035	
Магнелло, КЭ (дифеноконазол 100 г/л, тебуконазол 250 г/л)	3	1,0 л/га	0,402	0,402	
Цидели Топ 140, ДК (дифеноконазол 125 г/л, цифлufenамид 15 г/л)	4	1,5 л/га	0,135	0,109	
Элатус Риа, КЭ (бензовиндифлупир 88,33 г/л, пропиконазол 66,67 г/л, ципроконазол 208, 33 г/л)	3	0,6 л/га	0,027	0,027	
Инсектициды					
Пленум, ВДГ (пиметрозин 500 г/кг)	4	0,25 кг/га	0,421	0,126	
		0,6 кг/га (в условиях закрытого грунта)	0,009	0,012	
Амплиго, МКС (лямбда-цигалотрин 50 г/л, хлорантранилипрол 100 г/л)	3	0,4 л/га	0,3	0,3	
Десиканты					
Реглон Форте, ВР (200 г/л дикват-ион)	3	2,25 л/га	0,026	0,026	
Примечания: 1) ТС — текучая суспензия; 2) КС — концентрат суспензии; 3) ТКС — текучий концентрат суспензии; 4) СЭ — суспензионная эмульсия; 5) СК — суспензионный концентрат; 6) МД — масляная дисперсия; 7) КЭ — концентрат эмульсии; 8) ДК — дисперсионный концентрат; 9) ВДГ — водно-дисперсионные гранулы; 10) МКС — микрокапсулированная суспензия; 11) ВР — водный раствор.					

Поступила 30.08.2017

РЕАЛИЗАЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ЗАЩИТНЫХ МЕХАНИЗМОВ У НАРКОТИЗИРОВАННЫХ КРЫС ПРИ ЭНДОТОКСЕМИИ

Гладкова Ж. А., gladkova_z@mail.ru

Государственное научное учреждение «Институт физиологии Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

Эндотоксин *Escherichia coli* играет ключевую роль в патогенезе различных воспалительных заболеваний. Эндотоксин повышает защитные силы организма, поддерживая иммунокомпетентные клетки и органы в состоянии физиологического тонуса: небольшие дозы липополисахарида (10 мкг/мл) стимулируют фагоцитоз моноцитов, большие дозы (50–100 мкг/мл) оказывают обратный эффект. Повышение концентрации также сопровождается развитием токсических эффектов, выражающихся в иммунном воспалении печени и поджелудочной железы, а также стимуляции клеток Купфера и липоцитов, инициируя фиброзирование печени [1].

Современные представления о процессах, лежащих в основе развития атерогенеза, постулируют значительный вклад эндотоксина кишечной микрофлоры в развитии сосудистых поражений. Особенно актуально принимать во внимание эти сведения в терапии пациентов с заболеваниями кишечника различной этиологии, сахарным диабетом, ожирением, болезнями почек. Эндотоксин запускает процессы трансформации макрофагов интимы артерий, превращая их в пенистые клетки, что индуцирует повреждения эндотелия и гиперлипидемию [1].

В настоящее время актуальны исследования роли эндотоксина в развитии нейро-дегенеративных заболеваний. Так, липополисахарид обнаружен в верхних височных долях коры больших полушарий и в гиппокампе при болезни Альцгеймера и деменции [2].

Как осуществляется центральный контроль витальных функций организма при эндотоксемии изучено недостаточно. Актуальным остается вопрос о развитии побочных реакций при оперативных вмешательствах и введении лекарственных препаратов на фоне наличия хронических воспалительных заболеваний желудочно-кишечного тракта.

Целью исследования стало проанализировать особенности электрической активности популяций нейронов каудальных участков вентролатеральных отделов продолговатого мозга и частоты сердечных сокращений при моделировании эндотоксемии в условиях наркоза.

Острые опыты проведены на наркотизированных (нембутал и уретан в пропорции 30 и 500 мг/кг внутривенно) белых крысах-самцах линии Вистар ($n = 40$). Инъекцию липополисахарида *Escherichia coli* (далее — ЛПС; 1,10 и 100 мкг/кг/мл) в качестве растворителя для ЛПС использовали апиригенный физиологический раствор (АФР, LyphoMed, Inc.), его же применяли в качестве контроля (1 мл/кг). Введение субстанций осуществляли в правую бедренную вену. Для оценки функционального состояния наркотизированных животных регистрировали электрокардиограмму во втором стандартном отведении и глубокую температуру тела. Животных размещали на электрической грелке с постоянно поддерживаемой температурой ($36 \pm 0,5^\circ\text{C}$). С дорсальной поверхности головы крысы рассекали мягкие ткани свода черепа, удаляли надкостницу, с помощью гемостатической губки проводили гемостаз. Голову фиксировали в стереотаксическом приборе СЭЖ-5 таким образом, чтобы черепные ориентиры лямбда и брегма располагали в одной горизонтальной плоскости. Расчет координат каудальных участков вентролатеральных отделов продолговатого мозга (далее — КВЛ) осуществляли по атласу головного мозга крыс линии Вистар: 13,4–13,5 мм каудальнее брегмы, 1,9–2,0 мм латеральнее средней линии и 8,0–8,1 мм вентральнее поверхности черепа [3]. При помощи микродрели (Marathon, sae yang microtech, Корея) в костях черепа в соответствии со стереотаксическими координатами выполняли отверстие диаметром 1 мм и вскрывали твердую мозговую оболочку. Через трепанационное отверстие в ткань мозга с помощью микроманипулятора вводили остеклованный вольфрамовый электрод (диаметр кончика 3–5 мкм, поверхность неизолированного кончика 20 мкм, сопротивление электрода $R = 2\text{--}3\text{ МОм}$) для регистрации нейронной активности в каудальных участках вентролатеральных отделов продолговатого мозга. Частоту сердечных сокращений (далее — ЧСС) оценивали путем автоматизированного программного подсчета R-R интервалов электрокардиограммы. Запись проводили с использованием электрофизиологической установки и обрабатывали с помощью программы InputWin 7. Общее время наблюдения составило 160 мин: первые 10 мин осуществляли запись фоновой активности частоты сердечных сокращений и частоты разрядов нейронов, далее медленно струйно внутривенно инфузирвали ЛПС. Животных содержали в стандартных условиях вивария (температура воздуха $23 \pm 1^\circ\text{C}$, вентиляционный режим 30 мин/ч) при свободном доступе к воде и пище в соответствии с нормами содержания лабораторных животных. Все эксперименты выполнены с учетом рекомендаций Европейской конвенции о гуманном обращении с лабораторными животными [4].

Для анализа статистических данных сопоставляли результаты, полученные в трех экспериментальных группах по отношению к контрольной. У контрольных крыс по сравнению с фоном отмечена тенденция к снижению ЧСС после внутривенного апиригенного физиологического раствора до 55 мин с 380 до 300 уд./мин, далее частота колебалась в диапазоне 310 ± 20 уд./мин (рисунков).

В условиях уретан-нембуталового наркоза после внутривенной инфузии ЛПС в дозе 1 мкг/кг/мл наблюдали увеличение ЧСС с 30 до 70 мин на 50 ± 5 уд./мин ($p < 0,05$, $n = 10$), далее частота плавно снижалась. Импульсная активность нейронов не изменялась в течение всего периода регистрации и составляла $2,2 \pm 0,2$ имп./с. При внутривенном введении 10 мкг/кг/мл липополисахарида сердечный ритм имел фазное изменение с 35 по 65 мин регистрации с 360 до 380 уд./мин и с 90 по 130 мин с 330 до 380 уд./мин ($n = 10$), в то время как частота разрядов нейронов по сравнению с фоновой активностью снижалась с 40 до 120 мин ($с\ 27 \pm 2$ до 18 ± 2 имп./с, $p < 0,05$, $n = 10$). Частота сердечных сокращений после внутривенной инъекции ЛПС в дозе 100 мкг/кг с 20 по 50 мин плавно снижалась с 390 до 320 уд./мин с последующим возрастанием в среднем на 110 ± 10 уд./мин со 140 мин эксперимента ($p < 0,05$, $n = 10$). Изменение частоты разрядов нейронов в КВЛ при статистической обработке данных, полученных от 10 крыс выявило значительный разброс: при фоновой активности нейронов 6 ± 2 имп./с инфузия не вызывала значимых изменений ($n = 3$); при частоте разрядов нейронов 12 ± 2 имп./с наблюдали снижение импульсной активности начиная с 20 мин эксперимента ($с\ 12 \pm 2$ до 5 ± 1 имп./с, $p < 0,05$, $n = 3$); при исходной

частоте импульсации 23 ± 2 имп./с на 40 мин зафиксирован рост электрической активности нейронов (с 23 ± 2 до 35 ± 2 имп./с, $p < 0,05$, $n = 4$). Таким образом, наблюдали неоднородность ответов популяций нейронов в КВЛ на внутривенную инфузию ЛПС в дозе 100 мкг/кг.

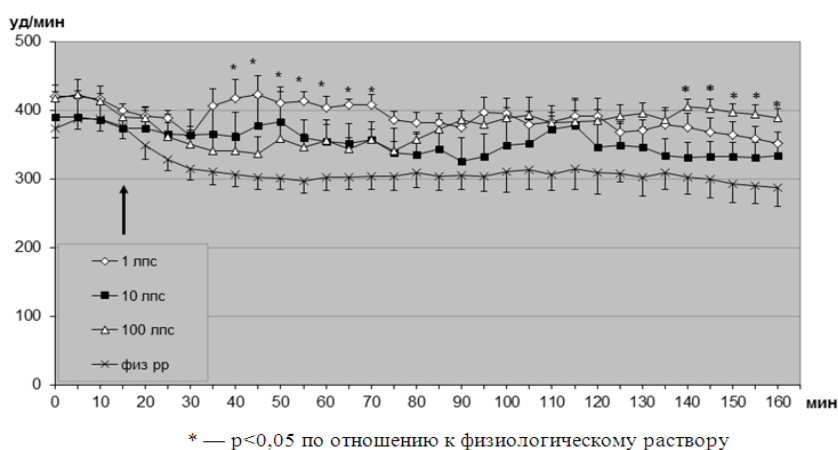


Рисунок — Изменение частоты сердечных сокращений (уд./мин) до и после внутривенного введения ЛПС *E. coli* в концентрации 1; 10; 100 мкг/кг/мл, апиrogenного физиологического раствора в объеме 1 мл/кг

В опытах на наркотизированных белых крысах самцах линии Вистар обнаружены популяции нейронов, которые изменяют свою электрическую активность в условиях моделирования эндотоксемии. Для более детального и глубокого изучения разнонаправленного изменения частоты разрядов нейронов необходимо расширить выборку нейронов и обратить внимание на неоднородность популяций нейронов в каудальных участках вентролатеральных отделов продолговатого мозга и их ответов на внутривенное введение липополисахарида *Escherichia coli*.

Внутривенное введение ЛПС 1 мкг/кг/мл или апиrogenного физиологического раствора не сопровождается изменениями электрической активности нейронов КВЛ в условиях уретан-нембуталового наркоза в течение всего периода регистрации.

Внутривенная инфузия ЛПС в дозе 10 мкг/кг/с с 40 по 120 мин сопровождалась снижением частоты разрядов нейронов по сравнению с фоновой активностью на 66% ($p < 0,05$, $n = 10$).

При статистической обработке данных от 10 особей после внутривенного введения ЛПС в концентрации 100 кг/кг/мл наблюдали значительный разброс данных импульсной активности нейронов каудальных участков продолговатого мозга (15 ± 7 имп./с). В процессе группировки показателей по абсолютной величине выделены 3 группы нейронных популяций: при различной начальной фоновой активности нейронов 6 ± 2 имп./с введение ЛПС не вызывало значимых ее изменений ($n = 3$); при частоте разрядов нейронов 12 ± 2 имп./с, начиная с 20 мин и до окончания эксперимента, импульсная активность снизилась в 2 раза ($p < 0,05$, $n = 3$); при частоте импульсации 23 ± 2 имп./с на 40 мин зафиксировали рост электрической активности нейронов на 65% ($p < 0,05$, $n = 4$). Таким образом, в КВЛ крыс обнаружены популяции нейронов, которые изменяют свою электрическую активность в условиях моделирования эндотоксемии.

После внутривенного введения ЛПС в концентрации 1 мкг/кг/мл наблюдалось увеличение ЧСС с 30 мин до 70 мин с 400 до 450 уд./мин.

Инфузия ЛПС в концентрации 10 мкг/кг/мл не сопровождалась изменениями ЧСС.

Внутривенное введение ЛПС в концентрации 100 мкг/кг/мл вызывает увеличение частоты сердечных сокращений, что свидетельствует о нарушении работы сердечно-сосудистой системы.

Следовательно, моделирование эндотоксемии путем внутривенного введения ЛПС в дозе 100 мкг/кг нарушает работу сердечно-сосудистой системы, в то время как введение ЛПС в дозах 1 или 10 мкг/кг сопровождается реализацией защитных реакций организма, направленных на поддержание физиологических функций в норме. Установленные данные об изменении частоты сердечных сокращений при моделировании эндотоксемии являются необходимыми для разработки технологии предупреждения развития побочных реакций со стороны сердечно-сосудистой системы при проведении лекарственной терапии или хирургического вмешательства, особенно при наличии хронических заболеваний желудочно-кишечного тракта.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (Грант № Б17М-048).

Литература

1. Аниховская, И. А. Кишечный эндотоксин и стресс в адаптации и старении / И. А. Аниховская, И. М. Салахов, М. Ю. Яковлев // Вестн. Рос. акад. естеств. наук. — 2016. — № 1. — С. 19–24.
2. Zhao, Y. Secretory Products of the Human GI Tract Microbiome and Their Potential Impact on Alzheimer's Disease (AD): Detection of Lipopolysaccharide (LPS) in AD Hippocampus / Y. Zhao, V. Jaber, W. J. Lukiw // Front. Cell Infect. Microbiol. — 2017. — № 7. — P. 318.
3. Paxinos, Y. The Rat Brain In Stereotaxic Coordinates / Y. Paxinos, C. Watson. — San Diego : Academic Press, 1998. — 256 p.
4. European Convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. — Strasbourg : Europ. Treaty Series, 1986. — № 123. — P. 48.

Поступила 30.08.2017

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИИЗОНИЛФТАЛАТА НА ЭМБРИОГЕНЕЗ И ПОСТНАТАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ПОТОМСТВА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ НА БЕЛЫХ КРЫСАХ

¹Грынчак В. А., grinchakva@gmail.com,

²Рябцева С. Н., sveta.rjabceva@tut.by

¹Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

²Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время широкое применение для производства изделий на полимерной основе находит новое соединение — диизонилфталат (далее — ДИНФ), химические свойства которого позволяют отказаться от существующих пластификаторов — дибутилфталата и диоктилфталата.

По данным Всемирной организации здравоохранения, фталаты оказывают негативное воздействие на эндокринную и нервную системы, обладают способностью индуцировать ряд отдаленных эффектов, включая канцерогенные. Соединения с такими свойствами присутствуют в составе упаковки для пищевых продуктов, в бытовой технике, изделиях медицинского назначения, игрушках для детей и т. д.

Опасные свойства основных фталатов для здоровья и среды обитания человека в целом изучены хорошо. Законодательно установлены допустимые уровни миграции в водную и воздушную среды для диметилфталата, диэтилфталата, диметилтерефталата, диоктилфталата и дибутилфталата. В то же время для продукции, содержащей ДИНФ, отсутствуют требования гигиенической безопасности, что не дает оснований ее считать безопасной для потребителя.

Для обеспечения безопасного обращения продукции на полимерной основе необходимо осуществление токсиколого-гигиенической оценки с обоснованием гигиенического регламентирования ДИНФ. Анализ литературы показывает, что сведения о биологических свойствах данного соединения представлены эпизодично, практически отсутствуют данные об уровне его токсичности и опасности, не выявлены закономерности токсикодинамики, нет сведений о механизмах токсического действия. Вышеизложенное свидетельствует о необходимости разработки лимитирующих показателей вредности для определения допустимых уровней миграции ДИНФ из полимерной продукции.

Одним из компонентов изучения возможного отрицательного воздействия вредного химического фактора является идентификация опасности репродуктивной токсичности, что достигается путем экстраполяции на человека экспериментальных данных, полученных в опытах на целостном организме животного.

Целью настоящих исследований является изучение влияния ДИНФ на репродуктивную функцию белых крыс с учетом изменений, возникающих в постнатальном развитии первого поколения и определением недействующих уровней доз.

Изучению подвергали ДИНФ (номер CAS 28553-12-0), представляющий собой прозрачную бесцветную маслянистую жидкость, без запаха, практически нерастворимую в воде.

Эксперименты по изучению эмбриотропного и тератогенного действия проводили на 105 рандомбредных половозрелых крысах-самках с массой тела 160–180 г. Длительность беременности у крыс составляет 22 дня. При постановке исследований обращали внимание на полноценность пищевого рациона и тщательность ухода за животными, т. е. каждый из этих факторов сам по себе может оказать влияние на состояние эмбрионального развития и функциональное состояние плаценты.

При отборе крыс-самок руководствовались наличием у них нормального эстрального цикла, включающего все 4 стадии общей продолжительностью 4–6 дней и характеризующегося ритмичностью циклирования. При наличии фазы эструса проводили спаривание самок с самцами. Спаривание проводили в вечернее время. Самок подсаживали к одной и той же группе самцов в соотношении 2:1.

Первый день беременности устанавливали на основании обнаружения сперматозоидов в вагинальном мазке нормально циклирующих самок. Изучение эмбриотоксичности проводили по методу, предложенному А.А. Динерман. Его суть заключается в комбинированной схеме постановки эксперимента по изучению эмбриотоксического и тератогенного действия с учетом состояния потомства в постнатальном периоде.

Схема эксперимента предусматривала многократное внутрижелудочное введение ДИНФ на протяжении 20 дней беременности самкам крыс, распределенным по 21 особи в 5 подопытных групп: I группе вводили дистиллированную воду в объеме 2 мл (контрольная), опытные группы получали ДИНФ в дозах: II группа — 10 мг/кг, III группа — 100 мг/кг, IV группа — 1000 мг/кг и V группа — 10000 мг/кг массы тела.

На 20-й день беременности, когда эмбрион достигает значительных размеров и в основном закончен органогенез, проводили умерщвление 11 из 21 самки в каждой группе методом мгновенной декапитации. После вскрытия беременных самок в яичниках подсчитывали число желтых тел. Рога матки вскрывали по наружному краю, подсчитывали число живых и погибших эмбрионов. Эмбрионы фиксировали в растворе Буэна. Наличие аномалий развития внутренних органов эмбрионов определяли с помощью метода сагиттальных срезов, предложенного W. Wilson в модификации. Все срезы просматривали с помощью бинокулярной лупы МБС-1 (РФ).

Оставшиеся по 10 самок в каждой группе на 21 или 22-й день беременности приносили помет. Изучение состояния потомства в постнатальном периоде проводили с использованием показателей массы и длины тела. По достижении потомством трехмесячного возраста самцов умерщвляли методом мгновенной декапитации. Морфофункциональные показатели гонад изучали по показателям общей концентрации сперматозоидов, концентраций подвижных и неподвижных сперматозоидов, средней скорости подвижных сперматозоидов при помощи спермоанализатора БИОЛА АФС-500-2 (РФ). Фиксировали также изменения ряда функциональных и морфометрических показателей гонад, характеризующих генеративную функцию животных, включая относительные коэффициенты массы (далее — ОКМ) семенников и придатков.

Результаты исследований обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики. При оценке различий между группами использовали параметрический t-критерий Стьюдента с учетом поправки Бонферрони или непараметрический U-критерий Манна–Уитни. Количественные параметры представлены в виде среднего значения (M) и 95% доверительного интервала ($\pm 95\%$ ДИ) либо в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха [25%; 75%]. Критическим

уровнем значимости при проверке статистических гипотез был принят $p \leq 0,05$. Обращение с животными соответствовало международным требованиям.

На протяжении эксперимента (период беременности и роды) гибель и клинические признаки интоксикации самок крыс в опытных группах и контроле отсутствовали.

Изучение эмбрионального развития потомства крыс в группе V (10000 мг/кг) достоверно показало снижение числа живых эмбрионов и среднего числа особей в помете на одну самку по сравнению с контролем. Увеличилось число погибших эмбрионов, как следствие, достоверно изменилась общая эмбриональная и постимплантационная смертность. В остальных опытных группах показатели оставались в пределах нормального эмбриогенеза (таблица 1).

Таблица 1. — Показатели эмбрионального развития крыс, М (95% ДИ), либо Ме [25%; 75%]

Показатели, единицы измерения	Группы сравнения, уровень воздействия ДИНФ				
	I контроль	II 10 мг/кг	III 100 мг/кг	IV 1000 мг/кг	V 10000 мг/кг
Число живых эмбрионов, шт.	9,0 [8,0; 11,0]	9,0 [8,0; 10,0]	10,0 [8,0; 11,0]	10,0 [9,0; 10,0]	5,0 [2,0; 9,0]*
Число погибших эмбрионов, шт.	0	0	0	0 [0; 1,0]	2,0 [0; 5,0]*
Число желтых тел, шт.	11,0 [11,0; 13,0]	10,0 [9,0; 11,0]	11,0 [11,0; 13,0]	12,0 [10,0; 13,0]	11,0 [10,0; 12,0]
Общая эмбриональная смертность, %	15,38 [0,00; 25,0]	10,0 [0; 0,16,7]	15,38 [9,1; 28,6]	23,08 [9,1; 33,3]	54,55 [18,2; 80,0]*
Преимплантационная смертность, ед.	0,15 [0; 0,23]	0,10 [0; 0,17]	0,11 [0,9; 0,27]	0,15 [0,07; 0,27]	0,3 [0,14; 0,36]
Постимплантационная смертность, ед.	0	0	0	0 [0; 0,091]	0,29 [0; 0,67]*
Среднее число особей в помете, шт.	9,0 [9,0; 10,0]	9,0 [7,0; 10,0]	9,0 [8,0; 10,0]	8,5 [6,0; 10,0]	6,5 [5,0; 7,0]*
Масса одного эмбриона, г	2,3 (2,0–2,5)	2,2 (1,9–2,5)	2,2 (2,0–2,5)	2,4 (2,0–2,7)	2,3 (1,9–2,6)
Длина одного эмбриона, мм	31,0 (29,0–33,0)	32,0 (30,0–34,0)	31,0 (29,0–32,0)	32,0 (29,5–34,0)	32,0 (30,0–34,0)
* — различия статистически достоверны, $p < 0,05$.					

При внешнем осмотре эмбрионов и при изучении состояния их внутренних органов методом сагиттальных срезов контрольной группы и группы I (10 мг/кг) отклонений от анатомической нормы не обнаружено. В опытной группе III (100 мг/кг) было установлено уменьшение размера глазных яблок у 5 эмбрионов (микрофтальмия, 4,8%). Эта же аномалия развития наблюдалась и в группах IV (1000 мг/кг) и V (10000 мг/кг). Также в этих группах (IV и V) выявлен ряд аномалий развития: частичное отсутствие свода черепа, черепно-мозговая грыжа, гидроцефалия, анэнцефалия, микрогнатия, гипоплазия нижней доли легкого, отсутствие межжелудочковой перегородки, эквентрация кишечника и/или печени (таблица 2).

Таблица 2. — Аномалии развития эмбрионов крыс

Показатели, единицы измерения (кол-во аномалий/общее кол-во эмбрионов/%)	Группы сравнения, уровень воздействия ДИНФ				
	I контроль	II 10 мг/кг	III 100 мг/кг	IV 1000 мг/кг	V 10000 мг/кг
Микрофтальмия	0 / 104	0 / 99	5 / 104 (4,8%)	7 / 106 (6,6%)	8 / 65 (12,3%)
Анэнцефалия	0 / 104	0 / 99	0 / 104	0 / 106	6 / 65 (9,2%)
Гидроцефалия	0 / 104	0 / 99	0 / 104	0 / 106	6 / 65 (9,2%)
Энцефалоцеле	0 / 104	0 / 99	0 / 104	0 / 106	4 / 65 (6,2%)
Акрония	0 / 104	0 / 99	0 / 104	0 / 106	4 / 65 (6,2%)
Микрогнатия	0 / 104	0 / 99	0 / 104	0 / 106	3 / 65 (4,6%)
Гипоплазия нижней доли легкого	0 / 104	0 / 99	0 / 104	0 / 106	2 / 65 (3,1%)
Отсутствие межжелудочковой перегородки	0 / 104	0 / 99	0 / 104	12 / 106 (11,3%)	13 / 65 (20%)
Эквентрация кишечника и/или печени	0 / 104	0 / 99	0 / 104	6 / 106 (5,7%)	10 / 65 (15,4%)
Общее количество аномалий развития	0	0	5 (4,8%)	25 (23,6%)	56 (86,2%)
Количество эмбрионов с аномалиями развития	0	0	5 (4,8%)	25 (23,6%)	32 (49,2%)

При этом доза 10000 мг/кг исследуемого соединения вызывала множественные пороки развития, которые характеризовались сочетанием эквентрации кишечника и/или печени, микрофтальмии, анэнцефалии, гидроцефалии, акронии,

отсутствием межжелудочковой перегородки. Таким образом, морфологически были обнаружены признаки выраженного негативного (тератогенного) действия на плод.

Наблюдения за процессом постнатального развития крысят проводили, начиная со дня рождения до 60-дневного возраста. Установлено, что по параметрам массы и длины тела подопытные крысята не отличались от контрольных. Также независимо от групповой принадлежности отлипание ушной раковины у крысят наступало на 2–3-й день жизни, обрастание шерстью — на 5–6-й день, прорезывание резцов — на 8–9-й, открытие глаз — на 13–16 день.

При изучении показателей состояния репродуктивной системы потомства (самцы крыс) на 60-й день жизни произведено умерщвление животных подопытных групп методом мгновенной декапитации. Макроскопическое обследование семенников и придатков у животных всех групп не обнаружило видимой патологии. В подопытных группах не наблюдалось достоверных отклонений показателей, характеризующих генеративную функцию — ОКМ семенников и придатков, общей концентрации, концентрации подвижных и неподвижных сперматозоидов, средней скорости подвижных сперматозоидов.

В ходе исследования установлено, что внутрижелудочное введение ДИНФ самкам на протяжении периода беременности в дозах 100; 1000 и 10000 мг/кг инициировало формирование внешних и внутренних пороков развития эмбрионов, таких как микрофтальмия, анэнцефалия, гидроцефалия, акрония, микрогнатия, гипоплазия легкого, отсутствие межжелудочковой перегородки, эвентрация кишечника и/или печени. Уровень воздействия 10000 мг/кг характеризуется увеличением общей постимплантационной и эмбриональной смертности, наличием множественных (сочетанных) пороков развития эмбрионов. При этом по показателям постнатального развития потомства достоверных по сравнению с контролем изменений не обнаружено. В эксперименте установлена максимально недействующая доза 10 мг/кг ДИНФ, при которой признаков тератогенного и эмбриотропного действия не выявлено.

Поступила 31.08.2017

КУЛЬТУРА КЛЕТОК КАК АЛЬТЕРНАТИВНАЯ МОДЕЛЬ В ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Дмитруха Н. Н., д.б.н., с.н.с., dmytrukha@ukr.net,
Лагутина О. С., lagutinao@ukr.net,
Короленко Т. К., к.м.н., с.н.с., tkorolenko@gmail.com

Государственное учреждение «Институт медицины труда Национальной академии медицинских наук Украины»,
г. Киев, Украина

Появление новых и активное использование существующих химических веществ требует оценки риска и степени их опасности для человека и окружающей среды. Этими вопросами занимается токсикология — наука, изучающая токсичные вещества, потенциальную опасность их воздействия на организмы и экосистемы, механизмы токсического действия, а также методы диагностики, профилактики и лечения развивающихся вследствие такого воздействия заболеваний. Классическая токсикологическая экспертиза проводится на основании данных острых, подострых, хронических и других специальных исследований на теплокровных животных (мыши, крысы, морские свинки, кролики, реже — кошки и собаки, как исключение — обезьяны). Чтобы оценить влияние одного вещества на организм необходимо поставить опыты не менее чем на 430 животных [1].

Безусловно, эксперименты на животных крайне важны для сохранения здоровья человека, но эти исследования являются трудоемкими и дорогостоящими, травмируют и приводят к гибели животных. Поэтому ученые проводят поиск альтернативных моделей и тест-систем в условиях *in vitro* (в пробирке), направленных на максимальное сокращение количества животных и замену их. Внедрение альтернативных методов в токсикологические исследования происходит под контролем таких международных организаций, как Европейский центр по утверждению альтернативных методов (ECVAM), Интернациональный комитет центра по утверждению альтернативных методов (ICCVAM), Европейское сообщество токсикологов *in vitro* (ISTIV) и других. Тестирование в условиях *in vitro* включены в перечень обязательных методов оценки потенциальной опасности химических веществ для здоровья человека и окружающей среды с целью последующей их регистрации, экспертизы и сертификации по правилам нового Европейского законодательства (REACH), которое вступило в силу с 2007 г.

На сегодня в качестве моделей *in vitro* используются системы различной биологической организации: беспозвоночные животные, гидробионты, микроорганизмы, растения, культуры клеток человека и животных, бесклеточные физико-химические тест системы. Для изучения токсического действия ксенобиотиков в опытах *in vitro* уже более 100 лет успешно используется культура клеток разного происхождения и вида. Характерные свойства культуры клеток такие, как гомогенность, удлинённый срок жизни, повышенная способность к делению делают их наиболее приемлемым тест-объектом в токсикологии [2, 3].

Следует отметить, что крупный вклад в развитие нового направления — клеточной токсикологии — внес выдающийся шведский ученый, цитолог доктор Björn Ekwall. Сформулированная им в 1983 г. концепция так называемой «базовой цитотоксичности» (basal cytotoxicity) лежит в основе использования тестов на культуре клеток для определения острой токсичности химических веществ вместо тестов на животных. Björn Ekwall выделил 3 типа токсичности. *Базовая* (общая) цитотоксичность — неблагоприятное воздействие химических веществ на общие для всех клеток структуру и функции, необходимые для выживания клетки, деления, репликации ДНК и т. д. *Общая* цитотоксичность характеризуется одинаковой чувствительностью к действию вещества независимо от типа клеток. *Органоспецифическая* цитотоксичность — влияние на структуру и функции, специфические для определенных клеток тканей и органов, (например, в результате воздействия процессов биотрансформации, связывания со специфическими рецепторами). Для ее определения используются тесты на клеточных клиниях различных тканей органов (кровь, печень, почки и т. д.). *Внеклеточная* токсичность проявляется, если ксенобиотик непосредственно не влияет на клетку, но его действие критическое на уровне целостного организма и охватывает

процессы, происходящие вне клеток (например, клеточная секреция). Автор указывал, что все три типа цитотоксичности могут иметь место *in vivo*, поэтому должны учитываться в стратегии исследований *in vitro* [3].

Исследования токсичности химических веществ проводят на первичных культурах клеток и тканей, выделенных из организма животных, человека, а также перевиваемых или постоянных, полученных из отдельных видов опухолей. На клеточном уровне можно выделить три основных механизма токсического действия веществ: повреждение клеточных мембран, нарушение процессов метаболизма, нарушения регуляции состава и деления клеток. Следует отметить, что метод культур клеток позволяет выбрать наиболее адекватный объект для исследования и изолированно изучать специфику токсического действия веществ на клетки из различных органов и тканей и таким образом определять их гепато-, нейро-, нефро-, иммунотоксичность и другие специфические эффекты на организм. Для оценки тканевой токсичности используют срезы тканей и реконструированные модели, которые имитируют нормальные ткани *in vitro*. Такие модели позволяют проводить: исследование раздражающего действия веществ; исследование фототоксичности; исследование абсорбции вещества через кожу и ее барьерной функции [4].

Таким образом, исследования с использованием клеточных культур позволяют проводить: сравнительную экспресс-оценку токсичности и опасности химического вещества; исследование нарушения обмена веществ в клетке; изучение цито- и органотоксичности, мута- и канцерогенных эффектов.

Для исследования цитотоксичности ксенобиотиков на культуре клеток рекомендованы следующие тесты [5]:

- определение количества жизнеспособных клеток с использованием трипанового синего;
- определение содержания общего белка, как показателя прироста клеточной массы (тест с сульфородамино В), который также может быть показателем клеточной пролиферации;
- определение изменений активности дыхательных ферментов в тесте с метилтетразолием (далее — МТТ);
- оценка лизосомальной активности и интенсивности процессов активного мембранного переноса — по поглощению красителя нейтрального красного;

- оценка степени повреждения цитоплазматической мембраны — по выходу в среду инкубации фермента лактатдегидрогеназы (далее — ЛДГ).

Кроме выше перечисленных методов довольно часто применяются тесты:

- определение нарушения регуляции ионного состава (рН-среды);
- оценка нарушения процессов метаболизма (определение активности глутатион — S-трансферазы);
- определения содержания АТФ в клетках и инкубационной среде;
- оценка морфологических изменений клеток.

Для изучения органотоксичности используют тесты, что и при определении общей токсичности, а также специфические маркеры: ферменты АЛТ, АСТ — для клеток печени; ЛДГ и тропонин — для клеток сердечной ткани; для фибробластов кожи — скорость синтеза коллагена; для иммунотоксичности — синтез интерлейкинов и антител, уровень С-реактивного белка. Кроме того, для всех типов клеток можно провести ПЦР (полимеразно-цепная реакция) диагностику с целью определения активации того или иного гена, отвечающего за синтез белка, фермента, ко-фактора.

По результатам вышеуказанных тестов определяют концентрацию исследуемого вещества, которая вызывает 50% снижение того или иного показателя по отношению к контролю и обозначается как IC₅₀, LC₅₀, EC₅₀. IC₅₀ (*Inhibitory concentration*) — концентрация подавляющая рост 5% клеток в культуре. LC₅₀ (*Letal concentration*) — концентрация вещества, вызывающая гибель 50% клеток. EC₅₀ (*Effective concentration*) — концентрация, вызывающая снижение функции у 50% клеток.

На сегодня уже имеются определенные достижения использования культуры клеток при изучении хронической токсичности *in vitro*. При этом продолжительность экспозиции исследуемого вещества как минимум длится 120 ч. Инкубация с препаратом может быть как непрерывной, так и в виде нескольких повторных его введений в культуральную среду.

Следует отметить, что исследования с использованием культуры клеток в Киевском Институте медицины труда были начаты еще в 80-е гг. XX в. для экспресс-оценки токсичности компонентов сварочного аэрозоля, а также оценки мутагенности химических веществ. С 2007 г. исследования острой токсичности ксенобиотиков на культуре клеток проводятся в лаборатории промышленной токсикологии и гигиены труда при использовании химических веществ, возглавляемой академиком И.М. Трахтенбергом. Выполнены сравнительные исследования цитотоксичности соединений тяжелых металлов (хлорид ртути, ацетат свинца, сульфат кадмия, хлорид марганца), цитратов металлов (железо, медь, цинк, магний), полученных с помощью нанотехнологии, а также наночастиц тяжелых металлов (железо, медь) и их соединений (оксид железа, сульфид кадмия, сульфид свинца), ряда других ксенобиотиков.

Эксперименты проводятся на культурах клеток легких, кожи, печени, нервной и иммунной системы (A-549 — немелкоклеточный рак легких, HaCat — нормальные кератиноциты, Hep-G2 — клетки гепатокарциномы, U-373 — клетки глиобластомы-астроцитомы, Colo-205 — аденокарцинома толстого кишечника, MT4 — Т-клеточной лимфомы и Raji — лимфомы Бэркитта), полученных из Банка клеток Института экспериментальной патологии, онкологии и радиологии им. Р.Е. Кавецкого НАН Украины.

Для установления цитотоксичности используют стандартные тесты: определение изменения активности митохондрий (МТТ-тест), общий белок по поглощению красителя сульфородамина В (SRB-тест), а также жизнеспособность клеток с помощью окраски трипановым синим и нейтральным красным. По результатам вышеуказанных тестов определяют концентрацию, которая вызывает 50% гибель клеток (LC₅₀) или изменение их функциональной активности (EC₅₀).

Результаты выполненных исследований показали, что исследуемые соли тяжелых металлов оказывали прямое токсическое действие на клетки. Наибольший токсический эффект по отношению к культурам клеток легких человека оказывал HgCl₂, к клеткам печени — CdSO₄, наименьшее влияние на жизнеспособность клеток оказывал ацетат Pb. Исследуемые соли металлов проявляли незначительное токсическое действие в отношении Т- и В-лимфоцитов. На основании данных EC₅₀ и уравнения регрессии $\log(LD_{50}) = 0,435 \times \log(LC_{50}) + 0,625$, полученного при анализе 347 химических веществ из Registry of Cytotoxicity (Phillips J.C. et al., 1990), была рассчитана LD₅₀ для каждого вещества (таблица 1). Результаты расчетов

свидетельствуют, что для сульфата Cd рассчитанная LD₅₀ согласуется с данными, полученными в опытах на мышах и крысах при внутрижелудочном введении соли металла. Доза LD₅₀, рассчитанная для хлорида Hg отличалась от LD₅₀ для животных, а для сульфата Mn оказалась менее токсичной (в 3–14 раз), чем для животных. Для ацетата Pb рассчитанные LD₅₀ были в 5–10 раз меньше, чем для мышей и крыс при внутрижелудочном и внутрибрюшинном введении.

Таблица 1. — Значения LD₅₀ для солей металлов, полученных в опытах на животных и рассчитанных по данным EC₅₀ для культуры клеток

Соль металла	LD ₅₀ , мг/кг, при введении внутрижелудочно / внутрибрюшинно		LD ₅₀ , рассчитанные на основе EC ₅₀ для культуры клеток, мг/кг				
			клеточные линии				
	крысы	мыши	HaCat	A-549	Hep-G2	MT4	Raji
HgCl ₂	21,4	17,5	46,9	59,9	122,6	63,9	176,3
CdSO ₄	40,0	47,0 / 67,0	69,7	65,5	79,9	76,9	99,1
MnSO ₄	485,0	64,0 / 425,0	949	470,9	436,7	258,9	237,8
Pb acetate	250,0	/ 282,0	1609,2	1579,7	1810,3	1666,5	3098,9

Таким образом, полученные результаты позволяют утверждать, что показатели LD₅₀ для культур клеток в большинстве случаев соответствовали LD₅₀ для животных, установленных при внутрижелудочном введении, что может быть использовано для обоснования предварительных доз в острых опытах и таким образом будет способствовать сокращению животных в токсикологическом эксперименте.

В ходе исследований проведена оценка цитотоксического действия цитратов металлов (Fe, Zn, Cu и Mg), полученных на основе нанотехнологии (метод взрывного диспергирования Каплуенка–Косинова). Установлено, что высокие концентрации металлов через 24 ч после добавления к инкубационной среды вызывали гибель клеток линий A-549, Colo-205, Hep G2 в среднем на 40%, тогда как низкие концентрации не влияли на их жизнеспособность. Наибольшую цитотоксическую активность по отношению к клеткам A-549 и Hep G2 проявляли цитраты Cu и Fe, а Colo-205 — цитраты Fe и Zn. Наибольшую цитотоксическую активность по отношению к клеткам линии HaCat проявляли цитраты Cu и Zn. Цитрат Fe по отношению к данным культурам клеток проявлял цитотоксическое действие примерно в 10 раз меньше, чем цитрат Cu. Наименьшее токсическое действие по отношению к клеткам установлено для цитрата Mg. Установлено, что цитраты исследуемых металлов в концентрациях EC₃₀ оказывали генотоксическое действие на примере клеток A-549. Так, цитраты Zn и Cu оказывали влияние на структуру хромосом, способствовали увеличению количества клеток с микроядрами и разрушенными клетками. Цитрат Mg замедлял процесс деления клеток. При действии цитрата Fe наблюдали стимуляцию клеточной пролиферации, но деление клеток задерживалось на стадиях митоза, увеличилась частота появления клеток с микроядрами (таблица 2).

Таблица 2. — Результаты цитогенетического анализа влияния цитратов биогенных металлов на клетки линии A-549

Цитраты металлов	Клетки с микроядрами, %	Двухядерные клетки, %	Митозы, %	Кариорексис, %
Контроль	6,3±0,88	4,0±0,57	3,3±2,02	0,3±0,3
Fe	8,3±0,88	3,6±0,33	8,0±2,5*	0,3±0,3
Cu	11,0±0,57*	7,6±1,45*	1,0±0,57	0,6±0,3
Zn	21,0±1,15*	8,6±0,66*	0	1,3±0,7
Mg	8,0±1,73	14,6±1,3*	1,6±0,88	1,3±1,0

* — обозначены достоверные различия показателя по сравнению с контролем (p<0,05).

Подводя итог вышеизложенному материалу, можно сделать следующие выводы:

1. Метод культуры клеток является достаточно информативным для оценки общей цитотоксичности соединений тяжелых металлов, а также выявления их специфической токсичности.
2. Опыты на культуре клеток позволяют проводить количественную оценку цитотоксичности, изучать зависимости «доза – эффект» и «структура – активность». Дозу исследуемого вещества, получаемого каждой клеткой, можно измерять и контролировать с достаточно высокой точностью, что облегчает определение токсической концентрации ксенобиотика.
3. Высокая технологичность процесса исследований позволяет проводить скрининг одновременно нескольких веществ непосредственно на клетках органов и тканей человека.
4. Использование различных клеточных линий позволяет выбрать объект для исследования и изолированно изучать специфику токсического действия вещества на клетки различных органов и тканей (гепато-, нейро-, нефро-, иммунотоксичность и др.).
5. Изучение цитотоксичности ксенобиотиков на культуре клеток имеет практическое значение для разработки и научного обоснования методов ускоренного изучения их токсических свойств. Полученная информация может быть востребованной при гигиеническом нормировании, а также выборе и обосновании применения средств профилактики.

Литература

1. Общая токсикология / под ред. Б. А. Курляндского, В. А. Филова. — М. : Медицина, 2002. — 608 с.
2. Еськов, А. П. Токсикологические испытания. Альтернативные методы / А. П. Еськов, Р. И. Каюмов, А. Е. Соколов // Токсикол. вестн. — 2003. — № 5. — С.25–28.
3. Alternative methods in toxicology tests: *in vitro* toxicity / S. Cinelli [et al.] // Cytotechnology. — 1991. — Vol. 5, iss. 1. — P. 51–54.

4. Альтернативні методи і тест-системи. Лікарська токсикологія / І. М. Трахтенберг [та ін.] : за ред. І. М. Трахтенберга. — Київ : Авіцена, 2008. — 272 с.

5. EDIT: a new international multicentre programme to develop and evaluate batteries of *in vitro* tests for acute and chronic systemic toxicity / B. Ekwall [et al.] // ATLA. — 1999. — Vol. 27. — P. 339–349.

Поступила 31.08.2017

К ВОПРОСУ О ТОКСИКОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ — МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ИСПЫТАНИЙ ПО ПАРАМЕТРАМ ВОДНОЙ ТОКСИЧНОСТИ

Дроздова Е. В., к.м.н., доцент, water@rspch.by,

Фираго А. В., water@rspch.by

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Проблема химической безопасности в настоящее время приобрела глобальное значение. Многообразие веществ, обращающихся в среде обитания, разнообразие их химической структуры и физико-химических свойств, сложность управления рисками превратили химические соединения в реальную угрозу для человека и живой природы.

Особую актуальность данный вопрос приобретает при использовании средств защиты растений, которые помимо эффективности в отношении специфических вредных объектов, обладая биологической активностью, могут оказывать неблагоприятное влияние на окружающую среду и здоровье человека, накапливаясь в сельскохозяйственной продукции и среде обитания. Пестициды могут создавать значительные проблемы и производить широкий спектр воздействий на людей и экосистемы, от крайне тяжелых (смертельный исход, постоянное или временное ухудшение здоровья людей, гибель животных, гибель популяции) до незначительных (раздражение кожи). В связи с этим к средствам защиты растений предъявляется ряд жестких требований, в т. ч. они должны обладать высокой биологической и экономической эффективностью, достаточной селективностью, не превышающей длину одного вегетационного периода защищаемой культуры персистентностью, не оказывать отрицательного последствия на последующие культуры в севообороте, сроки проведения обработок пестицидами должны быть основаны на данных прогноза и экономически оправданы.

Поскольку пестициды являются биологически активными веществами, все препараты проходят регистрационные испытания, предполагающие комплексную оценку их безопасности как для человека, так и для окружающей среды [1]. Для предупреждения и снижения рисков неблагоприятного воздействия пестицидов на окружающую среду и опосредованно на здоровье населения проводят токсиколого-экологические исследования по оценке риска их воздействия на окружающую среду, в т. ч. на водную среду. Результаты исследований по оценке водной токсичности служат основой для научного обоснования рекомендаций по безопасному применению средств защиты растений в агропромышленном комплексе и в личных подсобных хозяйствах, включая заключение о возможности их применения в водоохранной зоне рыбохозяйственных водоемов, с целью обеспечения безопасного их обращения на территории Республики Беларусь.

В статье обсуждены актуальные аспекты токсиколого-экологических исследований по параметрам водной токсичности средств защиты растений в Республике Беларусь.

В Республике Беларусь практика выполнения исследований по оценке водной токсичности химических веществ внедрена в республиканском унитарном предприятии «Научно-практический центр гигиены» (далее — Центр). За последние 10 лет в лаборатории факторов среды обитания и технологий анализа рисков здоровью Центра в рамках отраслевых научно-исследовательских программ выполнены научно-исследовательские работы, в ходе которых не только освоены и успешно имплементированы в практику работы Центра методы оценки острой водной токсичности на рыбах, ракообразных и водорослях в соответствии с международными стандартами (ОЭСР, ИСО) и принципами наилучшей лабораторной практики (далее — НЛП), но и разработаны и научно обоснованы альтернативные стандартизованные тест-модели и методики оценки водной и интегральной токсичности на ракообразных. Методики и тест-модели формализованы в инструктивно-методических документах (инструкции по применению № 063-1109, № 093-1008, № 021-1112), полученные результаты легли в основу защищенной кандидатской диссертации [2].

Оценка водной токсичности химических веществ проводится по влиянию на представителей водной среды [3]. Поскольку различные виды организмов обладают различной чувствительностью к химическим веществам, основным принципом практического лабораторного биотестирования является применение одновременно 3–4 методов с тест-организмами, представляющими различные трофические группы [2–5]. При оценке водной токсичности в качестве тест-объектов используются представители основных трофических уровней водной экосистемы: рыбы, беспозвоночные (ракообразные — основные фильтраторы и седиментаторы в пресных водоемах), водоросли и высшие растения — первичные продукты, дающие начало большинству пищевых цепей в водоеме. Эксперименты проводят на суррогатных видах, предложенных в качестве репрезентативного для каждого трофического уровня: рыбах (группы *Poecilia reticulata*); дафниях (*Daphnia magna* (Straus)); водорослях (хлорелла *Chlorella vulgaris*). Решение об отнесении вещества к классу токсичности осуществляется на основании результатов биотеста с тест-объектом, проявившим наибольшую чувствительность (СГС).

В данной статье обобщены результаты исследований по оценке острой водной токсичности 132 средств защиты растений отечественного и зарубежного производства различной химической природы и целевого назначения (в том числе, 60 гербицидов, 32 фунгицида, 11 инсектицидов, 8 препаратов предпосевной обработки семян, 21 — прочие). Исследования выполнены в 2014–2017 гг. в рамках 52 работ по договорам с субъектами хозяйствования на проведение оценки водной токсичности средств защиты растений с целью научного обоснования рекомендаций по безопасному применению в водоохранной зоне рыбохозяйственных водоемов (37 работ признаны научно-исследовательскими и зарегистрированы в БелИСА).

Исследования проводились в соответствии с действующими стандартами (ГОСТ 32473-2013 Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Определение острой токсичности для рыб

(OECD, Test № 203:1992, IDT), ГОСТ 32536-2013 Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Определение острой токсичности для дафний (OECD, Test № 202:1992, IDT), ГОСТ 32293-2013 Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Испытание водорослей и цианобактерий на задержку роста (OECD, Test № 201, IDT)) и инструктивно-методическими документами, разработанными в соответствии с международными стандартами (инструкция по применению № 063-1109 «Требования по оценке токсичности химических веществ и их смесей для водной среды», утвержденная Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 24.11.2009).

Методика оценки острой водной токсичности на рыбах основана на определении гибели рыб гуппи *Poecilia reticulata* при воздействии химических веществ, присутствующих в исследуемой водной среде в диапазоне концентраций, по сравнению с контрольной культурой в пробах, не содержащих токсические вещества (контроль) после 96-часовой экспозиции. Оценочный показатель острой токсичности: средняя смертельная концентрация при 96-часовом воздействии (ЛК₅₀₋₉₆).

В качестве тест-объекта использовалась одновозрастная лабораторная тест-культура гуппи *Poecilia reticulata* ЦГ-4 из рабочей коллекции Центра, стандартизованная по возрасту, размеру и массе (средние размер и масса тела рыб измерялись у 10 особей из культуры перед началом теста). Численность тест-объектов: по 8 рыб на концентрацию и в контроле, 1 группа животных на концентрацию.

Методика оценки острой водной токсичности на беспозвоночных основана на определении иммобилизации ракообразных дафний *Daphnia magna* (Cladocera, Crustacea) при воздействии веществ, присутствующих в исследуемой водной среде в диапазоне концентраций, по сравнению с контрольной культурой в пробах, не содержащих токсические вещества после 48-часовой экспозиции. В качестве иммобилизации расценивают отсутствие у животных способности к движению в течение 5 с после легкого встряхивания тестируемого субстрата. Оценочным показателем острой токсичности является средняя эффективная концентрация при 48-часовом воздействии (ЭК₅₀₋₄₈). В качестве тест-объекта использовалась синхронизированная лабораторная тест-культура *Daphnia magna* (Straus) ЦГ-1 из рабочей коллекции Центра в возрасте моложе 24 ч. Численность тест-объектов: по 20 дафний на концентрацию и в контроле, разделенных на 4 группы.

Методика оценки водной токсичности на водорослях основана на определении задержки роста водорослей при воздействии химических веществ, присутствующих в исследуемой водной среде в диапазоне концентраций, по сравнению с контрольной культурой в пробах, не содержащих токсические вещества (контроль) после 72-часовой экспозиции. Результатом тестирования является ингибирование роста в течение воздействия. Оценочный показатель острой токсичности: средняя эффективная концентрация при 72-часовом воздействии (ЭК₅₀₋₇₂).

Тест-объектом являлась одновозрастная лабораторная тест-культура *Chlorella vulgaris* из коллекции ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси» (поставляется для эксперимента на условиях договора) в экспоненциальной фазе роста, начальная плотность культуры около 10⁴ КОЕ/мл.

В ходе исследований тест-объекты экспонировали тест-субстратами: 5–6 концентрациями тестируемых субстратов, выбранных в диапазоне действующих концентраций (номинально). В качестве контроля использовалась питьевая водопроводная вода. Оценка давалась из расчета номинальных концентраций при статических условиях с однократным внесением тест-субстратов, измерение актуальных концентраций не проводилось.

Полученные результаты статистически обрабатывали методами, широко используемыми в экспериментальной токсикологии. Расчет эффективных (ЭК_x) и смертельных концентраций (ЛК_x) проводился с методом пробит-анализа с применением программы Microsoft Excel.

Интерпретацию полученных данных и оценку результатов исследования (присвоение класса опасности и класса токсичности препарата) проводили в соответствии с ГОСТ 32425-2013 «Классификация опасности смесевой химической продукции по воздействию на окружающую среду»: по степени опасности для водной среды при краткосрочном воздействии препарат относили к классам: «острая токсичность 1» при ЭК₅₀/ЛК₅₀ ≤ 1 мг/л (высокотоксичные вещества при ЭК₅₀/ЛК₅₀ ≤ 1 мг/л и чрезвычайно токсичные вещества при ЭК₅₀/ЛК₅₀ ≤ 0,1 мг/л), «острая токсичность 2» при ЭК₅₀/ЛК₅₀ в пределах >1–≤ 10 мг/л (среднетоксичные вещества), «острая токсичность 3» при ЭК₅₀/ЛК₅₀ в пределах >10–≤ 100 мг/л (слаботоксичные вещества), при ЭК₅₀/ЛК₅₀ > 100 мг/л вещества не классифицируются по параметрам острой водной токсичности (практически нетоксичные вещества).

По результатам работы получены новые данные по оценке воздействия испытанных средств защиты растений на водную среду, что позволило сформулировать рекомендации о возможности применения средств защиты растений в водоохранной рыбохозяйственной зоне. На основании анализа доступных данных (досье, научная и научно-техническая литература (в т. ч. EFSA), токсикологические базы данных о физико-химических свойствах и токсикологических характеристиках действующих веществ, заявляемых средств защиты растений и их аналогов), учитывая данные собственных экспериментальных исследований, токсикологические характеристики препаративных форм средств защиты растений и действующих веществ (в т. ч. для ряда действующих веществ были установлены фразы риска «R50/53 — очень токсично для водных организмов, может вызывать продолжительные неблагоприятные изменения в водной среде», «R51/53 — токсично для водных организмов, может вызывать продолжительные неблагоприятные изменения в водной среде»), а также оценки рисков и отсутствие нормативов для основного количества действующих веществ в воде рыбохозяйственных водоемов, подавляющее большинство препаратов не были разрешены для применения в водоохранной зоне вокруг рыбохозяйственных водоемов. Заключение о возможности применения препаратов в водоохранной зоне было сделано для 10 препаратов. Информация была использована для формирования электронной базы данных по средствам защиты растений, зарегистрированных на территории Республики Беларусь.

Полученные результаты будут использованы для совершенствования подходов к токсиколого-экологической оценке препаратов по параметрам водной токсичности. На ближайшую перспективу актуальным направлением представляется отработка методических подходов по оценке подострой и хронической токсичности средств защиты растений для водной среды, а также методик их устойчивости в окружающей среде, количественной оценки химических рисков для водной среды с целью комплексной регламентации применения пестицидов в Республике Беларусь с учетом международной практики.

Литература

1. Требования к пестицидам и агрохимикатам // Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) : утв. решением Комиссии таможенного союза от 28.05.2010, № 299. — Гл. 2, разд. 15. — Режим доступа: http://www.tsouz.ru/KTS/KTS17/Pages/P2_299.aspx. — Дата доступа: 21.04.2017.
2. Дроздова, Е. В. Тест-модель для оценки токсичности химических веществ и их смесей : автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.20 / Е. В. Дроздова; Респ. науч.-практ. центр гигиены. — Минск, 2009. — 21 с.
3. Principles of ecotoxicology / C. H. Walker [et al.]. — 4th ed. — Glasgow : Bell and Bain Ltd, 2012. — 386 p.
4. Дроздова, Е. В. Разработка и научное обоснование батареи чувствительных тест-моделей для эффективной оценки острой токсичности водорастворимых химических веществ / Е. В. Дроздова, И. А. Застенская // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / Респ. науч.-практ. центр гигиены ; гл. ред. В. П. Филонов. — Минск, 2010. — Вып. 16. — С. 320–326.
5. Дудчик, Н. В. Альтернативные биологические тест-модели в оценке риска воздействия факторов среды обитания / Н. В. Дудчик, Е. В. Дроздова, С. И. Сычик; М-во здравоохр. Респ. Беларусь, Респ. Унитар. Предприятие «Науч.-практ. Центр гигиены». — Минск : БелНИИ «Транстехника», 2015. — 195 с.

Поступила 04.09.2017

УСТАНОВЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ СУБСТАНЦИИ ГИДРОКСИКАРБАМИД

Лепешко П. Н., panek13@yandex.ru

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Гидроксикарбамид — цитостатический препарат, антиметаболит, специфически угнетающий ферменты синтеза ДНК. Относится к группе гидроксиламинов. Гидроксикарбамид включен в перечень жизненно необходимых и важнейших лекарственных препаратов в Российской Федерации. Применяется при хронических миелолейкозах, меланоме, раке яичников, хориокарциноме матки, опухолях головы и шеи, опухолях мозга, эритремии, раке шейки матки. В высоких дозах — при острых лейкозах при резистентности к стандартной химиотерапии. Применяется также в режиме преиндукции (премедикации перед индукцией) перед проведением стандартной химиотерапии острых лейкозов, для быстрого снижения числа циркулирующих лейкоцитов в крови и уменьшения риска развития острого синдрома лизиса опухоли при проведении стандартной химиотерапии. Гидроксикарбамид по классификации МАИР относится к 3-й категории (неклассифицируемые как канцероген для человека). При приеме лекарственного средства возможны анемия, тромбоцитопения, лейкопения, диспептические нарушения, стоматит, лихорадка, головные боли, головокружение, дезориентация, галлюцинации, интерстициальный нефрит, гиперурикемия, повышение уровня трансаминаз в сыворотке крови, алоpecia, эритема лица, макулопапулезные высыпания. В редких случаях могут развиваться диффузные инфильтративные поражения легких и кожные аллергические реакции.

Токсиколого-гигиеническое изучение образца препарата выполнено на лабораторных животных двух видов (нелинейные самки и самцы белых крыс, исходная масса — 180–220 г; нелинейные самки и самцы белых беспородных мышей, исходная масса 18–22 г), которые получены из экспериментально-биологической клиники республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены». Условия содержания животных соответствовали требованиям Санитарных правил и норм 2.1.2.12-18-2006 «Устройство, оборудование и содержание экспериментально-биологических клиник (вивариев)» (постановление МЗ РБ от 31.10.2006 № 131) и содержались на стандартном рационе вивария. Перед проведением опытов лабораторные животные проходили карантин и акклиматизацию в условиях вивария в течение 14 дней. Экспериментальные группы животных формировали методом случайной выборки с учетом массы тела в качестве определяющего показателя, при этом разность в массе тела животных составляла не более 10%. При проведении экспериментов ежедневно наблюдали за общим состоянием животных, а также использовали комплекс физиологических, общеклинических, гематологических и биохимических методов и тестов. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием компьютерной программы Statistica.

Клиническая картина острого отравления гидроксикарбамидом у крыс и у мышей проявлялась в общей заторможенности и гиподинамии. Высокие токсические дозы вызывали у животных атасию, адинамию, в отдельных случаях клоникотонические судороги, паралич. Мыши погибали на 4–5-е сут, большинство крыс — на 3–4-е сут после введения фармацевтической субстанции. Печень и селезенка у погибших животных темные, полнокровные. Внешние признаки интоксикации у большинства животных исчезали на 11–12-е сут после введения препарата.

При установлении среднесмертельной дозы при внутрибрюшинном введении насыщенный раствор гидроксикарбамида вводился белым крысам и мышам в максимально возможном объеме. При этом у лабораторных животных не регистрировались летальные исходы и изменение функционального состояния.

В ходе экспериментов не установлено достоверных различий в половой резистентности. Коэффициент видовой чувствительности 2,4 — невыраженная видовая чувствительность. Установлены среднесмертельные дозы при внутрижелудочном поступлении для белых крыс и мышей соответственно 2719,36±300,34 и 6506,9±569,7 мг/кг; при внутрибрюшинном — более 5700 и более 6800 мг/кг соответственно.

Гидроксикарбамид по величине среднесмертельной дозы при введении в желудок относится к 3-му классу опасности (умеренно опасные вещества) для белых крыс и четвертому классу опасности (малоопасные вещества) для белых мышей по ГОСТ 12.1.007-76 [1]. При внутрибрюшинном введении среднесмертельная доза гидроксикарбамида составила >5700 мг/кг для белых крыс и >6800 мг/кг для белых мышей, что позволяет отнести данную фармацевтическую субстанцию к 6-му классу токсичности (относительно безвредные вещества) для белых крыс и белых мышей по ТКП 125-2008 (02040) «Надлежащая лабораторная практика».

В эксперименте на белых крысах при ингаляционном поступлении методом интраназального введения гидроксикарбамида была установлена среднесмертельная концентрация исследуемой фармакологической субстанции в воздухе. Клини-

ческая картина острого отравления проявлялась в общей заторможенности и гиподинамии. У лабораторных животных отмечались боковое положение, адинамия. Лабораторные животные погибали на 6–7-е сут после интраназального введения гидроксикарбамида. Внешние признаки интоксикации у большинства животных исчезали на 11–12-е сут после поступления препарата.

В ходе экспериментов не установлено достоверных различий в половой резистентности. Установлена среднесмертельная концентрация гидроксикарбамида, которая составила $838 \pm 74,1$ мг/м³.

Гидроксикарбамид по величине среднесмертельной концентрации относится к 2-му классу опасности (высокоопасные вещества) по ГОСТ 12.1.007-76 [1].

Для установления порога острого действия при ингаляционном пути поступления белым крысам однократно интраназально вводился гидроксикарбамид в дозах от 640 до 961 мг/м³, контрольным группам животных вводилась дистиллированная вода. Перед началом эксперимента и в течение 2 сут после введения фармакологической субстанции у животных контрольных и опытных групп изучались такие показатели как поведенческие реакции в тесте открытого поля и суммационно-пороговый показатель. Наблюдение за подопытными животными осуществляли в течение 14 сут после введения препарата. В ходе исследования острой токсичности регистрировали общее состояние животных, особенности их поведения, потребление корма и воды, характер симптомов интоксикации, количество погибших животных, срок их гибели и описание макроскопических изменений со стороны внутренних органов. В результате эксперимента не было выявлено достоверных различий между контрольной и опытными группами лабораторных животных в тесте «открытое поле», поэтому порог острого действия устанавливался по суммационно-пороговому показателю и составил 750 мг/м³. Рассчитанная по окончании эксперимента зона острого действия фармакологической субстанции гидроксикарбамида составила 1,12, что позволяет отнести данную фармакологическую субстанцию к 1-му классу опасности (чрезвычайно опасные вещества) по ГОСТ 12.1.007-76.

Изучение хронического действия проводилось на белых крысах путем ежедневного 5 раз в неделю ингаляционного поступления лабораторным животным водного раствора гидроксикарбамида в дозах от 0,01 до 0,1 мг/м³, контрольной группе животных вводилась дистиллированная вода. В течение всего эксперимента проводили систематическое наблюдение за состоянием, поведением животных, потреблением ими корма и воды, отмечали возможные проявления токсичности, снимали физиологические параметры (масса и температура тела, СПП). Для оценки токсического действия гидроксикарбамида через 2 мес. после начала эксперимента и по окончании хронического эксперимента использовали комплекс физиологических, общеклинических, гематологических и биохимических методов и тестов.

При ежедневном ингаляционном поступлении гидроксикарбамида достоверно изменились такие показатели, как относительный коэффициент массы печени и сердца, гематокрит, содержание эритроцитов в крови, объем эритроцита, цветной показатель крови, относительное содержание лимфоцитов, эозинофилов и моноцитов, содержание хлоридов, белка глюкозы, липидов, АЛТ и АСТ в плазме крови, а также изменения коснулись суточного диуреза, удельного веса мочи и содержания белка в моче.

Таким образом, по комплексу клинико-биохимических и морфофункциональных показателей установлено, что гидроксикарбамид способен действовать на функции печени и почек, вызывать анемические реакции, лимфоцитоз и моноцитопению. Порог хронического действия гидроксикарбамида при ежедневном ингаляционном поступлении для белых крыс составил менее 0,01 мг/м³.

В соответствии с нормативными техническими правовыми требованиями на основании параметров токсикометрии, полученных в результате опытов, а также данных научной литературы рассчитывался коэффициент запаса по рекомендациям К.К. Сидорова (1980) [2]. При обосновании коэффициента запаса учитывались такие параметры токсикометрии как порог острого и хронического действия, зона хронического действия и коэффициент видовой чувствительности. Для фармакологической субстанции гидроксикарбамида рассчитанный коэффициент запаса составил 10.

Таким образом, учитывая рассчитанный коэффициент запаса, а также канцерогенную активность гидроксикарбамида и в соответствии с принципами гигиенического нормирования считаем возможным установить ПДК гидроксикарбамида в воздухе рабочей зоны без числового значения с обозначением «++» — должен быть исключен контакт с органами дыхания и кожей при обязательном контроле воздуха рабочей зоны на уровне чувствительности не менее 0,001 мг/м³ с отметкой «а» (аэрозоль) и «К» (канцероген), 1-й класс опасности.

Литература

1. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности; Введ. 01.01. 1977. — М.: Госстандарт СССР, 1977. — 22 с.
2. Сидоров, К. К. Система обоснования коэффициента запаса при установлении ПДК летучих веществ в воздухе рабочей зоны / К. К. Сидоров // Гигиена труда и проф. заболевания. — 1980. — №3. — С. 17–20.
3. Инструкция 1.1.11-12-35-2004. Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ: утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 14.12.2004. — Минск, 2004. — 43 с.

Поступила 29.08.2017

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИИ ПЕЧЕНИ ТЕПЛОКРОВНЫХ ЖИВОТНЫХ

Липовецкая Е. Б., к.м.н., с.н.с., igme_voda@ukr.net

Государственное учреждение «Институт общественного здоровья им. А.Н. Марзеева Национальной академии медицинских наук Украины», г. Киев, Украина

Некондиционная питьевая вода артезианских водопроводов ряда областей Украины, в частности южных и юго-восточных, характеризуется сверхнормативным содержанием минеральных веществ: солей общей жесткости, сульфатов,

хлоридов, сухого остатка, железа и т. д., в комбинациях от 2–3 до 5–7 соединений [1]. Длительное, в течение десятков лет, потребление такой воды может иметь негативные последствия для функционирования отдельных органов и систем организма. И хотя минеральные вещества являются факторами малой интенсивности, однако действие их комбинаций на организм может приводить к изменениям в метаболизме чувствительных органов и систем, а в дальнейшем и к развитию в них патологических процессов.

Изучению действия отдельных минеральных веществ питьевой воды на функционирование органов и систем организма животных посвящено достаточно большое количество экспериментальных исследований. В то же время часть работ, касающихся установления воздействия на организм большого многообразия комбинаций минерального состава питьевой воды, которые встречаются в природных условиях, очень ограничено, а их результаты при сравнении бывают противоречивыми [2], поэтому экспериментальные исследования по установлению дозо-временной зависимости между содержанием в воде комбинации минеральных соединений и изменениями в органах и системах организма, прежде всего в печени как основного органа, участвующего в обмене белков, жиров, жирных кислот, гормонов и т. д., представляются важными и актуальными.

Цель работы — установить особенности биологического действия комбинации минеральных веществ питьевой воды в сверхнормативных концентрациях на биохимические показатели функции печени экспериментальных животных.

Проведен хронический санитарно-токсикологический эксперимент (продолжительностью 13 мес.) с использованием крыс линии Wistar массой 160–170 г, которые содержались на стандартном рационе вивария и свободном доступе к воде и пище. В эксперимент взято 50 животных, разделенных на 5 групп. Животные контрольной группы получали артезианскую воду с нормативным содержанием минеральных солей. В четырех подопытных группах животные употребляли модельную питьевую воду с содержанием сухого остатка, общей жесткости, сульфатов, хлоридов и железа на уровне 1; 3; 5 и 10 ПДК каждого вещества. Модельные водные растворы готовились на артезианской воде, в которую дополнительно с учетом фоновых показателей вносили соответствующие минеральные соединения. Выбор уровней минеральных веществ осуществлен с учетом их реального содержания в некондиционной воде отдельных артезианских водопроводов Украины.

Оценку биологического воздействия комбинации минеральных веществ питьевой воды на функции печени проводили по результатам исследований биохимических показателей: содержания холестерина в крови и активности ферментов — щелочной фосфатазы, аспартатаминотрансферазы (далее — АсАТ) и аланинаминотрансферазы (далее — АлАТ) [3].

Экспериментальные исследования проводили в соответствии с национальными «Общими этическими принципами экспериментов на животных», которые согласуются с положениями «European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes (1985)» [4].

Различия между исследуемыми и контрольной группами животных определяли параметрическим критерием Стьюдента. Достоверными считали различия с уровнем значимости более 95% ($p < 0,05$) [5].

У животных первой и второй групп, которые употребляли питьевую воду, содержащую комбинации минеральных веществ на уровне 1 и 3 ПДК, не обнаружено достоверных изменений биохимических показателей функций печени на протяжении всего эксперимента. У животных третьей и четвертой подопытных групп, которых спаивали питьевой водой с содержанием минеральных соединений на уровне 5 и 10 ПДК, было выявлено повышение уровня холестерина в крови (таблица 1).

Таблица 1. — Содержание холестерина в крови подопытных животных ($M \pm m$, ммоль/л)

Время наблюдения, сут	Контрольная группа	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
30	40,78 $\pm$ 2,02	41,30 $\pm$ 2,66	41,26 $\pm$ 1,67	42,50 $\pm$ 1,88	43,44 $\pm$ 1,20
90	40,36 $\pm$ 1,42	40,78 $\pm$ 1,27	41,10 $\pm$ 1,63	42,46 $\pm$ 0,92	43,94 $\pm$ 0,86*
150	40,38 $\pm$ 1,52	40,86 $\pm$ 1,80	40,90 $\pm$ 1,67	42,34 $\pm$ 1,09	43,18 $\pm$ 1,09
210	40,40 $\pm$ 0,62	41,02 $\pm$ 0,49	41,00 $\pm$ 0,56	43,08 $\pm$ 0,56*	44,12 $\pm$ 0,49*
270	40,52 $\pm$ 0,90	41,16 $\pm$ 0,99	41,06 $\pm$ 0,56	43,18 $\pm$ 0,67*	43,74 $\pm$ 0,86*
330	40,54 $\pm$ 1,03	41,18 $\pm$ 0,69	41,10 $\pm$ 0,64	42,70 $\pm$ 0,88	43,06 $\pm$ 0,90
360	40,70 $\pm$ 0,54	41,20 $\pm$ 1,07	41,38 $\pm$ 0,79	43,34 $\pm$ 0,99*	44,18 $\pm$ 0,58*
390	40,74 $\pm$ 0,67	40,26 $\pm$ 0,82	41,20 $\pm$ 0,77	43,42 $\pm$ 1,16	44,24 $\pm$ 0,86*
* — различия достоверны при сравнении с контрольной группой ($p < 0,05$).					

Начиная с первого месяца эксперимента, у животных указанных групп отмечается рост содержания холестерина, которое становится достоверным ($p < 0,05$) через 210 сут наблюдения в 3-й группе, и уже через 90 дней — в 4-й группе.

Также у животных 3 и 4-й опытных групп в более поздний период наблюдения (начиная с 270 сут эксперимента) выявлено статистически достоверное ($p < 0,05$) повышение активности щелочной фосфатазы (таблица 2).

Рост уровня трансаминаз в крови, что характеризует процесс повреждения гепатоцитов и нарушения их функционирования, свидетельствует о развитии патологических процессов в печени. Выявлено, что в результате длительного употребления минерализованной питьевой воды происходит достоверное повышение активности фермента АлАТ после 11 мес. эксперимента в 3 и 4-й группах животных относительно контроля, которое прогрессирует со временем исследования (таблица 3).

Таблица 2. — Содержание щелочной фосфатазы в сыворотке крови подопытных животных (М±m, ммоль/л)

Время наблюдения, сут	Контрольная группа	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
30	220,96±9,98	224,02±4,48	215,04±3,65	220,34±5,58	230,48±9,61
90	253,58±15,90	244,18±8,63	245,18±10,36	251,06±12,64	237,28±11,07
150	248,22±10,88	235,64±13,50	234,12±11,22	238,96±11,22	230,80±9,01
210	250,36±8,30	240,34±9,66	238,44±9,03	240,34±6,80	235,32±9,12
270	241,74±5,17	243,92±3,35	244,84±2,17	254,18±7,27	264,82±6,22*
330	243,3±6,42	245,22±2,66	249,92±3,03	259,40±2,0*	261,98±2,27*
360	245,42±6,05	246,78±5,69	248,86±5,90	261,16±2,81*	263,74±2,64*
390	248,88±5,94	249,36±5,19	249,70±7,00	258,34±3,11	266,18±4,33*

* — различия достоверны при сравнении с контрольной группой (p<0,05).

Таблица 3. — Содержание аланинаминотрансферазы в сыворотке крови крыс (М±m, ммоль/л)

Время наблюдения, сут	Контрольная группа	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
30	65,88±1,61	67,12±1,24	67,44±1,14	67,74±1,16	67,34±0,99
90	65,56±1,59	67,96±0,75	67,56±1,33	66,82±1,24	68,02±0,77
150	65,06±1,55	67,32±1,63	68,00±0,94	67,04±1,35	68,04±0,97
210	65,94±1,31	67,24±1,48	68,52±0,92	67,08±1,29	67,70±1,09
270	65,66±1,55	67,14±1,61	67,00±1,12	67,32±1,22	67,33±1,43
330	65,36±1,16	67,00±1,18	66,84±1,31	68,34±0,92*	69,18±0,86*
360	65,18±1,22	66,80±1,18	66,76±1,61	68,76±0,71*	69,10±0,75*
390	64,78±1,27	66,42±1,42	66,24±1,46	68,48±0,90*	69,28±0,88*

* — различия достоверны при сравнении с контрольной группой (p<0,05).

Увеличение уровня АлАТ в крови скорее всего связано с нарастающим повреждающим воздействием высокоминерализованной питьевой воды на клетки печени. Уровень АсАТ в сыворотке крови крыс во время всего эксперимента колебался в пределах показателей контрольной группы. Такое повышение активности АлАТ на фоне стабильной активности АсАТ является объективным показателем нарушения функционального состояния печени.

Таким образом, экспериментальными исследованиями установлено, что при длительном, более 1 года, употреблении минерализованной питьевой воды с избытком в ней отдельных малотоксичных веществ (сухой остаток, общая жесткость, хлориды, сульфаты, железо) на уровне 5 и 10 ПДК каждой из них у подопытных животных проявляются изменения биохимических показателей функции печени в виде зависимости «доза–время–эффект». Выявленные изменения уровня содержания в крови холестерина, активности щелочной фосфатазы и аланинаминотрансферазы являются функциональными проявлениями, но с продолжением времени потребления некондиционной питьевой воды могут возникнуть и патологические процессы, а также развиваться заболевания печени.

Полученные результаты на экспериментальных животных позволяют определить нозологические формы заболеваний в дальнейших эпидемиологических исследованиях для оценки влияния минерального состава питьевой воды на здоровье населения.

Литература

1. Прокопов, В. А. Оценка качества питьевой воды из подземных водоисточников Украины с точки зрения влияния на здоровье населения / В. А. Прокопов, Е. Б. Липовецкая // Науч. вестн. Национ. мед. ун-та им. А. А. Богомольца. — 2012. — Вып. 4. — С. 122–126.
2. Прокопов, В. А. Влияние минерального состава питьевой воды на состояние здоровья населения (обзор литературы) / В. А. Прокопов, Е. Б. Липовецкая // Гигиена населенных мест : сб. науч. тр. — Киев, 2012. — Вып. 59. — С. 63–74.
3. Камышников, В. С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике : в 2 т. / В. С. Камышников. — Минск : Беларусь, 2000. — Т. 2. — 495 с.
4. Резников, А. Г. Общие этические принципы экспериментов на животных / А. Г. Резников // Эндокринология. — 2001. — Т. 8, № 1. — С. 142–145.
5. Антомонов, М. Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных / М. Ю. Антомонов. — Киев, 2006. — 558 с.

Поступила 15.08.2017

АНАЛИЗ ОСТРЫХ НЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОТРАВЛЕНИЙ ПЕСТИЦИДАМИ В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА В ПЕРИОД 2011–2016 гг.

Манчева Т. С., t_manceva@mail.ru,
Пынзару Ю. В., к.м.н., доцент, pinzaruiurie6@gmail.com,
Сандуляк Е. В., esanduleac@gmail.com

Национальный Центр Общественного Здоровья Министерства Здравоохранения, г. Кишинев, Республика Молдова

Пестициды представляют собой химические вещества или комбинацию химических веществ, которые классифицируются в соответствии с их действием на фитопатогенные агенты, к примеру: бактерициды, фунгициды, гербициды, инсектициды, акарициды. Ежегодно на сельскохозяйственных угодьях применяется до 3 млрд тонн пестицидов [2].

В последние годы в Республике Молдова существенно расширился перечень пестицидов, разрешенных для свободной продажи на рынках. Как следствие — широкая доступность пестицидов населению и интенсивное и не всегда правильное применение/использование их в быту и в индивидуальных приусадебных хозяйствах, что приводит к увеличению числа случаев острых бытовых отравлений пестицидами [1]. Бытовые отравления пестицидами имеют некоторые существенные особенности, в первую очередь это касается путей поступления яда в организм и дозы вещества. Часто отравления происходят на фоне выраженного алкогольного опьянения, конфликтных ситуаций в семье или среди друзей, а также не редко встречающиеся — с целью суицида [3].

Острые непрофессиональные интоксикации пестицидами в Республике Молдова в последнее время представляют собой серьезную проблему общественного здравоохранения, которая проявляется регистрацией множественных случаев отравлений [4].

Целью данной работы является оценка острых непрофессиональных отравлений пестицидами, зарегистрированных в Республике Молдова в период с 2011 по 2016 гг., с разработкой профилактических мер, направленных на предотвращение возникновения случаев отравлений и/или сокращение их числа.

Для достижения цели был проведен ретроспективный анализ случаев острых непрофессиональных отравлений пестицидами среди детей и взрослого населения Республики Молдова за 2011–2016 гг. Изучены истории болезни стационарных пациентов, мужчин и женщин в возрасте до 85 лет, проходивших обследование и лечение на базе специализированных токсикологических отделений городских больниц «Sfânta Treime» и «Institutul Mamei si Copilului». Были проанализированы статистические данные по острым непрофессиональным отравлениям пестицидами согласно форме 18-здрав «Отраслевая статистическая отчетность», утвержденной приказом Министерства Здравоохранения Республики Молдова № 629 от 08.08.2016, а также были проанализированы данные из Журнала учета лиц с острыми непрофессиональными экзогенными отравлениями химической этиологии, согласно статистической форме № 360-1/е, утвержденной Приказом Министерства Здравоохранения № 906 от 30.11.2015, предусматривающей уведомление и расследование случаев острых непрофессиональных экзогенных отравлений. Обработка статистического материала и анализ полученных результатов проводились с использованием статистического инструмента программы Excel 2003.

Из литературных данных известно, что наибольшую опасность для здоровья населения представляют пестициды из фосфорорганических и хлорорганических групп, которые могут вызвать острые интоксикации, респираторные заболевания, а в более серьезных случаях — рак предстательной железы, меланому, врожденные аномалии и т. д.

В Республике Молдова острые непрофессиональные отравления пестицидами стали одной из самых актуальных проблем общественного здравоохранения. В последние годы в стране часто регистрируются случайные отравления пестицидами, особенно среди детей школьного и дошкольного возраста (например, групповое отравление инсектицидом Би-58, в результате которого пострадало 58 учеников из теоретического лицея имени «Ион Крянгэ»).

По данным Республиканского Центра Общественного Здоровья, последние 6 лет характеризуются увеличением числа случаев тяжелых отравлений пестицидами, причем в их структуре преобладают фосфорорганические препараты. Объяснением этому факту является неправильное хранение и использование пестицидов, отсутствием осведомленности об их опасности для здоровья, свободный доступ детей к данным химическим веществам, неограниченный маркетинг и свободная продажа пестицидов, в частности детям.

В среднем ежегодно острые отравления пестицидами составляют примерно 3–7% в структуре всех случаев непрофессиональных отравлений химической этиологией (таблица).

Оценка случаев острых непрофессиональных отравления пестицидами в Республике Молдова свидетельствует о регистрации 919 случаев отравлений в 2011–2016 гг., что составляет 3,6% от общего количества отравлений химической этиологией (25232 случая), из которых 58 человек погибли, что составляет 6,3%.

С 2011 г. наблюдается тенденция к увеличению числа случаев отравления пестицидами, которая составила 95 случаев, из них 10 — смертей, в 2012 г. — 118 отравлений, 9 — со смертельным исходом, 2013 г. — 173 отравления, из них 15 человек умерли, максимальное количество зарегистрировано в 2016 г. — 212 случаев и 6 смертей (таблица).

Таблица — Общее количество острых непрофессиональных отравлений химической этиологией, а также случаи отравления пестицидами на протяжении 2011–2016 гг.

Год	Общее количество острых непрофессиональных отравлений химической этиологии	Общее количество пострадавших от использования пестицидов		Общее количество смертельных случаев в результате использования пестицидов	
		абс. цифры	%	абс. цифры	%
2011	3263	95	2,9	10	10,5
2012	3261	118	3,6	9	7,6
2013	6292	173	2,7	15	8,7

Окончание таблицы

Год	Общее количество острых непрофессиональных отравлений химической этиологии	Общее количество пострадавших от использования пестицидов		Общее количество смертельных случаев в результате использования пестицидов	
		абс. цифры	%	абс. цифры	%
2014	5619	199	3,5	13	6,5
2015	4023	122	3	5	4,1
2016	2774	212	7,6	6	2,8
Всего	25232	919	3,6	58	6,3

Пестициды, вызвавшие острые отравления в 2011–2015 гг., относятся к следующим группам: пестициды фосфорорганической группы, серосодержащие пестициды, пестициды пиретроидной группы.

По мнению Курдили Н.В., Зозули И.С. и др., исследование структуры пестицидов в Украине за 20 лет показало, что 80% тяжелых отравлений, которые сопровождаются нарушением жизненно важных функций и требуют интенсивной терапии, относятся к случаям отравления пестицидами фосфорорганической группы, что составило 65%. Инсектициды составили 9% (26 случаев), фунгициды — 3% (8 случаев), гербициды — 2 (7 случаев) [1].

Анализ статистических данных отравлений пестицидами в течение 2011–2016 гг. среди детей и подростков показывают, что дети от 3 до 18 лет страдают чаще, чем дети до 3 лет. За данный период было зарегистрировано 140 случаев отравлений среди детей от 3–18 лет, из которых 1 ребенок умер. Среди детей до 3 лет зарегистрировано 119 случаев (рисунок). Особо важно отметить, что число непрофессиональных отравлений пестицидами среди детей до 18 лет увеличивается с каждым годом. Начиная с 2012 г., когда было зарегистрировано 15 случаев, в 2013 г. количество отравлений возросло до 31 случая, в 2014 г. — до 36 отравлений. На 2015 г. приходится 51 случай, в 2016 г. число случаев увеличилось до 95, из которых 31 случай отравлений детей до 3 лет и 64 случая среди детей от 3 до 18 лет (рисунок).

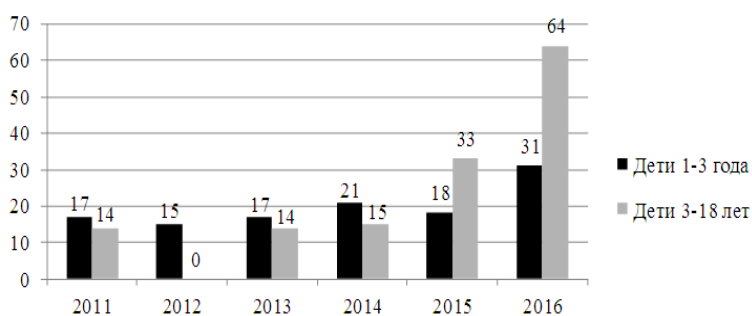


Рисунок — Острые непрофессиональные отравления пестицидами среди детей до 18 лет в Республике Молдова в 2011–2016 гг.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что в Республике Молдова наибольшую опасность для здоровья населения представляют пестициды из фосфорорганических и хлорорганических групп, которые вызывают острые отравления как у взрослых, так и у детей. С 2011 г. наблюдается тенденция к увеличению числа случаев отравлений пестицидами, которая достигла 95 случаев, из которых 10 — смертельных, в 2012 г. — 118 отравлений, 9 — со смертельным исходом, 2013 г. — 173 отравлений, из них 15 человек умерло. Самое большое количество острых отравлений было отмечено в 2016 г. — 212 случаев, из них 6 — со смертельным исходом.

Если говорить об отравлениях пестицидами среди детей до 18 лет, то мы отмечаем, что дети от 3 до 18 лет страдают чаще, чем дети до 3 лет. Как уже было показано, за данный период было зарегистрировано 140 случаев отравлений среди детей от 3–18 лет, из которых 1 ребенок умер, и 119 случаев среди детей до 3 лет. Чаще всего эти отравления возникают из-за неосторожности. Например, большинство случаев отравлений у детей происходит, когда рядом нет присматривающих за ними взрослых. Дети любопытны по своей природе и могут добраться до интересующей их вещи в считанные секунды. Многие вещества, находящиеся в домашнем хозяйстве или рядом с домом, включая и пестициды, являются токсичными. Дети подвержены большему риску отравления, т. к. часто берут все в рот.

Для предупреждения случаев отравлений нужно следовать следующим общим правилам:

- соблюдение правил хранения пестицидов (хранение в недоступных местах для детей, упакованных и маркированных).
- Использование шкафов с замком;
- соблюдение правил личной гигиены с использованием средств индивидуальной защиты (водонепроницаемая одежда, обувь и перчатки, защитные очки, маска или респиратор) в случае применения пестицидов в бытовых условиях;
 - не доверяйте ребенку транспортировку ампул, упаковок или бутылок с ядом, пестицидами, удобрениями;
 - не храните пестициды вместе с пищевыми продуктами;
 - никогда не держите пестициды и удобрения в емкостях из-под пищевых продуктов или напитков;
 - храните все продукты в их фабричных упаковках с соответствующим названием;
 - обучение родителей, детей, в т. ч. учителей, о рисках для здоровья, связанных с использованием пестицидов;
 - проведение кампаний по осведомленности и информированности населения, в том числе через средства массовой информации, об опасности для здоровья и жизни потенциальных и токсичных химических веществ.

Литература

1. Курдиль, Н. В. Особенности острых отравлений пестицидами в условиях города [Электронный ресурс] / Н. В. Курдиль, И. С. Зо-зуля, О. В. Иващенко // Медицина неотложных состояний. — 2015. — № 3 (66). — С. 37–42. — Режим доступа: <http://emergency.zaslavsky.com.ua/article/view/79364/75089>. — Дата доступа: 30.08.2017.
2. Микрюков, В. Ю. Обеспечение безопасности жизнедеятельности. Личная безопасность : учеб. пособие / В. Ю. Микрюков. — М. : Высш. шк., 2004. — С. 457.
3. Status epilepticus: An association with pyrethroid poisoning / G. Panwar // Indian J. Crit. Care Med. — 2013. — № 17 (2). — P. 119–120.
4. Pinzaru, Iu. Some aspects of acute poisoning cases in Modova / Iu. Pinzaru, T. Mancheva // Public health, economy and management in medicine. — 2016. — № 1 (65). — С. 41–44.

Поступила 30.08.2017

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Петрова С. Ю., к.м.н., petrova524a@mail.ru,
Ильюкова И. И., к.м.н., toxlab@mail.ru

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

На территории Республики Беларусь гигиенические требования безопасности, предъявляемые к медицинским изделиям, установлены Санитарными нормами и правилами «Требования к изделиям медицинского назначения и медицинской технике», Гигиеническим нормативом «Показатели безопасности изделий медицинского назначения, медицинской техники и материалов, применяемых для их изготовления», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16.12.2013 № 128. Для оценки безопасности медицинского изделия определяется его соответствие гигиеническим нормативам по показателям микробиологической чистоты и стерильности, по интегральным санитарно-химическим показателям, по содержанию потенциально опасных химических веществ, по токсикологическим показателям, по параметрам физических факторов с учетом требований данных документов [1–3].

В настоящее время странами – участниками Евразийского экономического союза (далее — ЕАЭС) подписано Соглашение о единых принципах и правилах обращения медицинских изделий (изделий медицинского назначения и медицинской техники), положения которого направлены на гармонизацию законодательств в сфере обращения медицинских изделий, установление общих требований безопасности, качества и эффективности медицинских изделий, единых правил их регистрации и организации мониторинга безопасности, качества и эффективности медицинских изделий.

Решением Совета Евразийской экономической комиссии (далее — ЕЭК) утверждены Общие требования безопасности и эффективности медицинских изделий. В частности, определено, что медицинские изделия должны быть безопасны для пользователей и третьих лиц при условии, что риск, связанный с их применением, является приемлемым при сопоставлении с пользой для потребителя.

Правила классификации медицинских изделий в зависимости от потенциального риска применения утверждены решением коллегии ЕЭК от 22.12.2015 № 173. Правила устанавливают порядок классификации медицинских изделий в зависимости от степени потенциального риска нанесения вреда здоровью пациентов, персонала, эксплуатирующего медицинские изделия, и иных лиц.

Медицинские изделия в зависимости от степени потенциального риска применения подразделяются на 4 класса, которые имеют обозначения 1, 2a, 2b и 3.

Каждое медицинское изделие может быть отнесено только к одному классу.

Отнесение медицинских изделий к классам осуществляется исходя из следующего: к классу 1 относятся медицинские изделия с низкой степенью потенциального риска применения; к классу 2a относятся медицинские изделия со средней степенью потенциального риска применения; к классу 2b относятся медицинские изделия с повышенной степенью потенциального риска применения; к классу 3 относятся медицинские изделия с высокой степенью потенциального риска применения.

При классификации медицинского изделия учитываются его функциональное назначение и условия применения, а также следующие критерии: длительность применения; инвазивность медицинского изделия; наличие контакта медицинского изделия с телом человека или взаимосвязи с ним; способ введения медицинского изделия в тело человека (через отверстие тела или хирургическим путем); применение медицинского изделия для жизненно важных органов и систем (сердце, центральная система кровообращения, центральная нервная система); применение источников энергии.

Правила проведения исследований по оценке биологического действия медицинских изделий, утвержденные решением Совета ЕЭК, устанавливают требования к проведению испытаний по оценке биологического действия медицинских изделий, включая токсикологические исследования, основной целью которых является защита человеческого организма от потенциального биологического риска, связанного с использованием медицинских изделий.

Под биологическим действием медицинских изделий понимают комплекс факторов различного происхождения (химического, физического, микробиологического, радиологического и др.), индуцируемых медицинским изделием, каждый из которых может оказывать вредное воздействие на организм человека, контактирующего с изделием (пациент, медицинский работник, иные лица), за исключением факторов, которые индуцирует медицинское изделие с целью достижения заявленного медицинского эффекта.

Токсикологические исследования медицинского изделия проводятся для оценки биологического действия медицинского изделия на организм человека и включают в себя проверку физико-химических, санитарно-химических и биологических в условиях *in vitro* и *in vivo* показателей.

Руководящими документами для планирования и проведения исследований по оценке биологического действия медицинских изделий являются международные стандарты серии

ISO 10993 «Оценка биологического действия медицинских изделий», соблюдение положений которых позволит обеспечить системный подход к исследованию биологического действия медицинских изделий [4].

Стандарты серии ISO 10993 являются руководящими документами для прогнозирования и исследования биологического действия медицинских изделий на стадии выбора материалов, предназначенных для их изготовления, а также для исследований готовых изделий.

Стандарт серии ИСО 10993 Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий: часть 1 «Оценка и исследования» является основополагающим в серии стандартов ISO 10993, а также руководящим документом по выбору методов оценки биологического действия в соответствии с требованиями безопасности применения медицинских изделий и материалов. Кроме того, назначение настоящего стандарта заключается в ограничении рамок биологических исследований таким образом, чтобы снизить до минимума число экспериментальных животных и их подверженность вредному воздействию.

Следует отметить, что оценка биологического действия медицинских изделий может включать как результаты фактических лабораторных испытаний, так и изучение применимого к конкретному медицинскому изделию доклинического опыта, существующих данных по токсикологии или биологической безопасности данного изделия и его компонентов, продуктов распада и метаболитов.

Стандарт серии ИСО 10993 Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий: часть 1 «Оценка и исследования» устанавливает основные принципы оценки биологического действия медицинских изделий, определение категории медицинского изделия на основе характера и продолжительности контакта с организмом человека, выбор соответствующих методов исследований.

Исследования биологического действия (токсикологические исследования) медицинского изделия проводятся в отношении изделия, использование которого предполагает наличие контакта с организмом человека, и включают: исследования на стерильность, гемосовместимость, пирогенность, генотоксичность, канцерогенность, раздражение, сенсибилизацию, токсическое действие, состоящее из определения острой, подострой, субхронической и хронической системной токсичности.

В настоящее время, несмотря на то, что изучение биологического действия медицинского изделия или материала опирается на методы с использованием животных, необходимо учитывать, что один и тот же материал может оказывать неодинаковое воздействие на ткани человека и животного. Кроме того, наличие у людей индивидуальных реакций позволяет предполагать возможное возникновение нежелательного эффекта при применении уже изученных материалов со стабильными характеристиками. Поэтому по мере развития науки и понимания основных механизмов действия изделий и материалов предпочтение будут отдавать методам *in vitro* в тех случаях, когда они обеспечат равноценную информацию.

Одним из современных требований к безопасности медицинских изделий является то, что при установлении особых требований к безопасности применения медицинского изделия или материала, специалисты в области исследований медицинских изделий и материалов могут использовать специальные методы и критерии оценки. В таком случае методы и критерии оценки устанавливают в нормативном документе на изделие или материал конкретного типа, вида.

В заключение следует отметить, что осуществление мониторинга безопасности, качества и эффективности медицинских изделий по единым правилам позволит своевременно выявлять и принимать соответствующие меры в ЕАЭС в отношении фальсифицированных, контрафактных и недоброкачественных медицинских изделий и предотвращать их негативное влияние на здоровье человека.

Литература

1. Токсиколого-гигиеническая оценка безопасности изделий медицинского назначения / В. А. Грынчак [и др.] // Санитарно-эпидемиологическая служба Республики Беларусь : история, актуальные проблемы на современном этапе и перспективы развития : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. «Здоровье и окружающая среда», посвящ. 90-летию санитар.-эпидемиол. службы Республики Беларусь, Минск, 28 октября 2016 г. : в 2 т. / редкол.: Н. П. Жукова [и др.]. — Минск : БГМУ, 2016. — Т. 1. — С. 240–242.
2. СанПиН. Требования к изделиям медицинского назначения и медицинской технике : санитар. нормы и правила : утв. Постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 16.12.2013 № 128 // Сборник нормативных документов по изделиям медицинского назначения и медицинской технике. — Минск, 2014. — С. 5–19.
3. ГН. Показатели безопасности изделий медицинского назначения, медицинской техники и материалов, применяемых для их изготовления : гигиен. норматив : утв. Постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 16.12.2013 № 128 // Сборник нормативных документов по изделиям медицинского назначения и медицинской технике. — Минск, 2014. — С. 20–22.
4. ГОСТ ISO 10993-1-2011. Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Ч. 1. Оценка и исследования [Электронный ресурс] // ИПС «Стандарт». — Режим доступа: www.ips3.belgiss.by. — Дата доступа: 24.08.2017.

Поступила 30.08.2017

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПОЛОВЫХ ГОРМОНОВ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ КРЫС-САМЦОВ ПОСЛЕ ЗАВЕРШЕНИЯ КУРСОВОГО ВВЕДЕНИЯ РЕКОМБИНАНТНОГО ЛАКТОФЕРРИНА ЧЕЛОВЕКА

Рудниченко Ю. А., link060619@list.ru

Государственное научное учреждение «Институт физиологии Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

Проблема коррекции нарушений биосинтеза половых стероидных гормонов является актуальной не только в связи с ее распространенностью, но и из-за зависимости от уровня тестостерона многих метаболических процессов организма. Его содержание может снижаться по ряду причин: при нарушении синтеза и/или секреции в клетках Лейдига (первичный гипогонадизм), уменьшении экспрессии гонадотропных гормонов, которые стимулируют синтез тестостерона в яичках (вторичный гипогонадизм), при возрастных изменениях организма или ожирении. Основным методом лечения таких патологий остается заместительная андрогенная терапия, которая имеет ряд противопоказаний. Главным недостатком

таких средств является угнетение собственного биосинтеза эндогенного тестостерона после прекращения заместительной андрогенной терапии [1].

В рамках выполнения программы Союзного государства «БелРосТрансген-2» из молока трансгенных коз был получен рекомбинантный лактоферрин человека (далее — рчЛФ) — один из функционально активных белковых компонентов молока, негемовый железосвязывающий гликопротеин, относимый к семейству трансферринов. Он обладает антиоксидантной активностью, противораковым и противовоспалительным действием, участвует в регуляции роста и дифференциации клеток и др. [2]. Особого внимания заслуживает его влияние на гормональный статус организма, а точнее продемонстрированная способность увеличивать уровень тестостерона в крови [3]. При этом в доступной литературе отсутствуют сведения о механизмах действия рчЛФ на метаболизм стероидных гормонов в организме.

Ранее нами было показано, что при длительном потреблении *per os* рчЛФ наблюдалось эффективное повышение уровня эндогенного тестостерона в сыворотке крови самцов крыс, без изменения концентрации гонадотропинов — лютеинизирующего гормона (далее — ЛГ) и фолликулостимулирующего гормона (далее — ФСГ), контролирующих синтез данного андрогена в клетках Лейдига по принципу обратной связи [3]. Эти результаты предполагают изменение гуморальной регуляции стероидогенеза, хотя и не отрицают возможности изменения синтеза и/или секреции тестостерона, обусловленного участием рчЛФ в непосредственной (или опосредованной?) регуляции активности специфических ферментов стероидогенеза.

Не изученным остается также вопрос, угнетается ли синтез эндогенного тестостерона после завершения системного воздействия рчЛФ, как это происходит при традиционной гормональной терапии.

Целью настоящего исследования явилось изучение динамики изменения биосинтеза тестостерона, основных показателей белкового и липидного обмена в сыворотке крови после завершения курсового введения рчЛФ, полученного из молока трансгенных коз.

Исследования проведены на белых половозрелых крысах-самцах ($n = 116$) в возрасте 2-х мес., массой 220–270 г, которых содержали в виварии Института физиологии НАН Беларуси. Все особи находились на одинаковом рационе, имели свободный доступ к воде и пище, условия их содержания соответствовали общепринятым нормам обращения с лабораторными животными.

Согласно задачам эксперимента, крысы-самцы были разделены на две группы. Первая группа (контрольная) содержалась на стандартном рационе и получала *per os* ежедневно изотонический раствор NaCl в объеме 0,1 мл. Особей второй группы (экспериментальная) кормили стандартным рационом, а в качестве добавки ежедневно вводили *per os* рчЛФ в дозе 100 мг/кг массы тела животного в объеме 0,1 мл в течение 2,5 мес.

Животных, лишенных утреннего кормления, выводили из опыта декапитацией под эфирным наркозом по истечению заданного времени исследования (1; 3; 7; 11 недель), получали сыворотку крови.

Содержание общего тестостерона, ЛГ и ФСГ в сыворотке крови крыс определяли методом иммуноферментного анализа с использованием диагностических наборов фирмы «Хема» (РФ) в соответствии с прилагаемыми инструкциями.

Уровень общего холестерина, триглицеридов, общего белка, альбумина, холестерина липопротеинов высокой и низкой плотности (далее — ХС ЛПВП и ХС ЛПНП) изучали с помощью соответствующих наборов (НТПК «Анализ Х» РБ, «RANDOX» Великобритания).

Экспериментальные данные обработаны с помощью MS Excel, Origin 6.1, Statistica 6.0 и представлены в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха (25-й процентиль – 75 процентиль, далее — (25%; 75%). Нормальность распределения показателей проверяли при помощи теста Шапиро–Уилка. Для сравнения групп по одному признаку применяли U-критерий Манна–Уитни для независимых выборок с использованием пакета программ Statistica 6.0. Достоверным считали уровень значимости $p \leq 0,05$.

Установлено, что при введении *per os* рчЛФ на протяжении 2,5 мес. уровень общего тестостерона в сыворотке крови крыс достоверно повышался на 200% (рисунок 1).

После завершения курсового потребления рчЛФ содержание общего тестостерона в сыворотке крови на протяжении 3-х недель было достоверно увеличенным в 2,1 и 4 раза (1 и 3-я неделя соответственно), а к 7-й неделе — восстанавливалось до уровня контрольных значений.

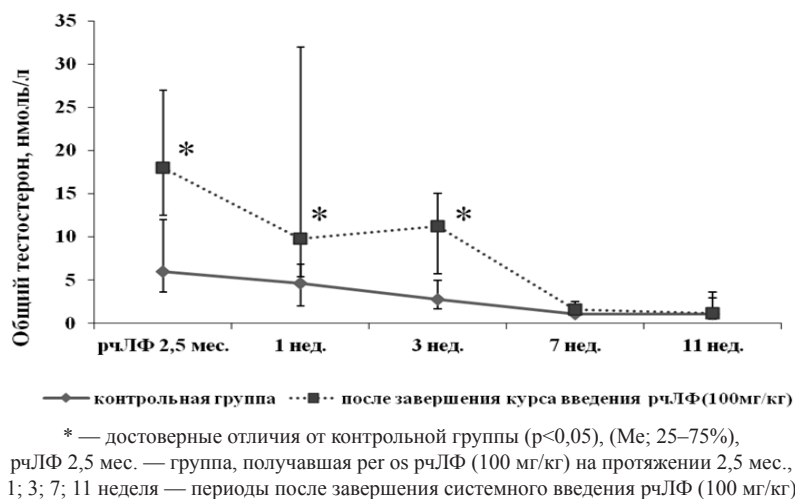


Рисунок 1. — Уровень общего тестостерона в сыворотке крови крыс после завершения системного введения рекомбинантного лактоферрина человека в течение 2,5 мес.

Как известно, после завершения цикла введения анаболических стероидов, восстановление гипоталамо-гипофизарно-гонадной оси занимает от нескольких месяцев до нескольких лет, в зависимости от дозы и продолжительности применения андрогенов. В течение этого периода содержание тестостерона может упасть до очень низких уровней, такое состояние называют анаболический стероид-индуцированный гипогонадизм. Основная причина нарушения принципа регуляции по механизму отрицательной обратной связи в данном случае не изменение концентрации ЛГ, а фактическая атрофия и падение чувствительности клеток Лейдига к этому гормону [4].

По нашим данным, после завершения курсового потребления рчЛФ содержание ЛГ в сыворотке крови имело тенденцию к снижению, а к 7-й неделе концентрация данного показателя уменьшалась ($p < 0,05$) на 41% (таблица 1). Данные колебания указывают на то, что происходит изменение центральной регуляции биосинтеза тестостерона на гипоталамо-гипофизарном уровне. Необходимо отметить, что в отличие от гормональных препаратов при использовании рчЛФ чувствительность клеток Лейдига к данному гонадотропину, по-видимому, не была потеряна.

Таблица 1. — Уровень фолликулостимулирующего гормона и лютеинизирующего гормона в сыворотке крови крыс после завершения системного введения рекомбинантного лактоферрина человека в течение 2,5 мес.

Показатель	Контроль	ЛФ+	Группа	ЛФ-			
				1 нед.	3 нед.	7 нед.	11 нед.
ФСГ, МЕ/мл	1,04 (0,79; 1,22) (n = 18)	0,96 (0,75; 1,16) (n = 17)	контроль	0,50 (0,26; 0,81) (n = 10)	0,64 (0,38; 0,82) (n = 9)	0,57 (0,28; 0,75) (n = 10)	0,24 (0,1; 0,64) (n = 7)
			рчЛФ (100 мг/кг)	0,25 (0,20; 1,10) (n = 10)	0,24 (0,15; 0,70) (n = 9)	0,33 (0,13; 0,56) (n = 10)	0,49 (0,15; 0,66) (n = 10)
ЛГ, МЕ/мл	0,92 (0,78; 1,23) (n = 18)	0,94 (0,81; 1,25) (n = 17)	контроль	1,01 (0,77; 1,42) (n = 10)	1,26 (0,89; 1,39) (n = 10)	1,20 (1,05; 1,67) (n = 8)	0,83 (0,65; 1,24) (n = 8)
			рчЛФ (100 мг/кг)	0,74 (0,71; 2,28) (n = 10)	1,02 (0,68; 1,36) (n = 10)	0,71* (0,68; 1,03) (n = 9)	0,80 (0,56; 1,15) (n = 10)

* — достоверные отличия от контрольной группы ($p < 0,05$), (Ме; 25–75%);
 ЛФ+ — группа, получавшая *per os* рчЛФ (100 мг/кг) на протяжении 2,5 мес.;
 ЛФ- — после завершения системного введения рчЛФ (100 мг/кг).

Хотя содержание ФСГ на протяжении всего эксперимента существенно не изменялось, на 7-й недели была выявлена тенденция к увеличению (на 42,8%) уровня данного показателя. Это наводит на мысль, что происходит модуляция функции клеток Лейдига опосредованно на уровне паракринной регуляции через клетки Сертоли за счет активации механизмов отрицательной обратной связи через гипоталамо-гипофизарную ось по причине снижения уровня тестостерона в крови.

При рассмотрении изменений основных показателей липидного обмена после завершения курсового влияния анализируемого трансферрина, концентрация общего холестерина и ХС ЛПНП незначительно возрастала в течение 3-х недель (таблица 2). По литературным данным, введение экзогенного тестостерона оказывала схожие с нашими результатами эффекты на содержание липидов в плазме. Так, при применении супрафизиологических доз андрогенов наблюдалось снижение концентрации ХС ЛПВП и небольшое увеличение уровней ХС ЛПНП и общего холестерина в сыворотке крови. Такие же отклонения происходили при применении анаболических стероидов [5].

Системное влияние рчЛФ приводило к достоверному снижению содержания триглицеридов в сыворотке крови на 32,7%. Это может быть следствием способности тестостерона стимулировать их гидролиз, непосредственно модулируя активность гормон — чувствительной липазы и приводя к анаболическому эффекту тестостерона.

В группе экспериментальных животных после 2,5-месячного потребления рчЛФ уровень альбумина в сыворотке крови увеличивался ($p < 0,05$) на 11,5%. Изучение динамики уровня альбумина в сыворотке крови после завершения курсового введения рчЛФ показало его уменьшение ($p < 0,05$) на 14,1% (7-я неделя), вместе с тем в содержании общего белка между контрольной и опытной группой не было значимых отличий.

Таким образом, в наших исследованиях рчЛФ проявил себя как активатор процессов анаболизма пролонгированного действия на основе активации биосинтеза тестостерона, причем его эффекты не приводили к подавлению его эндогенного биосинтеза, которое происходит при использовании анаболических препаратов как естественного, так и синтетического происхождения.

Показанное отсутствие падения сывороточного уровня тестостерона после прекращения введения рекомбинантного лактоферрина человека является принципиально важным отличием от действия препаратов на основе андрогенов (как натуральных, так и синтетических).

Таблица 2. — Уровень основных показателей липидного и белкового обмена после завершения системного введения рекомбинантного лактоферрина человека в течение 2,5 месяцев

Показатель	Контроль	ЛФ+	Группа	ЛФ-			
				1 нед.	3 нед.	7 нед.	11 нед.
Общий холестерин, (ммоль/л)	1,69 (1,57; 1,84) (n = 18)	1,98* (1,73; 2,08) (n = 17)	контроль	1,27 (1,07; 1,35) (n = 10)	1,27 (1,03; 1,39) (n = 10)	1,18 (1,07; 1,37) (n = 10)	1,23 (1,01; 1,39) (n = 10)
			рч.ЛФ (100 мг/кг)	1,37 (1,18; 1,51) (n = 10)	1,31 (1,28; 1,43) (n = 10)	1,22 (1,16; 1,32) (n = 9)	1,26 (1,22; 1,39) (n = 10)
Триглицериды, (ммоль/л)	2,12 (1,65; 2,85) (n = 18)	1,42* (1,27; 1,58) (n = 18)	контроль	1,54 (1,33; 1,75) (n = 10)	1,52 (1,17; 1,60) (n = 10)	1,27 (1,11; 1,78) (n = 10)	1,40 (1,17; 1,72) (n = 10)
			рч.ЛФ (100 мг/кг)	1,43 (1,14; 2,17) (n = 10)	1,61 (1,45; 1,96) (n = 10)	1,63 (1,54; 1,75) (n = 10)	1,476 (1,27; 1,72) (n = 10)
ХС ЛПНП, (ммоль/л)	0,73 (0,60; 0,82) (n = 14)	1,15* (0,79; 1,32) (n = 18)	контроль	0,46 (0,28; 0,48) (n = 9)	0,36 (0,32; 0,68) (n = 9)	0,43 (0,18; 0,48) (n = 10)	0,32 (0,22; 0,66) (n = 10)
			рч.ЛФ (100 мг/кг)	0,52 (0,29; 0,60) (n = 9)	0,44 (0,22; 0,52) (n = 10)	0,33 (0,17; 0,37) (n = 9)	0,56 (0,31; 0,62) (n = 9)
ХС ЛПВП, (ммоль/л)	0,12 (0,11; 0,14) (n = 15)	0,15 (0,11; 0,17) (n = 16)	контроль	0,17 (0,14; 0,18) (n = 10)	0,14 (0,14; 0,17) (n = 10)	0,16 (0,15; 0,18) (n = 10)	0,18 (0,17; 0,20) (n = 10)
			рч.ЛФ (100 мг/кг)	0,18 (0,14; 0,19) (n = 10)	0,16 (0,15; 0,18) (n = 10)	0,17 (0,16; 0,17) (n = 10)	0,18 (0,18; 0,20) (n = 10)
Общий белок, (г/л)	83,08 (77,85; 86,36) (n = 18)	82,43 (75,89; 86,36) (n = 18)	контроль	59,85 (57,47; 63,09) (n = 10)	53,69 (48,53; 60,92) (n = 10)	68,67 (50,60; 77,44) (n = 10)	61,96 (58,86; 69,18) (n = 9)
			рч.ЛФ (100 мг/кг)	57,47 (50,99; 59,63) (n = 10)	56,79 (51,63; 70,22) (n = 10)	60,41 (56,79; 72,28) (n = 10)	67,63 (64,02; 73,31) (n = 10)
Альбумин, (г/л)	47,15 (43,34; 54,54) (n = 12)	52,56* (48,14; 62,61) (n = 13)	контроль	31,12 (28,23; 32,58) (n = 10)	30,69 (28,80; 31,37) (n = 10)	29,94 (28,73; 34,65) (n = 9)	33,72 (30,23; 34,72) (n = 9)
			рч.ЛФ (100 мг/кг)	28,16 (23,88; 34,09) (n = 10)	31,62 (28,52; 34,36) (n = 10)	25,74* (24,67; 26,59) (n = 9)	29,62 (28,09; 35,08) (n = 10)
Обозначения см. таблицу 1.							

Автор выражает искреннюю благодарность старшему научному сотруднику Лукашевичу В.С. и д.м.н., профессору Залуцкому И.В. за помощь в подготовке публикации.

Литература

1. Long term perturbation of endocrine parameters and cholesterol metabolism after discontinued abuse of anabolic androgenic steroids / N. Garevik [et al.] // J. Steroid. Biochem. Mol. Biol. — 2011. — Vol. 127, № 3–5. — P. 295–300.
2. Получение рекомбинантного лактоферрина человека из молока коз-продуцентов и его физиологические эффекты / В. С. Лукашевич [и др.] // Доклады НАН Беларуси. — 2016. — Т. 60, № 1. — С. 72–81.
3. Рудниченко, Ю. А. Влияние человеческого лактоферрина на уровень тестостерона в гипоталамо-гипофизарно-гонадной системе крыс / Ю. А. Рудниченко // Вестн. НАН Беларуси. Сер. мед. наук. — 2015. — № 2. — С. 102–105.
4. Effect of long-term testosterone oenanthate administration on male reproductive function: clinical evaluation, serum FSH, LH, testosterone, and seminal fluid analyses in normal men / J. Mauss [et al.] // Acta Endocrinol. (Copenh). — 1975. — Vol. 78, № 2. — P. 373–384.
5. Eckardstein, A. Testosterone and atherosclerosis / A. Eckardstein, F. C. Wu // Growth Hormone and IGF Research. — 2003. — Vol. 13. — P. S72–S84.

Поступила 18.08.2017

ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЛОКНИСТОГО АНИОНИТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ КИСЛЫХ ГАЗОВ

Чаховский П. А., к.б.н., chahovsky@gmail.com,
Власенко Е. К., к.б.н., evgenii_vlasenko@mail.ru,
Арбузов И. В., lkp_ff@mail.ru,
Новицкая Т. В., labChi-rspch@mail.ru

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Загрязнение воздушной среды производства и атмосферы вредными химическими соединениями является неблагоприятным фактором среды обитания. Поддержание уровней загрязняющих примесей, соответствующих требованиям

гигиенических регламентов, является технически трудно решаемой проблемой и достигается профилактическими мерами путем применения систем очистки воздуха.

В ряде отраслей промышленности на различных стадиях технологических процессов требуется очистка воздуха от газообразных и аэрозольных примесей кислого (диоксид серы, сульфаты, HF, HCl, HBr, аэрозолей кислот, летучих кислых органических соединений) и основного характера (аммиак, амины, аэрозоли щелочей, летучих основных органических соединений). Для решения данной проблемы наиболее перспективным является применение установок с использованием хемосорбционных волокнистых материалов, которые успешно заменяют стандартные методы фильтрации. Высокая эффективность и экономическое преимущество таких волокон определяют интенсивное развитие данной технологии.

Учеными ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси» разработан ряд волокнистых материалов, в частности, высокоэффективный анионит для очистки воздуха от кислых газов Фибан А-5(N) для применения в общих и приточных вентиляционных и рециркуляционных вентсистемах, для изоляции газовыделяющих аппаратов в средствах индивидуальной защиты органов дыхания.

Для безопасного промышленного использования анионита в соответствии с требованиями законодательства необходимы токсиколого-гигиенические исследования, подтверждающие безопасность материала для здоровья человека. Сведения о гигиенической оценке нового анионита в целом в доступной литературе отсутствуют, что определяет необходимость его санитарно-химических, физических и токсикологических исследований.

Целью работы являются токсиколого-гигиенические исследования волокнистого анионита Фибан А-5(N) для очистки воздуха от кислых газов для подтверждения безопасности изделия.

Объектом комплексного токсиколого-гигиенического исследования является волокнистый анионит Фибан А-5(N), полученный на основе полиакрилонитрильного волокна в ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси». Изделие представляет собой волокно светло-желтого цвета, изготавливаемое в трех текстильных формах: волокно, полотно и аппаратная пряжа. Для целей исследования изделие подвергали различным видам пробоподготовки в соответствии с условиями токсикологических, санитарно-химических и физических экспериментов (таблица).

Таблица — Условия пробоподготовки анионита Фибан А-5(N) для исследований

Вид исследований	Исследуемые показатели	Условия подготовки
Санитарно-химические	Миграция акрилонитрила и винилацетата в воздушную среду из материала	Поглотительные аллонжи, «насыщенность» 0,4 м ² /м ³ , температура 40°C, экспозиция 24 ч
Токсикологические	Местно-раздражающее и кожно-резорбтивное действие (однократно, повторно) Внутрижелудочная токсичность (однократно, повторно) Ирритативное действие (однократно) Сенсибилизирующее действие	Соотношение веса образца к объему модельной среды 0,1 г/см ³ (дистиллированная вода, раствор хлорида натрия 0,9%)
	Ингаляционная токсичность (однократно, 2 ч)	Нативный, эксикатор 20 л, «насыщенность» 1 м ² /м ³
Физические факторы	Напряженность электростатического поля (ЭСП), удельная эффективность радионуклидов	Нативный

Экспериментальные данные выражали в когерентных единицах СИ. Полученные в опытах данные для оценки достоверности подвергали статистической обработке общепринятыми методами. Критическим уровнем значимости при проверке статистических гипотез был принят $p < 0,05$.

Токсикологические исследования проведены, руководствуясь инструкцией № 1.1.11–12–35–2004 «Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ».

Для оценки потенциальной опасности развития острого отравления материала использовали метод статической ингаляционной заправки. В опыте использовали 6 особей половозрелых белых мышей (17–23 г). Продолжительность статической заправки составляла 2 ч в эксикаторе 20 дм³ с достаточным воздухообменом. Изделие помещали в затравочное устройство с животными из расчета 1 м²/м³. Во время проведения ингаляционной заправки и в последующие 14 сут наблюдения после воздействия гибель животных и признаки интоксикации в опытной и контрольной группах отсутствовали, как и признаки раздражающего действия на верхние дыхательные пути. К окончанию эксперимента прирост массы тела животных, подвергнутых однократному ингаляционному воздействию изделия, не имел достоверных отличий по сравнению с контролем.

Исследование особенностей раздражающего действия материала на слизистые оболочки глаз проводили на трех кроликах-самцах массой 4,2–4,5 кг. Вытяжку из образца изделия в количестве 50 мкл вносили в нижний конъюнктивальный свод правого глаза кролика, левый глаз служил контролем (50 мкл дистиллированной воды). Визуальное наблюдение за состоянием слизистых оболочек глаз кроликов после внесения исследуемого соединения проводили в течение 14 сут. В течение периода наблюдения у кроликов не регистрировались симптомы раздражающего действия — гиперемия конъюнктивы и роговицы, отек век, выделения из глаза.

Определение степени опасности отравления при трансдермальном пути поступления при однократном нанесении проведено на 7 беспородных белых крысах-самцах, массой 180–200 г, путем однократного нанесения 320 мкл вытяжки из изделия на предварительно выстриженные участки кожи спины площадью 20 см². В качестве контроля использовали аналогичную группу животных, которым на спину наносили дистиллированную воду. После аппликаций животных фиксировали на 4 ч. Наблюдение за состоянием крыс проводили в течение 14 сут с регистрацией развития симптомов интоксикации.

При изучении токсических свойств анионита Фибан А-5(N) при эпикутанном поступлении в период наблюдения после однократного воздействия не зарегистрировано проявлений интоксикации и гибели животных в контрольной и опытной группах, а также не наблюдались клинические проявления отравления со стороны желудочно-кишечного тракта, диуреза, мышечного тонуса. К окончанию эксперимента подопытных животных взвешивали и изучали динамику изменения массы тела. Белые крысы, подвергнутые однократному эпикутанному воздействию вытяжки из анионита Фибан А-5(N), демонстрировали прирост массы тела на уровне 130% от контрольного значения, однако отличия не являются статистически значимыми. Макроскопически во время вскрытия контрольных и подопытных крыс, подвергнутых однократному эпикутанному воздействию анионита Фибан А-5(N), не выявлено существенных признаков токсического влияния препарата, состояние внутренних органов у подопытных и контрольных крыс, а также величины ОКМ ряда их органов не имели существенных различий.

Изучение местно-раздражающих свойств проводилось на 7 самцах белых беспородных крыс путем однократного нанесения 320 мкл вытяжки из изделия на предварительно выстриженные участки (с правой стороны) кожи 4×4 см (0,02 мл/см²). Время экспозиции — 4 ч. Контролем служил противоположный участок кожи спины (с левой стороны) того же животного. После однократного эпикутанного воздействия анионита в виде вытяжки не выявлены признаки гиперемии и визуально значимые изменения статуса кожных покровов подопытных животных. Участки кожи в местах однократных аппликаций были аналогичны контрольным, не имели уплотнений, шелушений и инородных образований. Таким образом, суммарная количественная оценка степени индукции эритемы и отека для контрольной и опытной групп при воздействии анионита Фибан А-5(N) составляет по 0 баллов. Следовательно, в условиях, принятых для оценки кожно-раздражающего действия при тестировании на лабораторных животных, анионит Фибан А-5(N) не способен к индукции выраженных местно-раздражающих свойств.

Выявление местно-раздражающих и кожно-резорбтивных свойств проводили в повторных опытах на 14 самцах рандомбредных белых крыс массой 180–215 г на протяжении 1 мес. Изучение проводили путем нанесения 320 мкл вытяжки из изделия на выстриженные участки кожи 4×4 см в водном растворе (0,02 мл/см²). Животных подвергали экспозиции 4 ч 5 дней в неделю. Выраженность эритемы оценивали визуально в баллах. Величину отека кожи определяли путем измерения толщины кожной складки микрометром (в мм), его интенсивность по сравнению с фоновым значением оценивали по шкале от 0 до 4 баллов. По окончании эксперимента крыс взвешивали и после мгновенной декапитации определяли коэффициенты массы органов, макроскопически оценивали изменения внутренних органов. Полученную кровь тестировали по показателям морфологического состава, в сыворотке крови и моче подопытных животных определен ряд биохимических показателей.

При изучении местно-раздражающего действия анионита Фибан А-5(N) на протяжении 30 сут эксперимента не отмечено признаков гиперемии и заметных изменений кожных покровов подопытных животных. Участки кожи в местах аппликаций были аналогичны контрольным, не имели уплотнений, шелушений и инородных образований. К окончанию эксперимента признаки эритемы отсутствовали во всех группах. На 30-е сут у подопытных животных определяли толщину кожной складки, которая не имела достоверных отличий между опытными и контрольными группами. Суммарная количественная оценка степени индукции эритемы и отека для контрольной и опытной групп, получавшей вытяжку из анионита составляет 0 баллов.

При исследовании кожно-резорбтивных свойств анионита установлено, что 30-кратные эпикутанные аппликации вытяжки не приводят к гибели подопытных животных. Общее состояние животных было удовлетворительным, отклонений в поведенческой активности не зарегистрировано. Во всех подопытных группах отмечен прирост массы тела к концу эксперимента. При этом различия между опытом и контролем по приросту массы тела на 30-е сут эксперимента не являлись статистически значимыми, дозозависимый эффект отсутствовал. Морфологический состав крови, биохимические показатели сыворотки крови, показатели состояния мочевыводящей системы подопытных животных, подвергнутых эпикутанному воздействию анионита Фибан А-5(N) в течение 30 сут не отличались от контроля.

Таким образом, эпикутанное воздействие анионита Фибан А-5(N) в виде водной вытяжки в субхроническом опыте не приводило к развитию местно-раздражающего и кожно-резорбтивного действия.

Оценку сенсибилизирующих свойств выполняли на модели воспроизведения ги-перчувствительности замедленного типа. Эксперимент проведен на белых беспородных мышах-самцах (17–23 г), из которых сформированы две группы (по 10 особей в опытной и контрольной группах). Из вытяжки изделия в рабочей концентрации в соотношении 1:1 готовили смесь с иммуностимулятором — полным адьювантом Фрейнда (далее — ПАФ). Подопытным животным внутрикожно в основание хвоста вводили сенсибилизирующую дозу вытяжки изделия в количестве 60 мкл; контрольным — 60 мкл смеси ПАФ с физиологическим раствором (соотношение 1:1). На 6-е сут опыта вводили разрешающую дозу вытяжки из образца, растворенного в физиологическом растворе, в количестве 120 мкл в подушечку задней лапы белых мышей (под апоневроз). О величине отека судили по разнице в толщине лапы, измеряемой до и через 24 ч после перкутанного тестирования. Результатами исследований установлено, что исследуемое изделие не вызывает развития у белых мышей гиперчувствительности замедленного типа. В связи с тем, что среднegrupповой показатель отека у опытных и контрольных животных в абсолютных единицах не превышал 0,1 мм, количественную оценку теста опухания лапы мышей в относительных единицах (ТОЛИМ в баллах) не проводили (0 баллов в опыте и контроле).

Острое внутрижелудочное отравление моделировали однократным введением вытяжки из изделия белым крысам с помощью иглы-зонда в количестве, соответствующем дозе 5000 мг/кг. В качестве контроля использовали дистиллированную воду. Каждая группа состояла из 7 самцов, наблюдение устанавливали в течение 14 сут с регистрацией клинической картины отравления и симптомов интоксикации. Однократное внутрижелудочное введение вытяжки из анионита не приводило к гибели и проявлению симптомов интоксикации у подопытных животных на протяжении 14 сут наблюдения. Среднесмертельная доза DL₅₀ составляет более 5000 мг/кг, что позволяет отнести изучаемый материал к 4-му классу опасности (малоопасные) согласно ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

Экспериментально оценку кумулятивных свойств по методу Ю.С. Кагана и В.В. Станкевича проводили путем внутрижелудочного введения вытяжки из изделия самцам белых крыс в течение 30 сут (в режиме 5 дней в неделю). По окончании эксперимента после одномоментной декапитации крыс при аутопсии определены ОКМ внутренних органов и изучен морфологический состав и определен ряд биохимических показателей мочи и сыворотки крови.

Внутрижелудочное введение вытяжки анионита Фибан А-5(N) белым крысам в течение 30 суток не приводило к проявлению признаков интоксикации и гибели животных в опытной группе. Гибель подопытных животных в контрольной группе в течение эксперимента также отсутствовала. Таким образом, в условиях ежедневного внутрижелудочного введения вытяжки из изделия среднесмертельная доза $DL_{50subchr}$ составляет более 100000 мг/кг, а значение коэффициента кумуляции K_{cum} превышает 5 (не обладает кумулятивной активностью). Измерение относительных коэффициентов масс ОКМ внутренних органов не выявило отличий по сравнению с контролем. Среди изученных показателей периферической крови белых крыс, получавших анионит Фибан А-5(N) в субхроническом эксперименте, не зарегистрировано изменений клеточного состава и содержания гемоглобина, биохимических показателей сыворотки крови и показателей состояния мочевыводящей системы.

Проведенные испытания показывают, что при введении внутрь анионит Фибан А-5(N) не оказывает общетоксического действие у белых крыс, оцениваемое по поведенческой активности, приросте массы тела и показателям системы гомеостаза.

Изучение новых материалов для воздухоочистки требует оценки безопасности по показателям удельной эффективной активности радионуклидов, миграции в воздушную среду вредных химических соединений — акрилонитрила и винилацетата, напряженности электростатического поля материала в покое и при натирании в соответствии с Едиными санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), гл. 2, разд. 17 «Требования к оборудованию и материалам для воздухоподготовки, воздухоочистки и фильтрации».

Результаты измерения удельной активности радионуклидов нативного образца изделия показали, что фактическое значение удельной активности радионуклидов составляет менее 75 Бк/кг, что не превышает допустимого уровня — не более 370 Бк/кг.

Санитарно-химические исследования показали отсутствие миграции акрилонитрила и винилацетата в воздушную среду из нативного образца анионита Фибан А-5(N) (допустимые количества миграции акрилонитрила — не более 0,03 мг/м³, винилацетата — не более 0,15 мг/м³).

Изученный образец выдерживает испытания по показателям физических факторов, так напряженность электростатического поля анионита Фибан А-5(N) в покое составляет менее 0,3 кВ/м, при натирании — 1,2 кВ/м, что не превышает установленных норм (не более 15 кВ/м).

Таким образом, экспериментальными комплексными токсиколого-гигиеническими исследованиями анионита для очистки воздуха от кислых газов Фибан А-5(N) установлены новые данные по параметрам токсичности при различных режимах и путях воздействия на лабораторных животных, миграции вредных химических соединений, удельной эффективности радионуклидов и напряженности электростатического поля. На основании проведенной работы подготовлен протокол испытаний о соответствии изучаемого анионита требованиям нормативных актов, а ТУ РБ 100185198.187-2017 «Анионит волокнистый Фибан А-5(N)» рекомендованы к согласованию органами санитарного надзора.

Поступила 30.08.2017

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ: ТЕЗИСЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ФИЛЛЕРОВ НА ПРИМЕРЕ ГЕЛЯ ГИДРОКСИАПАТИТА КАЛЬЦИЯ

Агамова А. Д., Aadtox@gmail.com,
Петрова С. Ю., к.м.н., petrova524a@mail.ru,
Илюкова И. И., к.м.н., toxlab@mail.ru

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время в области косметической медицины появилось большое разнообразие новых препаратов на основе гидроксиапатита кальция. Для предотвращения поступления на рынок продукции, способной оказать негативное влияние на здоровье человека, требуется обязательное определение гигиенической безопасности медицинских изделий *in vitro*.

В соответствии с установленными требованиями проводилась гигиеническая оценка косметического геля на основе гидроксиапатита кальция:

- определялось гемолитическое действие;
- изучалось раздражающее и резорбтивное действие на кожные покровы методом однократного нанесения геля гидроксиапатита в дозе 20 мг/см² на выстриженные участки кожи белых крыс размером 2,5×2,5 см на 24 ч;
- ирритативное действие изучалось методом однократных инстилляций препарата в нижний конъюнктивальный свод глаз кроликов;
- для исследования пирогенности использовался набор реагентов для хромогенного LAL-теста конечной точки QCL-1000TM (LONZA 50-647U/50-647U). В предварительно разогретые до 37°C планшеты добавляли 50 мкл вытяжки из препарата, к нему — 50 µl of LAL, через 10 мин — 100 мкл Substrate Solution 37±1°C, и через 6 мин 50 µl of LAL 100 мкл Stop reagent. Измерение оптической плотности проводилось на ридере при 405 нм;
- изучалась острая токсичность геля гидроапатита в опытах на белых мышах (массой 18–20 г), которым однократно внутрибрюшинно вводили гель гидроапатита кальция;
- изучалась сенсibilизирующая активность. Состояние сенсibilизации воспроизводили с помощью смеси 0,33% раствора препарата в физиологическом растворе и полного адъюванта Фрейнда (далее — ПАФ) при соотношении 1:1. В объеме 60 мкл ее внутрикожно вводили подопытным животным в основание хвоста. В контроле использовали смесь

физиологического раствора и ПАФ в эквивалентном объеме. На 6-е сут после введения препарата для определения гиперчувствительности замедленного типа (ГЗТ) внутрикожно вводили разрешающую дозу препарата (по 40 мкг 0,33% раствора каждого препарата в физиологическом растворе на животное) в апоневроз задней лапы. Результаты провокационного внутрикожного теста опухания лапы учитывали через 24 ч;

- исследования цитотоксического действия *in vitro* выполнялись на первичной культуре эмбриональных фибробластов мыши. Плотность посева в эксперименте 5000 кл./см². Условия культивирования: 37°C, 5% CO₂.

Обращение с животными соответствовало этическим принципам надлежащей лабораторной практики (GLP).

В опытах *in vitro* установлено, что гемолитическое действие для препарата составляет 0,28% при допустимом уровне гемолиза не более 2%. Препарат относится к веществам, не обладающим раздражающим и резорбтивным действием на кожные покровы, не является дермальным сенсибилизатором, не раздражает слизистые оболочки глаз. Повышенный температуры у кроликов по сравнению с исходной температурой после инъекции геля гидроксипатита не превышает гигиенический норматив — пирогенность (не более 1,4°C). При изучении острой токсичности после внутрибрюшинного введения белым мышам вытяжек из препарата клинических симптомов интоксикации и гибели животных не отмечалось. На протяжении всего периода наблюдений (14 сут) поведение подопытных животных не отличалось от контроля. Цитотоксическое действие не выражено, характер клеточной прогрессии в опытной серии идентичен контрольной культуре фибробластов.

Несмотря на то, что изучение биологического действия медицинского изделия опирается на методы с использованием животных, необходимо учитывать, что один и тот же материал может оказывать неодинаковое воздействие на ткани человека и животного, наряду с классическими токсикологическими методами *in vivo* для оценки биологической безопасности необходимо использовать методы *in vitro*.

Поступила 30.08.2017

ОЦЕНКА РЕПРОДУКТИВНОЙ ТОКСИЧНОСТИ ВНУТРИМАТОЧНЫХ ПРОТИВОЗАЧАТОЧНЫХ СРЕДСТВ В СООТВЕТСТВИИ СО СТАНДАРТАМИ СЕРИИ ISO 10993

Гомолко Т. Н., tgomolko@mail.ru,
Ильюкова И. И., toxlab@mail.ru,
Петрова С. Ю., petrova524a@mail.ru,
Борис О. А., olgaboris88@gmail.com

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Одним из требований, предъявляемых стандартами серии ISO 10993 к оценке биологического действия внутриматочных противозачаточных средств, является изучение их токсического воздействия на репродуктивную функцию организма.

Для оценки соответствия требованиям ГОСТ ISO 10993-3-2011 Часть 3. «Исследования генотоксичности, канцерогенности и токсического действия на репродуктивную функцию» выполнены исследования по изучению репродуктивной токсичности пяти образцов внутриматочных противозачаточных средств отечественного производства, изготовленных из различных материалов. Исследования проведены в соответствии с методом, изложенным в ГОСТ 32379-2013 «Методы испытания по воздействию химической продукции на организм человека. Испытания по оценке репродуктивной/эмбриональной токсичности (скрининговый метод OECD, Test № 421:2010, IDT)», который заключается в получении данных, касающихся воздействия исследуемого вещества на функцию половых желез, поведение при спаривании, оплодотворение, развитие оплодотворенного яйца и родов.

В эксперименте использованы здоровые рандомбредные белые крысы, ранее не подвергавшиеся опытным испытаниям, по 10 штук обоего пола в каждой контрольной и экспериментальных группах. Животные экспериментальных групп получали дозу экстракта испытуемых образцов ежедневно внутрижелудочно в количестве 3 мл/200 г веса, животным контрольной группы в эквивалентном объеме вводилась дистиллированная вода. Уровень дозы основан на данных, полученных в субхроническом эксперименте. Введение дозы животным обоих полов осуществляли за 2 недели до спаривания после прохождения ими пятидневной акклиматизации и продолжали весь период спаривания. Самцов умерщвляли через 28 дней после начала введения испытуемых доз. Введение дозы беременным самкам продолжалось всю беременность и до третьего дня после родов включительно. Самки с потомством умерщвлялись на четвертый день после родов.

В течение всего периода исследования общее клиническое наблюдение проводили 1 раз в день в первой половине дня. Фиксировали изменения поведения, признаки трудных или продолжительных родов, проявления токсичности, включая летальный исход. Фиксировали также длительность беременности, отсчитывая от 0-го дня. Регистрировали приплод, оценивали количество и пол, наличие мертворожденных, наличие отклонений в развитии, аномалии поведения. Детенышей взвешивали в течение 24 ч после родов (0 или 1-й день после родов) и на 4-й день после них.

Как в контрольной группе, так и в экспериментальных группах на всем протяжении эксперимента признаков интоксикации животных не отмечено. Изменений со стороны двигательной активности мышечного тонуса, повреждения и раздражения кожных покровов, изменений со стороны желудочно-кишечного тракта, признаков трудных или продолжительных родов в экспериментальных группах по сравнению с контрольной также не отмечено. Летальных исходов животных на всем протяжении эксперимента не наблюдалось.

Введение экстрактов из образцов не приводило к изменению количества самок с признаками совокупления и достигших беременности, периода зачатия, длительности беременности, живых эмбрионов и доживших до 4-го дня, общей эмбриональной смертности, пре- и постимплантационной смертности, численного соотношения полов при рождении и доживших до 4-го дня, массе приплода и детенышей при рождении и на 4-й день в экспериментальных группах относительно контроля.

Гистологических отклонений в строении органов репродуктивной системы в экспериментальных группах в сравнении с контрольной не отмечено.

На основании полученных результатов установлено, что исследованные образцы внутриматочных противозачаточных средств отечественного производства, изготовленные из различных материалов, по результатам оценки с использованием скринингового метода не обладают токсическим воздействием на репродуктивную функцию и развитие.

Поступила 30.08.2017

ОБОСНОВАНИЕ ГИГИЕНИЧЕСКОГО НОРМАТИВА СОДЕРЖАНИЯ АЦЕТОНИАНГИДРИНА В ВОДЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ПЕРИОД ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

¹Деменкова Т. В., tvdem@list.ru,

¹Лисовская Г. В., ptiza-igl@mail.ru,

²Стельмах В. А., к.м.н., доцент, Stelmakh2@gmail.com

¹Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

²Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета», г. Минск, Республика Беларусь

Известно, что ряд используемых в промышленном производстве веществ химического класса нитрилов по своим физико-химическим и токсическим свойствам, объемам производства и транспортировки относятся к аварийно опасным химическим соединениям. В связи с этим исследования по установлению максимальных отклонений от ПДК их содержания в воде водных объектов хозяйственно-питьевого водопользования на период чрезвычайных ситуаций являются весьма актуальными.

Основным компонентом изучения негативного воздействия химического фактора в целях гигиенического регламентирования является установление параметров токсикометрии в опытах на лабораторных животных. Гигиеническому нормированию подвергали чрезвычайно опасное химическое соединение — ацетониангидрин (а-гидроксиизобутиронитрил, нитрил а-гидроксиизомасляной кислоты, далее — АЦГ), произведенный ООО «Нафтан» (г. Новополоцк, РБ).

Эксперименты выполнены на лабораторных животных обоего пола — 52 нелинейных белых мышках (17–23 г) и 145 рандомбредных белых крысах (180–210 г), полученных из вивария Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены», которые на протяжении опытов находились на стандартном рационе. Обращение с животными соответствовало этическим принципам надлежащей лабораторной практики (GLP).

Для установления уровня максимального отклонения от ПДК содержания АЦГ в воде использовали «Методические указания по разработке и научному обоснованию максимально допустимых концентраций аварийно опасных химических соединений в питьевой воде на период чрезвычайных ситуаций», утвержденные Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 30.06.1994 № 49-9406.

В соответствии с рекомендациями исследуемое соединение в виде водных растворов однократно вводили в желудок подопытных белых крыс и мышей в диапазоне доз 17,5–27,5 мг/кг (в объеме не более 0,2 мл/10 г массы тела) с помощью иглы-зонда. Величина среднесмертельной дозы DL_{50} по наличию летальных исходов определена с использованием метода пробит-анализа в изложении М.Л. Бельского (1959).

В качестве метода изучения подострой токсичности (кумулятивных свойств) нитрила применяли метод Ю.С. Кагана и В.В. Станкевича (1964) при 20-кратном внутрижелудочном введении самцам белых крыс (по 10 животных в группе) в режиме воздействия 5 раз в неделю. Экспозиционные дозы АЦГ составили кратно $1/10$, $1/20$, $1/40$ и $1/80$ от DL_{50} . Животным контрольной группы вводили дистиллированную воду в эквивалентном объеме. При установлении порога многократного действия Lim_{subchr} АЦГ у подопытных крыс изучали ряд показателей поведенческой активности в установке «Открытое поле» (ООО «НПК Открытая Наука», РФ), определяли величину суммационно-порогового показателя (далее — СПП), а также показатель мышечной выносливости при беге на тредбане для крыс RAT TETHERED MOTORIZED WHEEL (LAFAYETTE NEUROSCIENCE, США). По окончании экспериментов по многократному воздействию у крыс после их одномоментной декапитации определены относительные коэффициенты массы (далее — ОКМ) ряда внутренних органов, а также изучен морфологический состав крови с помощью гематологического анализатора Mythic 18 (Швейцария). Результаты исследований обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики.

В условиях однократного внутрижелудочного введения белым крысам АЦГ в дозах 17,5; 20,0; 22,5; 25,0 и 27,5 мг/кг DL_{50} составила 23,4 (22,3÷24,6) мг/кг. При однократном интрагастральном введении белым мышам АЦГ в дозах 4,5; 5,5; 6,5; 7,5 и 8,5 мг/кг DL_{50} составила 6,9 (6,33÷7,52) мг/кг. В соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» АЦГ по величине DL_{50} для мышей при внутрижелудочном введении отнесен к 1-му классу опасности (чрезвычайно опасные вещества). Коэффициент видовой чувствительности составляет 3,39, что свидетельствует о выраженной видовой резистентности (II ранг КВЧ).

В повторных опытах дозы АЦГ, кратные $1/10$; $1/20$; $1/40$ и $1/80$ от DL_{50} не приводили к гибели животных в течение 30 сут, что свидетельствует об отсутствии кумулятивной активности у изученного вещества на уровне летальных эффектов ($K_r > 5,1$). В качестве порога субхронического действия Lim_{subchr} (по снижению ОКМ надпочечников, величины СПП, содержания гемоглобина, угнетению поведенческой реакции гриминга и мышечной выносливости) определена доза АЦГ, равная 0,59 мг/кг (кратная $1/40$ от DL_{50}). Доза 0,30 мг/кг АЦГ, кратная $1/80$ от DL_{50} , является максимально недействующей (подпороговой), при которой изученные показатели достоверно не отличались от контрольных величин.

Величину уровня временного максимального отклонения АЦГ от ПДК при содержании его в воде водных объектов хозяйственно-питьевого водопользования на период чрезвычайных ситуаций химического генеза определяли по формуле согласно инструкции по применению «Обоснование временных отклонений содержания аварийно опасных химических

соединений в воде водных объектов хозяйственно-питьевого водопользования на период чрезвычайных ситуаций», утвержденной Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 16.10.2015 № 018-1214, учитывающей значение Lim_{subchr} , массу тела человека 60 кг, поправочный коэффициент (для соединений 1-го класса опасности — 100), уровень водопотребления — 3 л и количество суток водопотребления (на протяжении 2 сут чрезвычайной ситуации).

Таким образом, в качестве порога субхронического (Lim_{subchr}) вредного действия (по поведенческим реакциям животных и их мышечной выносливости, общетоксическим критериям вредности) экспериментально установлена доза 0,59 мг/кг АЦГ ($1/40 DL_{50}$). Доза 0,30 мг/кг АЦГ ($1/80 DL_{50}$) является максимально недействующей. АЦГ не проявляет кумулятивных свойств на смертельном уровне в подостром опыте. Рассчитанная величина уровня временного максимального отклонения АЦГ от ПДК при его содержании в воде водных объектов хозяйственно-питьевого водопользования на период чрезвычайных ситуаций химического генеза составляет 0,03 мг/л.

Поступила 30.08.2017

ФОРМИРОВАНИЕ ЗНАНИЙ ПО ТОКСИКОЛОГИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ-АГРАРИЕВ

Кожич Д. Т., к.х.н., доцент, dm.kozhich@gmail.com,

Слонская С. В., к.х.н., доцент, farme_sv@rambler.ru

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Рост народонаселения планеты и расширение хозяйственной деятельности человека в настоящее время являются основными причинами увеличения экологических проблем из-за загрязнения окружающей среды. К их основным источникам наряду с промышленностью и транспортом также относится и сельское хозяйство.

В настоящее время является общепризнанным тот факт, что устойчивое и стабильное развитие любого государства во многом зависит от обеспечения его продовольственной безопасности. В Республике Беларусь сельское хозяйство является одной из ключевых отраслей, которая не только во многом обеспечивает внутренние потребности, но и за счет поставок сельскохозяйственной продукции за пределы страны составляет значительную долю в пополнении валютных резервов государства.

Актуальность применения химических процессов и веществ в производстве сельскохозяйственной продукции не вызывает никаких сомнений, поскольку их вклад в конечный продукт при грамотном применении составляет не менее 50%. Однако эти впечатляющие результаты сопровождаются такими негативными явлениями, как загрязнение атмосферы, почвы, водных ресурсов и пищевых продуктов. Кроме того, атмосфера интенсивно «загрязняется» электромагнитным и радиационным излучением, тепловыми выбросами и т. д. Такого рода воздействия принято называть антропогенным загрязнением биосферы. Среди них особое место занимают химические соединения, обладающие токсическими свойствами.

Понимание возникших экологических проблем, способов их недопущения и ликвидации настоятельно требует повышения уровня экологического образования будущих инженеров-аграриев. Поэтому для выполнения данной задачи на кафедре химии Белорусского государственного аграрного технического университета в учебный процесс была введена учебная дисциплина «Физико-химические и токсические свойства веществ».

В процессе изучения данной дисциплины, включающей лекционные и лабораторные занятия, студенты получают конкретные знания по токсикологии, токсикометрии, а также химическим свойствам веществ. При этом наряду с информацией о наиболее широко применяемых химических веществах и процессах в сельском хозяйстве особый акцент делается на их токсические свойства (токсикологическая химия), учет возможных экологических рисков при их применении и меры по обеспечению безопасности работающего с ними персонала. На лабораторных занятиях студенты осваивают методы анализа токсических веществ, в т. ч. качественные реакции на различные классы веществ, знакомятся с классами опасности вредных веществ. Поскольку конечные задачи, стоящие перед химической экологией, экологической токсикологией и токсикологической химией, в основном совпадают, то можно говорить о прямой взаимосвязи этих дисциплин. Учитывая современные тенденции в повышении роли экологической составляющей в химическом образовании в высшей школе, в данную дисциплину нами включена такая современная инновационная концепция природоохранной деятельности человека как «зеленая химия», а также большое внимание уделено роли биомассы и отходов сельскохозяйственного производства в качестве биовозобновляемого источника энергии и химических продуктов, что позволяет снизить поступление токсических веществ в окружающую среду.

В лекционном курсе освещается экологическая функция государства в правовом регулировании экологических отношений (законодательство в области охраны окружающей среды и иных нормативных правовых актов по обеспечению экологической безопасности) и международное сотрудничество Республики Беларусь в природоохранной деятельности.

Изучение дисциплины «Физико-химические и токсические свойства веществ» позволит инженерам-аграриям в процессе их будущей практической деятельности на основе полученных ими знаний по токсикологии снизить или устранить экологические риски для рабочего персонала и окружающей среды при работе с токсическими материалами, а также создать более безопасные условия труда.

Поступила 31.08.2017

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ БИОИНСЕКТИЦИДА ЭНТОМОФТОРИНА НА МАТЕРИНСКИЙ ОРГАНИЗМ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Орленкович Л. Н., Dr. med, lilyorlenkovich@mail.ru

ООО «Медицина труда» Института Охраны труда и здоровья окружающей среды Рижского университета Страдыня, г. Рига, Латвия

Развитие сельскохозяйственного производства невозможно без разработки и внедрения эффективных биоинсектицидов. Большая занятость женщин на производствах препаратов микробиологического синтеза требует от токсикологов обоснования гигиенических регламентов с учетом их влияния на генеративную функцию.

Использование системного анализа эффективно для оценки характера взаимодействий между отдельными системами беременного организма. Процесс беременности сопровождается регуляторными изменениями организма системного характера с перестройкой его адаптационных возможностей. Изучение межсистемных взаимосвязей между показателями отдельных систем материнского организма позволяет выявлять механизм формирования адаптационных перестроек для нормального течения беременности и сохранения плода.

Целью настоящей работы явилось экспериментальное исследование характера действия биоинсектицида энтомофторина на материнский организм посредством анализа межсистемных корреляций показателей микробиоценоза кишечника, иммунной системы и биохимических показателей состояния организма.

Объектом изучения явился биоинсектицид энтомофторин, созданный на основе энтомопатогенного гриба *Entomophthora thaxteriana*. Титр препарата: $2,5 \times 10^7 \div 5 \times 10^7$ микробных тел в 1 г. Изучение воздействия биопрепарата на материнский организм проведено в условиях повторного ингаляционного поступления препарата в течение всей беременности на различных уровнях дезинтеграции: от недействующего ($1,1 \pm 0,1$ мг/м³), подпорогового ($4,1 \pm 0,2$ мг/м³), порогового ($8,0 \pm 0,4$ мг/м³) до действующего ($19,0 \pm 2,4$ мг/м³) с оценкой показателей по изменениям среднестатистических значений и методом парных корреляций. В эксперименте использованы белые беспородные крысы-самки массой 180–220 г, содержащиеся в стандартных условиях вивария при естественном освещении на стандартном рационе. Статистическая группа состояла из 15–20 особей. Исследования проведены согласно «Методическим рекомендациям по токсиметрии» в соответствии с правилами Европейской конвенции по защите позвоночных животных для экспериментальных целей (Страсбург, 1986).

Регистрацию биомаркеров эффекта проводили на 20-й день беременности. В качестве биохимических маркеров состояния организма определяли содержание в сыворотке крови альбумина, β -глобулина, мочевины; активность трансаминаз, щелочной фосфатазы. В аутофлоре кишечника выявляли общее количество анаэробов и аэробов, бифидобактерий, лактобацилл, бактероидов, кишечных палочек, протеев, стафилококков, грибов рода *Candida*. Для оценки состояния иммунной системы использовали реакцию ауторозеткообразования на тимоцитах, спленоцитах и лимфоцитах крови; определяли титр антител, белки острой фазы, γ -глобулины, показатели фагоцитоза. Исходя из количества животных в группе, регистрировали сильные ($0,7 \leq R \leq 1,0$) и средние ($0,497 \leq R \leq 0,699$) парные корреляции ($P < 0,05$); их достоверность оценивали с помощью χ^2 -теста (Pearson Correlation, SPSS for Windows 16).

Минимальная концентрация препарата не вызвала изменений среднестатистических значений показателей. В подпороговой концентрации уменьшено количество бифидобактерий, что свидетельствует о снижении функции экологического барьера. Пороговая концентрация препарата вызвала снижение антителогенеза, перераспределение содержания Т-лимфоцитов между тимусом и селезенкой с нарастанием функциональной активности клеток-супрессоров; снижение количества бифидобактерий, увеличение активности трансаминаз. В действующей концентрации выявлено снижение массы тела, дисбиоз II степени, иммунодепрессивный эффект, снижение реабсорбирующей и фильтрующей функции выделительной системы.

Использование корреляционного анализа для изучения межсистемных взаимосвязей между показателями беременного организма оказалось весьма эффективным.

Количество, сила, направленность корреляционных взаимосвязей между показателями микробиоценоза кишечника, иммунной системы и биохимических показателей состояния материнского организма изменялись от минимального уровня воздействия к токсическому, что свидетельствовало об изменении характера взаимоотношений между данными системами с увеличением токсической нагрузки.

Оценка межсистемных корреляций между представителями микробиоты кишечника и иммунной системы материнского организма в группе контроля выявила взаимосвязи прямой направленности между представителями защитной анаэробной и аэробной микрофлоры, Т-системой иммунитета и γ -глобулином. Данные корреляции изменили силу и направленность по мере увеличения уровней воздействия биопрепарата. Анализ межсистемных корреляций между представителями микрофлоры кишечника и биохимическими показателями беременных самок в группе контроля выявил взаимосвязи обратной направленности между защитной анаэробной микробиотой, содержанием мочевины и активностью щелочной фосфатазы. Данные взаимосвязи изменили силу и направленность по мере увеличения уровней воздействия биопрепарата. Взаимосвязи обратной направленности между Т-, В-системами иммунитета, трансаминазами и γ -глобулином, выявленные в группе контроля, ослабевали, сохраняя направленность, по мере увеличения уровней воздействия препарата.

В группе новых межсистемных корреляций появление взаимосвязей обратной направленности между представителями микробиоты кишечника и иммунной системы свидетельствовало об активации (на минимальных уровнях воздействия) и мобилизации (в пороговой концентрации) защитной анаэробной и аэробной микрофлоры в ответ на снижение активности Т- и В-систем иммунитета. Взаимосвязи прямой направленности в действующей концентрации указывают на тотальную мобилизацию защитной аутофлоры и В-системы иммунитета, определяющей антитоксический иммунитет.

В группе новых межсистемных корреляций между представителями микрофлоры кишечника и биохимическими показателями появление разнонаправленных взаимосвязей указывает на активацию защитной аэробной и анаэробной аутофлоры на снижение функции выделительной системы и повышение проницаемости клеточных мембран печени на всех

уровнях воздействия. Полученные данные совпадают с результатами исследователей, доказавших, что «снижение экскреции почками различных метаболитов побуждает желудочно-кишечный тракт частично компенсировать утраченную функцию». В действующей концентрации появление разнонаправленных взаимосвязей между защитной анаэробной и аэробной микрофлорой и транспортными белками указывает на тотальную мобилизацию факторов неспецифической защиты организма, направленную на сохранение плода.

В группе новых межсистемных корреляций появление взаимосвязей обратной направленности между иммунологическими и биохимическими показателями указывает на снижение активности Т- и В-систем иммунитета с параллельным снижением реабсорбирующей и фильтрующей функции выделительной системы в зависимости «доза–эффект».

Таким образом, обусловленная физиологической и токсической нагрузкой перестройка материнского организма направлена на стабилизацию интеграции систем, осуществляющих элиминацию токсического воздействия биопрепарата и нарушений в работе беременного организма, что подтверждалось установленным в исследовании изменением числа, силы межсистемных связей и сменой их направленности. По мере увеличения уровней воздействия биопрепарата наблюдалось нарушение согласованности функционирования изученных систем, скоординированное действие которых направлено на обеспечение структурной целостности организма как функциональной системы, а также на сохранение нормального течения беременности и развитие плода.

Поступила 01.09.2017

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ВНУТРИ- И МЕЖСИСТЕМНЫХ КОРРЕЛЯЦИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ХРОНИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПРИ ГИГИЕНИЧЕСКОМ НОРМИРОВАНИИ БИОПРЕПАРАТОВ

Орленкович Л. Н., Dr. med, lilyorlenkovich@mail.ru

ООО «Медицина труда» Института Охраны труда и здоровья окружающей среды Рижского университета Страдыня,
г. Рига, Латвия

Гигиеническая регламентация биопрепаратов с учетом количественной и качественной оценки токсического эффекта на низких уровнях воздействия — главная задача профилактической токсикологии при решении вопроса о безопасности их производства и применения.

Для установления порогов общего токсического действия препаратов проанализирована динамика внутри- и межсистемных корреляций между показателями микрофлоры кишечника, иммунной системы, функционального состояния нервной системы, печени, почек крыс.

Изучено влияние биоинсектицидов, созданных на основе энтомопатогенных грибов и бактерий *Bacillus thuringiensis*, на организм подопытных животных при 4-месячном ингаляционном поступлении на уровне недействующей, пороговой и действующей концентраций с оценкой показателей по изменениям среднестатистических значений и методом парных корреляций. В экспериментах использованы белые беспородные крысы-самцы массой 180–220 г, содержавшиеся в стандартных условиях вивария при естественном освещении на стандартном рационе. Статистическая группа состояла из 16–20 особей. Опыты проведены согласно «Методическим рекомендациям по токсикометрии» и правилам Европейской конвенции по защите позвоночных животных для экспериментальных целей (Страсбург, 1986).

Регистрацию биомаркеров эффекта проводили через 1; 2; 3 и 4 мес. эксперимента. Для оценки поведенческих и вегетативных реакций крыс использован метод «открытое поле». В качестве биохимических маркеров состояния организма определяли содержание в сыворотке крови общего белка, альбумина, β -глобулина, мочевины, глюкозы, креатинина, холестерина, малонового диальдегида, а также активность трансаминаз, лактатдегидрогеназы, щелочной фосфатазы. Функциональное состояние почек оценивали определением диуреза, содержания белка, мочевины, хлоридов, креатинина в моче. В аутофлоре кишечника выявляли общее количество анаэробов и аэробов, бифидобактерий, лактобацилл, бактероидов, кишечных палочек, протеев, стафилококков, грибов рода *Candida*. Для изучения иммунной системы использовали реакцию ауторозеткообразования на тимоцитах, спленоцитах и лимфоцитах крови; определяли титр антител, содержание лизоцима, белков острой фазы, γ -глобулинов, активность комплемента в сыворотке крови, показатели фагоцитоза.

Исходя из количества животных в группе, регистрировали сильные ($0,7 \leq R \leq 1,0$) и средние ($0,497 \leq R \leq 0,699$) парные корреляции ($P < 0,05$); их достоверность оценивали с помощью χ^2 -теста (Pearson Correlation, SPSS for Windows 16).

Минимальные концентрации препаратов не вызывали изменений среднестатистических значений показателей во все сроки исследования. В пороговых концентрациях отмечено изменение количества защитной микрофлоры, отдельных показателей клеточного и гуморального иммунитета, показателей функционального состояния нервной системы, печени и почек. В действующих концентрациях установлено изменение массы тела, функционального состояния нервной системы, морфологического состава периферической крови; выявлен мембранотоксический и иммунодепрессивный эффект, дисбиоз II–III степени.

Анализ динамики парных корреляций между внутри- и межсистемными показателями при воздействии минимальных концентраций препаратов выявил исчезновение и появление новых взаимосвязей во все сроки исследования; появление парадоксальных (изменивших знак парной корреляции на противоположный) взаимосвязей после 3 и 4-го мес. воздействия. Оценка динамики взаимосвязей показателей поведенческих и вегетативных реакций крыс установила нарастание возбуждения в нервной системе и реакции защитного торможения. Длительная антигенная нагрузка на организм характеризует состояние конфликта, указывая на поведение смещенной активности с преобладанием мотивации страха. Новые взаимосвязи между представителями микробиоценоза кишечника крыс указывают на синергизм защитной анаэробной микрофлоры между собой и ее антагонизм в отношении условно-патогенной микробиоты в разные сроки исследования. Сохранение взаимосвязей между показателями иммунной системы указывает на развитие нормального ответа на воздействие минимальной дозы

антигена с активацией Т- и В-систем иммунитета и факторов неспецифической защиты организма. Новые взаимосвязи свидетельствуют об активации В-системы иммунитета, определяющей антитоксический иммунитет.

Анализ динамики взаимосвязей показателей поведенческих и вегетативных реакций крыс в пороговых концентрациях препаратов выявил сохранение, исчезновение, появление новых и парадоксальных корреляций в разные сроки эксперимента. Новые обратные взаимосвязи указывают на развитие защитного торможения, новые прямые — на снижение ориентировочно-исследовательской активности с замещением ее грумингом. Антигенная нагрузка на организм характеризует состояние конфликта, выявляя поведение смещенной активности. Новые обратные и парадоксальные взаимосвязи между представителями микробиоты кишечника свидетельствуют о нарастании анаэробной и аэробной условно-патогенной аутофлоры. Синергизм защитной анаэробной микрофлоры между собой и антагонизм с условно-патогенной аутофлорой сохраняет микробиоценоз кишечника в состоянии динамического равновесия. Воздействие биопрепаратов на иммунную систему выявило сохранение, исчезновение, появление парадоксальных и новых взаимосвязей в разные сроки эксперимента. Появление парадоксальных и новых парных корреляций свидетельствует о мобилизации В-системы иммунитета, определяющей антитоксический иммунитет.

Оценка внутри- и межсистемных парных корреляций при воздействии пороговых концентраций биопрепаратов указывает на активацию защитных сил организма. Появление парадоксальных и новых взаимосвязей компенсирует изменения в гомеостазе организма и свидетельствует о снижении функции экологического барьера, напряжении регуляторных механизмов факторов защиты организма, не выходящих за пределы его компенсаторных возможностей.

Анализ динамики внутри- и межсистемных парных корреляций в действующих концентрациях биопрепаратов указывает на перенапряжение регуляторных механизмов факторов специфической и неспецифической защиты организма, выходящих за пределы компенсаторных возможностей. Появление линейных функциональных зависимостей ($r=\pm 1$) между биомаркерами эффекта указывает на тотальную мобилизацию защитных сил организма в ответ на действие токсической дозы препаратов. Полученные результаты сопоставимы с данными других исследователей, поскольку показали, что «уровень корреляций между параметрами изменяется в сторону повышения при увеличении адаптационной нагрузки».

Комплексная регистрация показателей по изменениям среднестатистических значений и методом парных корреляций дает возможность более точной оценки изменений состояния организма подопытных животных при воздействии антигенов микробного происхождения.

Анализ динамики внутри- и межсистемных парных корреляций в хроническом эксперименте при воздействии биопрепаратов на организм экспериментальных животных позволил обосновать новые биомаркеры эффекта для установления порогов общего токсического действия с оценкой степени напряженности компенсаторных механизмов при интоксикации. Обоснованные биомаркеры эффекта могут быть использованы при гигиенической регламентации аналогичных биопрепаратов.

Поступила 01.09.2017

ОСОБЕННОСТИ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ КЛАРИТРОМИЦИНА ПРИ ПОВТОРНОМ ВНУТРИЖЕЛУДОЧНОМ ВВЕДЕНИИ

Соболь Ю. А., к.м.н., y_sobol@mail.ru,
Ушков А. А., к.б.н., promtox@tut.by,
Богданов Р. В., promtox@tut.by,
Василькевич В. М., к.м.н., promtox@tut.by

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Опасность химических веществ в значительной мере определяется их кумулятивной активностью, что учитывается при обосновании коэффициента запаса в ходе установления предельно допустимой концентрации (далее — ПДК) в различных объектах окружающей среды. Поэтому при разработке ПДК в воздухе рабочей зоны отечественного лекарственного средства, аналога зарубежного препарата кларитромицин изучены кумулятивные эффекты вещества. Наряду с количественными характеристиками кумуляции результаты этих опытов позволили выявить некоторые биологические особенности изученного лекарственного средства, обосновать выбор доз, подлежащих испытанию в хронических экспериментах, а также спрогнозировать хроническое действие вещества и рассчитать ориентировочные значения ПДК по параметрам острой токсичности с учетом кумулятивности.

Целью работы являлось изучение кумулятивных свойств и особенностей биологического действия кларитромицина на лабораторных животных в подостром эксперименте.

Для выявления возможных кумулятивных свойств и получения сведений о преимущественно поражаемых органах и системах организма подопытных животных при повторном внутрижелудочном поступлении кларитромицина использовали метод Ю.С. Кагана и В.В. Станкевича (1964). Эксперимент проводили на белых крысах в условиях 30-кратного (по 5 раз в неделю) внутрижелудочного введения водного раствора кларитромицина в дозах, кратных 1/5 и 1/10 DL_{50} (258 и 129 мг/кг соответственно), контрольные животные получали дистиллированную воду в эквивалентных количествах.

На протяжении опыта наблюдали за клинической картиной интоксикации, по завершению эксперимента определяли массу, при этом проводили макроскопическое исследование внутренних органов с последующим определением относительных коэффициентов массы внутренних органов (далее — ОКМ), ряда гематологических и биохимических показателей.

Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась с применением параметрических («t» критерий Стьюдента) и непараметрических («U» критерий Манна-Уитни) методов исследования с использованием компьютерных программ MS Excel, Statistica 8. Различия в сравниваемых группах считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Повторное внутрижелудочное введение кларитромицина гибели и клинических симптомов интоксикации у подопытных крыс не вызывает. Таким образом, он не способен вызывать кумулятивные эффекты на смертельном уровне, однако вызывает изменения ряда морфофункциональных показателей лабораторных животных.

Так, в процессе длительного введения кларитромицина в дозах, кратных $1/10$ и $1/5$ DL_{50} , выявлены статистически значимые изменения со стороны морфологических, биохимических показателей крови и мочи у подопытных животных по сравнению с животными контрольной группы. В составе периферической крови по окончании эксперимента в обеих подопытных группах наблюдали увеличение количества лейкоцитов в 1,7 и 1,5 раза ($p < 0,05$) соответственно за счет повышения процентного содержания сегментоядерных лейкоцитов на 41 и 45% соответственно ($p < 0,05$). В то же время под влиянием испытуемых доз отмечено снижение содержания лимфоцитов у животных опытных групп на 7% ($p < 0,05$). Однако указанные различия не выходят за пределы физиологической нормы для данного вида животных.

При изучении биохимических показателей, характеризующих функциональное состояние печени, к концу эксперимента выявлены следующие изменения: в обеих подопытных группах наблюдали статистически значимое увеличение содержания мочевины в сыворотке крови в 1,3 и 1,6 раза, хлоридов — на 2%, липидов — на 43 и 70%. Активность АЛТ увеличилась в 1,6 раза ($p < 0,05$) в группе животных, которым вводилась доза, кратная $1/5$ DL_{50} . Содержание белка в сыворотке крови уменьшилось на 10 и 6% ($p < 0,05$) соответственно.

Повторное внутрижелудочное введение препарата кларитромицина в обеих дозах ускоряет ферментативную реакцию окисления молочной кислоты в пировиноградную, что проявляется в статистически значимом увеличении активности лактатдегидрогеназы (далее — ЛДГ) в сыворотке крови, что свидетельствует об активизации процессов углеводного обмена. В то же время активность сукцинатдегидрогеназы (далее — СДГ) в гомогенатах печени увеличивается при воздействии данного препарата, а концентрация $1/10$ DL_{50} вызывает достоверные изменения активности СДГ по сравнению с контрольной группой, что указывает на активизацию энергетических процессов в организме животных.

Степень окислительной модификации белковых молекул, карбонильных производных белков, которые регистрировались по накоплению битирозина и флуоресценции остатков триптофана, свидетельствует о том, что процессы свободнорадикального окисления белковых молекул статистически значимо изменяются по отношению к величинам контрольной группы. Почти аналогичные результаты были получены при определении содержания тирозин- и триптофансодержащих пептидов, а также карбонилпроизводных аминокислот в плазме крови, что указывает на то, что в результате воздействия изучаемого препарата могут образовываться реакционноспособные соединения, которые способны активно включаться в процессы окисления белков при состояниях окислительного стресса.

Содержание креатинина, одного из основных метаболитов в сыворотке крови и моче, показали, что количество его не изменяется по отношению к значениям контрольной группы животных. Креатинин является одним из конечных продуктов белкового и азотистого обмена в организме, и его определение позволяет судить о функции мочевыделительной системы почек и работе мышечной системы.

Достоверных изменений содержания натрия в сыворотке крови на протяжении всего эксперимента в сравнении с контрольными данными не выявлено, и это указывает на то, что кларитромицин не оказывает влияние на водный обмен в организме животных.

Как показали исследования, увеличение активности СДГ и ЛДГ по сравнению с показателями контрольной группы, которые не дают возможность увеличивать содержание молочной кислоты, опосредованно, по всей вероятности, стабилизируют процессы перекисного окисления липидов и активизируют работу антиоксидантной системы организма, что проявляется в достоверном увеличении содержания биоантиоксидантов — глутатиона восстановленного и SH-групп в гемолизатах крови. Между тем, следует отметить, что активность СОД при длительном внутрижелудочном поступлении в организм кларитромицина в дозе $1/10$ DL_{50} активизируется, и эти изменения носят статистически значимый характер.

Среди показателей, характеризующих функциональное состояние почек, отмечено увеличение содержания мочевины в моче на 19% в группе подопытных животных, получавших $1/5$ от DL_{50} ; концентрация белка в моче у подопытных животных, получавших дозу, кратную $1/10$ от DL_{50} , повысилась в 1,8 раза, а также суточное содержание белка — в 1,6 раза по сравнению с контролем.

К концу эксперимента под влиянием кларитромицина в дозе $1/10$ DL_{50} наблюдается не выходящее за пределы физиологической нормы повышение относительной массы печени на 9% по сравнению с контрольной группой. Макроскопически внутренние органы опытных крыс не отличались от контрольных животных.

Таким образом, на основании исследований можно констатировать, что кларитромицин в указанных дозах при повторном введении в желудок обладает слабой кумулятивной активностью на уровне смертельных эффектов ($K_{cum} > 5,1$), однако выявленные в конце эксперимента изменения ряда морфофункциональных показателей могут быть охарактеризованы как проявления общетоксического действия препарата.

Поступила 29.08.2017

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОЛОКНИСТЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОРГАНИЗМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ ПО ИММУНОЛОГИЧЕСКИМ КРИТЕРИЯМ

Третьякова Е. В., к.б.н., с.н.с., helen.tre@rambler.ru

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт медицины транспорта» Министерства здравоохранения Украины, г. Одесса, Украина

В последние годы в гражданском и промышленном строительстве широко используется большая группа теплоизоляционных материалов (далее — ТИМ) на основе минеральных волокон — более 60% от всей продукции. Сырьем для их изготовления служат сода, известь, кварцевый песок (для стекловаты), расплавы различных горных пород (каменная

вата) и базальт (базальтовая вата). Волокна, которые получают из расплавов, скрепляются в изделие с помощью связующего элемента (чаще всего это фенолформальдегидная смола).

Для решения вопросов качества и безопасности в современном материаловедении существует несколько приоритетных направлений: технология изготовления и монтажа изделий на объекте, пожароопасность материалов и их безопасность для человека и окружающей среды в условиях длительной эксплуатации. Эти позиции особенно важны для многоэтажного строительства, а недооценка проблемы безопасности может привести к негативным последствиям. Подтверждением этому являются регулярно возникающие пожары, а также возрастающая настороженность общественного мнения в отношении безопасности применения ТИМ.

Новой парадигмой в токсикологии частиц становится направление по изучению сочетанного действия механической и токсической составляющей в оценке опасности волокон и частиц. В ряде публикаций имеются противоречивые сообщения только в отношении воздействия волокон на организм, однако практически отсутствуют данные о роли химического фактора в развитии сочетанного эффекта.

Одной из быстро реагирующих на действие неблагоприятных факторов внешней среды является иммунная система. Экзогенные факторы могут стать причиной нарушения иммунного статуса, способствовать снижению адаптационных резервов организма. Изменения, возникающие в структуре и деятельности данной системы, имеют большое значение в формировании патологий других регуляторных систем — нервной и эндокринной, а также приводят к развитию аллергических, аутоиммунных и онкологических заболеваний. Однако влияние компонентов волокнистых материалов и обусловленных ими факторов риска на иммунную систему остаются недостаточно изученными.

Учитывая вышеизложенное, целью настоящей работы явилось исследование воздействия различных видов ТИМ (стекловолокна, каменной и базальтовой ваты) с фенолформальдегидным, карбамидным связующим на иммунную систему белых крыс в хроническом эксперименте.

Исследования проведены на беспородных белых крысах-самках и самцах массой 165–200 г с соблюдением требований биоэтики. Животные были разделены на 8 групп по 8 особей в каждой. Первой группе внутрибрюшинно в суспензии физраствор+ТВИН-80 вводили мелко измельченную стекловату в дозе 250 мг/кг 4 раза (1 раз в 10 дней), второй — каменную вату, третьей — базальтовую вату в тех же дозах по схеме, четвертая группа служила контролем. Животных выводили из эксперимента через 2 и 4 мес. после начала экспозиции. Следующим группам — 5, 6 и 7-й — интратрахеально вводили те же виды материалов в дозах 150 мг/кг 6 раз каждые 10 дней, 8-я группа служила контролем. Животных данных групп выводили из эксперимента через 3 мес. после начала экспозиции.

Для оценки иммунологического статуса подопытных животных после выведения их из эксперимента были исследованы следующие показатели: общий анализ крови, Т-лимфоциты, Т-хелперы/индукторы, Т-супрессоры/цитотоксичные, ИРИ, В-лимфоциты, природные киллеры (NK), фагоцитарная активность нейтрофилов. Иммунофенотипирование лимфоцитов проводили гистомуноцитохимическим методом с использованием моноклональных антител производства фирмы AdB SEROTEC (Великобритания). В сыворотке крови определяли концентрацию иммуноглобулинов (Ig) A, M и G методом ИФА с использованием тест-систем фирмы «Гранум» (Харьков, Украина). Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований проведена методами вариационного и корреляционного анализа с использованием критерия Стьюдента (*t*).

В динамике эксперимента не отмечалось достоверных отличий в приросте массы тела животных и морфометрических параметрах (весовых коэффициентах органов) между опытными и контрольными группами, что свидетельствует об отсутствии токсического эффекта на организм животных вводимых доз веществ.

Общий анализ крови животных показал, что содержание гемоглобина и эритроцитов во всех группах колебалось в пределах сезонных значений и также достоверно не отличалось от контроля ($p > 0,05$). При этом у экспонированных животных во всех группах наблюдалось достоверное повышение абсолютного и относительного количества лейкоцитов в периферической крови в 1,17–1,80 раза ($p < 0,05$). Изменения сохранялись на протяжении всего срока экспозиции, при этом наиболее выраженная динамика к увеличению данного показателя на 62,5% (4 мес.) по отношению к предыдущему сроку исследования наблюдалась в 3-й группе ($p < 0,001$). Разнонаправленные изменения выявлены для лимфоцитов (Лф) — увеличение в 1,13–1,35 раза по отношению к контролю при внутрибрюшинном введении ($p < 0,05$) и снижение на 14,0–16,0% при интратрахеальном введении на фоне увеличения относительного количества эозинофилов — в 2,5–3,5 раза.

Изучение популяции основных иммунокомпетентных клеток выявило, что абсолютное количество Т-, В-лимфоцитов и NK-клеток достоверно отличалось от показателей контроля во всех экспериментальных группах: при внутрибрюшинном введении количество Т- и В-лимфоцитов увеличивалось в 1,3–1,5 и 1,8–2,1 раза, а при интратрахеальном — снижалось в 1,1–1,26 раза ($p < 0,05$). При этом количество NK-клеток к концу эксперимента в 1, 2 и 5-й группах увеличивалось в 1,4–1,6 раза, а в 3 и 7-й (базальтовая вата) снизилось более чем в 2 раза ($p < 0,01$). Повышение ИРИ в 1,2–2 раза отмечено через 2 мес. после начала экспозиции в 1 и 3-й группах, а концу эксперимента и в 1-й. При интратрахеальном введении только во 2-й группе животных ИРИ повысился более чем в 1,5 раза. В сыворотке крови повышение концентрации Ig A выявлено в 3, 5–7-й группах, концентрация Ig M и G не отличалась от показателей контроля. При внутрибрюшинном введении выявлено достоверное снижение фагоцитарной активности нейтрофилов в 1,5–2 раза по отношению к контролю особенно в 1-й группе, а в 5–7-й группах при интратрахеальном введении данный показатель наоборот увеличивался в 1,5–2,5 раза по отношению к контролю ($p < 0,01$).

Полученные результаты показали, что длительная экспозиция организма волокнистыми материалами в сочетании с фенол-формальдегидным связующим вызывает изменения во всех звеньях иммунной системы организма. Выявлены различия в иммунологической реактивности организма как при моделировании различных способов введения (брюшина, плевра и легкие являются основными органами-мишенями при действии волокнистых материалов), так и при воздействии различными видами ТИМ. При внутрибрюшинном введении отмечена активация специфического клеточного иммунитета (увеличение Лф, Т- и В-лимфоцитов) и угнетение неспецифического звена (снижение фагоцитарной активности нейтрофилов), а при интратрахеальном введении — активация неспецифического (увеличение Э, фагоцитарной активности нейтрофилов) и снижение специфического (Т- и В-лимфоцитов) звена. Экспозиция лабораторных животных волокнами базальтовой ваты при различных путях введения вызвала снижение количества NK-клетки — природных киллеров, обеспечивающих противоопухолевую защиту организма.

Выявленные разнонаправленные изменения в клеточном и гуморальном звеньях природного и адаптивного иммунитета являются следствием нарушения регуляторных механизмов иммунного ответа. Это может послужить пусковым механизмом развития дисрегуляторной патологии при сочетании действия на организм частиц минеральной ваты, стекловаты и формальдегида при длительной экспозиции.

До настоящего времени токсиколого-гигиенические исследования в данном приоритетном направлении являются единичными, а изучение механизмов сочетанного действия этих опасных для здоровья населения материалов требуют разработки новых подходов и совершенствования традиционной критериально-методической базы.

Поступила 29.08.2017

НЕКОТОРЫЕ СТОРОНЫ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА В УСЛОВИЯХ «АЛЛОКСАНОВОГО ДИАБЕТА» И ДЕЙСТВИЯ САХАРСОДЕРЖАЩЕГО ПРЕПАРАТА

Ушков А. А., к.б.н., доцент, promtox@tut.by

Соболь Ю. А., к.м.н., y_sobol@mail.ru

Чернышова Е. В., к.м.н., promtox@tut.by

Атрошко М. А., promtox@tut.by

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Решение проблемы сахарного диабета на данный момент становится все более жизненно важным. Одним из путей является создание новых видов замещающих сахар препаратов — подсластителей. В этом аспекте весьма перспективным является препарат «Вартамил» (4,1,6-трихлор-4,1,6-тридезоксигалактосахароза), технология получения которого разработана в ГНУ «Институт физики им. Б.И. Степанова» НАНБ.

Проведенные ранее комплексные токсиколого-гигиенические, санитарно-химические и микробиологические исследования установили, что препарат по санитарно-химическим (содержанию тяжелых металлов, пестицидов и афлотоксина В) и микробиологическим показателям соответствует гигиеническим требованиям, относится к 4-му классу опасности по параметрам острой токсичности, не обладает кожно-раздражающим, общерезорбтивным и кумулятивным действием. В условиях хронического внутрижелудочного поступления подсластитель в дозах 100 и 1000 мг/кг вызывает увеличение содержания глюкозы в крови (основного показателя углеводного обмена), а в дозе 1000 мг/кг — способствует угнетению неспецифических факторов иммунологической резистентности. По степени выраженности изменений в организме подопытных крыс доза подсластителя 1000 мг/кг может трактоваться в качестве пороговой в хроническом эксперименте, а 100 мг/кг — подпороговой (или практически недействующей). Подсластитель в концентрациях 100 и 1000 мг/кг не обладает мутагенной и потенциальной канцерогенной активностью в отношении тестерных штаммов *Salmonella typhimurium* TA-100 (степень мутагенности — 0 баллов). В опытах *in vitro* на ДНК фага I подсластитель не вызывает генотоксических эффектов. Результаты экспериментального изучения препарата позволили рекомендовать его к использованию в качестве подсластителя (приемлемое суточное потребление — 15 мг/кг или 1050 мг/сут в перерасчете на среднюю массу тела человека 70 кг), за исключением продуктов детского, диетического и лечебно-профилактического питания, а также для беременных и кормящих женщин.

Для расширения сферы применения в условиях «аллоксанового диабета» в опытах на белых крысах исследовано влияние препарата на состояние углеводного обмена для решения вопроса о возможности его использования для лиц с сахарным диабетом в качестве заменителя сахара.

Исследования проведены на белых крысах обоего пола (100 шт., массой 140–240 г), которые содержались на стандартной диете вивария.

«Аллоксановую модель» диабета создавали путем однократного внутрибрюшинного введения аллоксана моногидрата фирмы «Fluka Chemia AG» (Швейцария) в дозе 50 мг/кг. О сроках и интенсивности развившегося диабета судили по уровню глюкозы в крови подопытных животных по сравнению с контрольными, которым в аналогичных условиях вводили дистиллированную воду. Через 3 недели после однократного внутрибрюшинного введения аллоксана были сформированы 4 группы животных по 10 штук в каждой:

1-я группа — контрольная (без моделирования «аллоксанового диабета») внутрижелудочно получала воду в объеме 1,0 мл/200 г массы тела;

2-я группа — контрольная — модель «аллоксанового диабета» + внутрижелудочно вода в объеме 1,0 мл/200 г массы тела;

3-я группа — модель «аллоксанового диабета» + внутрижелудочно водный раствор сахара в объеме 1,0 мл/200 г массы тела (доза 750 мг/кг или 52,5 г/сут — суточная норма потребления);

4-я группа — модель «аллоксанового диабета» + внутрижелудочно водный раствор препарата «Вартамил» в объеме 1,0 мл/200 г массы тела (доза 15 мг/кг или 1050 мг/сут).

После 30 сут животные выводились из опыта методом мгновенной декапитации. Для характеристики симптоматики развития «аллоксанового диабета» использовали методы определения гемоглобина, содержание глюкозы в крови, определение активности гексокиназы, глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы в печени, супероксиддисмутазы в гемолизатах крови, сукцинатдегидрогеназы в печени.

Полученные результаты показали, что через 3 недели после однократного внутрибрюшинного введения аллоксана в дозе 50 мг/кг уровень глюкозы в крови подопытных крыс в 2,9 раза превышал значения контроля с высокой степенью достоверности ($p < 0,001$), что свидетельствует об эффективности выбранной модели «аллоксанового диабета».

Экспериментально установлено, что в условиях «аллоксанового диабета» уровень глюкозы в крови белых крыс, получавших в течение 30 сут препарат в дозе 15 мг/кг (группа 4), по окончании опыта статистически не отличается от

такового в группе животных с моделью «аллоксанового диабета» (группа 2). Вместе с тем у животных 2 и 4-й групп содержание глюкозы в крови превышало контрольный уровень (группа 1) соответственно в 2,32 ($p<0,01$) и 2,27 ($p<0,01$) раза. К концу опыта в группе животных, получавших на фоне «аллоксанового диабета» препарат, показатели, характеризующие интенсивность протекания углеводного обмена в организме (активность гексокиназы, сукцинатдегидрогеназы в печени и глюкоза-6-фосфат дегидрогеназы крови), хотя и статистически снижаются по сравнению с контрольными величинами соответственно на 13; 20,7 и 11,7% ($p<0,05$), вместе с тем их значения находятся на уровне животных 2-й группы, которым вводили воду на фоне «аллоксанового диабета». Характер описанных изменений позволяет констатировать, что препарат при субхроническом внутрижелудочном поступлении (доза 15 мг/кг) не усиливает действие «аллоксановой» нагрузки и в условиях «аллоксанового диабета» не оказывает существенного влияния на показатели углеводного обмена белых крыс.

Полученные данные согласуются с результатами, полученными другими исследователями, которыми показано, что трихлоргалактосахароза не оказывает влияния на секрецию инсулина, уровни глюкозы в крови и углеводный обмен, на основании чего было сделано заключение об отсутствии возможного неблагоприятного воздействия трихлоргалактосахарозы на людей, страдающих инсулинзависимым диабетом и диабетом взрослых.

В группе животных, которым на фоне «аллоксановой» нагрузки в течение 1 мес. вводили сахар (в дозе 750 мг/кг), отмечается повышение в 2,82 раза ($p<0,001$) глюкозы в крови, как по отношению к контролю, так и в 1,2 раза ($p<0,05$) по сравнению с группой животных, у которых индуцировали «аллоксановый диабет» (группа 2). Как следствие, имеет место интенсивное угнетение углеводного обмена в организме, что проявляется достоверным снижением активности гексокиназы, сукцинатдегидрогеназы в печени и глюкоза-6-фосфат дегидрогеназы крови по сравнению с контрольной и группой 2 соответственно на 22,5 и 7,58%; 32 и 14,6%; 24 и 12,4%. Указанное можно объяснить выраженным накоплением в организме глюкозы и неспособностью ферментов ее метаболизировать. Неблагоприятным прогностическим признаком является и статистически значимое увеличение к концу эксперимента массы тела на 17,9 и 16%, а также относительного коэффициента массы печени на 14,7 и 20,1% у животных 3-й группы соответственно по сравнению с контролем и группой 2.

Таким образом, субхроническое внутрижелудочное поступление сахара (доза 750 мг/кг) способствует потенцированию действия «аллоксановой» нагрузки и в условиях «аллоксанового диабета» вызывает существенное угнетение углеводного обмена в организме белых крыс.

Результаты исследований позволяют заключить, что изучаемый препарат при субхроническом внутрижелудочном поступлении в дозе 15 мг/кг не усиливает токсического действия, вызванного «аллоксановой» нагрузкой, и в условиях «аллоксанового диабета» не оказывает существенного влияния на показатели углеводного обмена и уровень глюкозы в крови экспериментальных животных.

Поступила 30.08.2017

СЕЛЕНСОДЕРЖАЩИЕ ФИТОКОМПОЗИЦИИ И ПРОТЕКТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ГЕПАТИТА

Ушков А. А., к.б.н., доцент, promtox@tut.by,

Соболь Ю. А., к.м.н., y_sobol@mail.ru,

Чернышова Е. В., к.м.н., promtox@tut.by

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Снижение уровня здоровья населения, связанное с экологическими и гигиеническими факторами, определяет актуальность научных и технологических разработок биологически активных добавок (далее — БАД) к пище, которые позволяют проводить коррекцию и профилактику некоторых предпатологических и патологических нарушений в организме. В последние десятилетия ухудшение экономической ситуации, изменение в структуре и качестве питания населения и, как следствие, ухудшение состояния здоровья людей привели к резкому росту потребности в БАД. При их большом ассортименте, функциональной многонаправленности и воздействию на различные нарушения важнейших систем организма они оказываются полезными для коррекции той или иной функции, поддержания той или иной системы.

С этой точки зрения вызывает повышенный интерес изучение медико-биологических свойств обогащенных селенсодержащих фитокомпозиций ряда «Аврора», которые представляют собой сухие композиции предварительно дезинтегрированных фруктовых и овощных порошков, зерновых продуктов, морской капусты и другого фитосырья, а также органический селен. Фитокомпозиции предназначены для обогащения хлебобулочных, кондитерских изделий и других видов пищевых продуктов микроэлементами (селеном, йодом), пищевыми волокнами (пектином и др.), а также минеральными веществами.

Целью работы являлась экспериментальная оценка влияния фитокомпозиций на нарушенные показатели биохимического статуса организма животных при экспериментальном гепатите.

Предполагалось, что компоненты фитокомпозиций должны нормализовать или улучшить работу желудочно-кишечного тракта и служить в качестве профилактического средства против токсикоза (цирроза) печени. В связи с этим нами была подобрана и апробирована модель экспериментального гепатита, которая убедительно подтверждена характерными биохимическими показателями.

Биохимические показатели контрольной группы и группы экспериментального гепатита полностью подтвердили ранее полученные результаты. Для большей убедительности действия фитокомпозиций нами были проведены дополнительные опыты по определению активности ферментов щелочной фосфатазы (далее — ЩФ) и гамма-глутамилтранспептидазы (далее — ГГТП) — ферментов, характеризующих функциональные особенности печеночной ткани. При патологических состояниях активность ЩФ возрастает, и это указывает на нарушение работы печени и желчных протоков. Наши

эксперименты показали, что при кумулятивном воздействии четыреххлористым углеродом активность этого фермента значительно возрастала с 7,4 в контрольной группе до 12,5 мккат/л в опыте.

Гамма-глутамилтранспептидаза — преимущественно мембраносвязанный гликопротеин, катализирующий перенос аминокислот через клеточную мембрану, регулирующий разрушение глутатиона. Плазменная активность фермента обусловлена выходом ГГТП из печени, а также из поджелудочной железы и отражает индукцию микросомальной окислительной системы. В наших опытах под воздействием гепатотропного яда активность этого фермента достоверно увеличивалась.

Показатели, характеризующие процессы перекисного окисления липидов (малоновый диальдегид) и антиокислительной защиты печени (глутатионредуктаза и супероксиддисмутаза), после воздействия четыреххлористым углеродом находились в несбалансированном состоянии. Так, содержание малонового диальдегида увеличивалось, хотя и недостоверно, активность супероксиддисмутазы достоверно снижалась, а активность глутатионредуктазы имела тенденцию к повышению.

Интересные биохимические результаты были получены после введения животным фитокомпозиций на фоне гепатотоксиканта. Опыты показали, что употребление комплекса «Аврора 1» на протяжении всего периода эксперимента сопровождалось снижением активности аспартатаминотрансферазы (далее — АсАТ) и ЩФ. Однако их активность все еще оставалась выше контрольных величин, а активность аланинаминотрансферазы (далее — АлАТ) оставалась достоверно увеличенной по отношению к исходным величинам, как и ГГТП. Показатели перекисного окисления и антиокислительной системы практически не изменялись по сравнению с контрольными значениями.

Содержание малонового диальдегида, одного из конечных продуктов перекисного окисления липидов, практически не изменялось по сравнению с контрольными величинами, а активность ферментов антиокислительной защиты: глутатионредуктазы — достоверно увеличивалась, а СОД оставалась на уровне исходных величин.

Получение животными фитокомпозиций «Аврора 3» и «Аврора 7» показало, что предварительное употребление этих композиций на фоне острого поражения печени нормализует все показатели, характеризующие метаболические процессы поражения печени. Так, маркерные ферменты поражения печени — АсАТ, АлАТ, ЩФ, ГГТП — снижались до величин контрольной группы. Накопление продуктов перекисного окисления и антиоксидантные механизмы не претерпевали значительных изменений по сравнению с исходными величинами.

Таким образом, было установлено, что формирование модели экспериментального гепатита у лабораторных животных в подострых опытах при введении высоких доз гепатотропного яда — четыреххлористого углерода — сопровождается нарушением активности основных маркерных ферментов, разбалансировкой процессов перекисного окисления и антиокислительной защиты печени. Выявленные сдвиги доказывали адекватность создаваемой модели поражения печени.

Комплексная биохимическая оценка маркерных показателей функции печени показала, что внутрижелудочное введение фитокомплексов «Аврора» в дозе по 0,75 мг/кг животным, параллельно получавшим четыреххлористый углерод, сопровождалось в субхроническом эксперименте значимым гепато- и мембранопротекторным действием. Это свидетельствует о перспективности использования фитокомплексов «Аврора» в качестве высокоэффективных средств профилактики вредного действия на организм гепатотропных ядов.

Поступила 30.08.2017

ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ВЕЩЕСТВ, ОБЛАДАЮЩИХ МУТАГЕННЫМ ДЕЙСТВИЕМ

^{1, 2}Хамидулина Х. Х., д.м.н., с.н.с., director@rosreg.info,

²Дорофеева Е. В., dorofeeva_ev@rosreg.info,

³Вещемова Т. Е., evestatia@gmail.com

¹Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Роспотребнадзора, г. Москва, Российская Федерация

²Федеральное государственное бюджетное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, г. Москва, Российская Федерация

³Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М.Сеченова, г. Москва, Российская Федерация

Принимая во внимание медико-социальную значимость воздействия на организм веществ, обладающих мутагенной активностью, огромное внимание уделяется выявлению и регулированию данной группы соединений.

Целью исследований было выявление химических веществ, обладающих мутагенным действием, и их классификация и маркировка в соответствии с Согласованной на глобальном уровне системой классификации и маркировки химических веществ (СГС).

Нами были проанализированы нормативные акты Европейского союза Регламент № 1907/2006 по регистрации, оценке и авторизации химических веществ (REACH) и Регламент ЕС № 1272/2008 о классификации, маркировке и упаковке химических веществ и смесей (CLP), которые позволили выделить химические вещества, классифицированные как мутагены 1-го класса опасности — вызывающие наследуемые мутации или которые следует рассматривать, как если бы они вызывали наследуемые мутации в зародышевых клетках человека и 2-го класса опасности — химические вещества, которые вызывают опасение за состояние здоровья людей в связи с возможностью вызывать наследственные мутации в зародышевых клетках человека. В рамках 1-го класса опасности мутагены подразделяются на два подкласса:

1А — вызывающие наследуемые мутации в зародышевых клетках человека (критериями служили положительные результаты эпидемиологических исследований);

1В — вызывающие наследуемые мутации в зародышевых клетках человека.

Только Европейским регламентом CLP к мутагенам 1В класса отнесено 422 вещества, а к мутагенам 2-го класса опасности — 131. Большинство веществ, указанных как мутагены в регламенте REACH, вошли в регламент CLP, вместе с тем были выявлены соединения, которые не вошли в CLP.

Используя базы данных АРИПС «Опасные вещества» ФБУЗ «Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ» Роспотребнадзора, Международного агентства по изучению рака, Согласованной на глобальном уровне системы классификации и маркировки химических веществ (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals — GHS), Регистра токсических эффектов химических соединений (RTECS), Национальной системы по токсикологии США (National Toxicology Program (US NTP), Center for disease control and prevention (The National Institute for Occupational Safety and Health — NIOSH), США был осуществлен сбор и анализ информации о мутагенных свойствах выявленных веществ. Особое внимание было уделено веществам, не вошедшим в регламент CLP. Это такие соединения, как этоксиэтилбензол, 1,1-дифторэтилен, этанол, этилметансульфонат, трихлороацетальдегид, сополимер 1,3-бутадиенстирол, 6-нитрохризен, а также ряд действующих веществ лекарственных препаратов: цитостатические химиотерапевтические противоопухолевые лекарственные средства (ломустин, метотрексат, мелфалан, ифосфамид, флюороурацил, митомицин, винбластин сульфат, хлорамбуцил, дакарбазин), противоэпилептическое средство фенитоин, противомикробные препараты: гризеофульвин, нитрофурантоин, хлорамфеникол и другие.

На основе полученных данных мутагены были классифицированы по степени выраженности эффекта в соответствии с СГС.

Создание национального перечня направлено на разработку управленческих решений для предотвращения и снижения риска воздействия мутагенов на организм работающих и населения, профилактику злокачественных новообразований, а также унификацию классификации и маркировки соединений в соответствии с СГС.

Поступила 28.08.2017

ЭНДОТЕЛИАЛЬНАЯ ДИСФУНКЦИЯ КАК ПРОБЛЕМА СОВРЕМЕННОЙ ТОКСИКОЛОГИИ

Шафран Л. М., д.м.н., профессор, lmsafran182@gmail.com

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт медицины транспорта» Министерства здравоохранения Украины, г. Одесса, Украина

Начало XX столетия охарактеризовалось дальнейшей «биологизацией» естественных наук, обновлением критериально-методической базы на основе информационных, омикс-технологий, аппаратуры и средств измерения высокого разрешения, что потребовало пересмотра основных парадигм большинства научных дисциплин, в т. ч. токсикологии. Устойчивое развитие последней рассматривается концептуально на основе системного подхода, объединяющего гено-, фено- и эпигенетические механизмы, а операционально (в профилактической и клинической токсикологии) — на основе теории оценки риска, широкого использования альтернативных экспериментальных и математических моделей, информативных биомаркеров и паттернов. В качестве маркеров в токсикологии выступают генетические, метаболические, физиологические, морфологические и поведенческие маркеры, число которых растет по мере совершенствования методических возможностей сопредельных дисциплин. Паттерны же отражают динамическое состояние функциональных систем, ответственных за гомеостаз, его адаптивные изменения и дисгомеостаз в процессе токсикогенеза. В этом плане традиционно наибольшее внимание уделяется нейро-вегетативной, эндокринной и иммунной системам, выполняющим интегративно-регуляторные и управляющие функции в организме. В последние два десятилетия к ним добавилась эндотелиальная система, находящаяся в центре внимания физиологов, биохимиков и клиницистов и недостаточно изученная в токсикологии (пожалуй, за исключением лекарственной токсикологии).

Целью настоящего исследования явилось обобщение данных литературы и материалов собственных исследований по изучению паттернов нарушений эндотелиальной системы химического генеза, объединяемых в синдром эндотелиальной дисфункции, для решения широкого круга задач экспериментальной, клинической и профилактической токсикологии.

Для ее достижения в работе был применен комплексный подход, объединяющий мета-анализ накопленной в литературе информации с результатами собственных клинико-экспериментальных исследований по оценке функционального состояния эндотелиальной системы при действии на организм тяжелых металлов (Cd, Hg, Pb), компонентов полимерных материалов транспортного назначения (антипирены, пластификаторы, инициаторы, стабилизаторы, продукты горения). При оценке токсических эффектов использовали биохимический, иммуноферментный, атомно-эмиссионный анализ, световую, фазово-контрастную микроскопию в комбинации со спекло-интерферометрическим лазерным комплексом (ESPI).

Клинико-физиологические динамические исследования и наблюдения (с учетом требований биоэтики) проведены среди 356 лиц мужского пола (пожарных-спасателей, проходивших реабилитацию в специализированном центре на базе санатория «Одесский», пациентов кардиологического, эндокринологического и урологического отделений военного госпиталя и больницы моряков), а также госпитализированных беременных с признаками токсикоза (гестоза). Контролем служили 32 здоровых волонтера, не входившие в контингенты риска по химическому фактору и патологии химической этиологии. Экспериментальные токсикологические исследования на белых беспородных крысах, мышах и кроликах в острых, подострых и хронических опытах *in vivo et in vitro* были направлены на раскрытие патогенетических механизмов, лежащих в основе токсикогенеза изучавшихся химических и сочетанных поражений (и их паттернов), аргументации сделанных обобщений и рекомендаций по лечению и профилактике изученных видов патологии.

Исследования подтвердили перспективность активно разрабатываемой в последние годы концепции о важной (иногда определяющей) роли эндотелиальной системы (далее — ЭС) организма в развитии широкого круга заболеваний, среди которых значительный удельный вес занимают экзо- и эндогенные токсикозы. Практически во всех изучавшихся 7 моделях органоспецифического и общетоксического действия химических веществ и материалов (нейро-, гепато-, кардио-,

нефро-, гемо-, иммунотоксичность, оксидативный стресс и гипоксия) были выявлены паттерны функциональных нарушений эндотелиальной системы организма. Они представляли взаимосвязанные показатели, суммарно характеризующие эндотелиальную дисфункцию (далее — ЭД) токсического генеза. При этом под ЭД мы понимаем нарушение одной или нескольких функций ЭС организма. Для верификации последних были дополнительно проанализированы предложения и упоминания разных авторов по классификации функций ЭС и значимости наблюдаемых нарушений. Они были откорректированы применительно к задачам токсикологии по результатам собственных исследований. Таких наиболее значимых функций эндотелиальной системы было выделено 10 позиций, что позволило оценить количественные показатели эндотелиальной дисфункции и выявить гетерогенность в сосудистых реакциях у обследованных людей и в токсикологических исследованиях на экспериментальных моделях.

Четкие реакции имели место у лиц с сердечно-сосудистыми заболеваниями и беременных с признаками гестоза в 100% случаев, нефротоксикоза — у 85,6%, нейротоксичности — 69,1%, эндокринопатиями химического генеза — у 42,3% обследованных. При этом, как правило, с помощью исследованных биомаркеров были установлены признаки нарушения нескольких функций, а у формирующихся паттернов эндотелиальной дисфункции прослежена достаточно четкая фазовость и этапность. Кардиотоксичность в острой фазе проявлялась преимущественно в нарушении вазомоторной, секреторной и регуляторной, а при хронизации — трофической и транспортной функций. Интенсивность развития патологического процесса по типу «доза–эффект» коррелирует с ростом общего числа эндотелиальных клеток в периферической крови на 1–2 порядка, увеличением числа молодых моноцитов (по моноцитограмме). При хронических формах заболевания информативность отдельных показателей и их соотношения существенно изменяется: выраженность процесса, рост риска опасных осложнений коррелируют с количественными признаками выраженного и особенно раннего апоптоза циркулирующих в периферической крови эндотелиальных клеток. Показатели ЭД при нейротоксикозах у лиц с диабетом 1 и 2-го типов проявляли свои особенности: в первом случае за счет преимущественного нарушения вазомоторной, трофической и регуляторной функций ЭС, а во втором — иммуномодулирующей, секреторной и транспортной составляющих.

Большой интерес в плане комплексного изучения нефротоксичности, особенно вызываемой токсичными металлами, является время появления сосудистого компонента и вторичной ЭД. Нами выявлена закономерная последовательность в патогенезе интоксикации от активации клеток эпителия проксимальных канальцев через макрофагальную (моноцитарную) сигнализацию к ЭД клубочковых сосудов с реактивным воспалением и тотальной дисфункцией. В ходе динамического контроля гемодинамикой и мочевыделительной функций у пациентов урологического профиля выявлены характерные для основных видов патологии проявления ЭД, а также прослежена роль эссенциальных металлов (прежде всего Fe, Cu, Zn) в поддержании сосудистого гомеостаза, иммунной и противовоспалительной функций, в т. ч. негативно ориентированного, например, при онкогенезе предстательной железы.

В целом проводимые в нашей лаборатории в тесном сотрудничестве с клиницистами в течение последнего десятилетия клинико-экспериментальные исследования позволили получить новую информацию в изучении состояния эндотелиальной системы при различных видах патологии, в т. ч. с позиций профессионально, экологически и лекарственно обусловленной эндотелиальной дисфункции, в развитии которой токсическому фактору принадлежит важная роль.

Результаты исследований подтверждают актуальность и перспективность дальнейшего изучения проблемы, закономерность и объективность получаемой информации, целесообразность использования открываемых методических возможностей для решения широкого круга задач клинической и профилактической медицины.

Поступила 31.08.2017

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕМОЦИТОВ МОЛЛЮСКА *LYMNAEA STAGNALIS* ИЗ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ С РАЗЛИЧНОЙ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

¹Шевцова С. Н., к.б.н., shevtsova308@gmail.com,

²Дромашко С. Е., д.б.н., профессор, s.dromashko@igc.by,

³Голубев А. П., д.б.н., профессор, algiv@rambler.ru,

³Хомич А. С., andy3331@mail.ru,

³Бодиловская О. А., olga_iseu@tut.by

¹Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

²Государственное научное учреждение «Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь

³Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета», г. Минск, Республика Беларусь

Постоянный рост народонаселения планеты сопряжен с увеличением объемов потребляемой энергии, что в свою очередь обуславливает интенсивное развитие атомной энергетики как одного из наиболее перспективных решений в данном направлении. В связи с этим проблема оценки рисков, создаваемых здоровью человека и компонентам экосистем в случае возможных сбоев в функционировании атомных электростанций, а также последствиями захоронения отходов производства ядерного оружия продолжает оставаться весьма актуальной. Не менее значимой проблемой является загрязнение водоемов промышленными и коммунально-бытовыми сточными водами. Наиболее высокой уязвимостью по отношению к антропогенному воздействию отличаются гидроекосистемы, поскольку приоритетные техногенные поллютанты — стойкие органические загрязнители, тяжелые металлы и радионуклиды — эффективно накапливаются в компонентах водной биоты, но чрезвычайно медленно элиминируются из них.

Состояние поверхностных вод, качества воды водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования оценивается согласно разработанным гигиеническим нормативам (ГН 2.1.5.1315-03 и др.), при этом

многие представители гидробионтов применяются в качестве биоиндикаторных объектов. В частности, пресноводный моллюск большой прудовик (*Lymnaea stagnalis*) успешно применяется как в целях экологического мониторинга, так и для лабораторного биотестирования отходов производства. В данной работе представлены результаты сравнительной оценки цитогенетических показателей у особей природных популяций *L. stagnalis* с различным характером техногенной нагрузки, а также у дочерних моллюсков, полученных в лабораторных условиях в отсутствие влияния данных антропогенных факторов.

В ходе исследования был проведен цитогенетический анализ клеток гемолимфы (гемоцитов) половозрелых особей *L. stagnalis*, отловленных в мае 2016 г. в озере Персток, которое расположено в 30-километровой зоне от Чернобыльской АЭС и характеризуется повышенным радиационным фоном. В целях сравнительного анализа аналогичные исследования проведены с моллюсками, отловленными в мае 2016 г. в Чижовском водохранилище в черте г. Минска, для которого характерен высокий уровень индустриального и коммунально-бытового загрязнения. Полученные результаты далее были сопоставлены с аналогичными данными для особей *L. stagnalis* первого поколения, полученного в лабораторных условиях от родительских особей каждой из двух указанных природных популяций. Лабораторное поколение большого прудовика, полученное от особей из природных популяций, при выращивании в лаборатории не подвергалось воздействию стрессорных факторов, в силу чего особи данного поколения могут рассматриваться как контрольные при эколого-токсикологических исследованиях.

Забор гемолимфы у моллюсков проводили индивидуально посредством механического раздражения ноги наконечником микропипетки, что не наносит существенного вреда животным. Образец гемолимфы объемом до 1 мл, отдельно взятый у каждого моллюска, фиксировали смесью этилового спирта (96%) и ледяной уксусной кислоты в объемном соотношении 3:1. Пробы центрифугировали при 1000 g в течение 10 мин. Осадок ресуспендировали и раскапывали на предметное стекло. Всушенные препараты окрашивали по Гимза и исследовали с помощью светового микроскопа «Olympus BH-2» с использованием иммерсионной системы. На каждом препарате просматривали не менее 500 гемоцитов с типичной морфологией, принимаемых на норму, учитывая при этом частоту встречаемости клеток с микроядром или микроядрами, клеток с признаками апоптотической гибели и апоптотических телец.

Согласно полученным результатам, для половозрелых особей *L. stagnalis* из природной популяции озера Персток отмечено значительное возрастание доли гемоцитов с микроядрами в клеточной популяции гемолимфы по сравнению с соответствующими показателями, зафиксированными у особей моллюска первого лабораторного поколения: 3,34% у родительских особей из природной популяции и 0,42% у дочерних моллюсков. Аналогичную картину наблюдали для моллюсков из Чижовского водохранилища: доля гемоцитов с микроядром составляла 3,71 и 0,43% у родительских особей из природной популяции и особей первого лабораторного поколения соответственно. При этом уровень клеточной гибели в гемолимфе моллюсков из Перстка также существенно разнился у родительских особей из природной популяции и моллюсков первого лабораторного поколения: 1,27 и 0,64% соответственно. Для родительских и дочерних особей большого прудовика из Чижовского водохранилища аналогичные показатели составили 2,9 и 0,63% соответственно.

Очевидно, схожие уровни цитогенетических нарушений, отмеченные нами для природных популяций большого прудовика из озера Персток и Чижовского водохранилища, обусловлены общими механизмами цито- и генотоксичности, вызванными повышенным радиационным фоном и химическим загрязнением промышленного и коммунального происхождения. Вместе с тем для условно интактных моллюсков, полученных и выращенных в лабораторных условиях в отсутствие воздействия сколько-нибудь значимых негативных факторов, отмечены относительно низкие уровни детектируемых цитогенетических нарушений, что также свидетельствует о лабильности биологического ответа применяемой тест-модели и возможности ее применения в системе оценки качества поверхностных водоисточников.

В целом полученные результаты свидетельствуют о возможности использования пресноводного моллюска большого прудовика для оценки качества поверхностных водоисточников с применением цитогенетических показателей, тогда как лабораторную тест-систему, представленную данным гидробионтом, целесообразно применять для оценки экотоксичности отходов производства. При этом следует учитывать, что лабораторная популяция большого прудовика, применяемая в целях биотестирования, должна содержаться в незагрязненной среде в течение многих поколений во избежание наложения дополнительных негативных эффектов, обусловленных «генетическим грузом».

Поступила 01.09.2017

МОНИТОРИНГ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ: СТАТЬИ

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Буневич Н. В., к.х.н., spectral@rspch.by

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

В современной лабораторной практике применяют новые подходы к организации и проведению органолептического (сенсорного) анализа, базирующиеся на применении международных стандартов.

Органолептические методы основаны на исследовании таких характеристик анализируемого объекта, как внешний вид, цвет, запах, вкус, консистенция и другие показатели. В зависимости от того, какие органы чувств участвуют в определении указанных показателей, различают следующие органолептические методы: визуальный, осязательный, обонятельный, вкусовой, аудиометод (слуховой). Каждый из указанных органолептических методов осуществляется с помощью определенных органов чувств человека, при этом измеряются значения конкретных показателей (таблица).

Таблица — Взаимосвязь органолептических показателей качества, методов и используемых органов чувств

Органолептические показатели качества	Органолептические методы	Используемые органы чувств
Внешний вид	Визуальный	Орган зрения – глаза
Цвет	Визуальный	Орган зрения – глаза
Запах	Обонятельный	Орган обоняния – носовая полость
Вкус	Вкусовой	Орган вкуса – ротовая полость
Консистенция	Осязательный	Тактильные органы, осязание
Звук (например, хруст квашеной капусты, сочных плодов, сухарей, и пр.)	Аудиометод	Орган слуха – уши

Испытатели, участвующие в органолептическом анализе, фактически являются измерительными приборами, следовательно, результаты испытаний напрямую зависят от квалификации специалистов. Применение международных стандартов позволяет снизить субъективное влияние испытателей при оценке органолептических показателей и повысить достоверность полученных результатов.

Использование в лабораторной практике международных стандартов не является обязательным. Однако считается, что испытания, проведенные в соответствии с международными или гармонизированными стандартами, обеспечивают соблюдение всех необходимых требований.

Применение международных стандартов серии ISO к организации и проведению органолептического анализа позволяет обеспечить единство измерений при проведении органолептических испытаний, для достижения которого необходимо стандартизовать требования к специалистам (в т. ч. обучению), местам проведения испытаний, оборудованию, посуде.

В соответствии с требованиями международных стандартов органы чувств испытателя должны быть оценены (аттестованы) на стадии обучения, а также оцениваться периодически через установленные промежутки времени.

В лаборатории, осуществляющей органолептический анализ, должны разрабатываться процедуры проверки вкусовых, обонятельных и осязательных способностей испытателей, а также проверки зрительных способностей, содержащие подробные разъяснения и уточнения при отборе и обучении испытателей, а также при организации и проведении органолептического анализа. Кроме того, устанавливаются критерии и методы распознавания ощущений вкусов и запахов.

На начальной стадии набора кандидатов проводится получение информации анкетированием и собеседованием, для того, чтобы учесть состояние здоровья (наличие аллергических или хронических заболеваний, беременность), прием медикаментов, опыт работы в данной области, личные качества и др. Кроме того, проводится оценка способностей испытателей распознавать ощущения. Окончательное решение о дальнейшем участии в органолептическом анализе принимается только после проведения обучения.

Обучение испытателей проводится с целью:

- выявления способностей каждого испытателя воспринимать тончайшие различия органолептических показателей с помощью органов чувств и четко воспринимать определенные ощущения;
- улучшения способностей отобранных испытателей к распознаванию и оценке интенсивности признаков объекта анализа при проведении органолептической оценки;
- развития долговременной сенсорной памяти;
- уменьшения влияния субъективности при оценке органолептических показателей;
- повышения достоверности результатов;
- получения воспроизводимых результатов органолептического анализа.

Обучение испытателей, занимающихся органолептическим анализом, включает как теоретическую подготовку (изучение методов испытаний, факторов, влияющих на результаты анализа, ведение записей и оформление результатов), так и практическую подготовку (развитие имеющихся способностей и закрепление теоретических знаний). Только практические занятия позволяют оценить способности испытателей, так как тесты направлены на выявление несоответствия основным требованиям, а также на развитие органов чувств и выявление способности испытателей к описанию и передаче своих ощущений.

В процессе практического обучения проводится тестирование испытателей с предоставлением эталонных (референтных) образцов и оценивание вкусовых и обонятельных способностей испытателей, а также проводится проверка их зрительных и осязательных способностей.

Исследование вкусовой чувствительности испытателей включает в себя процедуру идентификации вкусов и процедуру ознакомления с различными типами порогов восприятия в соответствии с рекомендациями ГОСТ ISO 3972-2014 [1]. Каждому испытателю предоставляются водные растворы определенных концентраций референтных веществ, соответствующие определенному вкусу. Референтное вещество для органолептического анализа — это химическое вещество, которое может применяться для идентификации и давать простое и ясное понятие термина или характеристики. Примеры референтных веществ, в т. ч. их концентрации, которые могут быть использованы для приготовления растворов, приведены в ГОСТ ISO 8586-2015 [2]. Тесты проводятся на анонимных закодированных образцах: каждому раствору присваивается индивидуальный произвольный трехзначный код. Проводится тестирование испытателей с использованием методов парного сравнения, треугольного сравнения, двух проб из трех, ранжирования и других. Испытатели пробуют приготовленные растворы и регистрируют свои оценки в анкетах. Таким образом, использование тестирования позволяет оценить чувствительность кандидатов к веществам, которые в очень малых количествах могут присутствовать в продуктах. Сначала раздражители предоставляются в качестве водных растворов, в дальнейшем переходят к тестированию реальных продуктов.

Проверка способностей распознавания запахов испытателями проводится с использованием образцов сравнения, изготовленных внутри лаборатории, или поступивших извне в соответствии с рекомендациями ГОСТ ISO 5496-2014 [3].

Проведение проверки зрительных способностей испытателей осуществляется в соответствии с рекомендациями ГОСТ ISO 11037-2013 [4]. Для исследований по оценке цвета анализируемого объекта и получения достоверных результатов необходимы испытатели с нормальным цветовым зрением, а также определенные условия освещения и обозрения. Испытатели проходят проверку цветосприятия, которая может быть проведена с помощью теста Ишихара, позволяющем точно и быстро выполнить проверку на наличие у испытателей дефектов цветового восприятия.

Проверка осязательных способностей может быть выполнена с использованием образцов сравнения, изготовленных внутри лаборатории [2]. Выбор образцов для проверки зависит от вида объекта органолептического анализа.

После обучения и проверки способностей каждого испытателя проводится оценка (аттестация) испытателей. Критериями оценки испытателей являются: умение воспринимать, запоминать и описывать ощущения, знание методологии органолептического анализа. После обучения выбирается руководитель группы испытателей, который должен иметь квалификацию и опыт работы не менее 2 лет, а также организаторские способности.

Особое внимание при органолептическом анализе уделяется помещениям (проектированию, освещению и др.). Схемы проектирования помещений и другие требования изложены в ГОСТ ISO 8589-2014 [5].

Проектирование испытательной лаборатории для проведения органолептических исследований основывается на обеспечении для испытателей постоянных контролируемых условий, которые позволяют достичь минимального отвращения от исследований и максимального снижения влияния на результаты исследований внешних факторов, а также психологического и физического состояния испытателей.

Минимальные требования включают зону испытаний с индивидуальными испытательными кабинами и зону подготовки проб. Рабочие места должны располагаться так, чтобы испытатели не оказывали влияния друг на друга и не отвлекались при проведении оценки.

Помещения лаборатории, в которых выполняется органолептический анализ, должны быть окрашены в светлые нейтральные тона, не оказывающие влияния на цветосприятие испытателей (рекомендуется матовый серовато-белый цвет или светлый нейтральный серый цвет). Все помещения, в т. ч. каждая испытательная кабина, должны быть хорошо освещены. В зоне испытаний освещение должно быть равномерным, не создающим резких теней. Спектральный состав естественного дневного света существенно варьирует во времени. Искусственное освещение дает возможность получить более воспроизводимые результаты анализа, поскольку характеристики индивидуальных источников света оказываются более стабильными в течение промежутка времени. Освещение не должно искажать цвет анализируемого продукта. В то же время в некоторых случаях возможно применение цветных светофильтров, которые особенно важны в случае оценивания цвета продукта с дефектами или других случаях.

Помещения должны быть защищены от шума, вибраций и других внешних факторов (например, сквозняков). Отсутствие запахов должно обеспечиваться наличием вентиляции или установкой системы очистки воздуха, использующей фильтры с активированным углем. Температура и относительная влажность воздуха в лабораторном помещении должна быть постоянной и контролируемой.

Существует множество факторов, которые способны оказывать влияние на результаты органолептической оценки:

- опыт работы специалиста в данной области, включая обучение;
- соблюдение требований технических нормативных правовых актов к проведению органолептического анализа объекта;
- выбор и очередность определяемых показателей при органолептическом анализе, которые зависят от цели анализа и вида продукции, ее особенностей;
- подготовка образцов (кодирование, соблюдение условий хранения и температуру подачи образцов, соблюдение условий приготовления продукта при необходимости и др.). Следует отметить, что все стадии пробоподготовки (разрезание, нагревание, охлаждение, запекание и т. п.) необходимо подробно описывать при ведении записей для улучшения воспроизводимости результатов;
- порядок представления проб (в первую очередь анализируют образцы со слабовыраженными органолептическими характеристиками, далее оценивают продукцию с более интенсивными свойствами);
- снятие послекусия после оценки каждого образца (ополаскивание ротовой полости водой или использование других нейтрализующих продуктов, восстанавливающих вкусовую и обонятельную чувствительность, например, белый пшеничный хлеб, сухое пресное печенье, негазированная питьевая вода, теплый слабый черный чай с сахаром);
- физическое и психологическое состояние испытателей;
- состояние помещений, посуды.

Органолептические методы широко используются для идентификации анализируемых объектов и в некоторых случаях для обнаружения фальсификации продукции. Преимуществами органолептических методов испытаний являются: простота, доступность, быстрота проведения испытаний. Недостатками — субъективность оценок, описательный или относительный характер результатов, а также сложности, возникающие при обработке и сравнении данных, полученных отдельными испытателями.

Таким образом, основными принципами органолептического анализа в современной лабораторной практике являются: отобранная и обученная группа испытателей, стандартизированные условия исследований, применение современных методик анализа на основе международных или гармонизированных стандартов, а также применение статистических методов для обработки результатов исследований.

Благодаря современным подходам к органолептическому анализу, основанным на применении международных или гармонизированных стандартов в лабораторной деятельности, уменьшаются технические барьеры и взаимно признаются результаты оценки соответствия продукции.

Литература

1. ГОСТ Р ISO 3972-2014. Органолептический анализ. Методология. Метод исследования вкусовой чувствительности [Электронный документ] / ИПС «Стандарт». — Режим доступа: www.ips3.belgiss.by. — Дата доступа: 25.08.2017.
2. ГОСТ ISO 8586-2015. Органолептический анализ. Общие руководящие указания по отбору, обучению и контролю за работой отобранных испытателей и экспертов-испытателей [Электронный документ] / ИПС «Стандарт». — Режим доступа: www.ips3.belgiss.by. — Дата доступа: 25.08.2017.
3. ГОСТ Р ISO 5496-2014. Органолептический анализ. Методология. Обучение испытателей обнаружению и распознаванию запахов [Электронный документ] / ИПС «Стандарт». — Режим доступа: www.ips3.belgiss.by. — Дата доступа: 25.08.2017.
4. ГОСТ ISO 11037-2013. Органолептический анализ. Руководство по оценке цвета пищевых продуктов [Электронный документ] / ИПС «Стандарт». — Режим доступа: www.ips3.belgiss.by. — Дата доступа: 25.08.2017.
5. ГОСТ Р ISO 8589-2014. Органолептический анализ. Руководство по проектированию помещений для исследования [Электронный документ] / ИПС «Стандарт». — Режим доступа: www.ips3.belgiss.by. — Дата доступа: 25.08.2017.

Поступила 31.08.2017

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ БИОМОНИТОРИНГА В ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Данилов А. Н., к.м.н., доцент, niisgsar@rambler.ru,
Иванов Д. Е., д.б.н., доцент, ivanovde1963@mail.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Саратов, Российская Федерация

Гигиеническая оценка воды имеет большое значение для сохранения здоровья населения и профилактики инфекционных заболеваний. Проблемы обеспечения населения качественной водой более выражены в сельской местности [1]. В Российской Федерации качество питьевой воды регламентируется следующими документами: СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников»; СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»; ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения»; СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод». Комплексная гигиеническая оценка воды включает изучение санитарно-химических показателей, проведение радиационного и микробиологического контроля.

Для оценки токсичности воды разработаны методы биотестирования и биоиндикации, в которых применяются самые разнообразные тест-объекты: микроорганизмы, низшие и высшие растения, беспозвоночные [2–5]. Однако можно ли считать воду, которая протестирована с помощью данных методик, безопасной для здоровья человека? Возникает необходимость изучить пригодность имеющихся методов биомониторинга для гигиенических целей.

Целью настоящей работы является анализ возможностей применения методов биомониторинга в гигиенической оценке качества воды.

Биологический мониторинг включает методы биоиндикации и биотестирования. При биотестировании тест-организм помещается в исследуемую воду в строго контролируемых лабораторных условиях. Регистрируются различные показатели: смертность, плодовитость, двигательная активность, хемотаксис, изменение люминесценции и др.

Ряд методик биотестирования внесены в федеральный реестр и допущены для целей экологического контроля:

ФР 1.39.2005.03221 «Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости цериодафний»;

ФР.1.39.2007.03222 «Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний»;

ФР.1.39.2007.03223 «Методика определения токсичности вод и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей»;

РД 118-02-90 «Методическое руководство по биотестированию воды. Методика биотестирования по гибели рыб *Poecilia Reticulata Peters*»;

ФР.1.31.2005.01881 «Методика определения токсичности проб природных, питьевых, хозяйственно-питьевых, хозяйственно-бытовых сточных, очищенных сточных, сточных вод экспресс-методом с применением прибора «Биотестер»»;

ПНД Ф Т 14.1:2.3:4.10-04, 16.1:2.3.7-04 «Методика определения токсичности питьевых, природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла»;

ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.11-04, 16.1:2:3:3.8-04 «Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных и отходов по изменению интенсивности бактериальной биолюминесценции тест-системой «ЭКОЛЮМ»;

ФР.1.31.2009.06301 (ПНД Ф 14.1:2:4:15-09, 16.1:2:2:3:13-09) «Методика выполнения измерений индекса токсичности почв, почвогрунтов, вод и отходов по изменению подвижности половых клеток млекопитающих *in vitro*».

Генетические биотесты дают возможность оценить отдаленные последствия действия загрязняющих веществ. Сейчас существует много тест-систем для генетического мониторинга. Среди растительных тест-систем можно отметить традесканцию (клоны 02 и 4430), которая отличается высокой чувствительностью к различным мутагенам, содержащимся в воде. Эксперименты по тестированию проводятся в нестерильных условиях. Можно изучать хромосомные aberrации и соматические мутации в микроспорах, лепестках, кончиках корней и волосках тычиночных нитей. Наиболее часто изучают соматические мутации в волосках тычиночных нитей. Проявление мутации сопровождается изменением голубой окраски клеток волосков тычиночных нитей на розовую. Спонтанная частота мутаций для клона 02 изменяется в зависимости от температуры и освещенности в пределах от 0,048 до 0,15%. Традесканция удобна для цитогенетического анализа, поскольку имеет небольшое количество крупных хромосом.

Микроядерный тест применяется для оценки генотоксичности. Производится подсчет клеток с микроядрами, которые представляют собой автономно существующие ацентрические фрагменты хромосом, возникающие в результате влияния токсикантов на геном. Методика основана на определении увеличения количества микроядер в проростках семян и луковицах растений при действии генотоксических веществ, присутствующих в исследуемой пробе воды. Основным критерием генотоксичности является увеличение количества микроядер в корешках проростков семян и луковиц растений по сравнению с контролем на 10% и более. Определение генотоксического влияния проводят также с использованием анафазно-телофазного метода. Этот метод основан на регистрации хромосомных aberrаций, на стадии анафазы и телофазы.

Метод ДНК-комет («DNA-comet assay») может использоваться для изучения генотоксичности воды. Метод ДНК-комет является быстрым и весьма чувствительным методом регистрации повреждений ДНК и изучения репарации ДНК на уровне одиночных клеток. Применяется в системах *in vivo* и *in vitro*.

Для определения генотоксичности применяют также прибор GreenScreen EM. Степень генотоксичности оценивается на основании изменения флюоресценции клеток дрожжей, которые используются в этой методике в качестве тест-объекта. Преимуществом этого метода по сравнению с микробиологическим тестом Эймса является быстрота анализов исследуемых проб и меньшие финансовые затраты.

Для оценки на мутагенность используют, как правило, минимум три генетические тест-системы (тест-объекты: растения, микроорганизмы, животные), поскольку мутагены могут обладать видовой специфичностью. Система биотестов для оценки генотоксичности должна оценивать генные, хромосомные и геномные классы мутаций.

При проведении биоиндикации изучают различные изменения водной флоры и фауны в природных условиях под влиянием биотических, абиотических и антропогенных факторов. Наиболее часто изучают изменения видового состава растений и животных. Методы биоиндикации, как правило, основаны на визуальном наблюдении и являются менее точными по сравнению с методами биотестирования, которые прошли метрологическую проверку.

Разработанная стратегия биологического мониторинга основана на комплексном применении методов биотестирования и биоиндикации. Использование нескольких тест-организмов существенно повышает точность проводимых исследований качества воды. Считают, что применение одних химических подходов для определения качества воды как среды обитания водных организмов недостаточно для экологической оценки компонентов гидросферы, учитывая трудности выявления всего разнообразия имеющихся в водной среде антропогенных загрязнителей, оценки их взаимодействия, миграции и трансформации в воде и в организме обитателей водоемов [1].

По сравнению с химическими методами анализа методы биотестирования дешевле. При проведении химического анализа загрязняющих веществ основываются на величинах их ПДК. Если концентрации изучаемых веществ в воде не превышают ПДК, то ее считают безвредной для организма человека. Однако многие химические вещества подвергаются трансформации и контроль метаболитов в воде часто не проводят.

Проблема влияния сверхмалых концентраций химических веществ на живые организмы в настоящее время является весьма спорной и малоизученной. Сверхмалые дозы, безопасные в рамках санитарно-гигиенических нормативов, могут являться значимыми для экосистем. Такие компоненты крайне сложно идентифицировать по стандартным методикам количественного химического анализа, однако их эффекты можно обнаружить биологическими методами.

Химический анализ загрязняющих веществ не позволяет оценить их совокупное воздействие на организм. Методы биотестирования позволяют изучить суммарное влияние загрязняющих веществ. С помощью экспресс-методик биомониторинга можно в короткие сроки оценить острую токсичность воды. Так, биотестирование на хлорелле проводится в течение 22 ч, а на инфузориях и бактериях всего 2 часа. Биотестирование с помощью инфузорий проводится на импульсном фотометре «Биотестер-2». Интенсивность биолюминесценции бактерий оценивается с помощью люцинометра «Биотокс-10М». Продолжительность биотестирования пробы с помощью цериодафний, дафний и семян кресс-салата составляет 48 ч, поэтому некоторые методики биотестирования могут быть полезны, если возникнет необходимость срочной оценки острой токсичности воды при возникновении различных чрезвычайных ситуаций. Экспресс-исследования токсичности на бактериях и инфузориях в экстренных случаях можно проводить в полевых условиях.

С другой стороны, некоторые загрязняющие вещества не оказывают выраженного токсического влияния на микроорганизмы и растения, но вызывают нарушения в клетках человека. При биотестировании возникает проблема переноса данных с различных тест-объектов на человека [4]. С помощью биотестирования сложно изучить специфические эффекты токсикантов.

Применять методы биотестирования для оценки качества воды можно, если известна чувствительность тест-объектов к действию загрязняющих химических веществ. Высокой чувствительностью к различным токсическим веществам обладают эмбриональные и половые клетки млекопитающих. Для целей биотестирования перспективно использовать, например, культуру диплоидных эмбриональных клеток человека.

На основании имеющихся данных можно сделать вывод, что наиболее подходящими для гигиенической оценки качества воды в настоящее время являются химические методы анализа. В качестве дополнительных могут применяться методы биотестирования и биоиндикации, причем в первую очередь необходимо использовать аттестованные методики. Методы биомониторинга более применимы для ранней диагностики состояния водных экосистем. Нарушения в различных звеньях водной экосистемы рано или поздно приведут к ухудшению состояния водоема и дальнейшей его непригодности для водоснабжения населения.

Литература

1. Данилов, А. Н. Гигиенические проблемы обеспечения сельского населения доброкачественной питьевой водой / А. Н. Данилов, А. А. Орлов // Здоровье нации — основа процветания России : материалы X Всерос. форума, Москва, 28–30 апр. 2016 г. — М. : Общерос. общ. организация «Лига здоровья нации», 2016. — С. 181–186.
2. Биомониторинг экологического состояния природных водоемов / Т. В. Багдай [и др.] // Наук. вісн. ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького. — 2016. — Т. 18, № 1 (65). — С. 190–194.
3. Бубнов, А. Г. Метод биотестирования в оценке качества родниковых вод городов Иваново и Кохма Ивановской области / А. Г. Бубнов, С. А. Буймова // Химия и химическая технология. — 2008. — Т. 51, вып. 3. — С. 19–23.
4. Красовский, Г. Н. Экстраполяция токсикологических данных с животных на человека / Г. Н. Красовский, Ю. А. Рахманин, Н. А. Егорова. — М. : Медицина, 2009. — 208 с.
5. Гигиенические вопросы использования родников Саратовской области для сельского водоснабжения / М. В. Накарякова [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. — 2011. — № 11. — С. 20–22.

Поступила 01.09.2017.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АТОМНО-ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Дребенкова И. В., к.т.н., irina_drebenkova@mail.ru,

Зайцев В. А., к.м.н., доцент, spectrometric@rspch.ru

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Общеизвестно, что показатели здоровья и качества жизни тесно взаимосвязаны с состоянием среды обитания человека, в частности химическим составом его питания. Отклонения в содержании химических элементов, вызванные различными экологическими, профессиональными, климатографическими факторами, приводят к широкому спектру нарушений в состоянии здоровья человека. Недостаток или избыточное поступление, а также дисбаланс минеральных веществ в организме всегда приводит к возникновению тех или иных патологических изменений или специфических заболеваний — микроэлементозов [1].

Минеральные элементы поступают в организм человека в основном с пищевыми продуктами растительного и животного происхождения и питьевой водой. Одним из важнейших факторов, оказывающим влияние на здоровье человека, является рациональное питание. Оно обеспечивает гармоничный рост и развитие детского организма, своевременное созревание морфофункциональных систем, оптимальные параметры психомоторного и интеллектуального развития, повышает устойчивость организма к действию инфекций и других неблагоприятных факторов внешней среды [2]. По литературным данным, среди заболеваний, в происхождении которых основную роль играет фактор питания, такие как сердечно-сосудистые — 61%, новообразования — 32%, сахарный диабет — 5%, алиментарные дефициты макро- и микронутриентов — 2% [3].

Наиболее ранимым контингентом населения, для которого характерны нарушения в обмене химических элементов, являются дети, что в сочетании с интенсивностью процесса роста, формированием организма ребенка, напряженностью обменных процессов в этот период, значительной умственной и физической нагрузкой может привести к развитию различных заболеваний, снижению иммунитета и т. д. [4]. Дети должны получать минералы регулярно в количествах, обеспечивающих физиологическую суточную потребность.

Здоровье детей формируется под воздействием комплекса социально-гигиенических, экологических и биологических факторов, среди которых организация рационального питания в образовательных учреждениях имеет важное значение [2].

Цель работы — исследовать микроэлементный состав продуктов питания, потребляемых школьниками в условиях учреждений общего среднего образования.

Объектами исследования являлись образцы продуктов питания, употребляемые школьниками в условиях учреждений общего среднего образования.

Для оценки фактического потребления школьниками минеральных веществ с пищей исследовано 196 проб продуктов питания, отобранных в 21 учреждении общего среднего образования г. Минска. Пробы пищевых продуктов предоставлены специалистами кафедры гигиены и медицинской экологии Белорусской медицинской академии последиplomного образования. Отбор образцов пищевых продуктов проводился на основании анализа основных источников поступления минеральных веществ с пищей в учреждениях образования. Представленные образцы исследовали на предмет содержания макроэлементов кальция, магния, натрия, калия, микроэлементов фосфора, цинка, железа, меди, марганца, ультрамикроэлементов кобальта и селена, а также токсичных элементов хрома, свинца, кадмия, алюминия, никеля.

Для аналитических исследований выбран получивший в настоящее время широкое распространение один из самых информативных методов количественного определения элементов в различных объектах окружающей среды — атомно-эмиссионный спектральный анализ с индуктивно-связанной аргонной плазмой, позволяющий в одной пробе одновременно определить 20 и более макро- и микроэлементов, что весьма важно при оценке взаимодействия и взаимовлияния одних элементов с другими.

Аналитические исследования выполняли на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Ultima 2 (Horiba Jobin Yvon, Япония-Франция), в случае определения селена — с применением ультразвукового распылителя. Спектрометр Ultima 2 имеет твердотельный высокочастотный генератор, двойную дифракционную решетку для увеличения чувствительности, удвоенный фотоэлектронный умножитель с улучшенными характеристиками в ультрафиолетовой и видимой части спектра. Прибор имеет радиальное наблюдение всей аналитической зоны плазмы, что позволяет минимизировать матричные эффекты.

Некоторые технические характеристики прибора приведены ниже:

Категория	ИСП-АЭС
Спектральный диапазон	120–800 нм
Монохроматор	1 м Черни–Тернера; голографическая решетка, 2400 линий/мм
Точность установки длины волны	±0,4 нм
Частота генератора	40,68 МГц
Используемый газ	аргон
Программное обеспечение	программа «ICPJY 5.4» для Windows

Преимуществами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой являются низкие пределы обнаружения, непродолжительное время анализа, малый объем анализируемых проб, многоэлементность, возможность определения содержания ультранизких концентраций элементов при сохранении возможности анализа средних и высоких.

Основные параметры прибора следующие: мощность генератора — 1000–1100 Вт; расход охлаждающего газа — 12 л/мин; расход оболочечного газа — 0,2 л/мин; расход дополнительного газа — 0 л/мин; скорость подачи пробы — 1,2 мл/мин; скорость распыления пробы — 0,8 л/мин; давление распылителя — 2,82 бар.

Содержание элементов определяли с использованием следующих длин волн, нанометры: Al — 396,152; Ca — 317,933; Cr — 267,716; Cd — 228,802; Mg — 279,553; Ni — 221,647; P — 213,618; Zn — 213,856; Co — 228,616; Cu — 324,754; Fe — 259,94; Pb — 220,353; Se — 196,0; Na — 588,995; K — 766,490; Mn — 280,106.

Статистическую обработку результатов проводили при помощи прикладной программы Microsoft Excel.

Для перевода химических элементов, содержащихся в образцах продуктов питания в связанном виде, в растворенную форму, удобную для ввода в спектрометр, необходимо произвести их деструкцию путем минерализации. Минерализацию проб проводили общепринятым методом «мокрого озоления» (в растворе азотной кислоты и перекиси водорода) с использованием системы микроволновой минерализации Mars 5 (CEM Corporation, США). Выбранный способ пробоподготовки обладает такими преимуществами перед другими как минимизация количества реагентов, и, как следствие, минимизация возможного загрязнения, значительное сокращение времени разложения, а также устранение риска потери следовых элементов в виде легколетучих молекулярных соединений.

При изучении минерального состава пищевых продуктов исследованы следующие группы образцов: крупы, макароны, бобовые; овощи, фрукты, сухофрукты; мясные и колбасные изделия; хлебобулочные изделия, мука; молочные продукты; рыба; яйцо.

На основании анализа результатов, полученных при оценке содержания макроэлементов в исследуемых продуктах показано, что максимальное количество кальция находится в молочных продуктах (982,8–11050,8), минимальное — в мясных и колбасных изделиях (24,9–301,8).

Максимальное количество натрия содержится в молочных продуктах (390,5–14390,8) и (516,2–10911,4) в группе мясных и колбасных изделий, магния — в группах «крупы, макароны, бобовые» (135,3–2148,0 мг/кг) и «овощи, фрукты, сухофрукты» (19,3–2130,7 мг/кг). Для калия наблюдается тенденция, аналогичная для магния, и составляет для этих групп соответственно 621,6–12222,4 и 64,7–14428,3 мг/кг.

В результате изучения микроэлементного состава объектов исследования установлено, что в группах круп и овощей в большом количестве присутствует медь (соответственно в диапазонах 1,2–7,6 и 0,1–6,8 мг/кг); максимальное содержание железа зафиксировано в крупах (6,9–89,9) и молочных продуктах (6,1–102,8).

Фосфор преобладает в следующих группах, мг/кг: рыба — 1592,6–4894,7; крупы — 676,2–5120,4; молочные продукты — 218,2–7631,3. Установлено, что максимальное количество микроэлементов цинка и марганца содержится в группе круп. В овощах, фруктах и сухофруктах марганец не обнаружен при чувствительности используемого метода.

Ультрамикроэлемент кобальт обнаружен только в группе «крупы, макароны, бобовые» в интервале 0,001–0,2 мг/кг, в то время как селен присутствует во всех исследованных образцах, особенно в группах «Рыба» (27,8–2324,4) и «Крупы, макароны, бобовые» (47,2–2691,6).

В результате анализа данных, полученных исследованием образцов продуктов питания, употребляемых школьниками из групп наблюдения, на содержание токсичных элементов, установлено, что хром, алюминий и никель обнаружены почти во всех образцах. Максимальные количества алюминия (0,001–17,3 мг/кг) и никеля (0,001–52,2 мг/кг) находятся в группе круп, однако они не превышают регламентируемых значений. Свинец и кадмий ни в одном из представленных образцов не обнаружены при чувствительности используемого метода.

Минеральный состав исследованных продуктов питания сравнивали со справочными данными [5]. В результате сравнительного анализа в группах «Крупы, макароны, бобовые» и «Овощи, фрукты, сухофрукты» установлен существенный недостаток следующих микроэлементов: кальций, калий, медь, железо, магний, марганец, фосфор, кобальт, цинк. В то же время в указанных группах продуктов питания содержание натрия, никеля и хрома значительно превышает справочные величины (на 42–65; 69–85; 79–81% соответственно).

В группе продуктов «Мясные и колбасные изделия» показан недостаток содержания кальция, калия, меди, железа, магния, марганца, кобальта, цинка, однако элементы натрия, фосфор, хром и никель присутствуют в избытке.

Недостаток марганца и железа установлен во всех образцах группы «Хлебобулочные изделия, мука»; калия, магния, меди, цинка, кальция и фосфора — в большинстве при избытке натрия.

В 80–93% образцов группы «Молочные продукты» выявлен недостаток в сравнении со справочными величинами содержания калия; кальция, магния, цинка и марганца.

Дефицит кальция, цинка, марганца, магния, меди, фосфора установлен в 50–83% образцах группы продуктов «Рыба», в каждом третьем образце — калия. В тоже время отмечено повышенное содержание во всех образцах железа и никеля, в 50–67% — натрия и хрома.

В группе «Яйцо» определено недостаточное содержание кальция, калия, меди, фосфора и марганца при избытке натрия и хрома.

Следует отметить, что во всех образцах, за исключением пшена и фасоли, содержание кобальта находится ниже чувствительности используемого аналитического оборудования.

В результате анализа полученных данных установлено, что в сравнении со справочными величинами практически во всех группах исследуемых продуктов отмечен существенный недостаток микро- и макроэлементов и избыток натрия, никеля и хрома.

Таким образом, основные группы пищевых продуктов, употребляемые школьниками в условиях учреждений общего среднего образования г. Минска, имеют обедненный минеральный состав, что может способствовать возникновению аллобиотических состояний у учащихся.

Литература

1. Состояние минерального обмена и коррекция микроэлементозов у детей дошкольного возраста в крупном промышленном центре Западной Сибири / Е. А. Вильмс [и др.] // Педиатрия. — 2010. — Т. 89, № 1. — С. 85–90.
2. Микроэлементозы у детей дошкольного возраста: причины и профилактика / Т. М. Бутаев [и др.] // Современные проблемы науки и образования. — 2016. — № 3. — С. 192–193.
3. Алиментарно-зависимые заболевания и их профилактика. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.mossanexpert.ru/view_info.php?id=54. — Дата доступа: 17.05.2014.
4. Спиричев, В. Б. Витамины и минеральные вещества в питании и поддержании здоровья детей / В. Б. Спиричев. — М. : Валетек, 2007. — 24 с.
5. Химический состав пищевых продуктов : справочник : [в 2 кн.] / под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева. — Кн. 2 : Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов. — М. : Агропромиздат, 1987. — 360 с.

Поступила 31.08.2017

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ СВИНЦА В ПОЧВАХ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

Жардан Е. В., elenajardan85@gmail.com

Национальный Центр Общественного Здоровья Министерства Здравоохранения, г. Кишинев, Республика Молдова

В связи с загрязнением окружающей среды различными ксенобиотиками большое развитие получили токсикологические и экотоксикологические исследования тяжелых металлов, направленные на выяснение их токсического влияния на живые организмы, а также оценка антропогенного влияния на динамику токсичности металлов в окружающей среде [1]. Свинец является наиболее распространенным металлом из десяти химических веществ, представляющих угрозу для здоровья населения (ВОЗ). Наиболее опасной мигрирующей формой свинца является оксид свинца, который может переноситься на большие расстояния с воздухом и водой. Из атмосферы свинец попадает в почву и воду. Из почвы металл поглощается растениями, в частности корнями. Из атмосферы свинец попадает в экосистемы и как результат, усваивается живыми организмами. Ежегодная эмиссия составляет свыше 2,5 млн тонн свинца. Из-за токсичности соединений данного металла, содержащихся в бензине (тетраметил и тетраэтил свинца), он был постепенно запрещен в автомобильной промышленности. В настоящее время в Европе основные свинцовые добавки запрещены. Человек поглощает свинец с водой, из воздуха и особенно через пищу (330 мкг/день) [2]. Как и другие металлы, свинец не разлагается в окружающей среде, а меняет только формы миграции. Отравление человека свинцом может привести к анемии и расстройству нервной системы, а также может воздействовать на кровь, почки и костный мозг [3]. Источниками загрязнения свинцом являются различные типы красок, которые уже запрещены в странах ЕС, но довольно широко используются в нашей стране. Сжигание твердого и полутвердого топлива в Молдове (уголь, мазут), сброс промышленных и бытовых сточных вод увеличивает уровень содержания свинца в окружающей среде. В молдавских скалах концентрация свинца находится в пределах 5–50 мг/кг, в почве составляет 6–26 мг/кг. Свинец имеет тенденцию концентрироваться в богатых гумусом почвах.

Цель работы — определение общего содержания свинца в пробах почвы, отобранных в районах г. Кишинева, и оценка загрязнения почв Молдовы.

Отбор и подготовка образцов были проведены в соответствии с действующими нормами (Руководство по санитарно-химическому исследованию почвы, 1993 г., с. 112–115). Почву отбирали по 3–5 проб из секторов районов г. Кишинева (Рышкань, Ботаника, Буюкань, Центр и зона-контроль) на глубине 20–25 см, на расстоянии 0,5–100 м от источника загрязнения (транспортные выхлопные газы). Получали среднюю пробу путем смешивания 5 образцов одного и того же объема и хранили в запечатанных полиэтиленовых пакетах. Данные были обработаны с помощью компьютеризированных статистических методов Excel и Epi Info. Анализ содержания свинца в образцах почвы проводили атомно-абсорбционным спектрофотометрическим методом с электротермической атомизацией [4]. Кислотное разложение высушенных образцов почвы, гомогенизирование с помощью гомогенизатора Fritsch Mortar Pulverisette проводили в системе подготовки образцов в микроволновой печи SpeedWave four SW-4, как описано в методических указаниях [5]. Условия приготовления образцов: к массе проб, равной 0,3–0,4 г, добавляли 10 мл HCl : HNO₃ = 3:1 и обрабатывали с помощью микроволнового

излучения при давлении 100 бар при температуре 150°C в течение 20 мин. Определение свинца проводили в лаборатории Института Гидробиологии и Экотоксикологии Института Зоологии Академии Наук Республики Молдова, с использованием спектрофотометра AAnalyst-400.

Известно, что свинец поступает в атмосферу в виде аэрозолей, загрязняя почву, растения, различные поверхности и предметы. Исследования, проведенные в 90-е гг. XX в., свидетельствуют о том, что в черте города практически отсутствовала почва с повышенным содержанием свинца. Исследования в период 1990–2008 гг. показывают увеличение содержания данного металла. В настоящее время уровни свинца в почве колеблются от менее 14 мг/кг до значений более 60 мг/кг. В пределах района Кишинева почва содержит свинца больше, чем максимально допустимые пределы (20 мг/кг). Под воздействием различных естественных и антропогенных факторов может измениться фоновый уровень содержания свинца в почве, соответственно может измениться и влияние на население. В целях оценки воздействия свинца на здоровье человека, были исследованы пять районов г. Кишинева:

1. Центр города, как зона сильного влияния дорожного движения, около 60000 проездов/24 ч. Кроме того, из-за высоких зданий, расположенных на одной и другой стороне улиц, зона характеризуется накопительным характером и сохранением выбросов.

2. Зона вблизи сточных вод.

3. Улица Каля Орхелулуй – пересечение улицы Богдан Воевод.

4. Парк как зона-контроль. Это зона, расположенная возле леса, с низким автомобильным трафиком и без какого-либо влияния производственной деятельности человека.

Обнаруженные концентрации свинца в почве были распределены следующим образом:

1) ниже 20,0 мг/кг (27,37%);

2) от 20,2–40,8 мг/кг (51,47%);

3) в пределах 40,8–70 мг/кг (21,16%) (таблица 1).

Таблица 1. — Процентное распределение концентраций свинца в почве

Категории концентраций, мг/кг	Количество образцов	%	Уровень риска
13,1–20,2	13	27,37	Норма
20,2–40,8	26	51,47	Загрязненный
40,8–70	9	21,16	Критический

Сравнительный анализ показал, что уровень свинца в почве выше на расстоянии 0,5–10 и 100 м от источника загрязнения, однако разница не является статистически значимой (таблица 2).

Таблица 2. — Средняя концентрация свинца в почве, отобранной на разных расстояниях г. Кишинева

Расстояние от источника загрязнения, м	Средняя концентрация свинца, мг/кг
0,5–10	29,12±3,11
10–50	28,85±2,95
>100	27,20±2,98

В зависимости от расстояния от потенциального источника загрязнения, значения средних концентраций свинца в почве были следующие: 29,12 мг/кг на расстоянии 0,5–10 м от источника загрязнения, 28,85 мг/кг — от 10–50 м и 27,20 мг/кг — на расстоянии 100 м и более. В то же время обработка данных показала, что средняя концентрация свинца в почве в зоне сектора Центр столицы была значительно выше по сравнению с уровнями, зарегистрированными для почвы других зон (таблица 3).

Таблица 3. — Средняя концентрация свинца в почве, отобранной из различных районов г. Кишинева

Зоны г. Кишинева	Средняя концентрация свинца, мг/кг
Центр	37,23±8,42
Ботаника	36,0±11,44
Буюкань	30,78±2,84
Рышкань	20,78±7,13
Контроль	23,87±2,05

В большинстве случаев, участки загрязнения почвы свинцом выхлопными газами транспортных единиц простираются на площади более чем 100 м. Большая часть территорий города характеризуются загрязнением почвы с высоким содержанием соединений свинца, от 20 до 100 мг/кг, т. е. в 1,5 раза выше допустимых норм. Было обнаружено повышенное содержание свинца, в почве в Центре столицы — 37,23 мг/кг, в секторе Ботаника — 36,0 мг/кг, в секторах Буюкань — 30,78 мг/кг и Рышкань — 20,78 мг/кг. Загрязнение почвы свинцом в центре города должно быть оценено как критическое, т. к. концентрация данного металла в 3 раза превышает допустимую норму и составляет 20 мг/кг. Так, в центре города, секторах Ботаника, Буюкань, содержание свинца составляет в среднем 30 мг/кг на 1 кг почвы, превышая максимально допустимую концентрацию.

Исследования выявили серьезную озабоченность возможной экспозицией населения свинцом. Почвы в пределах г. Кишинева содержат значительные концентрации свинца, и это может иметь последствия для здоровья людей, особенно

детей. В почвах района г. Кишинева среднее содержание свинца составляет 30 мг/кг. Распределение уровней свинца по секторам в столице составляют от 14,1 до 67,4 мг/кг, что превышает допустимые гигиенические стандарты. Кроме того, было обнаружено, что не существует разницы между содержанием свинца в почве зеленых зон и жилых районов и/или промышленных зон. Это объясняется тем, что в данных местах существуют источники поступления донного тяжелого металла. Потенциальными загрязнителями могут быть газы, выбрасываемые электротермическими станциями, а также выхлопные газы от автомобильного транспорта, перемещающиеся на различные расстояния от источника эмиссии и загрязняющие г. Кишинев.

Литература

1. Lead Toxicity / Agency for Toxic Substances and Disease Registry Case Studies in Environmental Medicine (CSEM). — 2010. — P. 3–71.
2. Popescu, C. Poluarea cu metale grele – factor major în deteriorarea ecosistemelor / C. Popescu // Revista de ecologie. — 2010. — Vol. 22. — P. 30–34.
3. Lead in Residential Soils: Sources, Testing, and Reducing Exposure [Electronic resource]. — Mode of access: <https://extension.psu.edu/lead-in-residential-soils-sources-testing-and-reducing-exposure>. — Date of access: 30.08.2017.
4. Calitatea solului. Extracția microelementelor solubile în apă regală : SR ISO 11466. — București, 1999. — 9 p.
5. Calitatea solului. Determinarea cadmiului, cromului, cobaltului, cuprului, plumbului, manganului, nichelului și zincului din extractele de sol în apă regală. Metoda prin spectrometrie de absorbție atomică în flacără și cu atomizare electrotermică : SM SR ISO 11047. — Chișinău, 2006. — 19 p.

Поступила 23.08.2017

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ГЕРБИЦИДА ДИКАМБЫ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ

Ивашкевич Л. С., к.т.н., iwl@mail.ru,
Вашкова О. Н., LabChi-rspch@mail.ru,
Ковшова Т. В., LabChi-rspch@mail.ru

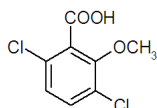
Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Дикамба (дихлор-о-анисовая кислота (2-метокси-3,6-дихлорбензойная кислота) представляет собой системный гербицид для уничтожения многолетних корнеотпрысковых сорняков. Дикамба в чистом виде применяется редко, как правило, входит в состав нескольких комбинированных препаратов. Гербицид подавляет устойчивые к МЦПА и 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты сорняки. Дикамба может быть отнесена к группе гербицидов с ауксиноподобной активностью. Ее действие проявляется в увеличении скорости синтеза РНК и ее концентрации, ускорении синтеза липидов и белка, увеличении растяжимости оболочек и росте клеток в длину [1].

Вещество поглощается растениями через листья и корни. Как и другие производные хлорбензойной кислоты, дикамба характеризуется подвижностью в растениях, перемещается по флоэме и ксилеме, скапливаясь в основном в растущих верхушках. Из корней незначительное количество препарата может перейти в окружающую среду. При обработке корней не накапливается в них, а перемещается в верхние части растения. Возможно перераспределение гербицида из зрелых листьев и концентрация его в молодых, откуда перенос его существенно замедляется. Внешние признаки повреждения дикамбой включают в себя удлинение стебля, скручивание и увядание листьев, а затем их отмирание [2].

Дикамба представляет собой белое кристаллическое вещество, хорошо растворима в органических растворителях, плохо — в воде, устойчива к действию кислот и щелочей. Хорошо растворяются в воде соли дикамбы со щелочными металлами и органическими основаниями [2].

Структурная формула вещества:



Эмпирическая формула дикамбы: $C_{14}H_{17}N_5O_7S_2$. Молекулярная масса — 221,05.

Препараты на основе дикамбы относятся к 3-му классу опасности для человека.

Дикамба изменяет органолептические свойства воды, придавая ей специфический неопределенный запах и характерный вяжуще-горький вкус. Запах в воде сохраняется в течение 12 дней. Пороговая концентрация по влиянию на санитарный режим водоема — 150 мг/дм³.

В соответствии с «Гигиеническими нормативами содержания действующих веществ пестицидов (средств защиты растений) в объектах окружающей среды, продовольственном сырье, пищевых продуктах», утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 27.09.2012. № 149, предельно допустимая концентрация в воде водоемов — 0,02 мг/дм³.

Известна методика определения дикамбы в зерне, соломе, зеленой массе растений, воде и почве [3]. В данной методике используется устаревшее оборудование, набивные колонки, но основной ее недостаток — необходимость проведения стадии метилирования: дикамбу определяют по ее метиловому эфиру.

Образование метилового эфира дикамбы, согласно Методическим указаниям [3], связано с получением диазометана из нитрозометилмочевины. Диазометан токсичен при вдыхании и контакте с глазами и кожей, а также может детонировать при контакте с острыми гранями твердых предметов, в частности, с трещинами в стекле и со шлифованными поверхностями.

Целью работы являлась разработка методики определения дикамбы в воде, позволяющей сократить время проведения анализа и увеличить его безопасность для исполнителей.

Исследования проводились с использованием газового хроматографа Agilent 6890 с детектором электронного захвата и капиллярной колонкой HP-5 30 м × 0,32 мм × 0,25 м.

В качестве объектов исследования использовались образцы питьевой воды, подкисленной до pH 3, с внесенным определенным количеством дикамбы, и образцы питьевой воды.

В работе использовали хлороформ, кислоту фосфорную концентрированную, все реактивы квалификации не ниже х.ч.

Стадию метилирования предложено заменить на бутилирование. Подобраны условия хроматографирования: температуры испарителя и детектора, давление потока газа-носителя, в качестве которого используется гелий, и определено время выхода пика дикамбы.

Суть предлагаемой методики заключается в следующем.

Пробу воды (250 см³) помещают в делительную воронку вместимостью 1 дм³, добавляют 10 см³ 2 %-й H₃PO₄ и трижды экстрагируют дикамбу из воды хлороформом порциями по 50 см³. Хлороформные экстракты объединяют в плоскодонной колбе вместимостью 250 см³, сушат над безводным сульфатом натрия и концентрируют с помощью ротационного вакуумного испарителя до объема 1–2 см³ и количественно переносят в стеклянный флакон. Растворитель из стеклянного флакона удаляют досуха током аргона.

К сухому остатку в стеклянных флаконах добавляют 1 см³ 2 %-го раствора концентрированной серной кислоты в бутаноле, закрывают плотно завинчивающейся крышкой и проводят бутилирование в течение 60 мин в сушильном шкафу при 100°C. Стеклянные флаконы охлаждают до комнатной температуры, добавляют 2 см³ гексана, 20–25 см³ дистиллированной воды. Смесь интенсивно встряхивают и после разделения фаз аликвоту 2 мм³ из верхнего гексанового слоя вводят в испаритель хроматографа при следующих условиях:

температура испарителя	260°C
температура детектора	300°C
давление потока газа-носителя, гелий	150 kPa
время анализа	11,0 мин
время выхода дикамбы	3,695 мин

Полученные хроматограммы обрабатывают путем измерения площадей пиков. Типичная хроматограмма дикамбы приведена на рисунке 1.

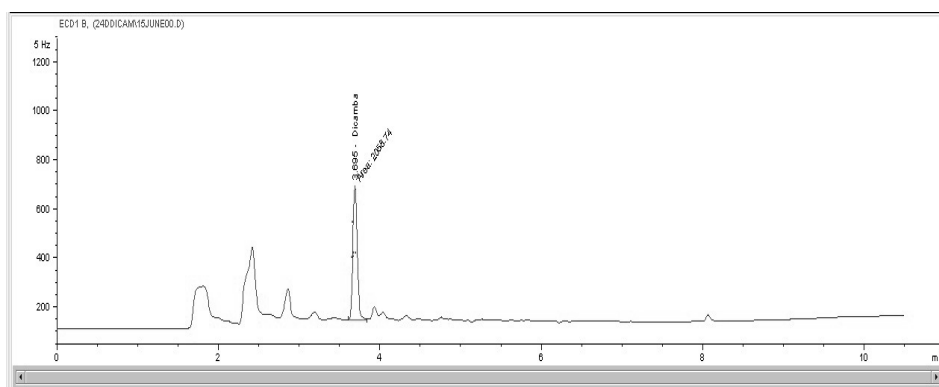


Рисунок 1. — Типичная хроматограмма дикамбы

Для получения результата измерений концентраций дикамбы в питьевой воде проводят анализ двух параллельных проб. Концентрацию дикамбы, содержащуюся в пробе питьевой воды, рассчитывают по градуировочным зависимостям.

Минимально детектируемое количество дикамбы составляет 0,5 нг.

Градуировочный график имеет линейную зависимость площади пика от концентрации дикамбы в диапазоне от 0,002 до 0,04 мг/дм³ (рисунок 2).

Для подтверждения пригодности методики проведены валидационные испытания в вышеуказанном диапазоне концентраций. Исследования показали, что среднее значение определения составляет 86,6%, стандартное отклонение — 5,8%, доверительный интервал — 10,2 %.

Проведены сравнительные исследования по методике, приведенной в Методических указаниях [3] и по предложенной методике по принципу «внесено – найдено» (таблица).

Как видно из данных таблицы, предложенная методика имеет хорошую сходимость с Методическими указаниями [3].

Таким образом, на основании исследований разработана и валидирована высокочувствительная методика определения содержания дикамбы в питьевой воде, которая позволяет проводить анализ содержания данного вещества на уровне концентраций, нормируемых Гигиеническими нормативами. Методика отличается экспрессностью и высокой точностью, безопасностью при проведении.

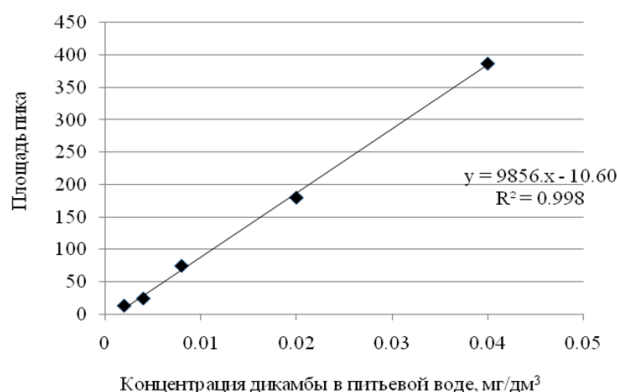


Рисунок 2. — Градуировочный график дикамбы

Таблица — Сравнительные исследования содержания дикамбы в образцах питьевой воды

Исходная концентрация, мкг/дм³	Методические указания [3] (с метилированием), мкг/дм³	Предложенная методика (с бутилированием), мкг/дм³	Сходимость, %
100,0	85,0±3,9	87,2±3,5	2,6
10,0	8,1±0,4	8,6±0,4	4,8

Литература

1. Дикамба [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.rupest.ru/ppdl/dicamba.html>. — Дата доступа: 28.08.2017.
2. Дикамба [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.pesticidy.ru/active_substance/dicamba. — Дата доступа: 28.08.2017.
3. Определение остаточных количеств дикамбы в зерне, соломе, зеленой массе растений, воде и почве газожидкостной и тонкослойной хроматографией: МУК 4.1.1452-13. — Введ. 30.06.2003. — М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2003. — 11 с.

Поступила 04.09.2017

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ РЕЗИСТЕНТНЫХ К АНТИМИКРОБНЫМ ПРЕПАРАТАМ ПАТОГЕННЫХ И УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ НА ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ

¹Коломиец Н. Д., д.м.н., профессор, ndkolomiets@mail.ru,

¹Тонко О. В., к.м.н., доцент, oxana_tonko@tut.by,

²Дудчик Н. В., д.б.н., доцент, n_dudchik@tut.by,

¹Ханенко О. Н., к.м.н., доцент, o_hanenko@mail.ru,

³Левшина Н. Н., levshina@minsksanepid.by,

⁴Абрамчук Д. Д., dinka.abram@mail.ru

¹Государственное учреждение образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования», г. Минск, Республика Беларусь

²Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

³Государственное учреждение «Минский городской центр гигиены и эпидемиологии», г. Минск, Республика Беларусь

⁴Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь

В мире ежегодно усиливается тенденция глобализации распределения пищевых продуктов на продовольственных рынках, что в свою очередь повышает риск быстрого международного распространения зараженных пищевых продуктов. Среди существующих проблем пищевой безопасности, связанных с химическими и микробиологическими загрязнителями, в последние годы все чаще обращает на себя внимание растущая устойчивость выделяемых из пищи микроорганизмов к антибиотикам.

Чрезмерное и неправильное использование противомикробных препаратов при лечении людей является одним из факторов, приводящих к появлению и распространению резистентных микроорганизмов. Антибиотики — вещества, которые убивают или останавливают рост бактерий и используются, чтобы контролировать болезни животных, вызываемые бактериями. Антибиотики предотвращают рост бактерий, если они используются в соответствии с рекомендациями, а бактерии не имеют механизмов устойчивости к препаратам.

Кроме того, известно применение этих препаратов, а именно антибиотиков, на низком уровне в кормах для животных, как «стимуляторов роста», для улучшения роста животных и экономии кормов. Антимикробные стимуляторы роста или изменяют микрофлору кишечника (бактериальной популяции), или оказывают прямое влияние на обмен веществ и защитные силы организма животного.

Принято считать, что повышенная устойчивость к противомикробным препаратам бактерий, которые в дальнейшем поражают людей и животных в последние десятилетия растет, главным образом, в результате увеличения использования противомикробных препаратов для разнообразных целей, включая терапевтические и не терапевтические.

Устойчивость к противомикробным препаратам это древнее и естественное явление в бактериях. Однако использование противомикробных препаратов в области здравоохранения, сельского хозяйства или в промышленных установках оказывает давление на естественный отбор, что может способствовать выживанию устойчивых штаммов (или генов) и приводить к относительному росту устойчивых бактерий в микробных популяциях. Использование в животноводстве антимикробных стимуляторов роста в субтерапевтических концентрациях до сих пор обычная практика во многих странах мира. Однако производители все чаще начинают отказываться от их применения, например, руководители американской сети быстрого питания «Макдональдс» объявили о запрете применения антибиотиков при выращивании кур в подконтрольных хозяйствах по всему миру, начиная с 2018 г. Из-за взаимосвязи эпидемиологических путей между людьми, животными и окружающей средой определение относительной важности факторов антимикробных препаратов остается серьезной проблемой в течение еще некоторого времени. В интенсивном процессе животноводства устойчивые бактерии могут легко распространяться между животными, что усугубляет ситуацию [1].

Данных появления антибиотикорезистентности у бактерий, вызывающих заболевания у людей после потребления продуктов питания, пока не хватает. Существует теоретический риск широкого распространения антибиотикорезистентности из-за все более глобального характера природы, продовольственной торговли и путешествия людей. Это значит, что штаммы резистентных бактерий теперь могут очень быстро достичь те части мира, где ранее их не было. Последствия для людей и животных заключаются в том, резистентные микроорганизмы в больших количествах выводятся из организма с фекалиями, контаминируя окружающую среду и, возможно, других людей или животных. При убое животных, получавших антибиотики, невозможно предотвратить распространение как восприимчивых, так и резистентных микроорганизмов. Источниками попадания микроорганизмов в пищевую цепочку могут являться непосредственно работники пищевых предприятий, которые выделяют резистентные организмы или объекты среды технологического окружения в случае контаминации их резистентными микроорганизмами. Таким образом, распространение резистентных к антибиотикам микроорганизмов может происходить как от объектов окружающей среды, так и от контаминированных пищевых продуктов, в последнем случае наиболее значимыми являются те, которые не подвергаются в последующем тепловой обработке, а микроорганизмы в них хорошо сохраняются или размножаются [2].

Целью нашей работы явились исследования объектов технологического окружения пищевых производств для изучения возможности контаминации резистентными к антибиотикам микроорганизмами.

Нами были исследованы пищевые продукты, пробы воздуха, смывы с технологического оборудования, рук персонала и спецодежды на пищевых предприятиях с целью оценки уровней контаминации, определения микробного пейзажа и изучения резистентности выделенных микроорганизмов.

Смывы с технологического оборудования и рук персонала отбирались в соответствии с методами, описанными нами ранее. Определение устойчивости выделенных микроорганизмов к антибиотикам проводилось двумя методами: диско-диффузионным на среде Мюллер–Хинтон агар и с использованием автоматического микробиологического анализатора VITEK (Biomerieux) [3].

Статистическая обработка цифрового материала с целью определения удельного веса и структуры первичных данных с достоверностью $P < 0,05$ проводилась с использованием программы EPI INFO.

Были изучены объекты общественного питания, производственные цеха торговых сетей и небольших предприятий (малые производства), специализирующихся на переработке мяса, птицы и рыбы. Данный выбор был обусловлен тем, что на таких производствах достаточно много ручного труда, широкий ассортимент продукции, в т. ч. потребляемых без последующей тепловой обработки. Всего исследования были проведены на 9 объектах, находящихся в удовлетворительном санитарно-техническом состоянии.

Микробиологическое исследование 211 смывов объектов среды технологического окружения (оборудование, посуда, инвентарь, поверхности помещений, стеллажи, руки и санитарная одежда персонала) позволило выделить и идентифицировать 280 штаммов, принадлежащих к самым разнообразным видам и родам. Оценка возможной эпидемической роли выделенных штаммов позволила отнести к значимым родам и видам бактерий 188 изолятов (67%). Наибольшее число из них принадлежало к санитарно-показательным микроорганизмам (78,7%). Другие группы транзитных и резидентных эмергентных патогенных и условно-патогенных микроорганизмов встречались на поверхностях среды технологического окружения значительно реже (таблица 1).

Всего из 188 выделенных штаммов наиболее многочисленной оказалась группа санитарно-показательных микроорганизмов — 148 изолятов, условно-патогенные микроорганизмы составили $10,6 \pm 2,2\%$, микроорганизмы-показатели микробиологической стабильности продукта — $7,9 \pm 2,0\%$ и патогенные микроорганизмы — $2,6 \pm 1,2\%$ от всех выделенных штаммов. По категориям обследованных объектов в группе объектов общественного питания общее количество выделенных микроорганизмов было достоверно ниже ($p < 0,05$), чем на других объектах, также здесь не было обнаружено бактерий рода *Salmonella* и *Listeria monocytogenes*. По категориям объектов других достоверных отличий среди групп выделенных микроорганизмов не наблюдалось.

Патогенные изоляты принадлежали к *Salmonella typhimurium*. Из них 2 изолята на одном из объектов торговой сети в цеху по обработке птицы из стока и разделочного стола и один изолят на предприятии по переработке рыбы из ванн, предназначенных для мойки и посола рыбы (до санитарной обработки). На этом же предприятии были выделены 2 штамма *Listeria monocytogenes* из ванн для первичной обработки и посола рыбы до санитарной обработки.

Таблица 1. — Распространенность транзиторных и резидентных патогенных и условно-патогенных микроорганизмов на поверхностях среды технологического окружения

Выделенная микробиота	Типы объектов					
	общественное питание		производственные цеха магазинов		малые предприятия	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Санитарно-показательные микроорганизмы: Бактерии группы кишечной палочки (БГКП) (в т. ч. бактерии рода <i>Escherichia</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Citrobacter</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Serratia</i>); энтерококки	31	79,5±6,5	61	79,2±4,6	56	77,8±4,9
Условно-патогенные микроорганизмы: <i>Staphylococcus aureus</i> и <i>Proteus spp.</i>	4	10,3±4,9	8	10,4±3,5	8	11,1±3,7
Патогенные микроорганизмы, в том числе бактерии рода <i>Salmonella</i> и <i>Listeria monocytogenes</i>	—	—	2	2,6±1,8	3	4,2±2,4
Микроорганизмы – показатели микробиологической стабильности продукта (дрожжи, грибы-плесени, псевдомонады)	4	10,3±4,9	6	7,8±3,1	5	6,9±3,0
Итого	39	20,7±3,0	77	41,0±3,6	72	38,3±3,5

Для оценки резистентности выделенных изолятов к антимикробным препаратам нами были выбраны широко используемые антимикробные препараты следующих классов: макролиды — эритромицин (erm); аминогликозиды — гентамицин (gen); В-лактамы антибиотиков: пенициллины — амоксициллин (amo), ампициллин (amp), цефалоспорины — цефазолин (cefazolin), цефалотин (cefalotin); аминогликозины — амикацин (amk); хинолоны — ципрофлоксацин (cph); оксазолидиноны — линезолид (lin); гликопептиды — ванкомицин (van).

Из исследованных 108 микроорганизмов к ампициллину имели чувствительность 38,0±4,7% штаммов, резистентность — 50,9±4,8%, умеренную устойчивость — 11,1±3,0%; к амоксициллину чувствительно 40,7±4,7%, резистентно 49,1±4,8%, умеренно устойчивы — 1,9±1,3%; к цефазолину — 48,1±4,8; 50,9±4,8 и 0,9±0,9% соответственно; цефалотину — 35,2±4,6; 43,5±4,8 и 2,8±1,6%; к гентамицину — 96,1±1,8; 0,9±0,9 и 2,8±1,6%; к амикацину чувствительно 97,2±1,6%, резистентно 2,8±1,6%; к ципрофлоксацину чувствительно 92,6±2,5%, резистентно 3,7±1,8% и умеренно устойчивы — 3,7±1,8% от изученных штаммов.

Таблица 2. — Устойчивость-чувствительность и антибиотикам некоторых санитарно-показательных и условно-патогенных микроорганизмов

*	Виды антибиотиков													
	amp		amo		cefazolin		cefalotin		gen		amk		cph	
Escherichia spp. (n = 35)														
	абс	%	абс	%	абс	%	абс	%	абс	%	абс	%	абс	%
S	15	42,9	9	25,7	18	51,4	5	14,3	34	97,1	33	94,3	32	91,4
R	16	45,7	17	48,6	17	48,6	29	82,9	—	—	—	—	1	29,0
I	4	11,4	9	25,7	—	—	1	29,0	1	29,0	2	5,7	2	5,7
Enterobacter spp. (n = 37)														
S	16	43,2	21	56,8	19	51,4	27	73,0	37	100	36	97,3	37	100
R	15	40,5	16	43,2	17	45,9	10	27,0	—	—	—	—	—	—
I	6	16,2			1	2,7	—	—	—	—	1	2,7	—	—
Citrobacter spp. (n = 21)														
S	6	28,6	11	52,4	6	28,6	11	52,4	19	90,5	21	100	17	81,0
R	13	61,9	10	47,6	15	71,4	8	38,1	—	—	—	—	3	14,3
I	2	9,5	—	—	—	—	2	9,5	2	9,5	—	—	1	4,8
Klebsiella spp. (n = 10)														
S	2	20,0	2	20,0	7	70,0	10	100	10	100	10	100	10	100
R	8	80,0	7	70,0	3	30,0	—	—	—	—	—	—	—	—
I	—	—	1	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Proteus spp. (n = 5)														
S	2	40,0	1	20,0	2	40,0	5	100	4	80,0	5	100	4	80,0
R	3	60,0	3	60,0	3	60,0	—	—	1	20,0	—	—	—	—
I	—	—	1	20,0	—	—	—	—	—	—	—	—	1	20,0
S — культура чувствительна; R — культура устойчива; I — культура умеренно устойчива.														

Была определена чувствительность к антибиотикам 35 культур *Enterococcus faecalis*. Всего составлено 14 видов антибиотикограмм (таблица 3).

Таблица 3. — Типы антибиотикограмм *Enterococcus faecalis*

Число изолятов с одинаковой антибиотикограммой	Виды антибиотиков					
	amp	erm	cph	lin	van	gen
4	S	S	I	S	S	S
2	S	S	S	S	S	S
2	S	I	S	S	S	S
2	R	I	S	S	S	S
1	R	I	R	S	S	S
1	S	R	I	S	S	S
3	S	R	R	S	S	S
2	S	I	I	I	S	S
1	S	R	R	I	S	S
2	S	S	I	S	S	S
4	S	R	R	S	I	S
2	S	I	R	S	S	S
1	I	S	I	S	S	S
8	S	I	I	S	S	S

При этом к ампицилину оказались чувствительны $88,6 \pm 5,4\%$ изолятов, к линезолиду — $91,4 \pm 4,7\%$, к ванкомицину — $88,6 \pm 5,4\%$. К аминогликозидам в высоких концентрациях оказались чувствительны все выделенные энтерококки.

Выводы:

1. Установлена высокая частота контаминации среды технологического окружения санитарно-показательными микроорганизмами на всех типах обследованных объектов. Условно-патогенные микроорганизмы — показатели микробиологической стабильности продукта встречаются значительно реже, а патогенные микроорганизмы — крайне редко. На объектах общественного питания общее количество выделенных микроорганизмов достоверно ниже ($p < 0,05$), чем на других объектах.

2. Среди выделенных 108 культур грамотрицательных микроорганизмов отмечена высокая резистентность к ампициллину и цефазолину — $50,9\%$, амоксициллину — $49,1\%$. При исследовании антибиотикограмм 35 культур *Enterococcus faecalis* выявлено 14 типов профилей. Среди выделенных *Salmonella typhimurium* и *Listeria monocytogenes* резистентность к противомикробным препаратам отсутствует. Достоверных отличий в резистентности микроорганизмов, выделенных на различных типах объектов, не установлено.

3. Значительная распространенность санитарно-показательных микроорганизмов и положительные находки патогенных бактерий свидетельствуют о необходимости организации мониторинга и разработки эффективных методов мойки и дезинфекции объектов среды технологического окружения, а также изучения проблемы резистентности к антибиотикам у бактерий, контаминирующих пищевые продукты [4].

Литература

1. Руководство сети быстрого питания «Макдональдс» приняло решение отказаться от применения антибиотиков при выращивании кур: РМЖ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.rmj.ru/news/rukovodstvo-seti-bystrogo-pitaniya-makdonalds-prinyalo-reshenie-otkazatsya-ot-primeneniya-antibiotik/>. — Дата доступа: 25.08.2017.
2. Что делать в связи с резистентными бактериями в пищевой цепочке? : бюл. Всемирной организации здравоохранения [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.who.int/bulletin/volumes/93/4/15-030415/ru/>. — Дата доступа: апрель 2015.
3. Микробиологические требования к безопасности объектов среды технологического окружения пищевых предприятий / О. В. Тонко [и др.] // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / М-во здравоохран. Респ. Беларусь ; ГУ «Респ. науч.-практ. центр гигиены» ; гл. ред. С. И. Сычик. — Минск : РНМБ, 2016. — Вып. 26. — С. 156–159.
4. Короткевич, Ю. В. Антибиотикорезистентность микроорганизмов, загрязняющих пищевые продукты / Ю. В. Короткевич, Н. Р. Ефимочкина, С. А. Шевелева // Современные технологии продуктов питания : сб. науч. ст. 2-й Междунар. науч.-практ. конф., Курск, 3–4 дек. 2015 г. / Юго-Запад. гос. ун-т; отв. ред. А. А. Горохов. — Курск : ЗАО «Университетская книга». — С. 78–81.

Поступила 31.08.2017

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ БИФЕНАЗАТА, СИНТЕТИЧЕСКОГО НЕСИСТЕМНОГО АКАРИЦИДА, В СМЫВАХ С КОЖНЫХ ПОКРОВОВ ОПЕРАТОРОВ

Кузовкова А. А., к.б.н., annalnets.kuzovkova@gmail.com,

Ивашкевич Л. С., к.т.н., iwl@mail.ru

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Бифеназат (изопропил 3-(4-метоксибифенил-3-ил)карбазат) — акарицид контактного действия с длительной остаточной активностью для борьбы с растительноядными паутиными клещами на всех стадиях развития (от яиц до

имаго) на различных культурах (цитрусовые и фруктовые деревья, виноградная лоза, хмель, хлопчатник, кукуруза, овощные и декоративные культуры). Бифеназат является антагонистом γ -аминомасляной кислоты (далее — ГАМК) в нейромышечном синапсе. Механизм его действия на вредителей основан на блокировании ГАМК-зависимых хлоридных каналов. Препарат действует при прямом контакте с вредителями и, несмотря на летучесть, обладает последствием на листьях на протяжении не менее трех недель. Являясь относительно новым препаратом, бифеназат находит широкое применение в борьбе с тепличными популяциями клещей, резистентными к другим пестицидам. Эффективен вне зависимости от освещения, температуры и влажности воздуха. При использовании в соответствии с рекомендациями бифеназат безопасен для пчел и шмелей [1].

Бифеназат высокотоксичен для млекопитающих (действует на репродуктивную систему и развитие плода), является сильным раздражителем кожи, глаз и дыхательной системы. Поскольку бифеназат применяется в виде суспензионного концентрата, вододиспергируемых гранул или смачивающегося порошка, то он может поступать в организм человека при вдыхании и дермальном контакте. При работе с препаратом следует использовать перчатки, защитные очки, респиратор и защитную одежду, во время работы нельзя пить, курить и принимать пищу, после работы необходимо вымыть лицо и руки с мылом, прополоскать рот [2].

Длительная сохранность бифеназата на листьях растений, его высокая токсичность наряду с сильным раздражающим действием для кожи, глаз и дыхательной системы человека обуславливает необходимость контроля за его содержанием в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах операторов при работе с препаратом, особенно в условиях закрытых помещений (например, в теплицах). Для этого необходимы высокочувствительные и селективные методики определения содержания бифеназата в воздухе рабочей зоны и смывах с поверхности кожи человека.

Используя высокоэффективную жидкостную хроматографию (далее — ВЭЖХ) с детектированием в УФ-свете, нами разработан и апробирован на практике способ определения содержания бифеназата в смывах с кожных покровов операторов.

Существуют российские методические указания МУК 4.1.3077–13 [3], основанные на экстрагировании бифеназата с поверхности салфетки 20 см³ этанола при механическом перемешивании, концентрировании экстракта на патронах для твердофазной экстракции и анализе методом ВЭЖХ (разделительная колонка с обращенно-фазным сорбентом с привитыми монофункциональными полярными группами C18, температура термостата колонки — 25°C, мобильная фаза — смесь ацетонитрила с 1,25%-й уксусной кислотой в соотношении 60:40 по объему, скорость потока — 0,8 см³/мин, объем вводимой пробы — 0,050 см³, длина волны детектирования 235 и 270 нм, диапазон детектирования — 2,5–50 нг). Нижний предел обнаружения в данных методических указаниях равен 0,3 мкг/смыв или 0,0015 мкг/см³.

Предложенный нами способ основывается на экстрагировании бифеназата из салфетки 1,5 см³ ацетонитрила с 0,1%-м раствором аскорбиновой кислоты под действием ультразвука в течение 5 мин и последующем анализе методом ВЭЖХ без концентрирования экстракта на патронах для твердофазной экстракции.

Способ разработан с использованием жидкостного хроматографа Finnigan Surveyor (Thermo Scientific) с детектором на фотодиодной матрице PDA Plus. Хроматограф управляется программой ChromQuest 5.0. В качестве аналитического стандарта применяли бифеназат с содержанием действующего вещества 95,74%. Концентрация основного стандартного раствора бифеназата в ацетонитриле HPLC grade составляла 100 мкг/см³ (срок хранения при температуре от 2 до 4°C — не более 14 сут).

Градуировку проводили только с использованием водных растворов бифеназата. Типичная хроматограмма стандартного раствора бифеназата (2 мкг/см³) в ацетонитриле представлена на рисунке 1. Градуировку с применением водного экстракта из марлевых тампонов (матрицы) не проводили, т. к. при установленных параметрах не наблюдали никакого мешающего «эффекта матрицы», как это бывает при анализе сложных матриц, таких как растительные материалы, почва, продукты питания.

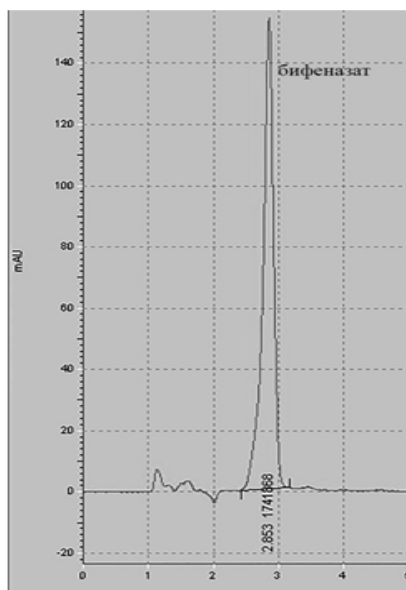


Рисунок 1. — Типичная хроматограмма стандартного раствора бифеназата (2 мкг/см³) в ацетонитриле

При разработке способа определяли условия хроматографирования, позволяющие идентифицировать действующее вещество: варьировали температурой термостата колонки, составом мобильной фазы, ее скоростью, длиной волны детектирования.

Были установлены следующие условия хроматографирования:

- стационарная фаза — колонка хроматографическая Eclipse XDB-C18 (длина 150 мм, внутренний диаметр 4,6 мм, зернение 5 мкм);

- температура термостата колонки — 25°C;

- подвижная фаза — ацетонитрил : вода (80:20, по объему);

- скорость потока элюента — 0,8 см³/мин;

- объем вводимой пробы — 0,025 см³;

- ориентировочное время выхода бифеназата — 2,84 мин;

- диапазон детектирования — от 2,5 до 50 нг (от 0,0015 до 0,03 мкг вещества/см² кожных покровов).

Идентификация вещества проводится по времени удерживания бифеназата при длине волны 205 нм. Определяя длину волны детектирования бифеназата, руководствовались данными из [2], где указано, что максимум УФ-поглощения бифеназата в нейтральном растворе находится на 206 нм (272686 л×моль⁻¹×см⁻¹). Используя возможности детектора PDA Plus, был получен спектр поглощения бифеназата в ацетонитриле и установлено, что максимум УФ-поглощения вещества находится на 205 нм. Данное значение и было выбрано длиной волны для детектирования бифеназата в разработанном способе.

Количественное определение содержания бифеназата в смывах с поверхности кожи человека проводят методом абсолютной калибровки. Линейность методики при изократическом режиме элюирования определяли на 5-ти уровнях концентраций бифеназата в ацетонитриле (0,10; 0,25; 0,50; 1,00 и 2,00 мкг/см³). Коэффициент корреляции между площадью пика и концентрацией бифеназата составил более 0,999, что свидетельствует о линейности методики в выбранном диапазоне концентраций. Нижний предел обнаружения в предложенном способе, как и в МУК 4.1.3077-13, равен 0,0015 мкг/см³ кожных покровов человека.

Разработанный способ использовался для определения содержания бифеназата в смывах с кожных покровов операторов, работающих с коммерческим препаратом, в котором одним из действующих веществ был бифеназат. На рисунке 2 представлена хроматограмма смыва с кожных покровов правого предплечья оператора, заправляющего рабочий раствор препарата в распылитель.

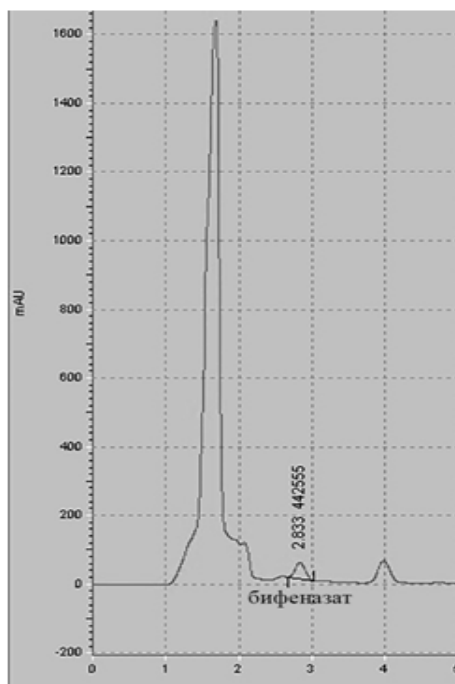


Рисунок 2. — Хроматограмма смыва с кожных покровов правого предплечья оператора-заправщика рабочего раствора бифеназата в распылитель

Таким образом, разработан новый способ определения содержания бифеназата в смывах с кожных покровов операторов, обладающий рядом преимуществ по сравнению с существующими методическими указаниями МУК 4.1.3077-13 [3]: применяется упрощенная экстракция бифеназата из салфетки без снижения чувствительности методики, при хроматографическом анализе пробы используется более простая по составу мобильная фаза и более точная длина волны детекции, в целом сокращается время анализа.

Литература

1. Бифеназат [Электронный ресурс] // Сайт «Академик». — Режим доступа: http://pesticides_plant_growth_regulators.academic.ru/94/%D0%91%D0%98%D0%A4%D0%95%D0%9D%D0%90%D0%97%D0%90%D0%A2. — Дата доступа: 25.08.2017.
2. Bifenazate [Electronic resource] // International union of pure and applied chemistry (IUPAC), The University of Hertfordshire, UK. — Mode of access: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/Reports/76.htm>. — Date of access: 15.09.2016.
3. МУК 4.1.3077-13. Измерение концентраций бифеназата в воздухе рабочей зоны и смывах с кожных покровов операторов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. — Введ. 2013-24-07. — М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2013. — 18 с.

Поступила 01.09.2017

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЫШЬЯКА В ПОЧВАХ МЕТОДОМ АТОМНОЙ АБСОРБЦИИ С ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЙ АТОМИЗАЦИЕЙ

Позднякова А. И., coheik@mail.ru

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Мышьяк — неметалл, негативное воздействие которого оценивают 1-м классом опасности (ГОСТ 17.4.1.02-83). Мышьяк попадает в организм чаще всего не в элементной форме, а в виде соединений. Хроническое отравление (при поступлении в организм в малых дозах, но в течение длительного времени) проявляется в раздражении слизистых оболочек глаз и верхних дыхательных путей. Соединения мышьяка при длительных действиях могут вызвать образование злокачественных опухолей.

Общетоксическое действие высоких доз тяжелых металлов на человека или животных приводит к поражению или изменению деятельности важнейших систем организма центральной и периферической нервной системы, кроветворения, внутренней секреции. Загрязняющие вещества наряду с общетоксическим воздействием обладают специфическим влиянием на репродуктивную функцию, способствуют возникновению злокачественных новообразований, нарушению аппарата наследственности.

Содержание мышьяка в верхнем слое незагрязненной почвы обычно колеблется в интервале 0,2–16 мг/кг [1]. По данным Д. С. Орлова, средняя концентрация этого элемента в почве изменяется в широком диапазоне — от 0,1–0,2 до 30–40 мг/кг [2]. Колесников С. И. с соавторами приводят диапазон содержания мышьяка в почвах, равный 1–50 мг/кг [3], Ковда В. А. оценивает накопление мышьяка в интервале 2–20 мг/кг как наименее опасное [4]. Кларк мышьяка в почвах мира по А. П. Виноградову составляет 5 мг/кг [5]. В Инструкции 2.1.7.11-12-5-2004 «Гигиеническая оценка почвы населенных мест» ПДК валового содержания элемента равно 2 мг/кг.

В связи с чрезвычайно токсичным характером соединений мышьяка надежные и высокочувствительные методы его определения имеют большое практическое значение. Для определения содержания мышьяка в почвах, природных и сточных водах в аналитической практике используются физико-химические методы: фотометрические, полярографические, радиоактивационные, атомно-абсорбционной и атомно-эмиссионной спектроскопии.

Определение валового содержания мышьяка в почвах состоит, как правило, из трех этапов: разложение пробы, перевод элемента в раствор и конечное измерение концентрации элемента одним из методов анализа. Почвенные образцы разлагают чаще всего смесью концентрированных серной, азотной и хлорной кислот; применения соляной и плавиковой кислот избегают из-за возможности потери легколетучих галогенидов мышьяка. Иногда используют спекание пробы с карбонатом калия или натрия и оксидом магния (или цинка).

Применение атомно-абсорбционного спектрометра с электротермическим атомизатором для анализа соединений мышьяка позволяет определять следовые количества элемента без его предварительного выделения и концентрирования, что существенно упрощает и ускоряет определение мышьяка, а также обеспечивает высокую сходимость и воспроизводимость результатов измерений.

На сегодняшний день в Республике Беларусь отсутствует метрологически аттестованная методика выполнения измерений мышьяка в почве. Используется Инструкция 4.1.10-14-5-2006 для автоклавной пробоподготовки с целью разложения проб и перевода микроэлемента в раствор. Измерения проводятся согласно ГОСТ 31870-2012 «Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектроскопии».

Целью данной работы была разработка методики измерения мышьяка в почвах методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией с учетом особенностей определения, связанных с мешающими влияниями других элементов.

Пробы почвы отбирали в соответствии с ГОСТ 29269-91. Почвы были просушены и просеяны через сито с диаметром отверстий 2 мм.

Для минерализации в соответствии с Инструкцией 4.1.10-14-5-2006 навеску воздушно-сухой почвы массой 2,0 г помещали во фторопластовую реакционную камеру, заливали 7 мл азотной кислоты и 0,5 мл перекиси водорода. Через 30–40 мин камеру закрывали фторопластовой крышкой и герметизировали в металлическом корпусе автоклава. Далее проводили отжиг по программе, °С: 160 — 1 ч, 180 — 2 ч, 200 — 1 ч. По окончании минерализации проводили охлаждение в течение 30–60 мин. Далее полученный минерализат количественно переносили в мерную колбу 25 мл.

Измерение проводили с помощью атомно-абсорбционного спектрометра непрерывного спектра с электротермическим атомизатором и атомно-абсорбционного спектрометра, оснащенного лампами с полым катодом.

Атомно-абсорбционный спектрометр ContrAA 700 оснащен двойным монохроматором с решеткой Эшелле и одним источником света на все элементы для проведения последовательного мультиэлементного анализа — ксеноновой лампой, которая дает излучение высокой интенсивности в широком диапазоне длин волн. Благодаря этой особенности могут быть измерены каждый элемент и каждая линия, появляется возможность использовать для анализа все линии спектра элемента.

Подготовку прибора к работе проводили в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора. В данном случае измерение мышьяка проводилось на длине волны 193,696 нм, т. к. эта длина волны обладает наибольшей чувствительностью для его определения.

Аликвотную часть подготовленной пробы вводили дозирующим устройством (микродозатором) в графитовую печь спектрометра. Нагревание пробы проводили в токе инертного газа (аргона) по программе, включающей высушивание, озонение, атомизацию пробы и отжиг в печи.

Для повышения температуры озонения проб рекомендуется в графитовую печь атомизатора перед введением в нее аликвотной части подготовленной пробы добавлять модификатор. Однако нам удалось подобрать следующий температурный режим, чтобы проводить измерения без него, не теряя в точности измерений:

- высушивание в три этапа: 80; 90; 110°С;
- озонение — 300°С;

- атомизация пробы — 2100°C;
- отжиг в печи — 2300°C.

Полученные результаты обрабатывали по формуле:

$$c = \frac{a \times V \times k}{m \times 1000},$$

где c — содержание мышьяка в пробе почвы в пересчете на воздушно-сухой образец, мг/кг;

a — концентрация мышьяка в пробе, полученная на приборе, мкг/л;

m — масса навески, г;

V — объем аликвоты, мл;

k — коэффициент разбавления;

1000 — коэффициент пересчета из мкг в мг.

В ходе измерений благодаря функции спектрального разложения спектрометра ContrAA 700 нами было определено, что при определении мышьяка мешающее воздействие может оказывать железо. Обычная длина волны, применяемая для обнаружения железа — 248,327 нм. Однако с очень низкой чувствительностью железо можно обнаружить и на длине волны 193,390 нм, что делает его весьма близким к мышьяку — 193,696 нм. Данная длина волны для определения железа не указана в основных реестрах длин волн, поэтому иначе как по спектру обнаружить, что определению мышьяка мешало именно присутствие железа, очень проблематично.

В атомно-абсорбционных спектрометрах, оснащенных лампами с полым катодом, обычно используется дейтериевая и зеемановская коррекция фона. Исследования, проведенные на приборе Agilent SpectrAA 240Z, показали, что классическая дейтериевая коррекция не позволяет отделить два элемента, определяемые на смежных длинах волн, и в итоге получается измеряемый усредненный пик из пиков двух элементов. В то же время зеемановская коррекция, использующая биполярное магнитное поле для коррекции фона, эффективно устраняет матричные помехи, в т. ч. мешающее влияние элементов со смежными длинами волн.

В результате нами была разработана методика определения мышьяка в почве, включающая способ мокрой минерализации и последующее измерение мышьяка методом атомной абсорбции с электротермической атомизацией на атомно-абсорбционном спектрометре с источником сплошного спектра или использующем зеемановскую коррекцию фона. Чувствительность определения мышьяка составляет 0,06 мг/кг. При необходимости данная методика может быть использована и для других объектов со сложной матрицей.

Литература

1. Kabata-Pendias, A. Biogeochemia pierwiastków śladowych / A. Kabata-Pendias, H. Pendias. — Warszawa : PWN, 1999. — 398 p.
2. Орлов, Д.С. Химия почв / Д. С. Орлов, Л. Н. Садовникова, Н. И. Суханова. — М. : Высш. школа, 2005. — 558 с.
3. Колесников, С. И. Биоэкологические принципы мониторинга и нормирования загрязнения почв / С. И. Колесников, К. Ш. Казеев, В. Ф. Вальков. — Ростов н/Д. : Изд. ЦВВР, 2001. — 64 с.
4. Ковда, В. А. Биогеохимия почвенного покрова / В. А. Ковда. — М. : Наука, 1985. — 263 с.
5. Виноградов, Б. В. Биотические критерии выделения зон экологического бедствия России / Б. В. Виноградов, В. П. Орлов, В. В. Снакин // Изв. РАН. Сер. географическая. — 1993. — № 5. — С. 13–27.

Поступила 01.09.2017

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ КАК ФАКТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ. АСПЕКТЫ НОРМИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ

¹Позднякова А. И., coheik@mail.ru,

²Герменчук М. Г., к.т.н., доцент, margerment@gmail.com

¹Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

²Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» (Белгидромет), г. Минск, Республика Беларусь

Использование человеком химических веществ в хозяйственной деятельности и вовлечение их в цикл антропогенных превращений в окружающей среде постоянно растет. В условиях бурного развития промышленности, энергетики и транспортных коммуникаций, интенсивной разработки полезных ископаемых, активной химизации сельского хозяйства происходит резкий рост уровня загрязнения природной среды и в первую очередь почв и растений. В последние десятилетия среди наиболее опасных загрязнителей все чаще называют тяжелые металлы. Их миграция и перераспределение в компонентах экосистем зависят как от целого комплекса природных факторов, так и от интенсивности и характера техногенеза.

Термин «тяжелые металлы» был заимствован из технической литературы, относящей к этой группе химические элементы, обладающие свойствами металлов и металлоидов, с плотностью более 5 г/см³. По известной биологической классификации химических элементов тяжелые металлы принадлежат к группам микро- и ультрамикроэлементов. Таким образом, термины «тяжелые металлы» и «микроэлементы» относятся к одним и тем же химическим элементам, а употребление того или иного термина связано с их концентрацией.

В природе тяжелые металлы являются химическими элементами в преимущественно рассеянной форме, хотя уровень их содержания в горных породах существенно различен, о чем свидетельствуют средние содержания (кларки) тяжелых металлов в земной коре [1].

Естественными источниками тяжелых металлов, кроме горных пород, для основных компонентов биосферы являются термальные воды и рассолы (бром, стронций, мышьяк, свинец, ванадий, селен, медь и др.), космическая и метеоритная пыль, вулканические газы.

Техногенное поступление тяжелых металлов в биосферу связано с разнообразными источниками. К важнейшим из них относятся следующие:

- карьеры и шахты по добыче полиметаллических руд;
- предприятия цветной и черной металлургии;
- электростанции, сжигающие уголь;
- сжигание различных отходов;
- металлообрабатывающие предприятия;
- автотранспорт;
- минеральные и органические удобрения, сточные воды и отходы животноводческих комплексов.

Почва является основной средой, в которую попадают тяжелые металлы, в т. ч. из атмосферы и водной среды. Она же служит источником вторичного загрязнения приземного воздуха и вод, попадающих из нее в Мировой океан. Из почвы тяжелые металлы усваиваются растениями, которые затем попадают в пищу.

Пахотные почвы загрязняются такими элементами как ртуть, мышьяк, свинец, медь, олово, висмут, которые попадают в почву в составе ядохимикатов, биоцидов, стимуляторов роста растений, структурообразователей. Нетрадиционные удобрения, изготавливаемые из различных отходов, часто содержат большой набор загрязняющих веществ с высокими концентрациями.

Распределение в ландшафте металлов, поступивших в атмосферу из техногенных источников, определяется расстоянием от источника загрязнения, климатическими условиями (сила и направление ветров), рельефом местности, технологическими факторами (состояние отходов, способ поступления отходов в окружающую среду, высота труб предприятий).

Накопление тяжелых металлов в почве отрицательно влияет на ее плодородие, микробиологическую деятельность, рост и развитие растений, а также на качество растениеводческой продукции. При обычной (фоновой) концентрации тяжелых металлов в почве растения способны регулировать их поступление через корневую систему. При повышенных концентрациях защитные и регулирующие механизмы растений уже не могут препятствовать поступлению тяжелых металлов в вегетативные органы.

На концентрацию тяжелых металлов оказывают влияние свойства почв. В почвах тяжелого гранулометрического состава, как правило, обнаруживаются более высокие концентрации тяжелых металлов, песчаные и супесчаные почвы в меньшей степени накапливают их. Значительное влияние оказывают кислотно-основные свойства почв. В условиях кислой среды нерастворимая часть фракции тяжелых металлов переходит в растворимые формы, тем самым концентрация тяжелых металлов в кислых почвах может нарастать [2].

Белорусская атомная электростанция (далее — БелАЭС) является постоянным источником тяжелых металлов в окружающую среду и почву в частности. Следовательно, при оценке воздействия БелАЭС необходимо создать программу комплексного мониторинга почв, включающую программу отбора и постоянных наблюдений (скрининг).

Одним из основополагающих принципов организации экологического мониторинга в зоне наблюдения АЭС должен стать комплексный подход, предусматривающий совмещение пунктов наблюдений за состоянием различных компонентов природной среды и проведение в них наблюдений за химическим загрязнением. Это, с одной стороны, снижает материальные затраты на проведение экспедиционных обследований по отбору проб объектов природной среды, с другой — позволяет использовать данные различных видов мониторинга для комплексного анализа и прогноза экологического состояния природной среды в зоне наблюдения АЭС.

Основная цель мониторинга земель (почв) в период строительства АЭС заключается в получении информации о фоновом химическом состоянии почв в зоне наблюдения АЭС как основы для прогнозирования влияния АЭС на почвенный покров в период ее эксплуатации.

Информация, полученная при мониторинге земель (почв) в период строительства АЭС, будет рассматриваться как фоновая и являться исходной для выявления и анализа возможного химического загрязнения земель (почв) в период эксплуатации АЭС.

Основными задачами мониторинга земель (почв) в период строительства АЭС являются:

- регулярные наблюдения за состоянием и уровнями химического загрязнения земель (почв) на выбранных пунктах наблюдений;
- оценка уровней загрязнения земель (почв) и тенденций изменения содержания загрязняющих веществ в почвах;
- своевременное обеспечение достоверной информацией о загрязнении земель (почв) ГП «Белорусская АЭС», Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, а также при необходимости Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь;
- получение необходимых и достаточных данных об экологическом состоянии территории в зоне наблюдения АЭС, фоновых уровнях химического загрязнения как основы для прогнозирования влияния АЭС на окружающую среду, разработка регламентов наблюдений за состоянием и химическим загрязнением земель (почв), выбор пунктов наблюдений (мест отбора проб) в периоды ее эксплуатации и принятия соответствующих проектных и управленческих решений.

Наблюдения за химическим состоянием земель (почв) проводятся на постоянных пунктах наблюдений. Сеть пунктов наблюдений должна обеспечивать получение информации, достаточной для объективной оценки состояния и тенденций загрязнения земель. В зоне наблюдения БелАЭС сеть пунктов мониторинга земель (почв) определена по результатам инженерно-экологических изысканий, выполненных в составе разработки проектной документации, с учетом следующих принципиальных положений:

- необходимости наблюдений в критических экосистемах;
- комплексности мониторинга — максимального совмещения пунктов мониторинга земель (почв) с пунктами мониторинга других природных компонентов (атмосферного воздуха, растительности);

- необходимости наблюдений в зонах с наибольшей химической нагрузкой, включая участки с загрязненными почвами, выявленные при проведении инженерно-экологических изысканий.

Организация мониторинга окружающей среды предполагает сеть отбора, лабораторный контроль, базы данных и систему нормирования. Таким образом, сеть комплексного мониторинга позволяет оценить выводы оценки воздействия окружающей среды, организацию и ведение мониторинга в части почв в Национальной системе мониторинга окружающей среды (НСМОС).

Нормативы содержания тяжелых металлов в почве позволяют оценить данные, полученные в результате мониторинга, сделать вывод о степени их накопления и в случае необходимости принять меры по устранению негативного влияния.

Проблема нормирования содержания тяжелых металлов в почве и растениях является чрезвычайно сложной из-за невозможности полного учета всех факторов природной среды. Например, изменение только агрохимических свойств почвы может в несколько раз уменьшать или увеличивать содержание тяжелых металлов в растениях. В то же время для решения практических вопросов необходимы определенные критерии или количественные параметры, характеризующие степень опасности загрязнения почвы и растений тяжелыми металлами.

Исследования [3, 4] показали, что загрязнение сельскохозяйственной продукции тяжелыми металлами находится в прямой, но слабой корреляционной зависимости с их валовым содержанием в почве. Это объясняется тем, что большая часть соединений металлов накапливается в почве в виде нерастворимых или слабо растворимых соединений.

Нормирование загрязнения почвы по количеству содержащихся в ней тяжелых металлов, основанное на достаточно больших экспериментальных материалах, позволяет ориентировочно определить уровень экологической опасности в отношении загрязнения природных вод и растительной продукции. Однако тесной корреляционной зависимости между содержанием в почве валового количества тяжелого металла и накоплением его в растениях в большинстве случаев нет, поэтому валовое содержание тяжелых металлов в почве является фактором емкости, отражающим в первую очередь потенциальную опасность загрязнения растительной продукции, инфильтрационных и поверхностных вод.

Важный недостаток существующих ПДК/ОДК: для оценки загрязнения почв используют фиксированные значения концентраций тяжелых металлов и металлоидов, не разделяя их природные и техногенные доли. Это приводит к завышению опасности загрязнения на территории положительной геохимической аномалии и к занижению — на площади отрицательно природной аномалии. Фиксированные значения нормативов не учитывают также природно-климатические и геохимические особенности регионов.

В Нидерландах сформирован гибкий подход к установлению ПДК, учитывающий и фоновое содержание металла в почве, и степень опасности металлов по отношению к почвенной биоте [5]. Исследовали влияние водных вытяжек из почв, загрязненных данными элементами, на разные типы организмов (не менее 4): растения, а также бактерии и другие микроорганизмы, т. е. учитывали токсическое влияние на почвенную биоту, а не прямое действие тяжелых металлов на здоровье человека при вдыхании пыли и потреблении питьевой воды. Установлено 3 уровня содержания их в почве: фоновые концентрации; концентрации, указывающие на необходимость дополнительных исследований и мероприятий; пороговые концентрации, свидетельствующие о необходимости проведения срочных мер по очистке почв. Однако указанные нормы пока разработаны только для 17 элементов.

В Республике Беларусь содержание тяжелых металлов в почвах нормируется по ГН 2.1.7.12-1-2004 «Перечень предельно допустимых концентраций (далее — ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (далее — ОДК) химических веществ в почве». В данном документе для некоторых металлов нормируется валовое содержание, для некоторых — содержание подвижных форм. Всего значения ПДК указаны лишь для 12 металлов и отсутствует значение ПДК для кадмия (среди элементов I-го класса опасности). Представляется целесообразным при формировании экологических индикаторов, связанных с содержанием тяжелых металлов в почвах, как это рекомендует рабочая группа по мониторингу Европейской Экономической Комиссии ООН, учитывать не только санитарно-гигиенические критерии, но и воздействие тяжелых металлов на окружающую среду.

Литература

1. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I-IV групп : справочник / под ред. В. А. Филова. — Л. : Химия, 1988. — 512 с.
2. Иванов, В. В. Геохимия рассеянных элементов, Ga, Ge, Gd, In, Tl в гидротермальных месторождениях. — М. : Недра, 1966. — 389 с.
3. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. — М. : Мир, 1989. — 439 с.
4. Виноградов, А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. — М. : Изд-во АН СССР, 1957. — 237 с.
5. Crommentijn, T. Maximum Permissible Concentrations and Negligible Concentrations for metals, taking background concentrations into account / T. Crommentijn, M. D. Polder, E. J. Van de Plassche // RIVM Report 601501001. — Bilthoven, Netherlands. — 1997. — 260 p.

Поступила 04.09.17

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ СТРЕПТОМИЦИНА В МАСЛЕ СЛИВОЧНОМ И СПРЕДАХ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ

¹Полоневич А. Г., gannapalanevich@gmail.com,

¹Буко И. В., к.б.н., buko_iv@rambler.ru,

²Шупилова Е. П., kotya84@tut.by

¹Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

²Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова», г. Минск, Республика Беларусь

Антибиотики являются химическими веществами, способными даже в малых количествах уничтожать микроорганизмы либо ингибировать их рост. Однако их широкое применение в течение долгого времени приводит к адаптации

и формированию устойчивости микроорганизмов к данным препаратам. Следствием неконтролируемого использования антибиотиков является риск появления инфекций, которые станут устойчивыми к лечению антибактериальными веществами. Наряду с этим они нередко вызывают аллергические реакции у детей и взрослых людей.

Аминогликозиды представляют собой большой класс природных и полусинтетических углеводных антибиотиков, сходных по химическому строению, противомикробной активности, фармакокинетическим свойствам и побочным эффектам.

Стрептомицин — один из первых представителей группы аминогликозидов, который широко используется в ветеринарной медицине и животноводстве для лечения инфекций, вызванных аэробными грамотрицательными и некоторыми грамположительными бактериями. Стрептомицин представляет собой очень полярное органическое соединение, молекула которого состоит из трех частей: стрептидина, стрептозы и N-метилглюкозамина [1, 2]. Структурная формула стрептомицина приведена на рисунке 1.

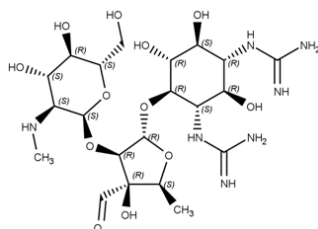


Рисунок 1. — Структурная формула молекулы стрептомицина

Выраженные побочные явления, характерные для данного антибиотика, дают основание для самого тщательного контроля остаточного содержания стрептомицина в сырье и готовой продукции животноводства. В Республике Беларусь и в Таможенном союзе в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями содержание стрептомицина в пищевых продуктах нормируется [3] и не должно превышать 200 мкг/кг. В странах Европы также установлены максимально допустимые уровни остаточных количеств ветеринарных лекарственных препаратов в пищевых продуктах животного происхождения. Так, в молоке максимально допустимый уровень стрептомицина составляет 200 мкг/кг.

Существует методика определения остаточного количества аминогликозидов в продукции животноводства методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (далее — ВЭЖХ) с масс-спектрометрическим детектором. Метод заключается в двухстадийном извлечении стрептомицина водным буферным раствором, доведении pH полученного экстракта до заданного уровня, очистке экстракта твердофазной экстракцией и количественном анализе методом ВЭЖХ с масс-спектрометрическим детектированием [4]. Однако данный метод является времязатратным, обладает относительно низкой точностью определения (относительная расширенная неопределенность 86%) и не позволяет добиться достаточного диспергирования проб, содержащих большое количество жира (масло, спреды), в экстракционной смеси, что может приводить к получению заниженных результатов. Таким образом, целью работы явилась разработка методики определения остаточных количеств стрептомицина в масле сливочном и спредах с нижним пределом определения, соответствующим санитарно-гигиеническим требованиям Республики Беларусь, и приемлемой расширенной неопределенностью измерений.

В качестве объектов исследования использовали водные растворы стрептомицина, масло сливочное и спред сливочно-растительный. Для разработки методики применяли метод ВЭЖХ с масс-спектрометрическим детектированием, а также жидкостную и твердофазную экстракцию.

При исследованиях по определению остаточных количеств стрептомицина в масле сливочном и спреде рассматривали варианты нормально-фазовой и обращенно-фазовой хроматографии, подбирали градиент подвижной фазы, типы картриджей для твердофазной экстракции, варьировали соотношение состава и концентрацию экстрагирующей смеси, а также устанавливали оптимальное значение pH пробы перед твердофазной экстракцией и соотношение муравьиной кислоты в метаноле, применяемой для элюирования стрептомицина с картриджа.

В первую очередь, установили наилучшие значения параметров масс-спектрометрического детектирования и условия хроматографирования. Оптимальные параметры настроек масс-детектора для идентификации стрептомицина определили на основании экспериментальных данных, полученных в режимах MS2 Scan, MS2 SIM, Product Ion при анализе водного раствора стрептомицина концентрацией 10 мкг/см³, вводимого непосредственно в масс-детектор. На рисунке 2 представлен масс-спектр, полученный при анализе раствора стрептомицина.

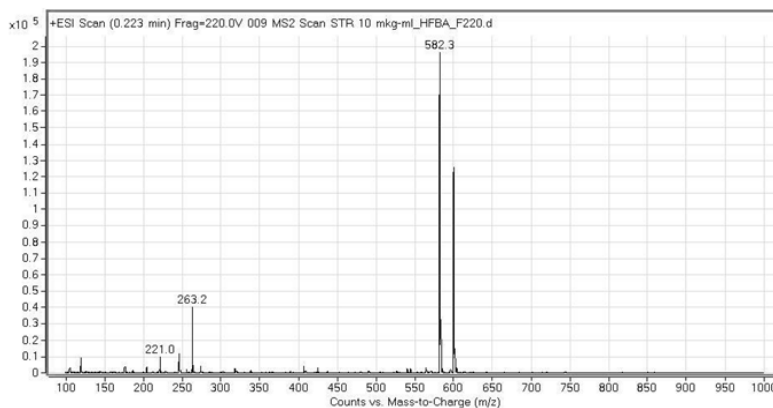


Рисунок 2. — Масс-спектр стрептомицина, полученный при анализе водного раствора концентрацией 10 мкг/см³ в режиме MS2 Scan

В качестве родительского иона был выбран молекулярный ион с отношением массы к заряду m/z 582,3, который представляет собой протонированную форму стрептомицина. Для выбора дочерних ионов изучено влияние энергии соударений на характер образовавшихся ионов и величину их отклика. Установленные родительский и дочерние ионы, соответствующие значения напряжения на фрагменторе и энергии соударения представлены в таблице 1.

Таблица 1. — Параметры масс-спектрометрического детектирования стрептомицина в режиме мониторинга выбранных реакций с регистрацией положительных ионов

Определяемый антибиотик	Родительский ион, m/z	Дочерние ионы, m/z	Напряжение на фрагменторе, В	Энергия соударений, эВ
Стрептомицин	582,3	263,1	235	35
		246,1		40

При подборе условий хроматографического разделения были выбраны в качестве неподвижной фазы хроматографическая колонка с обращенной фазой ZORBAX Eclipse Plus C18 с зернением 3,5 мкм, длиной 150 мм, диаметром 2,1 мм, в качестве подвижной фазы — растворы 10 мМ гептафторбутановой кислоты в воде (элюент А) и 10 мМ гептафторбутановой кислоты в ацетонитриле (элюент В). Установленные нами условия хроматографирования и параметры источника ионизации представлены в таблице 2.

Таблица 2. — Условия хроматографического разделения и параметры источника ионизации

Объем вводимой пробы		20 мкл
Температура термостата колонки		25°C
Условия градиентного элюирования		
Время, мин	Элюент А, %	Элюент В, %
0	25	75
0–5,00	от 25 до 30	от 75 до 70
5,00–5,01	от 30 до 60	от 70 до 40
5,01–7,00	60	40
7,00–7,01	от 60 до 25	от 40 до 75
16,00	25	75
Параметры настройки источника ионизации:		
Температура осушающего газа		350°C
Напряжение на капилляре		5000 В
Скорость потока газа десольвации		600 дм ³ /ч
Давление на небулайзере (распылителе)		45 psi

Изучено влияние состава экстрагирующей смеси на отклик стрептомицина. Исходя из данных литературы, было выделено несколько экстрагирующих смесей: (1) — смесь 5% раствора трихлоруксусной кислоты (ТХУ) и 0,6 мМ раствора натриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (Na₂EDTA), (2) — смесь 5% раствора ТХУ, 0,5 мМ раствора Na₂EDTA и 15 мМ раствора калия фосфорнокислого однозамещенного, (3) — смесь 5% раствора ТХУ, 0,5 мМ раствора Na₂EDTA и 50 мМ раствора формиата аммония, (4) — смесь 2,5% раствора ТХУ, 0,25 мМ раствора Na₂EDTA и 10 мМ раствора ацетата аммония, (5) — 5% раствор ТХУ. Установлено, что 5%-й водный раствор трихлоруксусной кислоты представляет собой оптимальный экстрагирующий реагент, т. к. даже небольшое количество добавок солей приводило к существенному снижению отклика стрептомицина.

Для очистки проб и концентрирования аналита использовали метод твердофазной экстракции. Нами изучено удерживание стрептомицина на картриджах с катионно-обменными сорбентами с привитыми карбоксильными группами на основе дивинилбензола и на основе силикагеля. Установлено, что стрептомицин лучше удерживается на катионно-обменных полимерных сорбентах с привитыми карбоксильными группами (Oasis WCX, Chromabond HR-CXW, Bond Elut Nexus WCX). Для дальнейших исследований выбраны картриджи Bond Elut Nexus WCX 3 мл, 60 мг, на которых была достигнута наибольшая степень извлечения стрептомицина.

Изучили влияние pH наносимого на картридж экстракта на удерживание стрептомицина на сорбенте. Наилучшие отклики были получены при нанесении экстрактов с pH 7,0 и 8,0. При pH 7,0–8,0 стрептомицин существует в виде двух- и трехзаряженных катионов и удерживается на картридже как за счет сильных электростатических взаимодействий между карбоксильными группами стационарной фазы и молекулами стрептомицина, так и за счет гидрофобных взаимодействий. При более высоких значениях pH равновесие сдвигается в сторону образования однозаряженного катиона стрептомицина и его нейтральной молекулы, кулоновские взаимодействия значительно ослабевают, а обращено-фазовые оказываются недостаточными для удерживания аналита на картридже. Таким образом, в силу особенностей удерживания стрептомицина на сорбенте в зависимости от значений pH экстракта и трудоемкости достижения точного значения pH в поточных анализах, в качестве оптимального значение pH экстракта установлено 7,5±0,5.

Изучена зависимость площади пика стрептомицина от состава раствора, применяемого для элюирования аналита с картриджа. Максимальный отклик стрептомицина наблюдался при его смыве с картриджа 5%-м раствором муравьиной кислоты в метаноле.

Для достижения хорошего диспергирования экстракционной системы при извлечении стрептомицина из проб сливочного масла, спредов и жиров, навеску пробы растворяли в гексане, а затем добавляли экстрагент (5% водный раствор ТХУ).

В результате исследований предложен следующий подход к определению остаточных количеств стрептомицина в масле сливочном и спредах.

Для определения содержания стрептомицина 2,0 г образца масла сливочного или спреда помещали в полипропиленовую пробирку объемом 50 см³, растворяли в 10 см³ гексана, затем в пробирку добавляли 15 см³ 5%-го водного раствора трихлоруксусной кислоты и перемешивали на вортексе в течение 20 мин. После этого пробу центрифугировали при 10000 об./мин в течение 10 мин при температуре 5°C. Экстракт фильтровали в новые полипропиленовые пробирки объемом 50 см³ через бумажный фильтр «синяя лента». Далее значение pH экстракта доводили до 7,5±0,5 с помощью 1 М раствора NaOH. Затем экстракт очищали методом твердофазной экстракции на картридже, содержащем катионно-обменный сорбент на основе силикагеля с привитыми карбоксикислотными группами «Bond Elut Nexus WCX». Предварительно сорбент кондиционировали 3 см³ метанола и уравнивали 3 см³ деионизованной воды. Затем наносили полученный экстракт на картридж, промывали картридж 3 см³ деионизованной воды и сушили сорбент под вакуумом в течение 10 мин. Стрептомицин элюировали с картриджа 6 см³ 5,0%-го раствора муравьиной кислоты в метаноле. Полученный элюат упаривали на нагревательном модуле в токе воздуха досуха при температуре 40°C. К полученному сухому остатку добавляли 1 см³ 10 мМ водного раствора гептафторбутановой кислоты. Пробирку перемешивали на вортексе в течение 10 мин. Раствор фильтровали через шприцевой мембранный фильтр из регенерированной целлюлозы «Captive Econofilters» диаметром 13 мм и размером пор 0,2 мкм в вialу для автосамплера. Компоненты полученного экстракта разделяли и регистрировали методом ВЭЖХ на жидкостном хроматографе «Agilent 1200» с масс-спектрометрическим детектором «Agilent 6410».

На рисунке 3 представлена типичная хроматограмма пробы масла сливочного с внесением стрептомицина на уровне 600 мкг/кг.

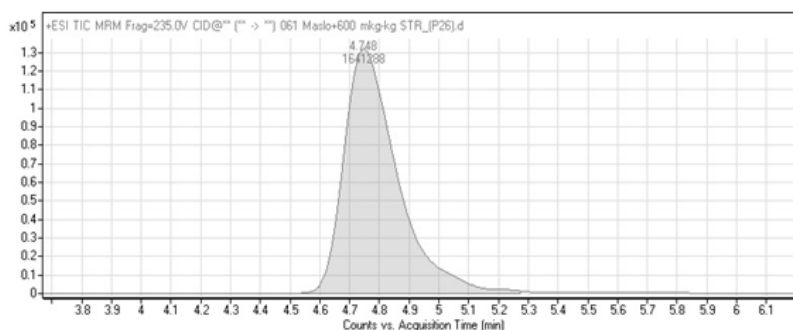


Рисунок 3. — Хроматограмма пробы масла сливочного с внесением стрептомицина на уровне 600 мкг/кг

Из рисунка 3 видно, что пик стрептомицина четкий, интенсивный и хорошо отделен от примесей, что позволяет проводить анализ и определение остаточных количеств стрептомицина в продуктах питания с нижним пределом определения, удовлетворяющим санитарно-гигиеническим требованиям [3].

Для проверки линейности готовили серию градуировочных растворов с концентрациями 200,0; 400,0; 800,0; 1600,0 и 2000,0 нг/см³. Для этого в центрифужные пробирки вместимостью 50 см³ помещали 2,0 г масла сливочного или спреда, не содержащих стрептомицин, и последовательно добавляли необходимое количество основного стандартного раствора стрептомицина концентрацией 10 мкг/см³. Градуировочные растворы проводили через все стадии пробоподготовки и анализировали при указанных выше условиях хроматографирования. По полученным данным при помощи программного обеспечения Agilent MassHunter построен градуировочный график зависимости площади пика от концентрации анализируемого вещества, линейный в диапазоне рабочих концентраций 200–2000 нг/см³, что соответствует 100–1000 мкг/кг продукта.

По результатам валидации предложенной методики определения стрептомицина в продуктах с высоким содержанием жира были рассчитаны значения следующих метрологических характеристик (P = 0,95; n = 30): относительное стандартное отклонение повторяемости — 3,0%, степень извлечения — 103%, относительная расширенная неопределенность — 21,8%.

Таким образом, разработанная методика определения остаточных количеств стрептомицина в молочной продукции с высоким содержанием жира с помощью метода высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием характеризуется хорошей воспроизводимостью и достоверностью получаемых результатов. Нижний предел методики составляет 100,0 мкг/кг, что соответствует санитарно-гигиеническим требованиям Республики Беларусь.

Литература

1. Mokh, S. Optimization and comparisons for separation, detection and quantification of 12 aminoglycosides using 2 chromatographic conditions by LC-MS/MS / Mokh S. [et al.] // Am. J. Anal. Chem. — 2014. — Vol. 5. — P. 982–994.
2. Isoherranen, N. Chromatographic methods for analysis of aminoglycoside antibiotics / N. Isoherranen, S. Soback // J. AOAC Int. — 1999. — Vol. 82, № 5. — P. 1017–1045.
3. ТР ТС-033-2013. О безопасности молока и молочной продукции : утв. Решением Совета Евраз. эконо.комис. 9 окт. 2013 г. № 67. — Минск : Госстандарт : БелГИСС, 2015. — 92 с.
4. Продукты пищевые, продовольственное сырье. Метод определения остаточного содержания антибиотиков с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектором : ГОСТ 32798-2014. — Введ. 2016-01-01. — М. : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2015. — 12 с.

Поступила 31.08.2017

СОВМЕСТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ЭТОФУМЕЗАТА, ДЕСМЕДИФАМА И ФЕНМЕДИФАМА В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Турко М. С., marinka8-90@mail.ru

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Одной из наиболее важных проблем в современном мире является загрязнение окружающей среды — земли, воды, воздуха, продуктов питания и, как следствие, организма человека. Весьма опасными для человека химическими веществами являются пестициды. Они широко используются в сельском хозяйстве для регулирования роста и защиты растений от различных вредителей и болезней, удаления сорняков. В результате циркуляции пестицидов в окружающей среде они присутствуют в атмосфере, почве, растениях и воде.

В Республике Беларусь содержание пестицидов в объектах окружающей среды нормируется по «Гигиеническим нормативам содержания действующих веществ пестицидов (средств защиты растений) в объектах окружающей среды, продовольственном сырье, пищевых продуктах» [1].

Широко распространенными пестицидами, относящимися к группе гербицидов, являются десмедифам, фенмедифам и этофумезат. Десмедифам и фенмедифам быстро проникают в листовую пластину, однако дальнейшей транслокации не происходит. Этофумезат является ингибитором липидной системы растений, нарушает рост меристемных тканей, замедляет деление клеток, ограничивает образование воскового слоя. Он легко абсорбируется проростками и корнями в момент прорастания семян сорных растений, но плохо проникает через листья после формирования кутикулы, транслокация его в растении ограничена. Влажная почва значительно усиливает действие этофумезата, а сухая почва и высокое содержание органических веществ снижает его активность.

Десмедифам, фенмедифам и этофумезат можно применять как самостоятельные пестициды, так и в комбинациях. Существуют препараты, в основу которых входят одновременно десмедифам, фенмедифам и этофумезат, дополняющие друг друга, например «Эксперт Квадро ОФ, МКС», «Бетанал Эксперт ОФ, КЭ», «Виктор, СК» и другие.

Для ускорения времени проведения анализа, снижения его стоимости представляет интерес отбор и анализ образцов для одновременного определения нескольких действующих веществ.

Целью работы являлась разработка методики совместного определения остаточных количеств десмедифама, фенмедифама и этофумезата в подземных водах.

В работе применяли аналитические стандарты десмедифама (чистота — 99,5%), фенмедифама (чистота — 99,3%) и этофумезата (чистота — 99,6%).

В качестве образцов для исследования использовали дистиллированную воду и подземную воду с внесенным количеством каждого из указанных средств.

Возможность одновременного определения нескольких веществ зависит от времени их выхода при хроматографировании, что в свою очередь определяется их строением и химическими свойствами. Ниже приведены химические характеристики исследуемых веществ.

Десмедифам (ISO).

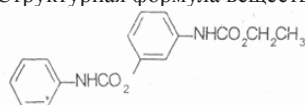
Этил-3-фенил-карбамоилокси-фенил-карбамат.

3-этоксикарбонил-аминофенил-фенил-карбамат.

Этил-3-фенилкарбамоил-окси-карбанилат (IUPAK).

Эмпирическая формула вещества: $C_{16}H_{16}N_2O_4$.

Структурная формула вещества:



Молекулярная масса — 300,3.

Десмедифам — твердое кристаллическое вещество от белого до бежевого цвета со слабым ароматическим запахом, температура плавления — 114–118°C, относится к классу бикарбаматов, коэффициент распределения октанол–вода K_{ow} , $\log P$ — 3,39 ($pH = 5,9$), стабилен в кислой среде, подвергается гидролизу в нейтральной и щелочной средах. Растворимость в воде при 20°C составляет 7 мг/м³. Растворимость в органических растворителях: ацетон — 400,0; метанол — 180,0; этилацетат — 149,0; хлороформ — 80,0; дихлорэтан — 17,8; бензол — 1,6; толуол — 1,2; гексан — 0,5 г/м³ при 20°C.

Фенмедифам (ISO).

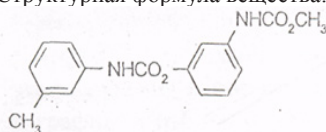
0-[3-(метоксикарбониламино)фенил]-N-(толил-3)карбамат.

3-метоксикарбамидофенил-N-3-метилфенилкарбамат.

3-метокси-карбонил-аминофенил-3'-метилкарбанилат (IUPAK).

Эмпирическая формула вещества: $C_{16}H_{16}N_2O_4$.

Структурная формула вещества:



Молекулярная масса — 300,3.

Фенмедифам — белое кристаллическое вещество без запаха с температурой плавления 140–144°C, относится к классу бикарбаматов, коэффициент распределения октанол–вода K_{ow} , $\log P$ — 3,59 ($pH = 3,9$), стабилен в кислой среде,

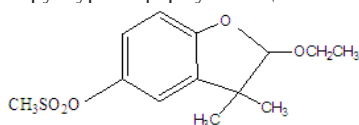
подвергается гидролизу в нейтральной и щелочной средах. Растворимость в воде при 20°C составляет 4,7 мг/м³. Хорошо растворим во многих органических растворителях: в ацетоне — 200, циклогексане — 200, в метаноле — 50, этилацетате — 56, хлороформе — 20, дихлорметане — 16,7, бензоле — 2,5, н-гексане — 0,5 г/м³.

Этофумезат (ISO);

(±)-2-этокси-2,3-дигидро-3,3-диметилбензофуран-5-ил-метансульфонат(IUPAK).

Эмпирическая формула вещества: C₁₃H₁₈O₅S.

Структурная формула вещества:



Молекулярная масса — 286,3.

Этофумезат — твердое кристаллическое вещество светло-коричневого цвета без запаха с температурой плавления 69–71°C, относится к классу бензофуранов, коэффициент распределения октанол–вода Kow, log P — 2,7 (pH = 6,5–7,6), стабилен к гидролизу в водных растворах при pH = 7 и pH = 9. Растворимость в воде при 20°C составляет 50 мг/м³. Хорошо растворим во многих органических растворителях: в ацетоне, дихлорметане, этилацетате, диметилсульфоксиде — более 600, метаноле — 120–150, этаноле — 60–75, изопропанол — 25–30, гексане — 4,7 г/м³.

Для выполнения исследований использовали высокоэффективный жидкостный хроматограф «Agilent 1260» с диодно-матричным детектором, оснащенный хроматографической колонкой Hypersil ODS длиной 250 мм, диаметром 4,0 мм.

Для исследования нами были подобраны следующие условия хроматографирования:

- колонка хроматографическая Hypersil ODS, длина — 150 мм, внутренний диаметр — 4,0 мм, зернение — 5 мкм;
- подвижная фаза для ВЭЖХ: смесь метанол – бидистиллированная вода (55:45);
- скорость потока подвижной фазы: 0,65 см³/мин;
- температура колонки: 23°C;
- рабочая длина волны: 254 нм;
- объем вводимой пробы: 20 мкл.

Идентификацию веществ проводили по времени удерживания, а количественное определение — методом абсолютной калибровки по площадям пиков.

При определении десмедифама, фенмедифама и этофумезата пробу воды объемом 200 см³ фильтровали через беззольный фильтр «синяя лента» в делительную воронку емкостью 500 см³, добавляли 50 см³ органического растворителя и интенсивно встряхивали в течение 2 мин. После полного разделения фаз нижний слой органического растворителя переносили в колбу-концентратор вместимостью 250 см³, пропуская экстракт через безводный сульфат натрия, нанесенный на беззольный фильтр «синяя лента». Процедуру извлечения десмедифама, фенмедифама и этофумезата повторяли еще 2 раза тем же количеством растворителя. Осушитель промывали 10 см³ органического растворителя и смыв объединяли с основным экстрактом. Объединенный экстракт упаривали на ротационном вакуумном испарителе при температуре водяной бани не более 40°C досуха. Сухой остаток растворяли в 1 см³ подвижной фазы и анализировали при условиях хроматографирования, указанных выше.

Нижний предел обнаружения в пробах подземных вод, мг/дм³: десмедифама — 0,00125, фенмедифама — 0,0005, этофумезата — 0,0025 мг/дм³.

Экстракцию пестицидов проводили с использованием хлористого метилена, гексана и диэтилового эфира. В образцы дистиллированной воды вносили десмедифам, фенмедифам и этофумезат для получения растворов с конечными концентрациями 0,50; 0,25; 1,50 мкг/см³ соответственно.

Результаты исследований по степени извлечения пестицидов различными растворителями представлены на рисунке.

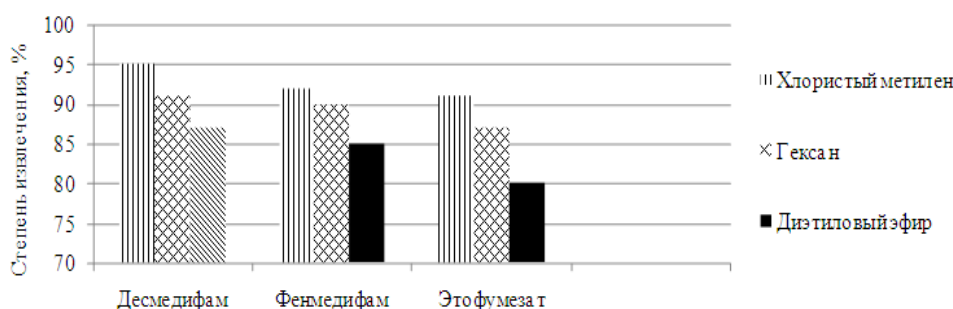


Рисунок — Средняя степень извлечения десмедифама, фенмедифама и этофумезата в зависимости от применяемого экстрагента

Как видно из полученных данных, наиболее подходящим экстрагентом для всех пестицидов является хлористый метилен.

Апробацию разработанной методики проводили с использованием образцов подземной воды с внесенным количеством десмедифама, фенмедифама и этофумезата для получения растворов с конечными концентрациями 0,50; 0,25; 1,50 мкг/см³ соответственно. Повторность опыта трехкратная.

Как видно из полученных результатов, с использованием разработанной методики можно определять совместное содержание десмедифама, фенмедифама и этофумезата в подземных водах с выходом не менее 86% (таблица).

Таблица — Результаты исследований

Наименование образца	Десмедифам		Фенмедифам		Этофумезат	
	концентрация раствора, мкг/см ³	степень извлечения, %	концентрация раствора, мкг/см ³	степень извлечения, %	концентрация раствора, мкг/см ³	степень извлечения, %
Подземная вода	0,44	88	0,22	88	1,29	86

Таким образом, нами разработана чувствительная и эффективная методика идентификации и совместного количественного определения десмедифама, фенмедифама и этофумезата в подземных водах. Методика основана на извлечении десмедифама, фенмедифама и этофумезата из анализируемых образцов органическим растворителем, их концентрировании и последующем анализе методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Литература

1. ГН. Гигиенические нормативы содержания действующих веществ пестицидов (средств защиты растений) в объектах окружающей среды, продовольственном сырье, пищевых продуктах : гигиен. норматив : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 27.09.2012, №149. — Минск, 2012. — 173 С.

Поступила 31.08.17

ASSESSMENT OF CHEMICAL PURITY AND BIOLOGICAL AVAILABILITY OF ZINC CITRATE, PRODUCED BY AQUANANOTECHNOLOGY

Gulich M. P., Grand PhD in Medical sciences, Professor, gumapa@ukr.net,
Kharchenko O. O., PhD in Biological sciences, kharchenko_belan@ukr.net,
Yemchenko N. L., PhD in Chemical sciences,
Yashchenko O. V., PhD in Biological sciences, oksana_2012@bigmir.net,
Liubarska L. S., PhD in Biological sciences, liubarskals@gmail.com,
Moiseienko I. Ye., mirena99@ukr.net,
Olshevska O. D., PhD in Medical sciences, lelya.olshevskaya@gmail.com

State Institution «O. M. Marzeyev Institute for Public Health of the National academy of medical sciences of Ukraine», Kiev, Ukraine

Micronutrient deficiency (deficiency of mineral substances and vitamins) in the nutrition of the population threatens to become a disaster of XXI century. It is impossible to balance completely a macro-and microelement composition of food intake of a contemporary human only owing to the consumption of natural foodstuffs [1]. The most prospective direction in the solution of the problem of liquidation of this deficiency is the enrichment of the foodstuffs for everyday consumption with macro and microelements.

In spite of this we should adhere to a law of biotic adequacy of the nutrition, it is in the fact that food as an element of the environment should be biotic, i. e. shouldn't introduce xenobiotics of chemical and biological origin in the inner medium of the organism. At the development and production of the enriched products a choice of physico-chemical forms of micronutrients belongs to the problems which require a competent scientifically substantiated solution.

Hitherto the enrichment of the foodstuffs with microelements was carried out owing to the salts of inorganic acids. But because of its low biological availability they are assimilated in the organism in a small amount. At present, an advantage in this issue is given to the organic forms of micro-and macroelements, their assimilability is by an order of magnitude greater.

A prospective direction in the solution of this problem is an enrichment of the foodstuffs with microelements in the form of citrates — salts of citric acid which are synthesized in a human organism and take part in the Krebs cycle.

Biometal citrates are safe, and what is more, they exhibit antioxidant and radioprotective effects, affect positively on cardiovascular and immune systems of the organism, therefore these compounds comply with the requirements to the ingredients in the composition of the foodstuffs. Mineral substances in the form of citrates are allowed to be used in the foodstuffs including children's nutrition.

Metal citrates, produced by classic procedures, do not always comply with the requirements for the food ingredients because of a technology for their production is laborious and expensive. Methods for synthesis of sodium, potassium, calcium, magnesium, and iron citrates were developed. But there is no zinc citrate as the most important element for the vital functions of human organism in this list.

Real perspectives of cardinal solution of the problem of the liquidation of microelement deficiency by means of the enrichment of the foodstuffs owing to the food acid carboxylates of biogenic metals appeared as a result of the intensive development of nanotechnologies for the last years. Achievements of nanotechnologies give a possibility to synthesize such chemical compounds which production with the help of classic chemical reactions is impossible in general or problematic.

Thus, the authors of the present article created a prior direction in nanotechnology which helped to generate food acid carboxylates even of such noble metals with a low reaction ability as gold and silver (citrates, succinates, and ascorbates of silver and gold) and ultrapure carboxylates of main food acids of biogenic metals (zinc, magnesium, manganese, iron, cobalt, molybdenum) [2–5].

Generation of the mentioned carboxylates is performed in two stages. At the first stage, a water colloid solution of nanoparticles of microelements is generated by the dispergation of ultrapure granules of the corresponding metals by the impulse of the electric current in deionized water. At the second stage, the carboxylates of biogenic metals are generated by the reaction of direct interaction

of highly active nanoparticles with a food carboxylic acid. Since any other substances are not included in the number of reagents, and nanoparticles take part completely in chemical reaction of the production of salts of carboxylic acids, the ultrapure products are generated as a result, and, what is very important, they do not already include reactive nanoparticles. Enrichment of the foodstuffs with microelements just in a form of bound compounds—carboxylates of food acids, but not free metal nanoparticles, takes away one of the most important, in our opinion, fully rationalized problem which is discussing intensively. This is a problem of possible risk for the health of the population from the use of highly reactive and not well controlled nanoparticles which properties are constantly changed in time and with the changes of medium.

This way for the production of metal citrates is cheaper than chemical one and makes it possible to reach the industrial volume of the production. One should realize that citrate solutions are produced by aquananotechnology. It is entirely new, unusual object. Thus generated solutions don't have constant composition (stoichiometry): they can include both excess of citric acid and excess of metal. Their concentration varies in rather wide limits depending on the parameters of physical process, i.e. generated compounds can be called citrates only relative. Methodology for the study of the objects of such a kind has not been developed. Therefore we stated an objective: to develop the methodical approaches for the study of the solutions of zinc citrate, produced by aquananotechnology, to study its chemical purity and bioavailability.

The subject of the study was solutions of zinc citrate, produced by aquananotechnology, and zinc sulphate. We took a complex compound [ZnCit] which is produced at the dissolving of zinc citrate $Zn_3(Cit)_2 \cdot H_2O$ in water, and at $pH \leq 8.6$ has a form of monobasic acid as a subject analogue.

As far as stoichiometry, produced by aqua nanotechnology, is not stable, we had to choose the procedures for its determination in each concrete case: i. e. the procedures for the determination of the components of zinc solutions and citric acid. We have developed an algorithm for the study.

Taking into account that zinc citrate solutions, produced by aquananotechnology, are rather concentrated ($1-20 \text{ g/dm}^3$) we chose a cheap, available and express procedure of chelatometric titration for the determination of zinc in them. We also carried out a determination of zinc in these samples with the help of the procedure of inversive voltammetry at the voltammetric analyzer ABA-1. The background — $8 \text{ cm}^3 0.05 \text{ n HCl}$, $2 \text{ cm}^3 \text{ KNO}_3 1 \text{ M}$, 1 drop ($\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 10 \text{ g/dm}^3 + 1 \text{ drop Ga}(\text{NO}_3)_3 0.001 \text{ M}$).

Zinc titration was conducted with ethylene-diamine-tetraacetic acid (chelate, trilon B) at the presence of metallochromic indicators. The results of the performed study are provided in the table 1.

Table 1. — Results of the determination of zinc in citrate solutions produced by aquananotechnology

Series №	Sample of zinc citrate solution	Content of zinc, g/dm^3		Discordance of results, %	Solution pH
		chelatology	inversive voltammetry		
1	Zn ₁	0.72	0.96	28.57	2.89
	Zn ₂	11.11	16.00	36.09	2.98
	Zn ₃	12.58	11.65	7.68	2.85
	Zn ₄	5.20	5.60	7.40	5.45
	Zn ₅	2.28	3.40	39.13	—
2	Zn № 1	2.83	3.10	9.11	3.55
	Zn № 2	5.7	5.50	3.57	3.86
	Zn № 3	1.32	1.33	0.75	3.57

To determine a citric acid we accepted a procedure of highly effective liquid chromatography (HELC) as a basic one. The determination was conducted at the liquid chromatograph Agilent Technologies-1200 with UV detector. Conditions for determination: wavelength (λ) — 210 nm; column SB-C18; $t^0 = 350 \text{ C}$, $F_{\text{low}} = 1.0 \text{ ml/min}$. Standard — food citric acid. Mobile phase: 99% — 20 M KH_2PO_4 , 1% acetonitrile. Peak output was at 3–4 minutes. Procedure of citric acid titration by the reaction of neutralization occurred easier but completely acceptable. The results of the determination of citric acid are presented in the table 2.

Table 2. — Results of the determination of citric acid in zinc citrate solutions produced by aquananotechnology

Series №	Sample	Concentration of citric acid, g/dm^3		Discordance among procedures, %	Solution pH
		HELC procedure	titrimetric procedure with recalculation		
1	Zn ₁	24.79	25.77	0.98	2.89
	Zn ₂	72.86	74.09	1.23	2.98
	Zn ₃	78.59	89.02	0.43	2.85
	Zn ₄	12.85	13.25	0.40	5.45
2	Zn № 1	12.69	12.10	0.59	3.55
	Zn № 2	18.73	19.65	0.92	3.86
	Zn № 3	6.08	6.16	0.08	1.31

After determination of the content of zinc and citric acid in the solutions under investigations, one can assess their factual weight ratio and compare it with a theoretical value (calculated for usual, produced by the way of inorganic synthesis of citrate of this metal). In such zinc citrate, weight ratios between citrate and metal are calculated as a ratio of molecular mass of citrate to zinc atom mass and will be as follows: 190:13:65.37 or 2.93:1 (3:1).

Factual results of the determination of the weight ratios of the components of the solutions under investigation are presented in table 3.

Table 3. — Results of chemical analysis of zinc citrate solutions, produced by aquananotechnology

Series №	Sample of zinc citrate	Content of zinc, g/dm ³	Content of citric acid, g/dm ³	Ratio of the components in citrates	Solution pH
1	Zn ₁	0.84	25.28	1:30.01	2.89
	Zn ₂	13.55	73.47	1:5.42	2.98
	Zn ₃	11.81	83.80	1:7.10	2.85
	Zn ₄	5.40	8.05	1:1.49	5.45
2	Zn № 1	2.97	12.395	1:4.17	3.55
	Zn № 2	5.60	19.19	1:3.43	3.86
	Zn № 3	1.33	6.12	1:4.62	3.57

It should be mentioned that content of zinc and citric acid was chosen as an average value generated by two methods.

The data, mentioned in the table, indicate that no one of the studied solutions of the first series do not comply with a stoichiometry of complex compound of zinc citrate. There is a large excess of citric acid in the citrate solutions of Zn₁, Zn₂, Zn₃ which correlates with a lower value of their pH (pH<3.0). An excess of zinc is typical for solution of Zn₄, its pH is 5.5, and there is not enough citric acid for the complete formation of zinc complexes. In this case a production of other zinc compounds with citric acid is possible. A substitution of hydrogen of carboxyl groups for zinc ions is likely to take place in all carboxyl groups, and an alcohol group is likely to take part in this process. The solutions of the 2nd series are more close by their composition (ratio of components) to zinc citrate produced by chemical synthesis. One can see that their pHs vary within the limits of 3.55–3.9. Solution of Zn № 2 is the closest to stoichiometry of standard citrate.

From all mentioned above we can conclude that in a whole the components of the solutions of zinc citrate, produced in chemical reactions by aquananotechnology, behaved as the components of zinc citrate, produced by classic way, i. e. investigated compound is a really classic zinc citrate (especially at mass ratio «zinc: citric acid» close to 1:3).

To determine the purity degree of the obtained zinc citrate solutions (the 1st series), produced by aquananotechnology, they were dried at 105°C and the content of the additives was analyzed by the procedure of emission spectral analysis at the spectrometer «ИСП-28». Dry substance was placed into crater of graphite electrode with a diameter of 3.8 mm and 5 mm deep, burnt in the activated arc of alternating current. Time of exposure — till burning of a sample. Interpretation of the spectra was performed at the spectrometer «ДЦП-1» with the help of atlas of spectral lines. Spectrum of iron was used as a secondary basic standard. Cadmium and lead were observed in the solutions of citrates, produced with the help of aquananotechnology by the method of inductive voltammetry by the standard scheme. Results were calculated for a dry weighed sample (g/100 g of weighed sample). The values obtained are presented in the table 4.

Table 4. — Results of the determination of the purity of zinc citrate, produced by aquananotechnology

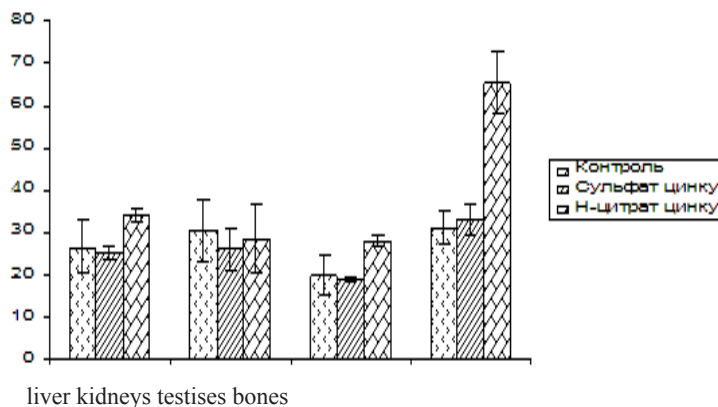
Determined impurities	Content of the impurities (%) in the samples of zinc citrate					
	Zn ₀	Zn ₁	Zn ₂	Zn ₃	Zn ₄	Zn ₅
Silicon	5·10 ⁻³	≤10 ⁻³	10 ⁻³	5·10 ⁻²	10 ⁻²	10 ⁻²
Magnesium	≥10 ⁻³	≥10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻³
Aluminum	≤10 ⁻³	5·10 ⁻³	3·10 ⁻³	<10 ⁻³	5·10 ⁻³	<10 ⁻³
Copper	≤10 ⁻³	10 ⁻³	>10 ⁻³	10 ⁻³	5·10 ⁻⁴	—
Iron	≤10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	1.0	10 ⁻⁴	—
Calcium	~10 ⁻³	>10 ⁻³	≥10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻³
Strontium	≤10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻²	—	—
Titan	—	—	—	5·10 ⁻²	—	—
Manganese	—	—	—	10 ⁻³	<10 ⁻⁴	—
Silver	—	—	—	—	<10 ⁻⁴	10 ⁻³
Cadmium	10 ⁻⁴	<10 ⁻³	—	—	—	—
Lead	1.1·10 ⁻⁴	2.5·10 ⁻⁴	—	—	—	—
Total content of impurities	8.2·10 ⁻³	1.01·10 ⁻²	8.1·10 ⁻³	01.215	1.77·10 ⁻²	1.4·10 ⁻²
Content of main substance	99.992	99.990	99.991	98.785	99.98	99.986

From the presented values we made a conclusion that by the metals, determined by the spectral procedure, a purity of dry zinc citrate salts, produced by aquananotechnology, made up, as a rule, 99.98% that corresponded with the UP mark — Ultra-Pure. At the comparison of the purity of zinc citrates, produced by aquananotechnology, and other organic zinc compounds one can make a conclusion that these zinc citrates are more pure than zinc compounds, synthesized by chemical way. They have 10–15 times less lead, 10 times less iron, 5–10 times less magnesium, calcium in time.

To study in a living organism a behavior of zinc citrate complex, produced by aquananotechnology, Zn sample № 2 was selected, it was most close by the ratio of the components (citrate and citric acid) to standard zinc citrate and, as we had determined, rather concentrated (5.5 g/dm³).

The first step of the study was an assessment of the possibility and level of the accumulation of zinc in the organism of the experimental animals at its ingress from organic zinc – citrate compound, generated by aquanotechnology, and inorganic zinc compound — its sulphate (concentration — 3.4 g/dm³).

Every day during 2 weeks 25 g of the solutions of the substances were introduced with the special probe into the stomach of the mice males. Animals were administered a similar amount of zinc — 1.7 mg which corresponded to a dose of 68 mg/kg. During the experiment, i. e. for 14 days, a load for each animal made up 23.8 mg of zinc. Distilled water were administered perorally to control animals. To study bioavailability we chose organs and tissues which accumulated zinc in the organism most of all. Content of zinc was studied in liver, kidneys, testicles, and bones of the experimental mice by the method of inersive voltammetry. A level of the accumulation of zinc at the ingress of sulphate and zinc citrate was assessed comparatively with zinc amount in the organs of the control animals. To make a conclusion on the reliability of the differences in the content of zinc in the bodies and bones of different groups of mice we determined the correlation coefficients between two samplings. The figure presents the results of the investigations.



Figure— Comparative assessment of bioavailability of zinc sulphate and zinc citrate (mass part of zinc in the organs of the experimental animals)

A diagram shows that the least amount of zinc is in kidneys and testicles of the animals, more — in liver, and the most — in bones, it correlates with literary data. A content of zinc practically in all organs and bones of the mice from the group which got zinc sulphate didn't authentically differ from its content in the same objects of the control group. At the same time a content of zinc in liver, testicles, and bones at its administration with zinc citrate authentically differed both from control group and from the group of mice which got zinc sulphate. The most significant difference in the accumulation of zinc from its inorganic and organic compound was observed in bones. It indicates a higher bioavailability of zinc citrate in comparison with its inorganic form — zinc sulphate.

Therefore, methodological approaches to the study of zinc citrate solutions — a product of aqua nanotechnology, proposed by us, allow to determine that zinc citrate solutions are close to the stoichiometry of zinc citrate, produced by classic method, and correspond with by its chemical behavior (reaction ability). This will allow to draw a conclusion that they are the solutions of standard zinc citrate and can be used in food industry. For this, zinc citrates, generated by aquanotechnology, had significantly higher chemical purity (UP qualification), i. e. 99.98% of a main substance in its composition. Taking into account that an experiment on the animals determined a larger bioavailability of zinc from its citrate in comparison with its inorganic compound, its use for the enrichment of food for the liquidation of zinc deficiency in the nutrition of the population should be recognized not only expedient but very prospective.

References

1. Сердюк, А. М. Політика в галузі харчування населення – головний пріоритет держави / А. М. Сердюк, М. П. Гуліч // Довкілля та здоров'я. — 2003. — № 3. — С. 8–11.
2. Спосіб отримання екологічно чистих наночастинок електропровідних матеріалів «Електроімпульсна абляція» : пат. 37412 України : МПК ВОJ 2/02 (2006) / М. В. Косінов, В. Г. Каплуненко ; дата публ.: 25.11.2008.
3. Надчистий водний розчин нанокарбоксилату металу : пат. 39397 України : МПК C07C 51/41, C07F 5/00, C07T 15/00, C07C 53/00 (2009) / М. В. Косінов, В. Г. Каплуненко ; дата публ.: 25.02.2009.
4. Спосіб отримання карбоксилатів металів «Нанотехнологія отримання карбоксилатів металів» : пат. 38391 України : МПК C07C 51/41, C07F 5/00, C07F 15/00, C07C 53/126 (2006), C07C 53/10, A23L 1/00, B82B 3/00 (2008.01) / М. В. Косінов, В. Г. Каплуненко ; дата публ. 12.01.2009.
5. Надчистий нанокарбоксилат : пат. 49049 України : МПК C07C 51/41, C07F 5/00, C07F 15/00, C07C 53/00, B82B 3/00 (2009) / М. В. Косінов, В. Г. Каплуненко ; дата публ.: 12.04.2010.

Поступила 31.08.2017

МОНИТОРИНГ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ: ТЕЗИСЫ

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ СТРЕПТОМИЦИНА В СУХИХ МОЛОЧНЫХ ДЕТСКИХ СМЕСЯХ

¹Буко И. В., к.б.н., buko_iv@rambler.ru

¹Полоневич А. Г., gannapalanovich@gmail.com,

²Шупилова Е. П., kotya84@tut.by

¹Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь;

²Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова», г. Минск, Республика Беларусь

Разработан способ определения остаточных количеств стрептомицина в детских сухих молочных смесях с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии (далее — ВЭЖХ) с масс-спектрометрическим детектированием.

Способ основан на извлечении аналита из пробы водным раствором трихлоруксусной кислоты, очистке полученного экстракта методом твердофазной экстракции, последующих хроматографическом разделении компонентов с помощью ВЭЖХ в обращенно-фазовом варианте и масс-спектрометрическом детектировании. Оптимизация параметров настроек масс-детектора, режима хроматографирования, а также условий пробоподготовки позволила добиться максимального отклика аналита при его детектировании.

Согласно полученным результатам, представленный способ определения стрептомицина в детских сухих смесях:

1) характеризуется высокой степенью извлечения, равной 95% благодаря применению матричной калибровки с внесением стрептомицина в пробу на начальном этапе и проведением через все стадии подготовки пробы;

2) упрощает процедуру экстракции за счет выбора оптимального состава экстрагирующего реагента;

3) характеризуется высокой чувствительностью благодаря предложенным оптимизированным параметрам источника ионизации масс-детектора, применяемому экстрагирующему реагенту (5%-й водный раствор трихлоруксусной кислоты) и используемому раствору элюирования стрептомицина с картриджа (5%-й раствор муравьиной кислоты в метаноле);

4) сокращает время анализа за счет применения однократной экстракции, изменения времени градиентного элюирования, исключения центрифугирования пробы после доведения pH и исключения дегазирования пробы на конечной стадии анализа.

Таким образом, разработанный способ определения остаточных количеств стрептомицина в детских сухих молочных смесях отличается высокой степенью точности и достоверности, низким пределом обнаружения (100 мкг/кг). В настоящее время методика внедрена в практику работы учреждений здравоохранения Республики Беларусь.

Поступила 31.08.2017

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТАМИЦИНА В СЫРНЫХ КОРКАХ И МОЛОЧНОМ СЫРЕ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Воронцова О. С., voroncovaolga@gmail.com,

Войтенко С. И., wojtenkosvetlana@mail.ru,

Маркова К. В., markova@inbox.ru

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Натамицин представляет собой фунгицидный противогрибковый препарат, который образуют бактерии *Streptomyces natalensis*, классифицирован в Европейской Директиве на пищевые добавки как консервант (E235).

Натамицин используется во многих системах пищевых продуктов и напитков для предотвращения образования плесени и роста дрожжей и продления сроков их хранения. Типичные дозировки находятся в пределах 1 г/100 кг продукции и намного ниже, чем для сорбатов или других консервантов. Фактические дозировки зависят от вида продукта, ожидаемой микробной нагрузки, температурных факторов и желаемых сроков и условий хранения.

В соответствии с требованиями ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» натамицин допустимо использовать для поверхностной обработки сухих, созревающих колбас и твердых, полутвердых и полумягких сыров. Уровень натамицина на поверхности сыров в момент реализации не должен превышать 1,0 мг/дм². Проникновение натамицина на глубину менее 5 мм не допускается.

Существует ГОСТ Р ИСО 9233-2-2011 «Сыры и плавленые сыры», который позволяет определять натамицин в сырах и сырных корках с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии. Диапазон определяемых концентраций составляет 0,5–30,0 мг/кг, масса натамицина на единицу площади поверхности — свыше 0,03 мг/дм² в сырных корках.

Нами предлагается новый способ определения натамицина в сырных корках и молочном сыре с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии.

При разработке метода основное внимание уделялось стадиям пробоподготовки и хроматографическому анализу. При экстракции натамицина из молочного сыра и сырных корок основной проблемой являлось осаждение белков и удаление жира.

Учитывая, что растворимость натамицина в воде при нейтральном pH является наиболее низкой, а при низком и высоком pH растворимость увеличивается, экстрагирование натамицина проводилось смесью ацетонитрил : метанол : вода (1:1:1) в ультразвуковой бане в течение 60 мин с дальнейшим вымораживанием жира и белка при температуре -23,0°C.

Исследования проводились с использованием жидкостного хроматографа Shimadzu LC-20 Prominence (Япония), оснащенного диодно-матричным детектором.

Для разделения сложнокомпонентных смесей применяли колонку Agilent, Eclipse Plus C 18 (USA) размером 250×4,6 мм с сорбентом, размер зерна которого равен 5 мкм. При градуировке и анализе реальных образцов пищевых продуктов соблюдались следующие условия: температура колонки — 35°C, подвижная фаза — смесь ацетатный буфер : метанол. Элюирование проводили в изократическом режиме смесью ацетатный буфер : метанол (30:70). Скорость подачи подвижной фазы составляла 1,0 см³/мин, объем вводимой пробы — 20 мкл. Регистрацию сигнала проводили при длине волны 308 нм. Время выхода натамицина составляло 4,5 мин.

В результате исследований разработана методика определения натамицина в сырных корках и молочном сыре методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Методика пригодна для идентификации и количественного определения натамицина в сырных корках и молочном сыре.

Поступила 31.08.2017

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИЗОКСИФЛУТОЛА И ЦИПРОСУЛЬФАМИДА ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИСУТСТВИИ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Голуб А. А., allagolub1967@gmail.com

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Изоксифлутол и ципросульфамид являются действующими веществами препарата «Мерлин Флекс Дуо, КС», предназначенного для борьбы с однолетними двудольными и злаковыми сорняками на посевах кукурузы. Изоксифлутол — почвенный гербицид, обладает избирательным системным действием, блокирует фермент гидроксифенилпируватдиоксигеназу, участвующий в синтезе каротиноидов. Подавление синтеза ведет к потере хлорофилла от фотоокисления, что визуально проявляется как отбеливание сорняков, обеспечивает уничтожение уже возшедших сорняков или прорастающих из более глубоких слоев почвы. Ципросульфамид — антидот, обеспечивает толерантность культуры к гербициду. Благодаря ципросульфамиду происходит быстрое расщепление действующего вещества гербицида в тканях растений кукурузы. В сорной растительности антидот активности не проявляет. Таким образом, при совместном действии двух пестицидов проявляется уникальное действие препарата — эффективность применения до и после всхода кукурузы, предотвращение появления второй волны сорняков, селективность к культуре благодаря антидоту.

Изоксифлутол относится ко 2-му классу опасности для человека, вызывает раздражение слизистых оболочек, при работе операторов с препаратом в полевых условиях могут развиваться блефароспазмы и другие побочные эффекты. Необходим эффективный оперативный контроль присутствия и содержания действующих веществ препарата в воздухе рабочей зоны. Существующие методы определения не позволяют одновременно обнаружить изоксифлутол и ципросульфамид при совместном присутствии в составе сложных пестицидных препаратов в воздухе рабочей зоны.

Метод определения изоксифлутола и ципросульфамида в воздухе рабочей зоны включает стадии отбора проб воздуха, экстракции, концентрирования и анализа с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Отбор проб воздуха рабочей зоны проводили в соответствии с требованиями МР № 2002/73 «Определение фактического содержания пестицидов в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах». Для экстракции определяемых веществ с фильтров использовали ацетон. Полученный экстракт концентрировали с помощью роторного испарителя, растворяли в подвижной фазе — ацетонитрил:ортофосфорная кислота в соотношении 50:50 (по объему), аликвоту вводили в инжектор хроматографа.

Определение проводилось на жидкостном хроматографе Agilent 1200, оснащенном диодно-матричным детектором, колонка стальная 4,6×150 мм Hypersil ODS зернением 5 мкм, рабочие длины волн — 245,8 и 270,8 нм, скорость подвижной фазы — 1,0 мл/мин, температура колонки — 35°C, подвижная фаза — ацетонитрил:ортофосфорная кислота 0,01% в объемном соотношении 50:50, объем вводимой пробы — 20 мкл, линейный диапазон детектирования — 2–100 нг. Время выхода при подобранных условиях хроматографического анализа ципросульфамида — 2,9 мин, изоксафлутола — 6,3 мин.

Применение разработанного метода позволило определять действующие вещества ципросульфамид и изоксафлутол при одновременном присутствии в составе сложных пестицидных препаратов в воздухе рабочей зоны на уровне 0,5 ПДК. Рассчитаны метрологические характеристики методики: стандартное отклонение — 2,4%, доверительный интервал среднего результата — 4,3%, среднее значение определения — 90,7% (доверительная вероятность Р = 95%).

Поступила 04.09.2017

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СВИНЦА И КАДМИЯ В ПОЛИМЕРНОЙ УПАКОВКЕ АТОМНО-АБСОРБЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Гуринович Т. А., gurinovich@gmail.com,

Позднякова А. И., cohei@mail.ru,

Буневич Н. В., к.х.н., spectral@rspch.by

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Полимерная упаковка стоит на особом месте среди других упаковочных материалов. Так, она является отличной защитой от воздействия кислорода и углекислоты, обеспечивает сохранность продукции в установленные сроки, предохраняет товары от деформации и разрушения. Полимерные материалы чаще всего используются при изготовлении упаковки для пищевых продуктов, особенно жидких (молочных продуктов, пива, соусов и др.), а также для товаров косметической промышленности (шампуней, кремов, гелей) и других объектов.

Требования по защите окружающей среды включают в себя ограничения по наличию и использованию тяжелых металлов при производстве упаковочных материалов. Изделие должно быть пригодным для утилизации, а производитель должен вести экологическую политику с учетом требований всех стран-импортеров товара. В связи с возрастающими масштабами техногенного загрязнения окружающей среды ряд тяжелых металлов и токсичных элементов включен в международные и отечественные списки загрязняющих веществ, подлежащих контролю. Необходимость проведения испытаний компонентов упаковки или готовой упаковки возникает в тех случаях, когда производитель или импортер не способен обеспечить необходимую подтвержденную документами информацию о содержании тяжелых металлов в материалах и (или) компонентах упаковки. В связи с этим проблема контроля содержания тяжелых металлов в упаковках из полимерных материалов становится актуальной.

В настоящее время в Республике Беларусь отсутствуют методики определения содержания свинца и кадмия в полимерной упаковке.

Целью данной работы являлась разработка метода определения свинца и кадмия в полимерных упаковках методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

Анализ содержаний следовых количеств тяжелых металлов различными физико-химическими методами (атомно-абсорбционная и атомно-эмиссионная спектроскопия, вольтамперометрия, фотометрия и др.) требует предварительной пробоподготовки, т. к. металлы в большинстве объектов находятся в связанном состоянии. Они образуют достаточно прочные органические комплексы, мешающие точному и воспроизводимому определению их содержания. Поэтому основное внимание уделялось предварительному разрушению органической составляющей пробы.

При разработке методики подготовка проб осуществлялась двумя способами минерализации: микроволновой в закрытых сосудах с использованием микроволнового минерализатора MilestoneStartD (Италия) и минерализации с использованием аналитических автоклавов МКП-04.

При использовании микроволновой минерализации 0,5 г измельченного образца упаковки из полимерных материалов вносили в закрытые тетрафторметоксидные сосуды, добавляли 8 мл концентрированной азотной кислоты и 2 мл перекиси водорода. Через 15 мин сосуды помещали в микроволновой минерализатор и выдерживали в течение 10 мин при температуре 160°C и 10 мин при температуре 200°C.

В случае автоклавной минерализации навеску образца 2 г помещали в реакционные фторопластовые сосуды, добавляли 6 мл концентрированной азотной кислоты и 1 мл перекиси водорода. Время предварительной экспозиции образца с окислительной смесью составляло 8–12 ч. Сосуды закрывали крышками и герметизировали в металлическом корпусе автоклава. Автоклавы нагревали до 160°C, выдерживали при этой температуре 1 ч. Затем увеличивали температуру до 180°C и выдерживали еще 2 ч. После минерализации сосуды охлаждали в течении 30 мин и количественно переносили в мерные колбы объемом 25 мл.

Было установлено, что схожесть результатов обоих способов минерализации образцов удовлетворяет требованиям, предъявляемым к методам определения, однако использование микроволновой минерализации позволило значительно сократить время разложения.

Измерение концентрации металлов в растворе минерализата осуществлялось на атомно-абсорбционном спектрометре ContrAA 700 с пламенной атомизацией при длине волны 217,0 нм для определения свинца и 228,8 нм — для кадмия.

В результате исследований разработана методика определения содержания свинца и кадмия в полимерной упаковке методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией. Нижний предел определения свинца составил 3,4 мг/кг, кадмия — 0,3 мг/кг.

Разработанная методика позволит контролировать содержание свинца и кадмия в упаковках из полимерных материалов, что снизит негативное влияние тяжелых металлов на окружающую среду в условиях возрастающего накопления отходов.

Поступила 29.08.2017

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ АЦЕТАЛЬДЕГИДА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Ивашкевич Л. С., к.т.н., iwl@mail.ru,

Крымская Т. П., Chimtanya80@tut.by,

Кузовкова А. А., к.б.н., annalenets.kuzovkova@gmail.com

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Важное место в системе государственного санитарного надзора занимает контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Он проводится для установления соответствия фактических концентраций опасных загрязнителей в воздухе рабочей зоны их предельно допустимым концентрациям (далее — ПДК) и ориентировочно безопасным уровням воздействия, что позволяет предупредить возможное превышение ПДК и обеспечивает безопасные условия труда людей и сохранение материальных ценностей. В настоящее время среди химических веществ, контролируемых структурами государственного санитарного надзора, одними из приоритетных признан ацетальдегид.

Ацетальдегид относится к наиболее опасным альдегидам, широко встречающимся в природе и производимым в больших количествах индустриально. Ацетальдегид образуется при термической обработке полимеров и пластиков, а также является продуктом деструкционных процессов, протекающих в изделиях из полимерных материалов. Как чистое химическое соединение ацетальдегид используется при производстве уксусной кислоты, пуриновых и пиридиновых оснований, анилиновых красителей, пластмасс, синтетической резины, лаков, полиролей, различных дезинфектантов, пестицидов, лекарств и др.

Ацетальдегид может попадать в организм человека при вдыхании его паров, через кожу, при случайном глотании, а также при контакте с глазами. Международное агентство по изучению рака Всемирной организации здравоохранения

включило ацетальдегид в группу 1 (с доказанным действием) канцерогенов для человека в качестве главного метаболита алкоголя и в группу 2В по общей оценке (с доказанной канцерогенностью для животных) — он способен вызывать рак носа, гортани и пищевода, для него не установлена минимальная безопасная концентрация. Ацетальдегид также является мутагеном и тератогеном для человека. Все вышеизложенное обосновывает острую необходимость в проведении систематического контроля над содержанием ацетальдегида в воздухе промышленных предприятий и санитарных зон вокруг них точными и высокочувствительными методами.

Применяемая в аккредитованных лабораториях Республики Беларусь методика определения концентраций ацетальдегида в воздухе рабочей зоны (МУК по измерению концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны (переработанные технические условия выпуска №№ 6, 7, 1982), имеет ряд недостатков: она основана на устаревшем фотометрическом методе и не отличается хорошей селективностью. Методика, изложенная в Методических указаниях по газохроматографическому измерению концентраций этилена, пропилена и ацетальдегида в воздухе рабочей зоны (1983 г.), отличается невысокой чувствительностью, высокой погрешностью, требует анализа проб в день отбора в связи с невозможностью их длительного хранения, что часто трудновыполнимо. Аналогичная методика изложена в МУК 4.1.947–99 «Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций ацетальдегида в воздухе рабочей зоны», разработанных в РФ в 1999 г. В настоящее время Белорусский государственный центр аккредитации отказывает в аккредитации лабораториям, работающим по данным методикам. Метод определения ацетальдегида в воздухе «Acetaldehyde. OSHA Method 68», разработанный в Управлении по охране труда США, а также метод ГОСТ Р ИСО 16000-3-2007 основаны на абсорбции ацетальдегида на сорбент, которым заполнены специальные трубки. Методы отличаются высокой чувствительностью, однако трудно реализуемы в условиях Республики Беларусь из-за высокой стоимости трубок, сложностей с их приобретением и отсутствием белорусских аналогов.

С июля 2017 г. в рамках задания 02.05 ОНТП «Здоровье и среда обитания» (2016–2020 гг.) лаборатория хроматографических исследований республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» разрабатывает новую специфичную, высокочувствительную, метрологически аттестованную и недорогую методику определения концентрации ацетальдегида в воздухе промышленных предприятий. К настоящему времени разработан способ определения ацетальдегида в воздухе рабочей зоны. Способ основан на концентрировании его в дистиллированную воду (поглотительный раствор), извлечении из воды газовой экстракцией при нагревании пробы в замкнутом объеме, анализе равновесной паровой фазы методом газовой хроматографии на двух параллельных кварцевых капиллярных колонках, идентификации ацетальдегида на двух каналах пламенно-ионизационных детекторов (далее — ПИД) по времени удерживания и количественном определении методом абсолютной градуировки.

Воздух аспирируют автоматическим пробоотборником воздуха со скоростью 0,5 дм³/мин в течение 10 мин через 2 последовательно соединенных поглотительных прибора, содержащие по 5 см³ воды, и помещенные в охлаждающие емкости. В лаборатории поглотительные растворы объединяют и 5 см³ переносят в виалу для парофазного анализа, содержащую 1 г безводного сернистого натрия, герметизируют специальной крышкой, помещают виалу в парофазную приставку (дозатор равновесного пара, далее — ДРП) и проводят измерения при установленных условиях хроматографирования. Благодаря использованию парофазной приставки для ввода проб повышается чувствительность метода, поскольку летучие вещества (ацетальдегид), легко и без потерь переходят в паровую фазу.

Подобраны условия инструментального анализа: 1) условия работы ДРП: время термостатирования виалы с пробой — 40 мин, температура термостата виалы с пробой — 80°C, время надува виалы — 5 мин, избыточное давление в виале — 0,07 МПа, температура крана-дозатора — 135°C, время отбора пробы — 10 с, объем вводимой дозы равновесного пара — 1–3 см³; 2) условия проведения газохроматографического анализа: температура детектора — 250°C, температура испарителя — 250°C, для колонок температура первого изотермического участка — 45°C, длительность первого изотермического участка — 6 мин, скорость программирования температуры — 70°C/мин, температура второго изотермического участка — 220°C, длительность второго изотермического участка — 3 мин, давление на входе в колонку — 52,6 кПа, расход газа-носителя на поддув детектора — 40 см³/мин, расход водорода — 40 см³/мин, расход воздуха — 400 см³/мин, общее время анализа — 11,5 мин.

Для повышения специфичности методики предлагается использовать газовый хроматограф Хроматэк Кристалл 5000.2, оснащенный сразу двумя ПИД и двумя разделительными капиллярными колонками — основной полярной ZB-Wax (длиной 60 м, внутренним диаметром 0,53 мм со слоем неподвижной жидкой фазы карбовакс 20М, зернением 1,0 мкм) и подтверждающей слабополярной DB-624 (длиной 60 м, внутренним диаметром 0,53 мм со слоем неподвижной жидкой фазы цианопрпил-фенил с массовой долей 6%, диметилполисилоксан с массовой долей 94%, зернением 3,0 мкм). Ориентировочное время удерживания ацетальдегида на колонке ZB-Wax составляет 3,564 мин, на колонке и DB-624 — 3,846 мин. При таком подходе одна проба разделяется сразу на двух колонках, что позволяет со 100%-й точностью идентифицировать летучие вещества, в том числе и ацетальдегид, поскольку на каждой колонке анализируемое вещество будет иметь разное время удерживания, но концентрация его будет определяться на обеих колонках на одном и том же уровне (с точностью до третьего знака после запятой). При использовании другого газохроматографического оборудования (с одной колонкой и одним детектором) и других способов пробоподготовки (без использования паровой фазы) часто возникают проблемы с разделением и идентификацией летучих веществ, которые имеют близкие времена удерживания.

Таким образом, разработан способ определения концентрации ацетальдегида в воздухе рабочей зоны, который ляжет в основу новой специфичной, высокочувствительной, метрологически аттестованной методики.

Поступила 01.09.2017

САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПОЧВ В МЕСТАХ ЛЕТНЕГО ОТДЫХА НАСЕЛЕНИЯ У ВОДОЕМОВ

Михеев П. В., к.б.н., pvm-fscg@yandex.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Российская Федерация

Почва, являясь важнейшим ресурсом человеческого общества, несет основную нагрузку по самоочищению природной среды. В настоящее время в условиях значительной численности населения городов почвы деградируют, истощаются, процессы самоочищения в них нарушаются. По данным информационного сервиса 2ГИС, на 1 м² пляжной зоны в крупных городах приходится в среднем 6 человек (в г. Москве — 22) с учетом как организованных мест отдыха у водоемов и в парках, так и диких пляжей, где можно только позагорать. Высокая антропогенная нагрузка на почвы береговой полосы во время пляжного отдыха населения, выражающаяся в их уплотнении, формировании техногенных почв, загрязнении бытовым мусором и отходами жизнедеятельности, наряду с водным фактором может стать причиной возникновения заболеваний инфекционной природы. Санитарно-микробиологическое состояние пляжей, обводненных почв и почв береговой полосы изучено недостаточно. По данным Управления Федеральной службы Роспотребнадзора по Московской области, в зонах рекреации отбирается порядка 13% от общего объема исследованных проб почвы. Функционирование микробного сообщества почв зон отдыха у водоемов происходит под суммарным воздействием природных и антропогенных факторов, что представляет интерес в свете возникающих рисков здоровью населения.

В летний период 2015–2017 гг. были изучены почвы береговой зоны различных водоемов, используемых для отдыха и купания в г. Москве, Московской, Курской, Воронежской и Белгородской областях. Оценка степени бактериологического загрязнения почвы проводилась по прямым и косвенным показателям в соответствии с имеющимися нормативными документами. Биологическая активность почвы оценивалась по численности потенциально патогенных микроорганизмов, растущих на богатых питательных средах, а также актиномицетов и почвенных плесневых грибов.

Исследование почв на наличие санитарно-показательных бактерий — БГКП, *E. coli*, энтерококков, сульфитредуцирующих клостридий, показало, что наиболее чистыми были почвы на границе вода – суша по сравнению с почвами береговой полосы, где располагались отдыхающие. Практически повсеместно в необустроенных зонах отдыха индекс БГКП составлял 10 и более клеток на 1 г, что может характеризовать почву как умеренно опасную. Энтерококки реже обнаруживались в почвах по сравнению с БГКП. Индекс энтерококков 100 кл/г почвы был установлен в почвах около прудов с большим числом отдыхающих в Московской и Воронежской областях, что позволяет однозначно судить о свежем фекальном загрязнении береговой полосы этих водоемов. В ряде почв мест отдыха были обнаружены спорообразующие анаэробные сульфатредуцирующие бактерии, такие как *Cl. perfringens*, обладающие чрезвычайной устойчивостью к неблагоприятным условиям среды. Их выявление позволяет предположить, что фекальное загрязнение почвы данных территорий возникает периодически и бывало ранее. В двух случаях было выявлено загрязнение обводненных песков бактериями *Salmonella spp.*, связанное, по-видимому, с бытовыми стоками и сельскохозяйственной птицей.

В силу того, что почвы пляжно-купальных зон обычно легкого состава, численность микроорганизмов в них ниже по сравнению с почвами ландшафтов, прилегающих к водоему. Уровень развития почвенных бацилл и актиномицетов был минимален в песчаных пляжных почвах. Максимальные уровни потенциально патогенных бактерий — до $3,0 \times 10^6$ КОЕ/г получены в дерновом пляже в Московской области и черноземах около пруда в Воронежской области, минимальные — 10^5 КОЕ/г — в пляжных песках чистых рек.

Загрязнение береговой зоны веществами химической и биологической природы ведет к изменению структуры почвенного микробиоценоза и создает благоприятные условия для длительного сохранения патогенных микроорганизмов.

Поступила 01.09.2017

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Полянских Е. И., к.х.н., alena.ip@mail.ru,

Бельшева Л. Л., llbelysheva@gmail.com,

Еркович Т. В., chf@rspch.by

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Для придания продуктам привлекательной окраски в пищевой промышленности широко используются красители. Их содержание нормируется и согласно требованиям технического регламента Таможенного союза, а также национальным правовым актам их количество не должно превышать 50–500 мг/кг в зависимости от природы красителя и вида готовой продукции. При производстве продуктов для детского питания запрещено использование синтетических красителей. Методы контроля пищевых красителей в конечной продукции, принятые в мире, обычно включают в себя исследование напитков и сахаристых кондитерских изделий. Практически отсутствуют аттестованные методики по определению синтетических красителей в молочной продукции и в продуктах с высоким содержанием белка (рыбных и мясных изделиях). Кроме того, имеющиеся методики не охватывают весь спектр красителей, используемых в пищевой промышленности. В связи с этим необходимо разработать аналитические методы контроля содержания красителей во всех видах готовой продукции не только для подтверждения качества и безопасности пищевых продуктов, но и для идентификации составов продуктов с целью выявления их фальсификации.

Целью данной работы явилась оптимизация условий хроматографического разделения 17 синтетических красителей и стадии подготовки пробы при их определении в пищевых продуктах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Оптимальное разделение 16 синтетических красителей было достигнуто при использовании подвижной фазы следующего состава: А — 1,5% раствор ацетата аммония (рН 7,0); В — метанол : ацетонитрил (80 : 20). Градиентное элюирование (0–80% В) — от 0 до 40 мин, скорость подачи элюента — 1,2 см³/мин. Идентификацию группы желтых синтетических красителей (Е102, Е104, Е110) проводили при длине волны 420 нм, группы красных синтетических красителей (Е121, Е122, Е123, Е124, Е127, Е128, Е129) — при 510 нм. Детектирование черного, синих и зеленых синтетических красителей (Е131, Е132, Е133, Е142, Е143, Е151) осуществлялось при 610 нм. Хроматографирование синтетического красителя Е155 (коричневый НТ) проводилось в режиме градиентного элюирования, в качестве подвижной фазы использовали фосфатный буферный раствор и метанол, длина волны детектирования — 460 нм.

Изучено влияние состава экстрагирующей смеси на извлечение группы красных синтетических красителей из пищевой матрицы с высоким содержанием белка (консервы мясные для детского питания). Показано, что при использовании в качестве экстрагента дистиллированной воды извлекаются не все красители и степень их извлечения недостаточно высокая — 26,9–78,4%. Добавление в дистиллированную воду электролитов уменьшает степень извлечения вышеуказанных красителей. Так, увеличение ионной силы раствора не приводит к ослаблению связи синтетических красителей с полярной матрицей. Наибольшая степень извлечения синтетических красителей была достигнута при использовании 0,125% водно-метанольного раствора аммиака (соотношение растворителей 1 : 1). Степень извлечения составила 82,3–98,9%. Данная экстрагирующая смесь была использована для выделения группы желтых, зеленых, синих, черного и коричневого синтетических красителей из пищевых матриц сложного состава. Степень извлечения составила более 90%.

В результате исследований разработана методика определения 17 синтетических красителей в пищевых продуктах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, рассчитаны метрологические параметры методики.

Поступила 31.08.2017

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХРОМА В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ МЕТОДОМ АТОМНО-АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ С ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЙ АТОМИЗАЦИЕЙ

Почицкая И. М., к.с.-х.н.,
Александровская Е. С.,
Чекун О. В., olkalagodich@gmail.com

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь

Хром — биогенный элемент, который входит в состав тканей животных и растений. В низких концентрациях он присутствует практически во всех продуктах питания. В организме человека хром участвует в процессах кроветворения и ускоряет выработку инсулина. Рекомендуемая суточная потребность, установленная ВОЗ и Санитарными нормами и правилами «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь», составляет 50–200 мкг. В то же время избыточное потребление хрома приводит к нервным расстройствам и нарушению работы печени и почек. Таким образом, определение хрома в продуктах питания является актуальной задачей для пищевой лаборатории.

В требованиях к продовольственному сырью и пищевым продуктам: Санитарные нормы и правила, утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 21.06.13 № 52 содержание хрома нормируется в консервированных продуктах в хромированной таре (не более 0,5 мг/кг) и в желатине (не более 10 мг/кг).

На территории Республики Беларусь действуют нормативные документы, позволяющие определять содержание данного элемента в продуктах питания методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией. Такой метод предполагает проведение длительной и трудоемкой пробоподготовки методом сухой или мокрой минерализации с массой навески данных видов продуктов от 15 до 40 г.

Для увеличения чувствительности метода и для уменьшения общего времени пробоподготовки и анализа нами был разработан метод определения хрома в продуктах питания с использованием атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией.

Пробоподготовка проводилась способом микроволновой кислотной минерализации при повышенном давлении, что позволило провести минерализацию образца без потери аналита с меньшими затратами времени и сократить массу образца до 0,5–2,0 г. После минерализации полученный раствор количественно переносили в термостойкий стакан и на плитке удаляли избыток кислоты до 0,5–1,0 мл. После охлаждения раствор количественно помещали в мерную колбу вместимостью 10 мл и доводили до метки деионизованной водой.

Для исследований данным методом использовали спектрометр ZEE nit 700 фирмы Analytisch Jena (Германия). Были оптимизированы следующие условия работы спектрометра: аналитическая линия — 357,9 нм, ширина щели — 0,2 нм, ток лампы — 5,0 мА, время интегрирования сигнала — 4,5 с. Основные параметры температурно-временной программы: температура пиролиза — 900°C, температура атомизации — 2700°C. Объем вносимого образца составил 10 мкл.

Созданный метод был опробован на образце состава LUTS-1 — эталонного образца необезжиренного гепатопанкреаса лобстера производства Национального научно-исследовательского совета Канады с аттестованным значением хрома 0,079 мг/кг. Было проведено серия из 10 измерений, среднее значение содержания хрома в которой составило 0,080 мг/кг со стандартным отклонением 0,007.

Таким образом, был создан метод определения содержания хрома в продуктах питания и сельскохозяйственном сырье. Разработанный метод электротермического атомно-абсорбционного определения содержания хрома проверен на уникальном стандартном образце состава с его известной концентрацией.

Поступила 30.08.2017

МОНИТОРИНГ КОНТАМИНАЦИИ МИКРООРГАНИЗМАМИ КУВЕЗОВ С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ ИХ ДЕЗИНФЕКЦИИ В ОТДЕЛЕНИЯХ ДЛЯ НОВОРОЖДЕННЫХ

¹Тонко О. В., к.м.н., доцент, oxana_tonko@tut.by,

¹Коломиец Н. Д., д.м.н., профессор, ndkolomiets@mail.ru,

²Гойлова А. В., frunzen_cge@minsksanepid.by,

¹Ханенко О. Н., к.м.н., доцент, o_hanenko@mail.ru,

³Илькевич Н. Г., m-roddom2@mail.ru,

³Ляховская И. А., m-roddom2@mail.ru,

³Марочкина Е. М., m-roddom2@mail.ru,

⁴Завадская Р. Н., regina-2008@tut.by,

⁵Варивода Е. Б., varivodakaterina@tut.by

¹Государственное учреждение образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования», г. Минск, Республика Беларусь

²Государственное учреждение «Центр гигиены и эпидемиологии Фрунзенского района г. Минска», г. Минск, Республика Беларусь

³Учреждение здравоохранения «Городской клинический родильный дом № 2», г. Минск, Республика Беларусь

⁴Государственное учреждение «Минский городской центр гигиены и эпидемиологии», г. Минск, Республика Беларусь

⁵Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Поддержание относительной стерильности окружающей среды, деконтаминация медицинского инструментария и оборудования, которые контактируют с кожей, слизистыми оболочками и органами дыхания пациентов, строгое соблюдение правил асептики и антисептики остаются основой всех профилактики инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи. Организм даже здорового доношенного новорожденного ребенка проходит период адаптации при рождении. Недоношенный же ребенок практически совсем не готов к адаптации вне организма матери, ему необходима медицинская помощь в поддержании жизненно важных функций. Дети, рожденные преждевременно, с низкой массой тела, с незрелостью органов и систем нуждаются в специальном устройстве — кувезе (инкубаторе), в котором создается оптимальный микроклимат: содержание кислорода — 25–40%, влажность — 85–100%, температура — 33–38°C. Эта помогает не тратить энергию на терморегуляцию, быстрее набирать вес и адаптироваться. Нахождение в кувезе новорожденного с небольшой степенью недоношенности составит от нескольких часов до нескольких дней. Ребенок с весом до 1750 г будет находиться в кувезе около недели, с весом 1500 г и менее — от недели до двух. Если же у ребенка наряду с низкой массой тела выявят такие факторы риска, как полиорганная недостаточность, иммунодефицит, респираторный дистресс-синдром, инфекционные осложнения и прочее ребенок может нуждаться в кувезе в течение нескольких месяцев.

Целью исследования являлось установление особенностей видового состава микроорганизмов, контаминирующих кувезы, в зависимости от суток пребывания в них новорожденных и особенности обработки кувезов в современных условиях.

В течение 2016 г. в рамках реализации проекта «Снижение риска инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи в больничных организациях здравоохранения г. Минска путем оптимизации системы инфекционного контроля и антибактериальной терапии на основании программы Whonet на 2015–2016 гг.» проведено изучение микробной обсемененности инкубаторов разных марок в отделении интенсивной терапии и реанимации, на постах интенсивной терапии отделения новорожденных и педиатрического отделения (второй этап выхаживания) в зависимости от суток пребывания в них новорожденных. Смывы отбирались дважды с интервалом в 1 мес. Отобраны смывы со следующих групп поверхностей инкубаторов: детские матрасики, внутренние поверхности стенок и дверок кувезов, внутренние поверхности увлажнителей и крышек увлажнителей кувезов, внутренние поверхности воздушных фильтров кувезов.

Смывы отбирались в чистых инкубаторах, которые подвергались генеральной уборке и дезинфекции и хранились в специально предназначенных для них помещениях за 5; 24; 48 ч, а также 14 дней до начала исследования. Было установлено, что эпидемически значимых микроорганизмов не обнаружено; генеральная уборка инкубаторов проводится эффективно, а хранение чистых инкубаторов не приводит к их повторной контаминации.

Отдельным этапом отбирались смывы в рабочих инкубаторах, в которых уже находились дети от одних до семи суток. В результате исследований: эпидемически значимые микроорганизмы не были выделены. Установлено, что при правильно организованной текущей уборке инкубаторов непрерывное пребывание новорожденного в нем до 7 сут не приводит к контаминации кувезов микроорганизмами, способными вызывать инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи.

В результате исследований разработаны рекомендации по обработке кувезов, которые внесены в новые санитарные нормы и правила «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, оказывающим медицинскую помощь, в том числе к организации и проведению санитарно-противоэпидемических мероприятий по профилактике инфекционных заболеваний в этих организациях», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 73 от 05.07.2017. В соответствии с действующим ТНПА уборка и дезинфекция наружных поверхностей инкубатора должны проводиться ежедневно. Генеральная уборка и (или) дезинфекция инкубатора должны проводиться: после выписки или перевода новорожденного, но не реже 1 раза в 7 дней; при отсутствии в нем ребенка, в специально выделенном

помещении отделения организации; при нахождении ребенка на аппаратном дыхании должны проводиться только по показанию лечащего врача-специалиста медицинским работником с учетом рекомендаций производителя. Медицинский работник, проводивший генеральную уборку и дезинфекцию инкубатора, должен указать на прикрепляемой к инкубатору бирке дату и время генеральной уборки и (или) дезинфекции.

Поступила 31.08.2017

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПИЩЕВОГО КРАСИТЕЛЯ АННАТО В МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Фёдорова Т. А., tanyaabricos@mail.ru,
Полянских Е. И., к.х.н, alena.ip@mail.ru,
Филатченкова Е. В., boguzkaya@bk.ru,
Лавринович Н. А., pedchenki@mail.ru

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Пищевой краситель аннато (добавка E160b) — это краситель растительного происхождения. Получают добавку E160b из семян дерева бикса орельяна, которое растет в тропических и субтропических лесах. Цвет его варьирует от желтого до оранжевого, но под воздействием высоких температур может давать и розовый, и красный оттенки. Красящие свойства аннато обусловлены содержанием в нем пигментов двух типов — биксина и норбиксина. Биксин растворяется в жирах, норбиксин — в воде. По свойствам и своему действию на организм человека эти вещества схожи с каротиноидами, но в отличие от последних биксин и норбиксин выдерживают высокотемпературную обработку и продолжительное нагревание в течение всего процесса производства, устойчивы к свету и окислению, что обеспечивает их широкое применение в пищевой, косметической, фармацевтической и других отраслях промышленности. В пищевой промышленности пищевая добавка E160b наиболее активно используется при производстве молочных продуктов для придания привлекательного цвета.

Хотя краситель E160b является натуральным и безвредным, было установлено, что данное химическое вещество относится к группе так называемых «условно безопасных» и может вызывать сильнейшие аллергические реакции.

В связи с этим к добавке E160b, как и к другим пищевым добавкам, применяемым в производстве пищевых продуктов, предъявляются требования, и в первую очередь они должны быть безвредными в применяемых дозах. Содержание красителя аннато в пищевых продуктах регламентировано требованиями технического регламента Таможенного союза (ТР ТС 029/2012) — не должно превышать 10–20 мг/кг в зависимости от вида готовой продукции. Для этих целей необходимы доступные методики, позволяющие контролировать содержание пищевой добавки E160b в пищевых продуктах. Наиболее актуальна и востребована методика по определению аннато в молочных продуктах. В настоящее время нормативных документов по определению данного красителя в РБ не существует.

Целью данной работы явилась разработка способа определения пищевого красителя аннато в молочных продуктах методом высокоэффективной хроматографии (далее — ВЭЖХ). В качестве объектов исследований были взяты масло, сыр, творожный десерт, мороженое. Основными стадиями подготовки вышеуказанных проб являлись: экстракция аннато подкисленным раствором ацетона, очистка экстракта на картриджах для твердофазной экстракции «Chromobond NH₂» (6 мл, 1000 мг).

Количественное определение аннато (биксина и норбиксина) проводили методом обращено-фазовой хроматографии на жидкостном хроматографе «Agilent 1200», оснащенном диодно-матричным детектором. Оптимальное разделение форм аннато (биксина и норбиксина) было достигнуто на хроматографической колонке HyperClone ODS (250×4 мм, 5 мкм). Показано, что в качестве подвижной фазы лучше использовать смесь ацетонитрил : уксусная кислота (75 : 25 об. %).

Идентификацию проводили при длине волны 460 нм, расчет — по предварительно построенным градуировочным графикам для каждой формы норбиксина и биксина в диапазоне концентраций 0,1–10,0 мкг/см³. Диапазон определяемых концентраций — 0,25–25,0 мг/кг. Степень извлечения для разных продуктов составляла 85–95%.

В результате исследований разработана методика определения пищевого красителя аннато в молочных продуктах методом ВЭЖХ.

Поступила 31.08.2017

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ В АНАЛИЗЕ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

¹Фурс С. Ф., к.х.н., доцент, dhme@tut.by,
¹Башун Т. В., к.х.н., доцент, dhme@tut.by,
²Белышева Л. Л., llbelysheva@gmail.com

¹Государственное учреждение образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования», г. Минск, Республика Беларусь

²Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время органические реагенты (далее — ОР) эффективно используются для обнаружения, разделения, концентрирования и определения ионов металлов и органических веществ. Для ОР характерны высокая избирательность и чувствительность аналитических реакций с их участием, возможность целенаправленного регулирования свойств ОР

путем изменения их структуры с последующим выбором оптимального ОР. Вышеописанные достоинства ОР определяют большой интерес к ним и их применению в анализе.

ОР имеют несомненные достоинства и значительные преимущества перед неорганическими. К числу их относятся:

- в ряде случаев высокая селективность или специфичность аналитических реакций с применением ОР;

- высокая чувствительность и, соответственно, низкий предел обнаружения аналитических реакций с участием ОР. Это обусловлено высокой молекулярной массой ОР, большой интенсивностью окраски и низкой растворимостью в воде их комплексов с ионами металлов;

- возможность целенаправленного управления свойствами ОР путем изменения структуры их молекулы ОР или введения в нее заместителей. В частности, синтезированы многие тысячи ОР, позволяющие определять ионы металлов и органических веществ.

Следует отметить, что по механизму действия ОР, применяемые в различных областях аналитической химии, могут быть классифицированы следующим образом:

1. Солеобразующие ОР, такие как органические кислоты, основания и их соли, которые играют чаще всего вспомогательную роль в анализе. Сюда относятся буферные смеси, кислотно-основные индикаторы, установочные вещества в объемном методе анализа. Это ацетаты, оксалаты, формиаты, фталаты, пиридин, метилоранж и др.

2. Окислительно-восстановительные ОР, такие как бензидин, фенилантраниловая кислота, дифениламин и другие, которые используются в качестве окислительно-восстановительных индикаторов, поскольку их окисленные и восстановленные формы различно окрашены.

3. Синтетические ОР, которые вступают в реакции синтеза с определяемым веществом, образуя чаще всего окрашенные продукты.

4. Каталитические и адсорбционные ОР, такие как иониты, экстрагенты. Взаимодействие с ионами металлов по типу комплексообразования является одним из наиболее ярких и характерных примеров использования ОР в аналитической химии. Одно из наиболее видных мест в аналитической химии занимают ОР, образующие хелатные или циклические соединения с ионами металлов.

Хелаты, образуемые ОР, привлекают внимание пользователей своей яркой окраской, высокой молекулярной массой, низкой растворимостью в воде и особенно повышенной устойчивостью.

ОР, образующие нейтральные хелаты, применяются для определения ионов металлов весовым и экстракционно-фотометрическими методами.

Комплексоны являются одним из самых ярких примеров эффективного применения хелатообразующих ОР в аналитической химии.

Наиболее обширная область применения комплексонов в аналитической химии — комплексонометрическое титрование, проводимое в прямом, обратном и косвенном вариантах.

Применение комплексонов в весовом методе анализа сводится, как правило, к их эффективному маскирующему действию. Например, при осаждении неорганическими и органическими осадителями удается предотвратить осаждение многих мешающих ионов, что увеличивает селективность применения осадителей и существенно упрощает и облегчает считавшиеся ранее громоздкими и трудоемкими методики. Маскирующее действие комплексонов может использоваться для эффективного изменения окислительно-восстановительного потенциала систем. Это позволяет увеличить селективность многих окислительно-восстановительных определений.

Следующей важной областью применения ОР и комплексонов является фотометрический анализ, на долю которого приходится около 50% всех аналитических определений. При этом следует подчеркнуть, что сами фотометрические определения, особенно в последнее время, немыслимы без ОР. Роль комплексонов здесь также заключается в эффективном маскировании ионов, мешающих фотометрическому определению.

Однако использование хелатообразующих ОР недостаточно эффективно в аналитической химии щелочноземельных и особенно щелочных металлов, поэтому были предложены реагенты, позволяющие во многом снять указанные проблемы, — макроциклические ОР.

В молекуле макроциклического соединения (далее — МЦС) может быть один макроцикл (моноциклическое соединение) или несколько макроциклов (полициклическое соединение). Все разнообразие строения органических соединений характерно и для МЦС, поскольку они могут быть алифатическими, ароматическими, алициклическими.

По происхождению различают природные и полученные на их основе искусственные МЦС и синтетические МЦС. К первому классу относятся алкалоиды, антибиотики, гормоны, порфирины (гемоглобин, хлорофилл), циклодекстрины (полиолигосахариды), выделенные из крахмала. Ко второму классу относятся краун-соединения (КС), в частности краун-эфиры (МЦС с кислородсодержащими донорными атомами в цикле). В химическом анализе используются некоторые природные МЦС, в частности, из антибиотиков — валиномицин как электродно-активное вещество мембран ионоселективных электродов (ИСЭ); циклодекстрины, импрегнированные на матрице — как молекулярные сита с относительно крупной пористостью для разделения по размеру молекул органических веществ.

Главные области использования синтетических МЦС в химическом анализе (в порядке убывания частоты применения) в настоящее время:

- экстракционное разделение и концентрирование;

- экстракционно-фотометрическое определение;

- хроматографические и сорбционные методы разделения и концентрирования (в особенности в аффинной или биоспецифической хроматографии для разделения близких по свойствам органических молекул);

- изготовление ионоселективных электродов.

Как видно из вышеизложенного материала, ОР являются классом химических соединений, пронизывающим многие разделы аналитической химии. Важным направлением в исследовании ОР в аналитической химии был и остается поиск реагентов, обеспечивающих максимальную чувствительность и селективность аналитических реакций с их участием. Это возможно путем целенаправленного изменения строения молекул ОР. Возможности органического синтеза в настоящее время

очень широки, поэтому может быть реализована практически любая структура ОР, позволяющая им приобретать заданные свойства. Следует также иметь в виду, что с усложнением структуры получаемого ОР особую актуальность приобретает проблема выделения высокочистых ОР и соответственно их очистки. Для этого применяются различные физико-химические методы, в частности хроматография и экстракция. Варьирование свойств ОР позволяет осуществить осознанный, грамотный, целенаправленный выбор наиболее рационального способа их использования в анализе объектов окружающей среды.

Поступила 17.08.2017

О КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ И УЧРЕЖДЕНИЙ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ГОССАННАДЗОР, ПО ПРОФИЛАКТИКЕ НЕИНФЕКЦИОННОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ

Гринь В. В., mail@rcheph.by,
Наройчик Л. К., mail@rcheph.by,
Войцеховский В. Е., mail@rcheph.by,
Ключенович В. И., к.м.н., доцент, kvi.eco@gmail.com

Государственное предприятие «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»,
г. Минск, Республика Беларусь

Для Беларуси, как и для других государств мира, характерна избыточность неинфекционной, особенно хронической, заболеваемости, которая является на сегодняшний день основной причиной смертности населения, а также экономических потерь от возникающей нетрудоспособности и затрат на медицинские мероприятия.

Это обуславливает необходимость проведения постоянных и максимально эффективных мероприятий по созданию и поддержанию здоровьесберегающей среды жизнедеятельности людей, а также снижению распространенности поведенческих и биологических рисков здоровью.

Стабильность среды обитания по параметрам, выполнение которых гарантирует сохранение и улучшение здоровья населения, обеспечивается мероприятиями первичной профилактики.

Первичная профилактика — это совокупность политических, социальных, экономических, медицинских, информационных и воспитательных межсекторальных действий общества, направленных на устранение причин и условий, вызывающих распространение болезней среди населения.

Организация первичной профилактики в системе управления здравоохранением страны делегирована санитарно-эпидемиологической службе. Учитывая это, перед органами и учреждениями, осуществляющими государственный санитарный надзор, стоит задача в своей деятельности обеспечить приоритетность первичной профилактики как генерального направления формирования здоровья населения на популяционном уровне.

Усиление профилактической деятельности, заложенной в т. ч. в механизмах реализации Государственной программы Республики Беларусь «Здоровье населения и демографическая безопасность» на период 2016–2020 гг., потребует решения важной задачи: суметь максимально вовлечь государственные органы управления, мобилизовать другие общественные сектора и обосновать наличие дополнительных резервов в системе здравоохранения для проведения на административных территориях мероприятий по управлению формированием здоровья населения за счет улучшения гигиенического качества окружающей человека среды и снижения рискованного по отношению к собственному здоровью поведения людей.

В силу того, что мероприятия первичной профилактики сопровождаются расходами из консолидированного бюджета территории, возрастает необходимость обоснования их целенаправленности для снижения заболеваемости населения и создания на этой основе конкретных планов действий, поддерживаемых местными органами управления и субъектами социально-экономической деятельности.

Для этого разработанные концептуальные подходы обосновывают целесообразность оптимизации схемы деятельности органов и учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор.

Цель оптимизации — обеспечивать высокий уровень доказательности назначаемых мероприятий по первичной профилактике и формированию здорового образа жизни. В основу усиления доказательности закладывается углубленный анализ складывающейся ситуации с распространенностью неинфекционной заболеваемости на административной территории.

Многофакторность, многоаспектность и многомерность анализа неинфекционной заболеваемости актуализирует в случае его внедрения в практику обоснование имеющихся в санэпидслужбе ресурсов.

Наличие таких ресурсов обуславливается следующими аспектами:

1. Технология социально-гигиенического мониторинга (далее — СГМ), реализованная во всех практических структурах санэпидслужбы с 1996 г., обеспечивает возможность комплексной оценки параметров здоровья населения во взаимосвязи с состоянием окружающей среды.

Учитывая, что в системе госсаннадзора с 2000 г. внедрена в практику методология оценки и управления рисками, СГМ при соответствующем методологическом совершенствовании и программно-аппаратном дооснащении может получить дальнейшее развитие в части перехода на мониторинг неинфекционной заболеваемости с целью выбора критических регионов, территорий и объектов.

2. Современные тенденции распространения заболеваемости и смертности в мире, в т. ч. в Беларуси, характеризуются эпидемическим переходом от инфекционной патологии к неинфекционным болезням в связи с улучшением благосостояния, урбанизацией, уменьшением рождаемости, увеличением продолжительности жизни и старением населения и др.

Это обусловило развитие нового направления — эпидемиология неинфекционной заболеваемости, задачей которого является анализ причин, условий и механизмов возникновения различных болезней на территории, среди различных групп и во времени и обоснование целевых программ профилактических мероприятий на основе полученных данных.

Эпидемический переход переориентирует профилактические программы с инфекционной на неинфекционную заболеваемость.

Методологической основой эпидемиологии неинфекционных заболеваний является использование аналитического аппарата, применяемого при эпидемиологическом анализе инфекционной заболеваемости, для целей изучения закономерностей возникновения и распространения различных по своей природе неинфекционных нарушений состояния здоровья населения.

В этой связи деятельность санэпидслужбы в области эпидемиологического слежения за инфекционной заболеваемостью при соответствующей организационно-технологической коррекции может быть трансформирована для эпидемиологического анализа неинфекционной заболеваемости.

3. Главой государства четко определена задача — значительно снизить административный пресс на объекты производственно-хозяйственного комплекса страны.

Учитывая данное требование, санитарно-эпидемиологической службе в числе других контролирующих органов предстоит обеспечить баланс между функциями надзора и степенью влияния последнего на хозяйственную деятельность инфраструктуры территории.

Это потребует от системы государственного санитарного надзора оптимизации ресурсов, в т. ч. кадровых, которые были задействованы в осуществлении объектового контроля, их переориентацию для концентрации на следующих, в определенной степени новых функциях:

- территориально-объектовый анализ складывающейся санитарно-гигиенической ситуации и обусловливаемых ею рисков роста неинфекционной заболеваемости и смертности населения;

- последующая разработка, согласование, организация и контроль исполнения профилактических программ в соответствующем разделе гигиены;

- внедрение и осуществление санитарно-эпидемиологического гигиенического аудита объектов, являющихся источником риска для роста неинфекционной заболеваемости среди населения административной территории.

Таким образом, концептуальное обоснование моделирования деятельности санэпидслужбы в области первичной профилактики неинфекционной заболеваемости на современном этапе является актуальной задачей.

Такое моделирование определяется в следующих системных направлениях деятельности органов и учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор:

- защита здоровья населения (улучшение гигиенического качества среды обитания населения, включая мониторинг состояния популяционного здоровья);

- формирование у населения здорового образа жизни (снижение поведенческих рисков здоровью);

- поддержка и укрепление здоровья у здоровой части населения (сохранение и поддержание трудоспособности и активного долголетия населения).

При этом в качестве основной задачи, определяемой в предлагаемых концептуальных решениях, аргументируется необходимость разработки для деятельности территориальных центров гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья нового, ориентированного на практику, организационного модуля. Цель такого модуля — обеспечивать в рамках практической деятельности центров гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья обоснование мероприятий по первичной профилактике и формированию здорового образа жизни на административных территориях по результатам осуществления СГМ на основе эпидемиологического анализа неинфекционной заболеваемости.

В предлагаемых концептуальных подходах также предусматривается разработка мер по совершенствованию системы социально-гигиенического мониторинга по следующим направлениям:

- переход на мониторинг здоровья населения по витальным циклам и на внутригодовое динамическое наблюдение за заболеваемостью;

- внедрение системы наблюдения за территориями в части выявления веществ, факторов и социальных явлений, которые потенциально могут отрицательно или положительно повлиять на процессы формирования здоровья на популяционном уровне;

- активное использование в аналитической практике научно обоснованных методик экспертных социально-гигиенических оценок, эконометрических методик и др.

В конечном итоге реализация концептуальных подходов позволит в целом существенно оптимизировать организационные технологии деятельности санитарно-эпидемиологической службы через максимально-эффективное использование данных социально-гигиенического мониторинга, проведенного с применением эпидемиологического анализа неинфекционной заболеваемости. Все это дает возможность повысить целенаправленность государственного санитарного надзора как в разрезе задач и функций в соответствии с профильными разделами (отраслями) гигиены и эпидемиологии, так и в рамках осуществления санитарно-эпидемиологического аудита.

Для повышения уровня доказательности выводов из результатов социально-гигиенического мониторинга концептуальными предложениям в организационном плане предполагаются следующие функционально обозначенные элементы в алгоритме деятельности центра гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья на административной территории:

- идентификация факторов риска распространения болезней и комплексная оценка состояния здоровья населения административной территории в рамках регламентированной деятельности по осуществлению СГМ с учетом проведения эпидемиологического анализа неинфекционной заболеваемости;

- подготовка для органов социально-экономической деятельности территории проектов управленческих решений, на основе которых можно будет форматировать проекты планов действий по первичной профилактике неинфекционных заболеваний и мероприятий по формированию среди населения здорового образа жизни на административной территории (планы действий).

В рамках предлагаемых концептуальных решений предстоит разработать в формате технических нормативных правовых актов четкую систему применения индикаторов управленческих решений.

Эта система должна будет определить порядок информационного наполнения различных аналитических документов, предшествующих подготовке планов действий, а также организационно обозначить общие принципы разработки и продвижения последних в системе государственного управления и социально-экономического обеспечения административной территории.

При этом важным элементом нового вида деятельности органов и учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор, согласно концептуальным предложениям, становится осуществление контроля и мониторинга эффективности выполнения планов действий субъектами социально-экономической деятельности административной территории.

Предлагаемые концептуальные подходы по совершенствованию деятельности санитарно-эпидемиологической службы в части реализации задач по формированию у населения здорового образа жизни позволяют внедрить новые организационные технологии, направленные на усиление взаимодействия с органами государственного управления.

Основная цель, достижение которой ставится в основе концептуальных предложений, — добиться активного вовлечения субъектов социально-экономической деятельности в мероприятия по созданию для населения здоровьесберегающей среды обитания как элемента устойчивого социально-экономического развития территории. Также этому будет способствовать проведение на территориальном уровне регулярных исследований распространенности поведенческих и биологических факторов риска возникновения неинфекционной патологии среди населения.

В концептуальном порядке обосновывается необходимость разработки научной платформы государственного санитарного надзора в области совершенствования первичной профилактики на основе эпидемиологического анализа неинфекционной заболеваемости и интегральных оценок уровня здоровья населения.

Согласно концептуальным направлениям углубление дифференциации территорий по параметрам состояния здоровья населения во взаимосвязи с качеством окружающей среды должно сопровождаться внедрением новых современных информационных технологий, поэтому предлагается модернизировать программно-аппаратный комплекс санэпидслужбы с целью перевода системы информационного обеспечения СГМ на порталные технологии, обеспечивающие автоматизацию доступа центров гигиены, эпидемиологии и общественного надзора к базам данных лечебно-профилактических и других организаций по вопросам состояния среды обитания, жизнедеятельности и здоровья населения.

Кроме того, при разработке концептуальных подходов обоснована необходимость целенаправленного повышения квалификации главных врачей, врачей-гигиенистов, врачей-эпидемиологов и специалистов отделов социально-гигиенического мониторинга центров гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, врачей учреждений образования и научных организаций и широкого использования международного опыта и организации стажировок за рубежом по вопросам организации и проведения эпидемиологического слежения и анализа неинфекционной заболеваемости.

Совершенно очевидно, что для оптимизации деятельности по предлагаемым концептуальным подходам, логично за должностными лицами, органами и учреждениями, осуществляющими государственный санитарный надзор, решением Министерства здравоохранения Республики Беларусь в установленном порядке закрепить организующую функцию в части реализации задач по управлению первичной профилактикой неинфекционной заболеваемости на административной территории, что должно найти отражение в процессе совершенствования нормативной правовой базы.

На сегодняшний день медико-профилактическая деятельность, в принципе, в достаточной степени законодательно обеспечена. Однако для реализации выше обсуждаемых концептуальных подходов действующая нормативная правовая база должна получить дальнейшее развитие в части систематизации организационно-методической работы санитарно-эпидемиологической службы по взаимодействию с органами управления и субъектами социально-экономической деятельности при планировании и осуществлении на территориях мероприятий по первичной профилактике неинфекционных заболеваний и формированию среди населения здорового образа жизни.

Таким образом, моделирование деятельности органов и учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор, с целью совершенствования в области управления профилактикой болезней и формирования среди населения здорового образа жизни является актуальной задачей. Разработанные концептуальные подходы позволяют повысить доказательность профилактических мероприятий по результатам осуществления социально-гигиенического мониторинга на основе эпидемиологического анализа неинфекционной заболеваемости. При этом повышается эффективность взаимодействия с органами государственного управления для активного вовлечения субъектов социально-экономической деятельности в мероприятия по созданию для населения здоровьесберегающей среды обитания как элемента устойчивого социально-экономического развития административных территорий.

Поступила 01.09.2017

ИТОГИ И АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ГИГИЕНЫ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Дроздова Е. В., к.м.н., доцент, water@rspch.by,

Буряя В. В., water@rspch.by,

Гирина В. В., water@rspch.by,

Фираго А. В., water@rspch.by

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Деятельность лаборатории факторов среды обитания и технологий анализа рисков здоровью республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» (далее — Центр) по разделу гигиены питьевого водоснабжения направлена на научное обеспечение решения задач, стоящих перед Министерством здравоохранения Республики Беларусь в сфере гигиены питьевого водоснабжения, санитарной охраны водных объектов, регламентации качества и безопасности упакованных вод. Научные исследования проводятся в рамках государственных программ научных исследований, отраслевых научно-технических программ, отраслевых программ по обеспечению деятельности Министерства здравоохранения в сотрудничестве с другими структурными подразделениями Центра, а также республиканскими и зарубежными научными организациями, международными организациями (ВОЗ, ЕЭК ООН). Результаты НИР являются основой для разработки новых и актуализации действующих технических нормативных правовых актов (далее — ТНПА) и инструктивно-методических документов в области обеспечения качества и безопасности рекреационных, питьевых и упакованных вод.

Основным направлением научно-практической деятельности лаборатории за последние десять лет явилось продолжение работы по научному обоснованию совершенствования нормативной базы по контролю безопасности вод для различ-

ных видов водопользования (питьевая вода систем централизованного и нецентрализованного водоснабжения, упакованные воды, рекреационные воды) [1–5]. В 2006–2016 гг. в лаборатории выполнялись НИР по научному обоснованию подходов к совершенствованию мониторинга питьевой воды по содержанию побочных продуктов хлорирования (тригалометанов), азотсодержащих соединений (нитратов, нитритов, аммония), нормированию актуальных для республики показателей природного происхождения (бор), физиолого-гигиеническому нормированию питьевой воды, регламентации качества и безопасности упакованных вод, новых технологий водоподготовки (альтернативные хлорированию методы обеззараживания сточных вод, наноматериалы, полимерные материалы и т. д.). Итогом работы явились новые научные данные и разработка на их основе ряда национальных и региональных нормативных и методических документов: СТБ 1756-2007 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора» (2007), Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» (Глава II Раздел 9 «Требования к питьевой воде, расфасованной в емкости», Раздел 21 «Требования к минеральным водам») (2010), ТР ЕАЭС «О безопасности упакованной питьевой воды, включая природные минеральные воды» (2017), проект ТР БУ «О безопасности питьевой воды, расфасованной в емкости» (2009), СанПНиГН «Критерии гигиенической безопасности полимерных материалов, применяемых в системах питьевого водоснабжения» (2006), СанПНиГН «Гигиенические требования к источникам нецентрализованного питьевого водоснабжения населения» (2010), СанНиП «Требования к физиологической полноценности питьевой воды» (2012), СанНиП «Требования к системам водоотведения населенных пунктов» (2012), СанНиП «Требования к содержанию поверхностных водных объектов при их рекреационном использовании» и ГН «Допустимые значения показателей безопасности воды поверхностных водных объектов для рекреационного использования» (2008, 2016), СанНиП «Требования к питьевой воде, расфасованной в емкости» и ГН «Требования к безопасности питьевой воды, расфасованной в емкости» (2015), СанНиП «Санитарно-эпидемиологические требования к охране подземных водных объектов, используемых в питьевом водоснабжении, от загрязнения» (2015), Инструкции по организации и проведению ведомственного лабораторного контроля систем питьевого водоснабжения (№ 135-1207) и ряд других (<http://rspch.by/DevelopedDocuments>).

Формирование перспективных направлений научной деятельности осуществляется в русле национальных стратегий и государственных программ, в т. ч. Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г., Государственной программы «Здоровье народа и демографическая безопасность Республики Беларусь» на 2016–2020 годы» (подпрограмма «Профилактика и контроль неинфекционных заболеваний»), гармонизированной с глобальной и региональной политикой ВОЗ (Глобальный план профилактики неинфекционных заболеваний, программа «Здоровье-2020»), Водной стратегии Республики Беларусь на период до 2020 г., а также международных обязательств Республики Беларусь по Протоколу по проблемам воды и здоровья, Пармской декларации по окружающей среде и здоровью (региональные приоритетные задачи «1. Защита здоровья населения путем улучшения доступа к безопасному водоснабжению и санитарным удобствам», «4. Профилактика заболеваний, связанных с небезопасной химической, биологической и физической окружающей средой»), Островской декларации по окружающей среде и охране здоровья (приоритетные направления «(b) обеспечение всеобщего, справедливого и устойчивого доступа к безопасной питьевой воде и санитарно-гигиеническим услугам повсеместно и для всех, поощрение интегрированного управления водными ресурсами и повторного использования безопасно очищенных сточных вод, при необходимости», «(с) Сведение к минимуму негативного воздействия химических веществ на здоровье людей и окружающую среду»).

Основной задачей научно-практической деятельности на предстоящий период является совершенствование методических подходов и нормативно-правовой базы по обеспечению безопасности питьевого и рекреационного водопользования на основе использования соответствующих современному уровню знаний методов и моделей, гармонизации их с международными подходами, а также принимающих во внимание социально-экономические аспекты в условиях интеграционных процессов.

Обозначенная задача решается в рамках таких приоритетных направлений научно-исследовательской деятельности Центра, как «Совершенствование методологии оценки риска воздействия на здоровье человека факторов среды обитания» и «Разработка новых, соответствующих современному уровню знаний, методов и альтернативных биологических моделей, позволяющих с высокой степенью достоверности оценить риски негативного воздействия факторов среды обитания на здоровье человека», соответствующих приоритетному направлению научно-технической деятельности в Республике Беларусь «4. Медицина, фармацевтика, медицинская техника» (поднаправление «гигиеническая оценка и нормирование факторов среды обитания, минимизация рисков для здоровья человека») (Указ Президента Республики Беларусь от 22.04.2015 № 166 «О приоритетных направлениях научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2016–2020 годы»).

В соответствии с современными реалиями приоритетными направлениями научно-практической деятельности Центра по разделу гигиены питьевого водоснабжения и водной токсикологии являются:

- совершенствование гигиенических критериев, показателей и нормативов безопасности вод для различных видов водопользования (питьевых, минеральных, рекреационных) с учетом региональных особенностей, международных (ВОЗ) и региональных требований (ЕС);
- научное обеспечение рискологии питьевого водоснабжения и рекреационного водопользования (методология оценки рисков в системах водоснабжения, технологии водоподготовки, регламенты принятия решений), развитие интегральной оценки рисков, обусловленных водным фактором;
- научное обеспечение гармонизации требований безопасности к подконтрольным видам продукции в рамках интеграционных процессов (ЕАЭС, ЕЭП, ВТО), включая научное сопровождение гигиенической регламентации производства упакованных вод (питьевых и минеральных) как развивающегося способа регулирования водообеспечения населения;
- разработка и научное обоснование методологии оценки эффективности и безопасности новых технологий очистки и обеззараживания воды, включая нанотехнологии;
- физиолого-гигиеническая регламентация качества и безопасности питьевой воды;
- совершенствование подходов к оценке безопасности материалов, контактирующих с питьевой водой, и устройств для водоподготовки (в т. ч. развитие и внедрение методов, позволяющих дать интегральную оценку безопасности);

- развитие методов оценки токсичности с использованием альтернативных тест-моделей на основе водных тест-объектов;
- научное сопровождение международного сотрудничества в области питьевого водоснабжения, использования и охраны водных объектов.

Рискология питьевого водоснабжения. Концепция анализа рисков базируется на управлении факторами среды, которые повышают вероятность возникновения различных нарушений здоровья человека. Классический цикл «анализа рисков» включает 3 взаимосвязанных этапа: оценка рисков, управление рисками и информирование о рисках. В ходе оценки рисков проводится идентификация рисков, характеристика и оценка каждого из них, разработка и выполнение мероприятий по их устранению/минимизации, оценка выполнения мероприятий. Для питьевого водоснабжения область рисков определяется качеством воды в источниках, санитарно-техническим состоянием систем водоснабжения, технологиями водоподготовки и «человеческим фактором», действие которого в значительной степени определяет состояние систем водоснабжения. В связи с этим важнейшей задачей последующих этапов развития гигиены водоснабжения является идентификация невыявленных или новых рисков, а также научное обоснование мероприятий по их устранению/минимизации. Так, выполненные в рамках задания 01.02. ОНТП «Здоровье и окружающая среда» научные исследования позволили обосновать алгоритм гигиенического мониторинга нитратов в питьевой воде, в т. ч. с применением методологии анализа рисков здоровью [2].

На основании результатов исследований по заданию 01.05. ОНТП «Современные условия жизнедеятельности и здоровьесбережение» ранжированы основные потенциальные риски для водозаборов и водопроводов с учетом сложившихся в республике условий водопотребления на территориях с различной антропогенной нагрузкой и в зависимости от производительности водозабора, что позволило разработать методику анализа рисков в системах питьевого водоснабжения, научно обосновать подходы к корректировке размеров зон санитарной охраны (далее — ЗСО) источников водоснабжения и основанные на оценке рисков критерии установления условий использования территории ЗСО для размещения объектов различного назначения. Их внедрение позволит объективизировать систему надзора, минимизировать риски для здоровья и одновременно исключить излишние ограничения на ведение хозяйственной деятельности на территории ЗСО.

В рамках задания 01.04. «Разработать основанную на оценке микробиологических рисков систему мониторинга водных объектов, используемых в рекреационных целях» ОНТП «Современные условия жизнедеятельности и здоровьесбережение» проведена оценка индикаторных микробиологических показателей безопасности, их репрезентативности, в т. ч. в зависимости от типа используемых водоемов, что позволило научно обосновать индикаторные показатели безопасности поверхностных вод, используемых в рекреационных целях, учитывающие сложившиеся условия в Республике Беларусь, а также разработать методологию оценки рисков при рекреационном использовании поверхностных водных объектов, принимающую во внимание степень рекреационной нагрузки на водоем, виды рекреационного водопользования (контактные/неконтактные), тип водного объекта, наличие/отсутствие объектов отдыха на нем. Результаты использованы для совершенствования системы мониторинга водных объектов, используемых в рекреационных целях, обоснования принятия управленческих решений при введении ограничений на рекреационное использование водоемов, установления мест рекреации в долгосрочной перспективе на основе научно обоснованных подходов, что позволит повысить надежность рекреационного водопользования и снизить риски.

В рамках НИР по заданию 02.04 ОНТП (2016–2018) планируется разработка и внедрение современных гигиенических требований к качеству и безопасности питьевой воды по химическому составу (критерии оценки, показатели безопасности), особое внимание при оценке потенциальных рисков будет уделено веществам, обладающим отдаленными эффектами (канцеро-, мутагенным и повреждающим репродуктивную систему действием).

В рамках со-председательства по программной области «Предупреждение и снижение водно-обусловленных заболеваний» Плана работы по Протоколу по проблемам воды и здоровья в 2014–2019 гг. специалисты Центра принимают непосредственное участие в разработке Руководящего методического документа по внедрению в питьевое водоснабжение подходов, основанных на анализе рисков здоровью для стран региона Евро-ВОЗ.

Физиолого-гигиеническое нормирование. Питьевая вода должна соответствовать критериям безопасности, в первую очередь гигиеническим. Однако в последние годы научно признана роль микрокомпонентов питьевой воды (в первую очередь, общая жесткость, кальций, магний) для здоровья человека, данные экспериментальных и натурных исследований свидетельствуют об отрицательном влиянии на организм низкоминерализованных вод. В этой связи проблемы соотношения полезности для человека природной воды и «обработанных» (кондиционированных) вод, потребителей которых становится все больше, значительно актуализируются. Это послужило основой развития нового направления — физиолого-гигиенического нормирования питьевой воды, предусматривающего оценку не только особенностей химического состава, но и эпидемиологические исследования по проблеме взаимосвязи типа и качества употребляемой воды (по химическим компонентам) и здоровья ее потребителей. Научно обосновано применение понятия «физиологически полноценная вода», критерии физиологической полноценности питьевой воды (Ключенович В.И., Щербинская И.П., Дроздова Е.В., Бурая В.В. и др.) [3], разработан оптимизированный подход к оценке качества воды как продукта питания применительно к условиям Республики Беларусь. Использование гигиенического и физиолого-гигиенического подходов к регламентации качества питьевой воды как взаимодополняющих способствует оптимизации качества питьевой воды. Полученные в рамках НИР данные послужили основой для разработки требований к физиологической полноценности питьевой воды, а также обоснования нормативных требований к упакованным водам на территории ЕАЭС. В настоящее время в развитие данного направления выполняется НИР по научному обоснованию гигиенических требований к устройствам водоочистки и водоподготовки с учетом их влияния на минеральный состав воды.

Оценка эффективности и безопасности новых технологий очистки и обеззараживания воды. Широкое применение устройств водоочистки, в т. ч. для индивидуального использования, разработка новых материалов, внедрение нанотехнологий ставят перед нами задачу о необходимости совершенствования оценки их эффективности и безопасности. В первую очередь это совершенствование методических подходов к исследованиям, развитие и внедрение методов, позволяющих дать интегральную оценку безопасности материалов, контактирующих с питьевой водой, и устройств для водоподготовки, которые при минимальных финансовых и временных затратах позволят получить надежные репрезентативные данные. В

рамках ГПНИ «Конвергенция» (2012–2015) выполнены исследования по изучению потенциальных антимикробных свойств 25 опытных образцов наноструктурированных материалов (далее — НСМ) на основе диоксида титана, разработанных в УО БГУ-ИР, отличающихся способами получения, подложкой (на титановой, медной, алюминиевой фольге различной толщины, медной сетке, стекле) [4]. На основании полученных результатов предложен метод количественной оценки антимикробной активности новых НСМ на основе критерия RDDS (относительный потенциал), который может использоваться для оценки возможности использования разработок для очистки воды с целью их последующего промышленного освоения (Дроздова Е.В., Дудчик Н.В. и др.).

Новым направлением, активно развиваемым в лаборатории в течение последних 12 лет, является разработка и внедрение инновационных альтернативных методов оценки токсичности химических веществ, их смесей, интегральной токсичности объектов окружающей среды (питьевые, природные и сточные воды, отходы), водных вытяжек из продукции народного потребления и новых материалов, используемых в водоподготовке (Дроздова Е.В., Дудчик Н.В. и др.) [5]. Выполненные впервые в Республике Беларусь на уровне мировой новизны разработки защищены патентами Республики Беларусь, представлены на Белорусской инновационной неделе и на ряде выставок, включая зарубежные, внесены в Каталог инновационных разработок. Разработаны 3 нормативно-методических документа (инструкции по применению №№ 021–1112, 063–1109, 093–1008, <http://rspch.by/DevelopedDocuments>), нашедшие широкое практическое применение при оценке безопасности материалов, используемых в питьевом водоснабжении, методов водоподготовки, при токсиколого-экологической характеристике средств защиты растений по параметрам водной токсичности. Результаты использованы при формировании научной школы по направлению «Разработка инновационных тест-моделей и формирование батарей *in vitro* тестов на основании изучения комплекса популяционных, культурально-морфологических, молекулярно-генетических и биохимических показателей для оценки биологического и токсического действия антропогенных химических факторов среды обитания человека», в рамках которой в Центре защищены 4 диссертации, в т. ч. 1 докторская.

На 2016–2018 гг. запланировано выполнение научных работ, направленных на обоснование гигиенических требований безопасности и качества питьевой воды на основе применения методологии оценки риска здоровью населения, подходов к интегральной оценке питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности, а также оценку потенциального канцерогенного риска здоровью от воздействия побочных продуктов дезинфекции и научному обоснованию подходов к его минимизации.

Обеспечение универсального доступа населения к качественной и безопасной питьевой воде является важнейшим аспектом устойчивого социально-экономического развития страны, действенным механизмом здоровьесбережения за счет управления качеством среды обитания. Действующая в Республике Беларусь система контроля качества и безопасности питьевых и рекреационных вод за многолетнюю практику применения доказала эффективность и зарекомендовала себя как надежная. В то же время это позволило выявить ряд аспектов в данной области, требующих дополнительной научной проработки. На современном этапе основополагающим направлением является повышение научной обоснованности нормативов качества и безопасности питьевой воды с учетом новых данных о токсичности и опасности веществ, современной экологической ситуации, гармонизация требований безопасности с международными, дальнейшее развитие нормативной базы на основе методологии анализа рисков. Применение научных подходов позволяет на современном уровне решать актуальные задачи государственного санитарного надзора, достигать здоровьесбережения за счет минимизации рисков развития потенциальных водно-ассоциированных заболеваний.

Литература

1. Ключенович, В. И. Питьевое водоснабжение: безопасность для здоровья / В. И. Ключенович, Е. В. Дроздова, В. В. Буряя // Наука и инновации. — 2009. — № 4 (74). — С. 10–11.
2. Будников, Д. А. Расчет фактической химической (нитратной) водной нагрузки на население с учетом изозффективных доз ксенобиотиков / Д. А. Будников, Е. В. Дроздова, В. В. Буряя // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / Респ. науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. Г. Е. Косяченко. — Минск : ГУ РНМБ, 2013. — Вып. 22. — С. 11–14.
3. Результаты гигиенической оценки питьевых вод, потребляемых населением Республики Беларусь, по макро- и микроэлементному составу как основа разработки критериев физиологической полноценности питьевой воды / Е. В. Дроздова [и др.] // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / Респ. науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. В. П. Филонов. — Минск, 2010. — Вып. 15. — С. 69–74.
4. Denisov, N. M. Preparation and Antibacterial Properties of Composite Nanostructures from Titanium and Copper Oxides / N. M. Denisov, V. E. Borisenko, E. V. Drozdova // Inorganic Materials. — 2016. — Vol. 52, № 5. — P. 523–528.
5. Дроздова, Е. В. *vidua* как тест-модель для оценки токсичности химических веществ, их смесей и объектов окружающей среды / Е. В. Дроздова // Гигиена и санитария. — 2012. — № 6. — С. 78–81.

Поступила 01.09.2017

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ И ИМПЛЕМЕНТАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ОЦЕНКИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ СРЕДЫ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ НА ОСНОВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Дроздова Е. В., к.м.н., доцент, water@rspch.by,
Дудчик Н. В., д.б.н., доцент, micro@rspch.by,
Сычик С. И., к.м.н., доцент, rspch@rspch.by,
Филонюк В. А., к.м.н., доцент, promtox@rspch.by,
Шевляков В. В., д.м.н., профессор, promtox@rspch.by

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Состояние среды обитания остается одной из наиболее существенных составляющих в формировании здоровья населения. Несмотря на предпринимаемые усилия, по данным Всемирной организации здравоохранения (далее — ВОЗ) до

15% преждевременных смертей в Европейском регионе связаны с качеством среды обитания. Являясь одним из факторов риска развития неинфекционных заболеваний, качество среды обитания обуславливает развитие до 26% случаев ишемической болезни сердца, 25% инсультов и 17% онкологических заболеваний, определяет утрату до 50 млн лет здоровой жизни в целом по региону ежегодно, нанося обществу существенный социальный и экономический ущерб (ВОЗ, 2017).

Внедрение новых технологий и инновационных производств, процессы интеграции и глобализации, появление новых доказательств неблагоприятного воздействия ранее изученных факторов среды обитания и расширение их спектра определяют появление новых угроз здоровью, требующих регламентации, ставят перед гигиенической наукой новые вызовы и задачи, связанные с необходимостью совершенствования подходов к нормированию и контролю безопасности жизнедеятельности человека, в т. ч. с учетом социально-экономических аспектов.

Учитывая вышеизложенное, на современном этапе развития система государственных мер, направленных на предупреждение и снижение риска неинфекционных заболеваний, обусловленных качеством среды обитания, в рамках Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь формируется на основе принципа предосторожности и научной обоснованности.

В настоящее время в соответствии с современными мировыми тенденциями одним из приоритетных направлений научно обоснованного совершенствования подходов к нормированию и контролю безопасности жизнедеятельности человека, является разработка инновационных, соответствующих современному уровню знаний, методов и моделей, позволяющих с высокой степенью достоверности оценить риски негативного воздействия факторов среды обитания на здоровье человека с целью минимизации и предупреждения негативного воздействия изменяющихся условий жизнедеятельности и среды обитания на популяционное и индивидуальное здоровье и достижение здоровьесбережения посредством управления качеством среды обитания.

Химический фактор является ведущим в формировании экологически обусловленных неинфекционных заболеваний. В среде обитания человека циркулирует огромное количество химических веществ и их сложных смесей и во все возрастающих масштабах продуцируются новые, которые подвергаются дальнейшей трансформации в промышленных процессах, в процессе управления отходами, в результате человеческой жизнедеятельности и естественных процессов. Научные данные показывают, что одновременное поступление в организм веществ одностороннего и разнонаправленного действия в количествах даже значительно ниже предельно допустимых концентраций (далее — ПДК) может вызывать биологические эффекты. Отсутствие эффективных соответствующих современному уровню знаний методик оценки и контроля безопасности с учетом одновременного присутствия нескольких веществ в количествах ниже ПДК может привести к недооценке опасности. В этой связи в настоящее время все большее внимание обращается на возможность применения интегральных методов оценки токсичности.

Область особого интереса представляют собой разработка, изучение свойств и возможности практического использования продуктов современных физико-химических технологий, в т. ч. плазменных сред и нанопродуктов, представляющих объекты комплексной природы, которые являются интенсивно развивающимися направлениями науки и техники.

Для совершенствования системы оценок факторов среды обитания и их контроля безопасности перспективным является применение методов биотестирования, что позволяет получать дополнительные сведения о токсичности образцов, обусловленной одновременным присутствием нескольких веществ (интегральная токсичность) — токсичность сложных смесей, сточных вод, промышленных отходов, почвы, многокомпонентных факторов и прочих, понять суть эффектов в дополнение к аналитическим, токсикологическим и эпидемиологическим исследованиям. С помощью биотестирования *in vitro* могут быть выявлены такие эффекты, как цитотоксичность, мутагенность, генотоксичность, повреждающее эндокринную систему действие. Краткосрочные тесты *in vitro* могут быть использованы для скрининга и классификации потенциально опасных эффектов химических веществ и экотоксикантов. В зависимости от задач, стоящих перед исследователем, методом биотестирования можно установить общую токсичность (в остром, подостром, хроническом, субхроническом эксперименте), а также специфические эффекты — генотоксический, мутагенный.

В настоящее время большое число работ посвящено методологическим подходам, использующим простейшие организмы различных таксонов в качестве биологических тест-моделей для оценки факторов комплексной природы. Данное направление исследований актуально как для изучения механизмов воздействия физических агентов на биологические структуры разного уровня организации, так и с практической целью — достижения антимикробных эффектов воздействия.

В качестве тест-объектов применяют живые организмы различных уровней организации — от микроорганизмов до позвоночных, клеточные культуры. Для биотестирования водных образцов используют различных гидробионтов — микроорганизмы, водоросли, беспозвоночных, рыб. Существенные морфологические, физиологические и метаболические особенности тест-организмов обуславливают разнообразие сфер их использования в практике.

Преимуществом биологического тестирования является непосредственная оценка потенциального токсического воздействия без необходимости экстраполяции на индивидуальные эффекты различных факторов. Использование тестов для оценки токсичности как дополнительного инструмента не является заменой химическому анализу и биомониторингу. Биотестирование, как правило, используется до химического анализа, поскольку этот метод позволяет провести экспресс-оценку негативного воздействия токсиканта.

Актуальность биотестирования для оценки токсичности и его широкое распространение также определяется и тенденцией гуманизации токсикологических экспериментов, особой критике подвергаются острые эксперименты на позвоночных животных, в которых устанавливаются параметры летальности. Следствием является постепенная замена традиционных лабораторных животных (млекопитающих) альтернативными методами на живых объектах иного уровня биологической организации, биохимическими, компьютерными и математическими моделями. В связи с последовательной ратификацией отдельными странами ряда законодательных инициатив рынок для товаров, оценка токсического действия которых была выполнена на животных, неуклонно сокращается, имея устойчивую тенденцию.

Широкому внедрению биотестов в практику в зарубежных странах в большой степени способствовала унификация, особенно стандартизация методов. В настоящее время уже разработано свыше 50 различных стандартов как общетехнического

назначения, так и на конкретные методы биотестирования. Однако, несмотря на все многообразие известных и стандартизованных альтернативных тест-моделей, общепризнанно, что не существует универсальных тест-объектов, идеально пригодных для любых методов биотестирования и обладающих универсальной чувствительностью ко всему разнообразию химических веществ и факторов среды. Тест-организмы могут проявлять специфическую чувствительность к отдельным группам веществ (факторов), варьирующую до 10000 раз, результатом которой является заведомая недооценка либо переоценка потенциальной опасности.

Учитывая вышесказанное, разработка, научное обоснование, валидация с последующим внедрением релевантных биологических моделей (биотестирование) и батарей тестов на их основе для оценки токсичности химических веществ, интегральной токсичности смесей химических веществ и объектов среды обитания являются актуальным и перспективным направлением совершенствования гигиенической регламентации безопасности среды обитания в тесной связи с современными тенденциями развития гигиены как системной и междотраслевой области науки.

Направление по разработке инновационных методов оценки токсичности на основе применения альтернативных биологических моделей успешно развивается в республиканском унитарном предприятии «Научно-практический центр гигиены» уже более 12 лет (Дудчик Н.В., Дроздова Е.В., Застенская И.А., Шевляков В.В., Войтович А.В., Ильюкова И.И., Борис О.А., Богдан А.С., Цыганков В.Г., Журихина Л.Н., Бондарук А.М.). Научные результаты исследований по данному направлению получены в республиканском унитарном предприятии «Научно-практический центр гигиены» в рамках более 10 заданий государственных и отраслевых программ научно-исследовательских работ, в том числе ГКПНИ «Современные технологии в медицине», ГПНИ «Фундаментальная и прикладная медицина и фармация», ГПНИ «Конвергенция», ГНТП «Экологическая безопасность», ОНТП «Медицинская экология и гигиена», ОНТП «Здоровье и окружающая среда», ОНТП «Современные условия жизнедеятельности и здоровьесбережение», ОНТП «Здоровье и среда обитания», гранты Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований 2016–2018 гг. [1–5].

В рамках данного направления научных исследований впервые обоснована и развита концепция моделирования биологических эффектов на прокариотических тест-моделях для оценки биологического действия факторов среды обитания. Изучены и оценены свойства прокариотических организмов как тест-объектов, обеспечивающих достоверную комплексную и разностороннюю оценку факторов среды, в том числе совокупность тест-реакций (маркеров и индикаторов), которые могут быть описаны системой терминов современной геномики, метабомики и протеомики; возможность формирования батарей тест-моделей из биологических моделей как более низкого порядка (субклеточные структуры, мембраны, митохондрии и др.), так и более высокого порядка, что обеспечивает оценку измеряемого фактора на всех уровнях биологической организации и выявление направленности воздействия (стимулирующее, ингибирующее, нейтральное).

Предложена классификация тест-моделей, основанная на структурно-экологической организации, и определена их эволюционная соподчиненность. В основу выделения клеточного, субпопуляционного, популяционного и надпопуляционного классов тест-моделей положено определение тест-объекта (клетка, сообщество, популяция, микробиоценоз) и его тест-реакций (биоиндикаторов и биомаркеров). На основе изучения характерных свойств ассоциаций микроорганизмов как структурно-экологических единиц экосистемы выделены отдельные классы прокариотических тест-моделей — субпопуляционный (тест-объект — ассоциация) и надпопуляционный (тест-объект — микробиоценоз).

Обоснован комплекс популяционных, культурально-морфологических, молекулярно-генетических и биохимических биоиндикаторов и биомаркеров в скрининговой и мониторинговой системе экспресс-оценки характера и закономерностей биологического действия на организм факторов среды обитания различной природы (химической, физической и биологической) с целью их гигиенической регламентации.

Разработана эффективная методология качественной и количественной оценки внешних воздействий факторов среды обитания с использованием прокариотических тест-моделей (на основе микроорганизмов) и эукариотических тест-моделей (беспозвоночные, водоросли, рыбы, инфузории) в соответствии с основными и частными принципами гигиенического нормирования и положениями доказательной медицины.

Обоснованы 12 унифицированных технологий определения биологического действия факторов среды обитания на основе популяционных, клеточных и организменных тест-моделей. Предложены объективные критериальные шкалы качественно-количественной характеристики модулирующего действия факторов среды обитания. По метрологическим показателям (точность, специфичность, предел обнаружения и др.) и экономичности разработанные методики отвечают требованиям GLP и позволяют повысить чувствительность (на порядок выше, чем стандартных микробиологических методов) и сократить время тестирования в 2–10 и более раз.

Определены критерии формирования батареи тестов для эффективной оценки интегральной токсичности и мутагенной активности объектов окружающей среды. Разработаны батареи методов оценки интегральной токсичности объектов среды обитания в краткосрочных тестах для тестирования различных объектов (в т. ч. вод, вытяжек из почв, седиментов, вытяжек из отходов) на основе применения комплекса популяционных, клеточных и организменных тест-моделей. Показано, что краткосрочные тесты, включаемые в батарею, являются взаимодополняющими, отличающимися по конечному эффекту и по уровню биологической организации объекта исследования. Обоснована последовательность этапного тестирования, основанная на метрологических параметрах методов (точность, чувствительность, воспроизводимость, диапазон оценки токсичности), а также на степени эволюционной степени организации тест-модели (прокариоты, эукариоты, системы *in vitro*, *in vivo*). Батареи тестов прошли верификацию на соединениях с известной токсической активностью.

Научно-обоснованные тест-модели и технологии, а также подходы по их эффективному применению в оценке факторов среды обитания формализованы в виде 10 инструкций по применению, которые активно применяются при выполнении научных исследований и в практике надзора за безопасным обращением продукции (оценка безопасности продукции народного потребления, в т. ч. материалов, используемых в питьевом водоснабжении и в контакте с пищевой продукцией, методов водоподготовки), при токсиколого-экологической характеристике средств защиты растений по параметрам водной токсичности, мониторинге объектов среды обитания (подземных и поверхностных вод, сточных вод, почв, отходов), что подтверждено актами о внедрении.

Разработка и внедрение в лабораторную практику технологий и методик позволили выявить закономерные зависимости между направленностью морфологических и метаболических изменений, показателями развития клеток и сообществ про- и эукариот к модулирующим воздействиям, получить новые знания о метаболизме, протеомном, геномном механизмах формирования ответа на воздействия факторов среды обитания, интерпретировать изменения метаболизма и жизнеспособности клеток как проявление фазовых реакций стресса на клеточном, популяционном, субпопуляционном и надпопуляционном уровнях.

Разработки выполнены впервые в Республике Беларусь на уровне мировой новизны, защищены более, чем 25 патентами Республики Беларусь, были представлены на Белорусских инновационных неделях, на ряде выставок, включая зарубежные, и внесены в Каталог инновационных разработок.

В республиканском унитарном предприятии «Научно-практический центр гигиены» сформирована научная школа по направлению «Разработка инновационных тест-моделей и формирование батарей *in vitro* тестов на основании изучения комплекса популяционных, культурально-морфологических, молекулярно-генетических и биохимических показателей для оценки биологического и токсического действия антропогенных химических факторов среды обитания человека». По направлению защищена докторская и кандидатские диссертации, инновационные альтернативные тест-модели использовались в целом ряде выполняемых и уже защищенных диссертационных работ на соискание ученой степени кандидата наук.

Таким образом, развитие оценки факторов среды обитания человека с использованием биологических моделей разного уровня является логическим продолжением совершенствования этого направления гигиенической науки в тесной связи с современными тенденциями ее развития.

Разработка инновационных тест-моделей является неотъемлемой частью имплементации в гигиеническую практику новых технологий выявления и оценки биологических эффектов факторов среды, в том числе, оценку интегральной токсичности, дает объективную возможность экспериментально оценивать воздействие факторов как на человека, так и на живые объекты среды обитания человека, используя принцип «одно здоровье». Расширение круга тест-систем и формирование их в батареи тестов значительно расширяет возможности биотестирования, зачастую удешевляет и сокращает объемы исследований.

Практическое применение релевантных чувствительных биологических тест-моделей позволяет установить характер биологической активности изучаемых факторов на разных уровнях, учесть сложные синергические и/или разнонаправленные эффекты факторов среды [1–5]. Это позволит в конечном итоге повысить эффективность мониторинга среды обитания человека и безопасности продукции народного потребления, минимизировать их негативное воздействие на популяционное и индивидуальное здоровье, снизить риски развития заболеваний, обусловленных качеством среды обитания, что определяет социально-экономическую значимость разработок.

Литература

1. Дроздова, Е. В. Разработка и научное обоснование батареи чувствительных тест-моделей для эффективной оценки острой токсичности водорастворимых химических веществ / Е. В. Дроздова, И. А. Застенская // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / Респ. науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. В. П. Филонов. — Минск, 2010. — Вып. 16. — С. 320–326.
2. Дроздова, Е. В. *C. vidua* как тест-модель для оценки токсичности химических веществ, их смесей и объектов окружающей среды / Е. В. Дроздова // Гигиена и санитария. — 2012. — № 6. — С. 78–81.
3. Дудчик, Н. В. Альтернативные биологические тест-модели в оценке риска воздействия факторов среды обитания / Н. В. Дудчик, Е. В. Дроздова, С. И. Сычик. — Минск: Белорус. науч.-исслед. ин-т трансп. «Транстехника», 2015. — 194 с.
4. Дудчик, Н. В. Возможности использования батареи краткосрочных тест-систем для определения генотоксичности веществ различной природы / Н. В. Дудчик, Т. Н. Головач, В. П. Курченко // Тр. Белорус. гос. ун-та. Физиологич., биохимич. и молекуляр. основы функционирования биосистем. — 2015. — Т. 10, ч. 1. — С. 398–405.
5. Дроздова, Е. В. Научное обоснование критерия RDDS (относительный потенциал антимикробной активности наноматериалов) для количественной оценки антимикробной активности наноматериалов, используемых в водоочистке и водоподготовке / Е. В. Дроздова, Н. В. Дудчик // Достижения медицинской науки 2016; полнотекстовая мед. электрон. база данных: рубрики 70.27.13, 70.27.15, 76.33.33 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://med.by/dmn/book.php?book=16-7_6. — Дата доступа: 06.12.2016.

Поступила 01.09.2017

К ОЦЕНКЕ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЕМАХ СЕЛЬСКИХ РАЙОНОВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Елисеев Ю. Ю., д.м.н., профессор, yeliseev55@mail.ru,
Луцевич И. Н., д.м.н., профессор, ilutsevich@yandex.ru,
Данилов А. Н., к.м.н., andanilov@yandex.ru,
Мусаев Ш. Ж., к.м.н., shmusae@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Саратов, Российская Федерация

Широко известно, что потребление недоброкачественной питьевой воды приводит к росту инфекционных заболеваний и болезней неинфекционной природы, связанных с неоптимальным химическим составом воды. В связи с этим одной из центральных проблем сохранения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации является обеспечение его качественной питьевой водой [1].

Население Саратовской области, проживающее по обоим берегам средне-нижнего участка реки Волги, тоже испытывает дефицит доброкачественной питьевой воды. Однако связано это не столько с качеством воды в центральной артерии области, сколько с тем, что население ее сельских районов использует для хозяйственно-питьевых целей воду

малых рек, общая протяженность которых составляет 12331 км, а общее количество — 358 рек. Вместе с тем река Волга как основной питьевой источник для населения городов Саратов, Энгельс, Маркс, Балаково, Вольск и других крупных прибрежных населенных пунктов области постоянно контролируется местной службой Роспотребнадзора. Более того, известны и основные ее загрязнители, а вот контаминация химическими веществами малых рек области, а также наличие ксенобиотиков в их донных отложениях, может представлять риск для здоровья сельского населения и остается мало изученной проблемой [4].

Цель наших исследований заключалась в санитарно-гигиенической оценке риска для здоровья населения сельских районов Саратовской области от химических веществ, содержащихся в поверхностных водоемах.

Изучение санитарно-гигиенических показателей качества питьевой воды и воды поверхностных водоисточников, расположенных в сельских населенных пунктах районов Саратовской области, проводилось в 2005–2016 гг. и включало ретроспективный анализ материалов (2005–2010 гг.), а также натурные исследования (2010–2016 гг.) [3].

В качестве источников информации были использованы: отчеты, научные труды, материалы Управления Роспотребнадзора по Саратовской области и ФБГУЗ ЦГиЭ в Саратовской области; Приволжского Управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и филиала УГМС по Саратовской области, материалы совместных исследований с сотрудниками ФГУН СНИИСК Роспотребнадзора; нормативно-методические документы [4, 5].

В результате для настоящего исследования были выбраны 9 поверхностных водоисточников, протекающих на территории 10 районов Саратовской области.

Выбор базировался не только на интенсивном сельскохозяйственном и агропромышленном использовании открытых водоемов и, как следствие, их интенсивном загрязнении, но и с учетом существующих и планируемых водозаборов для хозяйственно-питьевого водоснабжения. В итоге были изучены следующие поверхностные реки области: Большой Узень (протекает на территории Александровогайского и Новоузенского районов); Еруслан (по территории Краснокутского и Федоровского районов); Алтата (по территории Дергачевского района); Большой Иргиз (по территории Пугачевского района); реки Камелик и Сестра (протекают на территории Перелюбского района); Хопер (по территории Балашовского района); Медведица (по территории Лысыгорского района); Аткара (по территории Аткарского района) [5].

Проведенные натурные исследования были направлены как на определение содержания химических соединений непосредственно в воде водоисточника, так и на изучение их возможного концентрирования в донных отложениях и, как следствие, возможность быть причиной вторичного загрязнения источников. Исследования воды на содержание химических соединений проводились весной (апрель-май), летом (июль-август), осенью (октябрь-ноябрь) и зимой (январь-февраль), по три пробы в каждом створе. Пробы воды отбирались с поверхности водоемов (в зимний период либо из полыньи, либо бурились лунки), с глубины 0,5 м с середины водостока, а также после прохождения кондиционирования воды на очистных сооружениях из водопровода, используемого для хозяйственно-питьевых целей в малых городах и рабочих поселках районов Саратовской области. Пробы донных отложений отбирали с горизонта 0–10 см дночерпателем.

Всего отобрано 552 пробы, проведено 3312 химических исследований с различных участков 9 поверхностных водоемов, используемых для хозяйственно-питьевых целей, находящихся на территории 10 районов Саратовской области.

Санитарно-гигиеническая оценка содержания химических соединений в воде поверхностных водоемов и питьевой воде проводилась с использованием общепринятой в санитарно-гигиенической практике информации, изложенной в регламентированных и действующих нормативных документах:

- ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения»;

- СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

Оценка содержания химических веществ в донных отложениях проводилась согласно методическим указаниям «Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях» (РД 52.24.609-99), утвержденным Федеральной службой России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды 06.12.1999. При этом с гигиенических позиций актуальность данного направления продолжает сохраняться, что связано отсутствием отечественных стандартов, что в свою очередь усложняет проблему оценки риска вторичного загрязнения воды.

Определение металлов (*Fe, Co, Mn, Cu, Ni, Cr, Zn*) в питьевой воде, воде водоисточников и донных отложениях проводили методом атомной абсорбции на приборе атомно-абсорбционный спектрометр ААС-3300 производства фирмы Perkin-Elmer с пламенным атомизатором (по методике для определения концентраций тяжелых металлов в питьевых и природных водах, изложенной в ПНД Ф 14.1;2;4.139-98, а также по методике для их определения в донных отложениях, изложенной в ПНД Ф 16.1;2.2;2.3.36-02).

Содержание нефтепродуктов определяли люминесцентно-хроматографическим методом путем хроматографического отделения нефтепродуктов от полярных углеводородов и примесей воды не нефтяного происхождения в колонке с активированным оксидом алюминия при использовании экстрагентов хлороформа и гексана и дальнейшего определения выделенных нефтепродуктов люминесцентным методом (РД 52.18.191-89) с использованием флуориметра («Флуорат-2»).

Определение содержания синтетических поверхностно-активных веществ (далее — СПАВ) проводилось согласно «Методическим указаниям по санитарной охране водоемов от загрязнения синтетических поверхностно-активных веществ» (М., № 1407-76 от 05.03.1976), разработанных Е.А. Можаяевым.

Определение содержания фенолов проводилось в соответствии с МУК 4.1.1263-0.3 на анализаторе жидкости «Флуорат-2».

Определение содержания пестицидов (хлорорганических, фосфорорганических и группы 2,4-Д) проводилось в соответствии МУ 2142-80 и МУ 3222-85 «Методическими указаниями по определению пестицидов в воде, продуктах питания, кормах и табачных изделиях методом хроматографии в тонком слое», утвержденных Министерством здравоохранения СССР, 28.10.1980 и 11.03.1985.

Определение содержания нитратов в воде проводили по ГОСТ 18826-73 колориметрическим методом.

Оценка возможного риска влияния качества питьевой воды на здоровье сельского населения, проживающего в районах с интенсивным развитием агропромышленных комплексов Саратовской области, по химическим показателям проводилась

в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04), «Методическими рекомендациями по применению факторов канцерогенного потенциала при оценке риска воздействия химических веществ» (МосМР 2.1.9.005-03) и методическими рекомендациями «Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности» (МР 2.1.4.0032-11).

Статистический анализ результатов исследования проведен с использованием программы Statistica 6.0.

В ходе исследований было установлено наличие в воде поверхностных водоемов и донных отложениях 9 малых рек 10 сельскохозяйственных и агропромышленных регионов Саратовской области химических веществ (СПАВ, нефтепродуктов, ядохимикатов, тяжелых металлов, минеральных удобрений) в концентрациях, превышающих допустимые уровни. Наличие остаточных количеств химических веществ (СПАВ — 1,1 ПДК; минеральные удобрения — 1,2 ПДК; нефтепродукты — 1,7 ПДК; тяжелые металлы — до 4 ПДК; ядохимикаты — 1,2 ПДК) в питьевой воде, прошедшей очистку по одно- и двухступенчатой схеме в малых городах (Мокроус, Александров Гай, Новоузенск, Красный Кут, Пугачев, Балашов) агропромышленных районов области свидетельствовало, что подаваемая вода не отвечала санитарно-гигиеническим требованиям.

Многолетний анализ содержания химических веществ в воде поверхностных водоемов сельскохозяйственных районов Саратовской области свидетельствовал, что пик их концентраций приходился на паводковый период, что объяснялось не только смывом ксенобиотиков с поверхностного слоя почвы, но и происходящим в этот период перераспределением загрязнителей, связанным с вымыванием из донных отложений.

Рассчитанный нами суммарный индекс опасности (Нсум) от химических веществ, содержащихся в неочищенной питьевой воде поверхностных водоемов агропромышленных районов области оказался самым высоким по возможному риску развития неканцерогенных эффектов в реке Б.Узень Новоузенского и Александровогайского районов (5,38) и реке Аткара Аткарского района (4,62). Индивидуальный канцерогенный риск, создаваемый пестицидом линданом (в диапазоне больше чем 1×10^{-4} , но меньше чем 1×10^{-3}), содержащимся в р. Еруслан (1 ПДК) и р. Б.Узень (1,2 ПДК) и сохранявшийся в питьевой воде после одноступенчатой очистки, согласно Руководству Р 2.1.10.1920-04 был приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом.

С учетом полученных результатов Саратовским институтом сельской гигиены совместно с областной администрацией и областным Роспотребнадзором разработан план мероприятий, направленный на создание условий обеспечения сельского населения качественной питьевой водой [2].

Литература

1. Обзор научно-практических конференций, посвященных современным проблемам гигиены, профилактики и охраны здоровья населения за 2012 год / А. В. Истомин [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. — 2013. — № 3 (240). — С. 38–40.
2. Лаврентьев, М. В. Гигиеническая оценка качества питьевой воды, полученной с использованием локальных систем очистки / М. В. Лаврентьев, А. А. Орлов, Ю. Ю. Елисеев // Фундаментальные исследования. — 2011. — № 9–3. — С. 421–425.
3. Гигиенические аспекты использования малых водотоков Нижнего Поволжья для сельского водоснабжения / С. А. Мосияш [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. — 2011. — № 11. — С. 27–29.
4. Мусаев, Ш. Ж. Механизмы поведения химических соединений в поверхностном, объемном слоях и донных отложениях водоемов при их антропогенном загрязнении / Ш. Ж. Мусаев, Ю. Ю. Елисеев, И. Н. Луцевич // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2011. — Т. 13, № 1–8. — С. 1914–1916.
5. Сергеева, С. Е. Комплексная санитарно-гигиеническая оценка рек питьевого назначения / С. Е. Сергеева, Ю. Ю. Елисеев // Саратов. науч.-мед. журн. — 2008. — Т. 4, № 4. — С. 18–21.

Поступила 08.08.2017

ГИГИЕНА ТРУДА — ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ. ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Косяченко Г. Е., д.м.н., доцент, gek.vod@mail.ru

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Международная организация труда еще в 1980 г. сформулировала основную цель профессиональной медицины как «Обеспечение и сохранение наивысшей степени физического, духовного и социального благополучия рабочих всех профессий», тем самым, впервые в международном масштабе, подчеркнув не только профилактический, но и социальный характер этой области медицинской науки.

Гигиена труда, как неотъемлемая часть профилактической медицины, специализированное научное и научно-практическое направление, начинала свой путь с XV–XVI вв., когда наиболее передовые ученые и мыслители того времени обращали внимание на тесную связь между условиями труда ремесленников, рабочих и состоянием их здоровья.

Развитие гигиены труда было неразрывно связано с прогрессом техники и культуры, накоплением новых знаний об особенностях здоровья рабочих. Уже при Петре I в «Регламенте для мануфактур» указывалось, что «Коллегии надлежит крепко смотреть, чтобы фабрикант порядочно содержал мастеровых...». Выдающаяся роль в развитии гигиены труда принадлежит первому профессору гигиены Московского университета Федору Эрисману и его книге «Профессиональная гигиена или гигиена умственного и физического труда» (1877), которая явилась, по сути, первым отечественным руководством по гигиене труда.

Широкую известность и неоценимый вклад в развитие гигиены труда как науки внесли работы российских ученых: Г.В. Хлопина, В.А. Левицкого, И.М. Сеченова, А.А. Ухтомского, М.И. Виноградова, Н.В. Лазарева, Н.С. Правдина, А.А. Летавета, Е.Ц. Андреевой-Галаниной и многих других, заложивших научные и методические основы гигиены труда как дисциплины, придавшие ей комплексную направленность в решении практически всех вопросов охраны здоровья работающих.

Сохраняя историческую преемственность, гигиенисты нашей республики также развивали основополагающие направления науки и внесли достойный вклад в решение многих гигиенических вопросов в промышленности и сельском хозяйстве.

В 30-е гг. XX в. в республике был создан институт охраны труда в системе Наркомтруда Белоруссии. Коллектив его занимался вопросами охраны труда в дрожже-винокуренной, кожевенной, спичечной и торфяной промышленности. К 1936 г. тематика института приняла экономическую направленность, а гигиенические исследования перешли в санитарно-гигиенический институт, существовавший в республике с ноября 1927 г. Созданным при институте отделом промышленной гигиены проводилось изучение условий труда в стекольной, швейной, шетинно-щеточной, обувной, кожевенной, торфяной промышленности, разрабатывался и внедрялся широкий спектр оздоровительных мероприятий. Деятельность отдела, как и всего института, была прервана войной.

В послевоенные годы основное внимание гигиенистов отдела было сосредоточено на изучении условий труда на крупных предприятиях республики, прежде всего машиностроения, льнозаводах, на кирпичных заводах, решении гигиенических проблем индустриализации и химизации в сельском хозяйстве. Проводимые работы стали носить комплексный характер и выполнялись совместно с подразделениями санитарной химии, коммунальной гигиены, физиологии и другими научно-практическими подразделениями института. Работы, выполненные А.М. Раскиным, Е.И. Загорской, Н.С. Иргер, Г.И. Пашковской, затем А.Ф. Селезевым, В.С. Бодяко, С.Ю. Бусловичем и многими другими, широко использовались врачами санэпидстанций республики, специалистами других профессий при проведении оздоровительной работы на ОАО «МТЗ», ОАО «Гомсельмаш», заводе «Ударник», на предприятиях связи, строительных материалов, легкой промышленности, торфодобычи, в сельском хозяйстве при контроле за применением ядохимикатов и т. д. Разработка и внедрение обоснованных оздоровительных мероприятий позволили значительно улучшить условия труда на многих предприятиях. Снизилась концентрация вредных веществ и пыли в воздухе рабочих помещений, был механизирован ряд трудоемких и опасных процессов, изменены или изолированы некоторые вредные технологические процессы, уточнено и документально обосновано для многих производств обеспечение рабочих мест санитарно-техническим оборудованием.

Важно, что в этот период гигиенические исследования имели прямой выход в производство, использовались при обосновании льгот и компенсаций работникам отрядов по защите растений, подготовке многих методических рекомендаций и указаний (по гигиене труда при электросварке, торфоразработке, применению минеральных удобрений и ядохимикатов в сельском хозяйстве и др.).

Особое место занимали исследования по гигиене труда в производстве стекловолокна. Проводимые работы под руководством профессора А.Т. Сиденко в комплексе с отделом токсикологии, кафедрой профпатологии Минского мединститута, позволили оценить реальную опасность технологических процессов и оборудования, обосновать гигиенические и санитарно-технические рекомендации к проектированию стеклозаводов, расширения списков вредных профессий. Это направление затем было успешно подхвачено и углублено профессором В.В. Шевляковым, доцентом В.А. Филонюком.

В конце шестидесятых, первой половине семидесятых годов санитарной службой республики вместе с учеными-гигиенистами проводились исследования и реализовывался ряд мер по улучшению условий труда на предприятиях строительных материалов (Б.А. Вилисов, И.Г. Целуйко, Н.М. Кучинская и др.). Полученные данные использовались для подготовки рекомендаций к проектированию новых производств строительной индустрии, составления санитарных правил для производства аглопарита, теплоизоляционных материалов и др.

Разведанные в 1949 г. крупнейшие запасы калийных руд и создание на базе Старобинского месторождения гиганта горнохимической промышленности ПО «Беларуськалий» выдвинули необходимость своевременной гигиенической оценки внедряемой техники и технологии, новых технологических процессов добычи и обогащения минерала сильвинита, улучшения условий труда рабочих этой новой для страны отрасли горно-химического производства. Исследования кандидатов медицинских наук Р.Ф. Лесневского, А.И. Астахова, Г.Е. Косяченко, А.С. Богдановича и многих других ученых и специалистов института касались изучения условий труда и состояния здоровья работающих при разных способах механизированной выемки руд, обогащения и получения калийных минеральных удобрений, позволили выявить основные неблагоприятные факторы и определить пути и методы ликвидации их вредного влияния на организм. Полученные данные использованы в обосновании ПДК минерала сильвинита для воздуха рабочей зоны, положены в основу ряда методических рекомендаций, гигиенических требований, указаний и санитарных правил для отрасли.

В целом для периода 70–80-х гг. прошлого столетия характерным являлось то, что исследования по проблемам гигиены труда в республике тесно увязывались с общесоюзной тематикой, госпрограммами, многие гигиенические разработки белорусских ученых успешно внедрялись на многих предприятиях бывшего Советского Союза. В первую очередь это были работы по проблемам гигиены труда в производстве стекловолокна (А.Т. Сиденко, В.В. Шевляков и др.), калийных и фосфорсодержащих минеральных удобрений (Г.Е. Косяченко, А.А. Ашельрод, Г.И. Тишкевич, Р.Д. Клебанов и др.), торфопереработке (В.С. Бодяко, З.Н. Павлютина и др.). Специалисты и ученые института участвовали в подготовке ряда союзных нормативных документов, которые, кстати, в переработанном виде используются в практике госсаннадзора и по сей день. Наши ученые, участвуя в работе союзной проблемной комиссии по гигиене, ее секциях, обсуждали важнейшие вопросы развития гигиенической науки и практики, обменивались передовым опытом проведения гигиенических эпидемиологических и экспериментальных исследований.

Распад бывшего Союза в начале девяностых тяжело отразился на работе всех отраслей белорусской промышленности, других сфер деятельности, в том числе нашей науки и здравоохранения в целом. Республика осталась с минимальной научной базой, заметно стал ощущаться информационный голод, в связи с разработкой своих законов стремительно устаревала нормативно-методическая база, за рубежом оказались ведущие научно-исследовательские институты гигиены труда. В этих условиях необходимо было не утратить и не потерять накопленный опыт и основные научные кадры, развивать те направления, которые определялись насущными потребностями госсаннадзора республики, вести научные исследования на основе тесной кооперации как в институте, так и с учеными других научных подразделений страны и что очень важно — со специалистами практического здравоохранения.

За десятилетний период были подработаны основные положения Концепции развития медицины труда в республике, совершенствовалась и развивалась нормативная база в области гигиены труда и промышленной санитарии, выполнялись научные исследования в рамках отраслевых и социальных заказов Министерства здравоохранения республики.

Были налажены и развивались творческие контакты с управлением науки Министерства труда и соцзащиты Беларуси (в последующем — НИИ труда Минтруда РБ), Государственной экспертизой условий труда и ее областными отделениями. В решении практических вопросов внедрения разработок основной упор сосредотачивался на службы охраны труда и техники безопасности самих предприятий, региональные центры гигиены и эпидемиологии. Активизировалась роль профсоюзных органов в улучшении условий труда на предприятиях, участии их в формировании запросов к научным подразделениям НИИ санитарии и гигиены по проблемам профессиональной гигиены и охраны труда.

Особое внимание в научном плане уделялось разработке и использованию адекватных профилактических мер на предприятиях с неудовлетворительными условиями труда, современным методам оценки воздействия факторов производственной среды и трудового процесса на состояние здоровья работающих. Выполненные работы по предприятиям деревообработки, электроэнергетики, соляным производствам (О.Г. Зезюля, Г.Е. Косяченко, Р.Д. Клебанов, Г.И. Тишкевич, В.В. Шевляков и др.) позволили обосновать и разработать соответствующие отраслевые гигиенические требования и нормы, меры по улучшению условий и медико-санитарному обслуживанию работающих.

В рамках создания основ социально-гигиенического мониторинга состояния здоровья работающих и качества производственной среды совместно с учреждениями госсаннадзора были обоснованы требования к лабораторному контролю факторов производственной среды, разработана и внедрена программа АИС «Производственная среда и здоровье работников» (З.Н. Павлютина, О.Г. Зезюля, В.В. Гринь, А.В. Ракевич, и др.).

Дифференцированная оценка реакции организма в калийных рудниках, установленные стабильные гигиенические параметры среды вне добычных участков (соляной аэрозоль, температурно-влажностный режим, общая бактериальная обсемененность воздуха и др.) позволили гигиенистам института теоретически обосновать, научно и практически обеспечить подготовку проекта и сопровождение строительства и эксплуатации подземного комплекса спелеолечения — ЛПУ «Республиканская больница спелеолечения» в г. Солигорске, тем самым в практику здравоохранения республики был внедрен новый и эффективный метод спелеотерапии аллергических заболеваний органов дыхания (Г.Е. Косяченко, Н.А. Скепьян, Г.И. Тишкевич, А.С. Богданович, В.И. Талапин и др.).

По разделу промышленной токсикологии разрабатывались современные подходы токсикологической оценки новых химических веществ, выполнялись углубленные исследования ряда природных и синтетических изопреноидов (Л.В. Половинкин, И.А. Чайковская, Е.С. Юркевич), полимерных строительных и композитных материалов (Л.В. Половинкин, Ю.А. Соболев и др.). Совместно с гигиенистами труда были разработаны методические указания «Требования к постановке экспериментальных исследований по изучению аллергенных свойств и обоснованию гигиенических регламентов химических аллергенов в воздухе рабочей зоны», использование которых позволяет установить санитарные стандарты в производственной среде химических веществ, обладающих аллергенным действием (В.В. Шевляков, Л.В. Половинкин, А.А. Ушков и др.).

Важное место уделялось вопросам изучения состояния условий, охраны труда и здоровья работающих женщин (А.Т. Сиденко, Р.Д. Клебанов, Е.В. Шагун). Итогом завершенных НИР по данной проблеме в середине девяностых годов явилось научное обоснование комплекса показателей и критериев безопасного труда женщин в период беременности с разработкой соответствующего методического документа.

Получает также свое развитие направление по гигиенической оценке биологических факторов в условиях производства. Выполнены работы по гигиене труда в промышленном птицеводстве, где по-новому решены вопросы гигиенической регламентации ведущего производственного фактора — пыли животного происхождения (В.В. Шевляков, Л.В. Половинкин, Г.И. Эрм и др.). Начинает также развиваться новое для республики направление комплексных исследований — светогигиена (С.Л. Итпаева, Р.Д. Клебанов). Полученные ранее результаты используются в настоящее время в решении гигиенических вопросов при использовании светодиодных источников света.

На этапе 2004–2006 гг. учеными, на основе гигиенических исследований решены отдельные вопросы технического регулирования предоставления компенсаций работникам в связи с условиями труда по проблемам выдачи лечебно-профилактического питания (Г.Е. Косяченко, Г.И. Тишкевич, И.П. Щербинская, Н.А. Ивко, Х.Х. Лавинский и др.), предоставления дополнительных отпусков в связи с условиями труда (Р.Д. Клебанов, Г.Е. Косяченко, А.В. Ракевич, Ю.А. Лашнец).

Комплексирование ученых и специалистов практического звена госсаннадзора теснейшим образом проявлялось при переработке устаревшей нормативной базы по гигиене труда и промышленной санитарии. В результате с 1994 г. сотрудниками отдела медицины труда совместно со специалистами госсаннадзора издано более 20 сборников нормативных документов по гигиене труда и производственной санитарии, содержащих свыше 160 наименований новых и переработанных СанПиН межотраслевого, отраслевого и факторного характера, ряд указаний и методических рекомендаций, гигиенических регламентов, которые в настоящее время составляют основу национального фонда нормативной документации по предупредительному и текущему госсаннадзору в области гигиены труда.

В последнее десятилетие при совершенствовании системы управления надзорными мероприятиями на республиканском, региональном, зональном уровнях, учеными центра (Г.Е. Косяченко, В.В. Шевляков, Р.Д. Клебанов, Г.И. Тишкевич, Ю.А. Соболев, Г.И. Эрм, В.А. Филонюк, Е.В. Чернышова, А.В. Гиндюк, Н.Н. Табелева, Е.В. Амелеченко и многие другие) совместно со специалистами органов и учреждений государственного санитарного надзора осуществлялась разработка новых методических подходов и нормативных документов, актуализация существующих технических нормативных правовых актов, регулирующих деятельность санитарно-эпидемиологического надзора и контроля по оценке условий труда, состояния здоровья работающих в Республике Беларусь.

Совместно со специалистами практического звена государственного надзора по разделу гигиены труда (В.В. Гринь, А.Л. Зенькович, А.В. Ракевич, З.М. Осос, В.М. Грачева, М.А. Сахарова, Л.Е. Ракевич, О.Р. Магер и др.) осуществлялась реализация положений нормативных актов, предусматривающих изменение порядка проведения контрольных (надзорных)

мероприятий в соответствии с требованиями современности, широкого практического использования надзора на основе материалов чек-листа для контроля соблюдения производственным субъектом хозяйствования гигиенических требований, оценку профессиональных рисков на рабочем месте. При совершенствовании системы управления надзорными мероприятиями на республиканском, региональном, зональном уровнях, осуществлялась разработка новых методических подходов и нормативных документов, изменение существующих технических нормативных правовых актов, регулирующих деятельность санитарно-эпидемиологического надзора и контроля по оценке условий труда, состояния здоровья работающих в Республике Беларусь.

В последнее десятилетие в решении кардинальных проблем управленческого характера для сохранения здоровья работающего населения республики была неопределима роль заместителей Министра, Главных государственных санитарных врачей Республики Беларусь А.Г. Пивченко, В.Н. Бурьяка, В.П. Филонова, И.В. Гаевского, отдела гигиены, эпидемиологии и профилактики Министерства здравоохранения (З.М. Поливода, А.И. Кондрусев, В.Г. Жуковский, Ф.А. Германович, Ю.Е. Федоров и др.). С их участием принимались решения по согласованию проектов и вводу в эксплуатацию важнейших производственных комплексов в Могилеве (ПО «Химволокно»), Гомеле (ПО «Гомельский химзавод», ОАО «Белорусский металлургический завод» в Жлобине, ОАО «Беларускабель» в Мозыре), ряда крупнейших производственных объектов в Минске и Минской области и много других.

Огромное значение в работе по наведению порядка с условиями труда на предприятиях и в организациях, отработке системы предоставления компенсаций в связи с условиями труда имело тесное комплексирование с Министерством труда и социальной защиты Республики Беларусь (заместители Министра В.В. Король, И.Г. Старовойтов, А.А. Румак, начальники управления охраны труда, департамента государственной инспекции труда Минтруда И.И. Селедевский, Л.А. Гракович, И.А. Карчевский, С.Н. Голян, О.И. Валетко и др.). Только благодаря такому взаимодействию отработывалась и внедрялась современная система аттестации рабочих мест, в основе которой заложена Гигиеническая классификация условий труда, выполнялись исследования в рамках республиканских Целевых программ по улучшению условий и охраны труда.

Современная социально-экономическая среда в стране характеризуется стремительными изменениями, быстрым развитием новых экономических отношений в обществе, появлением новых технологий производства товаров и услуг. В этих условиях меняются подходы к контрольно-надзорной деятельности, организации медико-профилактической деятельности по предупреждению распространения инфекционных и неинфекционных заболеваний, сохранению и укреплению здоровья населения. При совершенствовании системы управления надзорными мероприятиями на республиканском, региональном, зональном уровнях осуществлялась разработка новых методических подходов и нормативных документов, изменение существующих технических нормативных правовых актов, регулирующих деятельность санитарно-эпидемиологического надзора и контроля по оценке условий труда, состояния здоровья работающих в Республике Беларусь. Внедрение в государственный санитарный надзор системы управления профессиональными рисками на основе разработанных учеными и практиками методических приемов и оценочных критериев (Г.Е. Косяченко, Р.Д. Клебанов, Г.И. Тишкевич, А.В. Гиндюк, З.М. Осос, А.В. Ракевич и др.), предложений, сформулированных в утвержденных Минздравом Инструкциях по применению оценки и методам управления рисками, направленных на стимулирование субъектов хозяйствования вести самоконтроль выполнения санитарного законодательства, позволило уменьшить субъективизм оценки санитарно-гигиенического состояния объектов надзорными органами, обеспечить открытость и объективность принятия управленческих решений в отношении субъектов хозяйствования в связи с нарушением санитарного законодательства (З.М. Осос, Е.П. Лазакович, Н.П. Кудрейко, М.А. Сахарова, Л.Е. Ракевич и др.).

Вполне очевидно, что в основе развития санитарно-эпидемиологической службы Республики Беларуси на современном этапе была и остается профилактическая направленность деятельности.

Поступила 31.08.2017

ОБЕСПЕЧЕНИЕ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В УСЛОВИЯХ ИНТЕГРАЦИИ

Мойсак И. В.,
Кислый Г. Д., tsl@rcheph.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»,
г. Минск, Республика Беларусь

Интеграционный процесс — неразрывная цепочка последовательных действий. Поставив задачу обеспечить санитарно-эпидемиологическое благополучие населения в условиях интеграции изначально государств-членов Таможенного союза, а в дальнейшем и Евразийского экономического союза, уполномоченные органы в данной области двигались поэтапно, понимая важное условие — нужен крепкий фундамент законодательства, проверенные опытом, обоснованные нормативы и согласованные действия.

В короткие сроки специалистам санитарно-эпидемиологических служб трех государств — Беларуси, Казахстана и России удалось сформировать основы законодательства Таможенного союза в области санитарных мер, которые базируются на знаниях и опыте, приобретенных более чем за 90-летнюю историю службы.

Законодательная база Таможенного союза в области санитарных мер легла в основу положений Договора о Евразийском экономическом союзе и предопределила необходимость проведения согласованной политики при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения всех стран интеграции.

Санитарные меры в Евразийском экономическом союзе (далее — ЕАЭС)

Интеграция государств-членов Союза обеспечивает, безусловно, позитивные явления — исчезновение внутренних таможенных границ, развитие торгово-экономических отношений, активизацию трудовой миграции населения

и либерализацию движения товаров. Вместе с этим появляются и дополнительные риски, создающие реальные угрозы проникновения на таможенную территорию Союза загрязняющих веществ, вредителей, возбудителей болезней, опасных для людей, и небезопасных товаров, которые могут существенно повлиять на санитарно-эпидемиологическое благополучие населения.

В части санитарных мер удалось сформировать законодательную платформу, которая позволила санитарным службам трех стран, а в последующем и стран, присоединившихся к Договору о ЕАЭС, обеспечить основной постулат интеграции — продукция, выпускаемая в обращение на территории Союза должна быть безопасной. Ввоз на территорию Союза только безопасных товаров является вопросом национальной безопасности каждого из государств-членов Союза.

Являясь обязательными для исполнения требованиями и процедурами, санитарные меры направлены на обеспечение безопасности продукции в целях защиты жизни и здоровья человека от рисков, возникающих от загрязняющих веществ, добавок, токсинов, болезнетворных микроорганизмов в пищевых продуктах и другой продукции.

Разработка нормативных правовых актов, составляющих право ЕАЭС, ориентирована на дальнейшее совершенствование санитарно-эпидемиологического законодательства, направлена на проведение согласованной политики в области применения санитарных мер и технического регулирования, при этом осуществляется с учетом принципа приоритета санитарных мер над техническим регулированием.

Санитарно-эпидемиологический надзор (контроль)

Обеспечение охраны таможенной территории Союза от завоза и распространения инфекционных и массовых неинфекционных заболеваний, продукции, не соответствующей санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям, и проведение согласованной политики в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения является приоритетной задачей государств-членов Союза. Санитарно-эпидемиологический надзор (контроль) осуществляется как на таможенной границе ЕАЭС, так и на его территории.

В Республике Беларусь с целью обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, а также в случае угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций санитарно-эпидемиологического характера, создающих угрозу общественному здоровью в 36 пунктах пропуска на таможенной границе ЕАЭС, на путях международного автомобильного, воздушного и железнодорожного сообщения (20 автодорожных, 2 воздушных, 14 железнодорожных) организован государственный санитарно-эпидемиологический надзор (контроль) за лицами, транспортными средствами и подконтрольными товарами.

Руководствуясь необходимостью повышения рейтинга страны на международной арене, снижения нагрузки на бизнес, сокращения времени осуществления контрольных операций в пунктах пропуска, не допустив при этом ухудшения санитарно-эпидемиологического благополучия, с 1 января 2014 года документарный санитарно-карантинный контроль в отношении подконтрольных товаров передан таможенным органам Республики Беларусь, а санитарно-карантинный контроль физических лиц в части визуального осмотра и при необходимости опроса о состоянии их здоровья — пограничной службе Республики Беларусь.

В части осуществления санитарно-карантинного контроля за лицами, транспортными средствами и ввозимыми товарами, химическими, биологическими веществами и радиоактивными материалами, отходами, представляющими опасность для человека, существует четкая система контроля наличия документов, подтверждающих безопасность продукции (товаров), и недопущения поступления на территорию ЕАЭС небезопасной для жизни и здоровья населения продукции. Обращение продукции, подлежащей государственной регистрации в соответствии с актами ЕЭК, на территории ЕАЭС осуществляется при наличии государственной регистрации.

За период осуществления санитарно-карантинного контроля в пунктах пропуска на таможенной границе Республики Беларусь с 2010 по 2016 гг. было досмотрено более 1,5 млн партий подконтрольных товаров. Запрещен ввоз на таможенную территорию ЕАЭС около 20 тыс. партий. Общее число досмотренных транспортных средств составило более 11 млн единиц. Количество досмотренных лиц на наличие признаков инфекционных болезней составило более 43 млн человек. Из них больных либо подозрительных на инфекционные заболевания — 340 человек. Госпитализировано в организации здравоохранения 66 человек.

Временные санитарные меры

Одним из важных полномочий, делегированных Договором о ЕАЭС государствам-членам Союза, является право вводить временные санитарные меры и проводить санитарно-противоэпидемические мероприятия для защиты жизни и (или) здоровья человека, животных и растений.

Органы и учреждения госсаннадзора республики четко исполняют взятые обязательства и при необходимости проводят санитарно-эпидемиологические мероприятия, направленные на предупреждение завоза и распространения потенциально опасной для здоровья человека продукции (товаров), обеспечивая тем самым надлежащий уровень защиты государства-члена, принявшего решение о введении временных санитарных мер.

С 2014 г. по настоящее время проводимые санитарно-эпидемиологические мероприятия в Республике Беларусь позволили не допустить ввоз на таможенную территорию ЕАЭС более 300 тыс. тонн продукции, не отвечающей требованиям безопасности для жизни и здоровья человека, из которых основная масса продукции направлялась в Российскую Федерацию. В Республику Беларусь был запрещен ввоз около 400 тонн небезопасной продукции, основную массу которой составила продукты питания.

Данное ограничение может препятствовать свободному движению товаров на рынки государств-членов Союза исключительно в случае выявления несоответствия этих товаров единым санитарным требованиям или техническим регламентам Союза, вместе с тем однозначно не позволяет ухудшение санитарно-эпидемиологической ситуации как в республике, так и на всей таможенной территории Союза.

Интеграционные объединения с третьими странами

Желая создать благоприятные условия для развития и диверсификации торговли между государствами-членами Союза и третьими странами (далее — Стороны), а также для развития торгового и экономического сотрудничества в областях, представляющих взаимный интерес, на основе равенства, взаимной выгоды, недискриминации и международного права

Стороны создают зоны свободной торговли посредством принятия Соглашений о свободной торговле. В рамках данных Соглашений Стороны стремятся к укреплению взаимодействия между своими компетентными органами при разработке и применении санитарных мер, упрощению обмена информацией в сфере санитарных мер и повышению уровня знаний, понимания системы контроля (надзора) каждой из сторон в целях упрощения торговли.

Так, в 2016 г. было заключено Соглашение о свободной торговле между Евразийским экономическим союзом и его государствами-членами, с одной стороны, и Социалистической Республикой Вьетнам, с другой стороны. В настоящее время ведется работа по заключению таких Соглашений с Китаем, Индией, Египтом, Сербией, Ираном, Сингапуром, Израилем и иными странами.

Таким образом, расширение интеграции государств-членов Союза в области санитарных мер позволяет повысить санитарно-эпидемиологическую безопасность территории Союза, обеспечить снижение административных барьеров в международной и взаимной торговле, гармонизировать договорно-правовую базу Союза в области санитарных мер с международным законодательством.

Поступила 31.08.2017

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ — ВЕДУЩЕЕ УЧРЕЖДЕНИЕ В СИСТЕМЕ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ МОЛДОВЫ

Пынзару Ю. В., к.м.н., доцент, pinzaruiurie6@gmail.com

Национальный Центр Общественного Здоровья Министерства Здравоохранения, г. Кишинев, Республика Молдова

Забота о здоровье человека является одним из главных приоритетов государства, гарантированных в Конституции, которая гласит, что «Каждому гражданину гарантируется право на здоровую окружающую среду для плодотворной жизни, работы и семьи, защищенное от социальных, экономических, экологических и технологических рисков и ограничений».

Общественное здоровье в последнее время развивалось от контроля заболеваний к более широкому охвату проблем, включая профилактику, охрану и пропаганду здорового образа жизни населения. Для значительного улучшения здоровья и благосостояния населения, уменьшения неравенства в отношении здоровья, укрепления общественного здоровья в целях взаимодействия между государственными и общественными структурами была разработана и утверждена Правительством Национальная Стратегия в области общественного здоровья на 2014–2020 гг., определяющая общие и конкретные задачи, необходимые действия и меры, устанавливая четкие обязанности и сроки реализации для всех партнеров, участвующих в охране общественного здоровья.

В Республике Молдова первые санитарно-эпидемиологические станции (сегодня центры общественного здоровья) были созданы в 1944 г. одновременно с созданием Республиканской Противомаларийной Станции, а впоследствии в 1947 г. был создан Молдавский Научно-Исследовательский Институт Гигиены, Эпидемиологии и Микробиологии. Позднее учреждения Государственного надзора за общественным здоровьем подверглись ряду преобразований: Санитарно-Эпидемиологические Станции были преобразованы в Центры Гигиены и Эпидемиологии (1994), позже — в Центры Профилактической Медицины (1998), а с 2010 г. — в Центры Общественного Здоровья. На национальном уровне в 1995 г. был создан Национальный Научно-Практический Центр Гигиены и Эпидемиологии, который с 1998 г. был переобразован в Национальный Научно-Практический Центр Профилактической Медицины, став клинической базой ГУМФ им. Николая Тестемичану для подготовки специалистов, а с 2010 г. — в Национальный Центр Общественного Здоровья (далее — НЦОЗ).

Одним из приоритетных направлений работы НЦОЗ было укрепление здоровья населения. Деятельность учреждения была направлена на осуществление надзора, мониторинга и контроля соблюдения законодательства в области обеспечения оптимальных условий для реализации потенциала здоровья каждого человека на протяжении всей его жизни. Своей деятельностью НЦОЗ способствует профилактике общей заболеваемости (инфекционных, паразитарных и профессиональных заболеваний), а также вредного воздействия экологических и профессиональных факторов, в т. ч. и в процессе обучения, организация и мониторинг профилактических мер. В то же время основное внимание уделялось эффективному сотрудничеству с международными и государственными органами, неправительственными организациями, более широкому использованию мирового опыта в обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и т. д. Со временем в результате реформ в системе здравоохранения, экономической нестабильности, миграции населения и других явлений функции НЦОЗ меняются и дополняются, концентрируясь сегодня на следующих:

- мониторинг, разработка и внедрение национальных программ, законодательного, нормативного и методического обоснования в области общественного здоровья;
- надзор и оценка состояния здоровья населения;
- инициирование, поддержка в проведении научных исследований и внедрение передовых технологий в области общественного здоровья;
- разработка санитарных регламентов относительно химических, физических, биологических и радиоактивных факторов в профессиональной деятельности, в т. ч. в учебном процессе и в быту, где имеются вредные и неблагоприятные факторы риска для здоровья;
- реализация мер по снижению негативного воздействия факторов риска для здоровья;
- оценка и внедрение эффективных методов надзора, профилактики заболеваний и защиты здоровья населения;
- организация, мониторинг и оценка мер пропаганды здоровья;
- участие в планировании и осуществлении мер по предотвращению, снижению воздействия и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций для общественного здоровья;
- надзор, профилактика и контроль инфекционных заболеваний путем разработки, организации, внедрения и совершенствования нормативной базы и программ профилактики, контроля и реагирования на инфекционные заболевания, предупреждаемые вакцинацией;

- разработка и внедрение информационных технологий и систем для обеспечения эффективного управления системой общественного здоровья.

Временем возрождения законодательства об организации Государственной Службы Надзора за Общественным Здоровьем и ее территориальных структур явились 2009 и 2010 гг. В короткие сроки были разработаны и утверждены ряд юридических и нормативных документов, ориентированных на внедрение Закона о Государственном Надзоре за Общественным Здоровьем (2009), включая Положение о деятельности Службы Государственного Надзора за Общественным Здоровьем (2010), штаты сотрудников учреждений, Национальные программы по контролю туберкулеза на 2016–2020 гг., по профилактике и контролю ВИЧ/СПИД-инфекции и инфекций, передающихся половым путем, на 2011–2015 гг., программы иммунизации на 2011–2015 гг., программы развития и материально-технического оснащения Службы Государственного Надзора за Общественным Здоровьем на 2011–2016 гг. и другие санитарно-гигиенические регламенты для медико-санитарных учреждений.

В НЦОЗ продолжалось техническое улучшение материальной базы лабораторий и внедрение новых усовершенствованных методов исследования в токсикологии и бактериологии. В этот период НЦОЗ подтвердил необходимость укрепления отношений с ГУМФ им. Николая Тестемичану по подготовке специалистов общественного здоровья. Были предприняты значительные усилия по дальнейшему расширению сферы применения электронной системы контроля и наблюдения за инфекционными заболеваниями, созданию благоприятных условий для профилактических мероприятий путем внедрения в национальный календарь новых вакцин. Результаты были ожидаемыми, например, благодаря процессу модернизации лабораторной структуры и обучения персонала удалось подтвердить высокую профессиональную способность диагностировать грипп на молекулярно-генетическом уровне, что было и остается фактором, подтвержденным Европейским Референтным Центром в Великобритании (г. Лондон).

Научные лаборатории центра осуществляют исследования в рамках программ, которые финансируются из государственного бюджета. Они сосредоточены на решении приоритетных проблем общественного здоровья. С поддержкой международных организаций проводятся обширные исследования по оценке состояния здоровья населения, организуется постоянное совершенствование профессионального уровня специалистов из системы здравоохранения в зарубежных учреждениях. Все эти меры служили и продолжают служить основой для обоснования и разработки законодательной и нормативно-методической базы страны, включая ее согласование с требованиями законодательства ЕС. Таким образом, учреждение ежегодно участвует в разработке как минимум 2 проектов Законов, более 30 Постановлений Правительства, рассматривает более 100 законодательных актов, разработанных другими организациями. Специалисты Центра являются соавторами проектов Приказов и Положений Министерства Здравоохранения РМ, более 70 практических руководств и методических указаний для Службы Государственного Надзора за Общественным Здоровьем.

В научных исследованиях и разработках работают 1 член-корреспондент Академии Наук Республики Молдова, 8 докторов и 28 кандидатов медицинских/биологических наук, и другие научные сотрудники. Учреждение уполномочено подготовить специалистов через аспирантуру. Каждый год сюда проходят 8–10 человек. В учреждении есть 8 человек, имеющих право быть научными руководителями докторской диссертации, 10 человек выступают в качестве официальных оппонентов по научным специальностям Гигиена, Эпидемиология и Микробиология, часто назначаются председателями и членами специализированных Ученых советов по защите диссертационных работ.

Результаты исследований публикуются в различных формах: монографии, статьи в журналах с импакт-фактором, статьи в специализированных журналах за рубежом, статьи в национальных журналах категорий В и С. Ежегодно сотрудниками учреждения публикуется около 160 работ. Специалисты Центра с докладами, выступлениями и постерами участвуют в национальных и международных научных форумах, являются организаторами национальных конгрессов и научных конференций с международным участием.

На основе научных результатов разрабатываются патентные заявки на изобретения (2–3 единицы в год) и сертификаты регистрации авторских и смежных прав (4–8 единиц в год). Участие научных исследователей учреждения в различных национальных научных конкурсах в последние годы оцененно высоко: Национальная премия в области науки (2012, 2015), Национальная премия для молодежи в области науки (2016), муниципальная премия для молодежи в области науки (2015–2016), лучшие кандидатские и докторские диссертаций (2011, 2012, 2015), премия за лучшую деятельность в области общественного здоровья (2014) и др.

Ситуация по показателям здоровья населения требует наблюдения, мониторинга и комплексного решения проблем в данной области. Республика Молдова сталкивается с двойным бременем: инфекционные заболевания (9%), а также неинфекционные заболевания (77%), травмы и отравления (14%). Высокой остается и смертность, вызванная неинфекционными заболеваниями (далее — НИЗ) — 87,6%, включая сердечно-сосудистые заболевания — 57%, злокачественные новообразования — 14%, сахарный диабет — 3%. Одновременно общая заболеваемость населения определяется постоянным увеличением распространенности сердечно-сосудистых (1639,1 на 10 тыс. жителей), респираторных заболеваний (1558,4 на 10 тыс. жителей) и заболеваний пищеварительной системы (934,9 на 10 тыс. жителей). Сравнительный анализ выявил преобладание неинфекционных заболеваний.

Важнейшими факторами риска, которые влияют на заболеваемость и смертность населения в Республике Молдова, являются курение, нездоровая пища, злоупотребление алкоголем, повышенное кровяное давление, повышенный уровень холестерина и сахара, низкая физическая активность с последующим избыточным весом и ожирением, обычные и особо опасные инфекции. Большинство из этих факторов можно предотвратить.

Постоянно прилагаются настойчивые усилия для достижения желаемых результатов по снижению бремени НИЗ, о чем свидетельствуют утвержденные национальная политика, стратегии и программы. Таким образом, в соответствии с Национальной стратегией по профилактике и контролю НИЗ на 2012–2020 гг. специалистами НЦОЗ были разработаны национальные программы, ориентированные на факторы риска и основные НИЗ, такие как Национальная программа по контролю над табаком (2012), Национальная программа по контролю за алкоголем (2012), Национальная программа по профилактике и контролю сердечно-сосудистых заболеваний (2014), Национальная программа в области питания и рациона питания (2014). Следует отметить, что практически каждое из основных НИЗ и их факторы риска ориентированы на

национальном уровне на специально разработанные программы, содержание которых имеет прямую связь в решении проблемы НИЗ. Остаются без законодательного покрытия хронические заболевания органов дыхания и пищеварительной системы, а также некоторые факторы риска, например, отсутствие физической активности. Являясь одной из стран Европейского региона ВОЗ, Республика Молдова соблюдает обязательства и придерживается принципов, изложенных в политической Декларации Организации Объединенных Наций по НИЗ (2011 и 2014 гг.), в Европейской Политике Здравоохранения — Здоровье-2020 и Целях в области устойчивого развития. Постановлением Правительства Республики Молдова № 403 от 06.04.2016 был утвержден Национальный план действий на 2016–2020 гг. по реализации Национальной стратегии по профилактике и контролю неинфекционных заболеваний на 2012–2020 гг., рамки действий которого основаны на задачах Плана действий по реализации Европейской стратегии профилактики и борьбы с неинфекционными заболеваниями (2012–2016 гг.) и Глобального плана действий по профилактике и борьбе с неинфекционными заболеваниями (2013–2020 гг.).

Особое место в деятельности специалистов НЦОЗ занимает пропаганда здоровья и содействие принятию норм здорового образа жизни. С этой целью Правительством разработана и утверждена Национальная программа укрепления здоровья на 2016–2020 гг. Мероприятия по укреплению здоровья являются экономически эффективными и включают меры по пропаганде здорового образа жизни, снижению основных факторов риска неинфекционных и инфекционных заболеваний.

Мониторинг состояния здоровья детей в детских учреждениях и оценка условий их воспитания и образования позволил определить факторы риска здоровью, основными из которых являются некоторые отклонения в образовательно-воспитательном режиме (например, перенапряжение в процессе обучения в довузовских учебных заведениях), качество продуктов питания и условия организации питания.

В области токсикологии выполняется широкий спектр научных исследований в области оценки здоровья населения в связи с экзогенными вредными факторами; предупредительный и текущий санитарный надзор за объектами, использующими химические средства защиты растений и удобрения; мониторинг здоровья и условия работы лиц, занимающихся применением химических веществ; лабораторные исследования по содержанию остаточных количеств пестицидов в продуктах животного и растительного происхождения; деятельность по пропаганде здоровья, санитарное заключение о новых средствах защиты растений и удобрений; токсикологические исследования потребительских товаров и изделий; наблюдение и расследование экзогенных острых непрофессиональных токсических химических интоксикаций с выработкой корректирующих мер.

В области мониторинга инфекционных заболеваний спектр деятельности НЦОЗ включает: наблюдение и контроль предотвратимых заболеваний путем вакцинации; эпидемиологический надзор за вирусным гепатитом, гриппом, IACRS и SARI, ВИЧ-инфекцией, зооантропонозными инфекциями, а также за инфекциями, связанными с оказанием медицинских услуг; противомикробная резистентность.

Иммунизация, постоянный мониторинг заболеваемости, профилактические и противоэпидемические мероприятия позволили сохранить благоприятную эпидемическую ситуацию в 2016 г. — случаи полиомиелита, вызванного вирусом дикого типа или вакциной, столбняка и столбняка новорожденных, дифтерии, кори, краснухи и врожденной краснухи зарегистрированы не были.

Вирусный гепатит представляет собой серьезную проблему для общественного здоровья как на глобальном, так и на национальном уровне из-за эндемичности, заболеваемости, повышенной смертности, высокой инвалидности в результате хронизации инфекции. В целях оптимизации мер надзора и реагирования на вирусные гепатиты В, С и D и цирроза печени на 2017–2021 гг. специалисты НЦОЗ разработали Программу борьбы с вирусными гепатитами В, С и D, которая была одобрена Правительством.

Ежегодно расширяются и укрепляются связи с международными организациями — ВОЗ, ЮНИСЕФ, ПРООН, Агентством США по международному развитию, а также с профильными научными институтами — Лионским медицинским университетом (г. Лион, Франция); НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация); Республиканским унитарным предприятием «Научно-практический центр гигиены» Республики Беларусь (г. Минск); Боннским агентством по охране окружающей среды (г. Бонн, Германия); Национальным институтом исследований и разработок в области микробиологии и иммунологии им. Кантакузино (г. Бухарест, Румыния) и др.

Основные задачи на будущее:

1. Продолжить деятельность по разработке, мониторингу и реализации национальных программ, а также законодательной, нормативной и методической базы в области здравоохранения.
2. Осуществлять управление, мониторинг и оценку Национальных программ в области здравоохранения, анкетирование населения по контролю поведенческих факторов риска (включая табак, алкоголь, питание), а также рисков, связанных с трудом и бытом и т. д.
3. Комплексный подход к приоритетным проблемам общественного здоровья, имеющих национальное и международное значение в выполнении научно-исследовательских и инновационных тем.
4. Обеспечение научной поддержки при разработке нормативных актов и осуществлении национальных программ профилактики и борьбы с инфекционными и неинфекционными заболеваниями.
5. Развитие партнерских связей на национальном, территориальном и международном уровнях в вопросах внедрения законодательных и нормативных актов в области надзора и контроля инфекционных и неинфекционных заболеваний.
6. Управление и предоставление методической поддержки территориальным ЦОЗ, санитарным учреждениям (любого уровня и формы собственности), государственному надзору общественного здоровья, охране окружающей среды, контролю приоритетных и неинфекционных заболеваний.
7. Сотрудничество с национальными учреждениями и международными организациями для выполнения совместных научных проектов в области общественного здравоохранения.
8. Усилить работу по патентованию и публикации научных результатов.

Поступила 30.08.2017

**НОВЫЙ АСПЕКТ РАЗВИТИЯ МЕДИЦИНЫ — «МЕДИЦИНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»:
ИСТОКИ ФОРМИРОВАНИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭКОПАТОЛОГИИ,
ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ**

Рахманин Ю. А., академик РАН, д.м.н., профессор, 1ipb@mail.ru,
Бобровницкий И. П., д.м.н., профессор, 1ipb@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина», г. Москва, Российская Федерация
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Минздрава России, г. Москва, Российская Федерация

Повышение эффективности профилактики и лечения заболеваний, связанных с воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды (далее — ФОС), является одной из приоритетных задач совершенствования российской системы здравоохранения и продиктовано рядом причин, в первую очередь, прогрессирующей динамикой социального и экономического ущерба, наносимого экологически, в т. ч. климатически детерминированной (обусловленной или зависимой патологией) как всему мировому сообществу, так и населению России.

Увеличение заболеваемости и смертности населения России, обусловленные растущим негативным влиянием ФОС на здоровье населения, на фоне несовершенства национальной системы здравоохранения в отношении разработки и применения в медицинской практике технологий диагностики, лечения и профилактики экологически детерминированной патологии (далее — ЭДП)¹ стали основанием для принятия рекомендаций Бюро Секции профилактической медицины Отделения медицинских наук РАН. В качестве стратегической цели концепции программы нами предложено рассматривать формирование нового интегративного раздела в медицине, изучающего причины, закономерности и механизмы развития ЭДП и разрабатывающего медицинские технологии ее диагностики, профилактики, а также персонализированного лечения пациентов различного клинического профиля, подверженных неблагоприятному действию ФОС, в зависимости от специфики воздействующих факторов, индивидуальных гено- и фенотипических особенностей и уровней функциональных резервов организма.

Значение для здравоохранения, целесообразность и своевременность программно-целевого решения многообразного и сложного комплекса задач медицины окружающей среды (далее — МОС) определяются и тем обстоятельством, что в соответствии со «Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации»² возрастание антропогенных нагрузок на окружающую среду до масштабов, угрожающих для жизни и здоровья граждан, отнесено с точки зрения научно-технологического развития России к наиболее значимым большим вызовам, т. е. представляет собой «совокупность проблем, угроз и возможностей, сложность и масштаб которых таковы, что они не могут быть решены, устранены или реализованы исключительно за счет увеличения ресурсов» и «объективно требуют реакции со стороны государства». Еще одним большим вызовом, определяющим приоритеты и ориентиры научно-технологического развития России, является существенное влияние на организм природно-климатических условий и, в частности, «необходимость эффективного экономического, научного и военного освоения Арктики», требующего в свою очередь решения целого ряда проблем, связанных с созданием условий, обеспечивающих санитарно-эпидемиологическое благополучие, профилактику заболеваний, формирование здорового образа жизни, доступность и высокое качество оказания медицинской помощи населению, включая работающих граждан, в т. ч. с использованием вахтовых форм труда, а также малочисленные коренные народы Севера.

Переход к персонализированной медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения отмечен в упомянутой выше Стратегии отдельным пунктом среди приоритетов и перспектив научно-технологического развития Российской Федерации, а актуальность развития МОС как интегративного направления медицинской науки и практического здравоохранения определяется также нерешенностью целого ряда проблем, обозначенных в Климатической доктрине РФ и в «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года».

Необходимо отметить, что создание научных и медицинских организаций по профилю МОС имеет более чем полувековую историю, и определялось необходимостью противодействия неблагоприятному воздействию на организм человека растущих экологических угроз в индустриально развитых странах. «Основанный в 1947 году, отдел медицины окружающей среды в Школе медицины Университета Нью-Йорка является одним из старейших и ведущих центров в США и во всем мире по изучению последствий загрязнения окружающей среды для здоровья. В армии США уже, по крайней мере с 1961 г., используется термин "медицина окружающей среды"»³. Соответствующие исследования выполняет Научно-исследовательский институт медицины окружающей среды, расположенный в городе Натик, штат Массачусетс⁴. Понятие медицины окружающей среды начало широко применяться в медицине после того, как в США в 1962 г., аллерголог Терон Рэндольф описал синдром множественной химической чувствительности. Официально термин «медицина окружающей среды» от англ. «Environmental Medicine» был введен в США в 1985 г. взамен ранее существовавшего термина «клиническая экология» (Clinical Ecology) для определения нового направления в медицине, а в 1986 г. на международной конференции в г. Кливленде (США) она была провозглашена самостоятельной научной дисциплиной. В России более распространенным оказался менее корректный с лингвистической точки зрения перевод и эта дисциплина получила название «экологическая медицина». В 1987 г. была создана Ассоциация клиник профессиональной и экологической патологии США, в которую в настоящее время входит 60 клиник. Практика МОС стала широко осуществляться в 80–90-е гг. XX в. в разных странах Европы. В Германии доктор Р. Ohnsorge создал то, что он назвал Европейской Академией медицины окружающей среды, аналогичную структуру во Франции создал D. Belpomme⁵.

¹ Термин в 1994 г. предложил академик РАМН Вельтишев Ю.Е.

² Утверждена Указом Президента РФ от 01.12.2016 № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».

³ <http://www.med.nyu.edu/environmentalmedicine/about-us>.

⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_medicine.

⁵ http://www.medecine-environnementale.org/en/environmental-medicine/what-environmental-medicine-means_000066.html.

Университет Рочестера был одним из первых, получивших 40 млн долларов на цели клинических и трансляционных исследований в сфере МОС. При этом отделения профессиональной и экологической медицины являются подразделением Кафедры медицины окружающей среды⁶.

Американский Совет по МОС был создан в 1988 г. как независимая, некоммерческая организация, чтобы подтвердить компетентность врачей, которые практикуют по этой дисциплине. Сертификат по МОС присуждается после сдачи экзаменов в аккредитованных кафедрах МОС в США, Канаде и других странах. Сертифицированный врач должен продемонстрировать знания диагностики и лечения: аллергии, болезней питания, а также в области эпидемиологии, охраны труда, токсикологии (острые и хронические эффекты), оценки риска развития ЭДП, диагностики и лечения хронических заболеваний, осложненных влиянием экологических факторов⁷.

Терминология МОС получает развитие в России с начала XXI в. Это направление непосредственно связывается с диагностикой, лечением и профилактикой экологически детерминированной патологии [1]. В соответствии с мнением экспертов ВОЗ, МОС (Environmental Medicine) — это система научных знаний и практической медицинской деятельности, целенаправленных на изучение заболеваний или дисфункций у человека, развивающихся вследствие воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды, и на разработку методов их диагностики, профилактики и лечения.

На наш взгляд, как наука — МОС изучает механизмы патогенного влияния ФОС, резервы адаптации организма при их воздействии, закономерности развития экологически детерминированных заболеваний и обосновывает рекомендации по их диагностике, профилактике и лечению; а как раздел практического здравоохранения МОС должна быть интегрирована в клинические рекомендации, стандарты и порядки оказания медицинской помощи по ее видам (первичной медико-санитарной и специализированной медицинской помощи), а также по профилям и отдельным заболеваниям (группам заболеваний) в отношении диагностики, профилактики и лечения профильной экологически детерминированной патологии.

Сложно переоценить социальный и экономический ущерб, ежегодно наносимый ЭДП всему мировому сообществу. Так, по данным ВОЗ, только в 2011 г. воздействие отдельных химических веществ (далее — ХВ), находящихся в окружающей и производственной среде, обусловило в мировом масштабе 4,9 млн случаев смерти (8,3% от общего числа) и 86 млн лет жизни, утраченных в результате смертности и инвалидности [1]. На Госсовете, который 27 декабря 2016 г. провел Президент России В.В. Путин, было отмечено, что «за год в стране накапливается 60 млн тонн отходов, а перерабатывается лишь малая часть — 4%. Каждый год в мире умирает 7–8 млн человек только в результате загрязнения атмосферного воздуха и воздуха помещений. Очень тяжелые и тревожные цифры. Это имеет прямое отношение и к нашей стране. По ряду направлений нагрузка на природу достигла критических значений. В итоге ежегодный экономический ущерб доходит до 6% ВВП, а с учетом последствий для здоровья людей — и до 15%. Значительная часть поверхностных вод оценивается сегодня как грязные и экстремально грязные; 7% жителей не обеспечены качественной питьевой водой. Практически во всех регионах сохраняется тенденция к ухудшению состояния почв и земель»⁸.

Если учитывать, что на долю ЭДП системы кровообращения приходится около 50% всех смертельных исходов, то экономический ущерб только от этих заболеваний для страны составляет ежегодно около 700 млрд рублей (более 2% ВВП) [2].

Экологические вызовы безопасности жизни и здоровью населения сегодня обусловлены целым спектром серьезных неблагоприятных факторов меняющейся окружающей среды. К ним относятся:

1. Химическое загрязнение окружающей среды, беспрецедентное по масштабу. Так, на территории РФ ежегодно продолжает выбрасываться в атмосферный воздух более 30 млн тонн ХВ. Под воздействием веществ, превышающих гигиенические нормативы в 5 и более раз (бензапирена, формальдегида, азота диоксида и др. соединений, обладающих выраженным токсическим или онкогенным действием), проживает более 55 млн жителей, что составляет 53% городского населения России. Уровень химической нагрузки на человека внутри закрытых помещений, в которых современный человек проводит до 23 ч в сутки, еще выше в несколько раз, чем в окружающем атмосферном воздухе [2].

2. Несмотря на широкий спектр гигиенических разработок по регламентированию физических ФОС: шума, вибрации, электромагнитных полей и др., обусловленная их воздействием заболеваемость приобретает все более внушительные масштабы [3]. При этом стремительно нарастающей угрозой здоровью человека становится так называемый «электромагнитный волновой смог» [4], исходящий от стационарных и особенно подвижных источников недостаточно нормированного неионизирующего излучения (ноутбуков, планшетов, мобильных телефонов). Доказано, что негативные эффекты гаджетов могут быть скрыты длительным, иногда более чем 10-летним латентным периодом развития аутизма, неврозов и реактивных депрессивных состояний, неврологических и психических расстройств, астроцизма, акустической невротомы в головном мозге и др. [5].

3. Угрозы биобезопасности населения складываются из-за продолжающегося распространения инфекционных, вирусных, паразитарных болезней, принимающего порой характер непрогнозируемого появления новых или вновь возвращающихся (emerging-reemerging) инфекций. Появление ряда вирусов на неэндемичных ранее территориях вызывает тяжелейшие последствия, которые, например, наблюдались в начале текущего столетия на юге России, где произошло резкое обострение эпидситуации по лихорадке Западного Нила, при котором зарегистрирована очень высокая смертность — до 10%, почти как при оспе (Львов Д.К., 2013). Ряд инфекций способен продвигаться на другие территории в связи с климатическими изменениями или интенсификацией миграционных потоков. Необходимо отметить, что с инфекционными эпидемиями и пандемиями человечество столкнулось гораздо раньше, чем с другими угрозами загрязненной окружающей среды. В связи с этим соответствующее развитие на высоком уровне получили такие медицинские науки, как инфекционная эпидемиология, микробиология, вирусология, паразитология, микология и др. (Покровский В.И., Брико Н.И., Дроздов С.Г., Ершов Ф.И., Зверев В.В., Гинцбург А.Л., Клименко С.М., Медуницын Н.В., Онищенко Г.Г., Сергеев В.П., Тарасевич И.В. и другие видные отечественные ученые), которые приобрели самостоятельность и на сегодняшний день успешно интегрированы в практическое здравоохранение.

6 <https://www.urmc.rochester.edu/environmental-medicine/contact.aspx>.

7 <http://www.americanboardofenvironmentalmedicine.org>.

8 <http://www.ecogazeta.ru/archives/11877>.

4. Экологические угрозы, связанные с неблагоприятным воздействием климата и природных физических факторов. По оценкам ВОЗ, в Европе ежегодно климато-погодные изменения являются непосредственной причиной от 1 до 10% смертей среди старших возрастных групп, а в мире — более 150 тыс. дополнительных смертей, что составляет 0,3% от общего числа смертельных исходов. По данным различных отечественных источников, на сегодняшний день в нашей стране примерно 80–85% лиц с гипертонической болезнью, острым нарушением мозгового кровообращения, инфарктом миокарда, ишемической болезнью сердца, невротическими нарушениями, 75% — с ревматическими заболеваниями суставов, 65% — с заболеваниями бронхолегочной системы являются метеочувствительными (Бобровницкий И.П. и др., 2013). Актуальность разработки национальных программ действий по снижению рисков, связанных с изменением погоды и климата, определяется также рекомендациями коллективного нобелевского лауреата за 2007 г. — Межправительственной группы экспертов по изменению климата. Вместе с тем приходится констатировать, что в России не только не сформирована действенная система профилактики климато- и метеозависимых заболеваний, но и не разработана ведомственная программа в части задач Климатической доктрины Российской Федерации по минимизации уровня заболеваемости и смертности в группах населения высокого риска болезней, вызванных изменением климата.

Перечисленные угрозы в современном мире нередко действуют в комплексе, что вызвало необходимость разработки специальных методик расчета совокупного риска развития ЭДП (Онищенко Г.Г. и др., 2002; Р 2.1.10.1920-04). Кроме того, для определенных слоев общества значительную дополнительную опасность здоровью и жизни представляют факторы социального стресса (Величковский Б.Т., 2009), связанные с низкими доходами работающих граждан и пенсионеров, конфликтами на работе и в быту, всем, что характеризует социально-экономическое и психоэмоциональное неблагополучие населения. К социальным факторам окружающей среды относится и организация здравоохранения.

Специфика организационных решений в создании новых или дополнении существующих порядков и стандартов оказания медицинской помощи пациентам с экологически обусловленными и зависимыми заболеваниями заключается в том, что в Международной классификации болезней (МКБ-10) не выделяется соответствующего класса болезней, что и понятно, т. к. заболевания и состояния в этой классификации систематизированы, как правило, не по этиологии и патогенезу, а по системам, органам и тканям, которые болезнь поражает. ФОС, за исключением тех, которые вызывают отравления и интоксикации, фигурируют там лишь как причины обращения к врачу. Соответственно сами экологически обусловленные и зависимые заболевания «растворены» в классификаторе по самым различным классам в зависимости от преобладания свойственной ЭДП клинической симптоматики. Важной задачей в этой связи является разработка классификации ЭДП, имплементация принципов ее формирования и учета в деятельность Центров здоровья, Центров медицинской профилактики и в клиническую медицину.

Безусловно, эффективность своевременной диагностики ЭДП, качество и результативность ее профилактики и лечения зависят от правильного сбора анамнеза, оценки санитарно-гигиенических и эпидемиологических условий окружающей среды, наличия и выраженности влияния неблагоприятных ФОС на организм пациента. Методы эпидемиологической, лабораторной, функциональной (в т. ч. донозологической) и клинической диагностики ЭДП должны занять важное место в практической деятельности и подготовке врачей всех профилей, что позволит существенно повысить качество работы диспансерной службы, ранней диагностики ЭДП, а соответственно ее профилактики и лечения.

Для успешного формирования и реализации программы развития «медицины окружающей среды» представляется целесообразным создание профессионального сообщества врачей и специалистов МОС с делением его на секции по различным клиническим дисциплинам.

С учетом актуальности и государственной значимости первоочередными проектами, реализуемыми в сфере МОС, должны, на наш взгляд, стать и программы по выполнению задач, поставленных в Климатической доктрине РФ и Стратегии развития арктической зоны РФ. Следует отметить, что в соответствии с Климатической доктриной Российской Федерации⁹ Минздрав России является ответственным за мероприятия по минимизации уровня заболеваемости и смертности в группах населения высокого риска, вызванных изменением климата¹⁰.

В этой связи Минздраву России еще предстоит сформировать отдельную программу по обоснованию национального российского сегмента Глобальной рамочной основы климатического обслуживания в части проблем здравоохранения. Кроме этого, в рамках реализации плана¹¹, подготовленного в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 05.01.2016 № 7 «О проведении в Российской Федерации года экологии», предстоит обеспечить исполнение п. 196: «Формирование систем информирования и оповещения эко- и метеозависимых граждан о факторах риска окружающей среды». Говоря о проблемах, с которыми придется столкнуться при решении задач, обозначенных в климатической доктрине, можно отметить два основных направления: профилактика метеозависимой соматической патологии и борьба с распространением мигрирующих на более северные территории инфекционных и вирусных заболеваний, в первую очередь клещевого энцефалита, но и более «экзотических» и опасных инфекций (лихорадки Западного Нила, крымской геморрагической лихорадки и др.).

Задачами, закрепленными за Минздравом России в «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года»¹², являются: устранение вредного влияния факторов окружающей среды; предупреждение возникновения и распространения заболеваний; раннее выявление их причин и условий развития; а также формирование и реализация программ здорового образа жизни; проведение научных исследований по изучению влияния на здоровье населения, включая коренные малочисленные народы Севера, вредных ФОС; научное обоснование комплекса мероприятий, направленных на оздоровление окружающей среды и профилактику заболеваний; профилактика эко- и метеозависимой патологии у населения Арктической зоны Российской Федерации.

⁹ Утверждена распоряжением Президента РФ от 17.12.2009 № 861-рп.

¹⁰ План реализации Климатической доктрины Российской Федерации, утвержденный Распоряжением Правительства РФ от 25.04.2011 № 730-р.

¹¹ План мероприятий по проведению в 2017 г. в Российской Федерации Года экологии, утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 02.06.2016 №1082-р.

¹² Разработана во исполнение «Основ государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу», утвержденных Президентом Российской Федерации 18.09.2008, № ПР-1969.

Необходимо отметить, что реализация представленных задач в области совершенствования организации здравоохранения и медицинского образования в сфере МОС позволит значительно повысить эффективность оказания лечебно-профилактической помощи пациентам с факторами риска развития и проявлениями ЭДП, метео- и климатически зависимой патологии. При этом важно максимально использовать информационные технологии и инновации в образовании.

На наш взгляд, важным решением по развитию медицины окружающей среды как науки явилось бы формирование системы подготовки научных работников по соответствующей специальности.

Проект паспорта специальности научных работников «Медицина окружающей среды» (шифр 14.03...), на наш взгляд, должен иметь следующее определение специальности: медицина окружающей среды — комплексная специальность, занимающаяся изучением механизмов патогенного воздействия ФОС (химических, физических, биологических, природно-климатических, в т. ч. геогелиофизических, метеорологических, и социальных) и разработкой методов диагностики, лечения и профилактики экологически детерминированной патологии, изучением закономерностей развития функциональных нарушений и патологических процессов в организме человека при воздействии неблагоприятных ФОС. Отрасль знаний: биологические науки, медицинские науки.

Решение задач и реализация проектов развития «Медицины окружающей среды» представляется целесообразным в рамках федеральных и региональных госпрограмм, ведомственных целевых программ и мероприятий, реализуемых Федеральными органами исполнительной власти, в частности Федеральным агентством по делам национальностей (ФАДН), и которые должны быть осуществлены в соответствии с требованиями законодательства и включать комплекс мероприятий, взаимосвязанных по задачам, срокам осуществления, целевым индикаторам и ресурсам, привлекаемым для их реализации¹³. Стратегическое планирование и реализация проектов развития медицины окружающей среды призваны внести весомый вклад в реализацию Концепции «Охраны здоровья здорового человека» (Разумов А.Н., Стародубов В.И., Вялкова А.И., Рахманина Ю.А., 2016) и способствовать усилению профилактической направленности национальных систем здравоохранения во всех развитых странах.

Литература

1. Интегрирующая роль медицины окружающей среды в профилактике, ранней диагностике и лечении нарушений здоровья, связанных с воздействием факторов среды обитания человека / Ю. А. Рахманин [и др.] // Гигиена и санитария. — 2005. — № 6. — С. 3–6.
2. Рахманин, Ю. А. Актуализация методологических проблем регламентирования химического загрязнения и изучения его влияния на качество жизни и здоровье населения // Методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования химического загрязнения окружающей среды и его влияние на здоровье населения : материалы Пленума Науч. совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды / под ред. Ю. А. Рахманина. — М., 2015. — С. 3–11.
3. Гигиена и основы экологии человека : учеб. для студентов высш. мед. учеб. заведений / под ред. Ю. П. Пивоваров. — 2-е изд., стер. — М. : Академия, 2006. — 528 с.
4. Рахманин, Ю. А. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины / Ю. А. Рахманин, Р. И. Михайлова // Гигиена и санитария. — 2014. — Т. 93, № 5. — С. 5–10.
5. Григорьев, Ю. Г. Сотовая связь и здоровье : электромагнитная обстановка, радиобиологические и гигиенические проблемы, прогноз опасности / Ю. Г. Григорьев, О. А. Григорьев. — М. : Экономика, 2013. — 567 с.

Поступила 01.09.2017

РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «НОВОПОЛОЦКИЙ ГОРОДСКОЙ ЦЕНТР ГИГИЕНЫ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ» В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Спирков А. Н., centrnov@vitebsk.by,
Дубченко Ю. И., centrnov@vitebsk.by

Государственное учреждение «Новополоцкий городской центр гигиены и эпидемиологии», г. Новополоцк, Республика Беларусь

Санитарно-эпидемиологическая служба г. Новополоцка занимается охраной здоровья населения путем предупреждения возникновения и распространения заболеваний и создания условий для сохранения и повышения уровня качества жизни. Город Новополоцк — один из молодых, крупнейших индустриальных научно-образовательных и культурных центров республики, выросший на древней Полоцкой Земле. На сегодняшний день экономика города представлена следующим образом: 14 промышленных предприятий, 15 строительных организаций, более 4000 тыс. субъектов хозяйствования различных форм собственности. Определяющим в промышленном комплексе является градообразующее предприятие топливной промышленности ОАО «Нафтан».

Целью деятельности Государственного учреждения «Новополоцкий городской центр гигиены и эпидемиологии» (далее — Центр) как организации системы Министерства здравоохранения Республики Беларусь, осуществляющей государственный санитарный надзор, является обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения г. Новополоцка, профилактика заболеваний населения, оздоровление среды обитания человека и условий его жизнедеятельности на территории города.

В настоящее время структуру Центра составляют 3 отдела: санитарно-гигиенический, эпидемиологический и лабораторный. Штат Центра — 90 человек. С 2007 г. санитарно-эпидемиологическую службу г. Новополоцка возглавил Спирков А.Н.

В состав отдела гигиены под руководством Сечко В.И. входят: отделение гигиены труда, отделение гигиены питания, отделение гигиены детей и подростков (заведующий Ледник Л.В.), отделение коммунальной гигиены.

¹³ Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации».

На 1 января 2016 г. Центр осуществлял контроль за 789 объектами города и промышленной зоны (отделение коммунальной гигиены — 364 объекта, отделение гигиены питания — 141 объект, отделение гигиены детей и подростков — 114, отделение гигиены труда — 170 объектов). Отдел эпидемиологии осуществляет организацию противозидемических мероприятий, контроль 88 лечебно-профилактических учреждений города (заведующий Кулешова Т.В.). Лабораторный отдел представлен лабораторией санитарно-химических и токсикологических методов исследования (заведующий Чигрина Е.А.), лабораторией физических факторов (заведующий Громыко Л.И.) и микробиологической лабораторией (заведующий Богданов Л.Г.).

Состояние здоровья населения г. Новополюцка является важнейшим показателем уровня санитарно-эпидемического благополучия города и оценивается прежде всего по медико-демографическим показателям. Численность населения, начиная с 2012 г., ежегодно увеличивается. Это обусловлено положительным сальдо миграции, естественным приростом и административно-территориальными преобразованиями. В 2012 г. впервые за последние 15 лет удалось выйти на положительную динамику рождаемости и сомкнуть «демографические ножницы». На 01.01.2016 численность населения г. Новополюцка составила 108296 человек.

Когда город только начинал свою историю, заболеваемость кишечными инфекциями, в т. ч. и по «болезни грязных рук» — дизентерии, превышала средние показатели по области. За 55 лет эти показатели сократились в 10–15 раз. Это значит, что санитарная культура населения повысилась, городская инфраструктура стала более развитой. Благодаря проводимой работе санитарно-эпидемиологической службы заболеваемость по инфекционным и паразитарным инфекциям оценивается как стабильная. Случаи групповых заболеваний и вспышечной заболеваемости не регистрировались. Не регистрировалась заболеваемость брюшным тифом, паратифами, дизентерией, менингококковой инфекцией, полиомиелитом, эпидемическим паротитом, столбняком, краснухой, дифтерией. Наблюдается тенденция к снижению показателей заболеваемости по острым кишечным, энтеровирусным, ротавирусным инфекциям, туберкулезу, сифилису, педикулезу.

Уровень охвата населения профилактическими прививками составляет 99,7% у детей, 99,5% у взрослых, что позволило снизить и поддерживать на спорадическом уровне заболеваемость инфекциями, управляемыми средствами иммунопрофилактики.

Ежегодно в городе успешно проходит кампания по иммунизации против гриппа. Прививками охватываются все возрастные категории, в целом процент иммунизации по г. Новополюцку составляет 40%. Благодаря проводимой кампании к 2015 г. удалось снизить заболеваемость по гриппу на 41,8%.

Большое внимание в г. Новополюцке уделяется вопросам профилактики ВИЧ/СПИД. В 2008 г. на базе ГУ «Новополюцкий ГЦГЭ» был открыт кабинет информационно-образовательной деятельности по проблеме ВИЧ/СПИД, где проводилось групповое и индивидуальное консультирование, оказывалась информационная помощь волонтерским отрядам, действующим в школах города.

Благодаря выполнению природоохранных мероприятий, а также снижению промышленного производства в городе отмечается неуклонное снижение количества вредных выбросов в атмосферный воздух. С 2012 по 2014 гг. количество вредных выбросов от стационарных источников уменьшилось на 23,2%. В городе постоянно проводятся мероприятия по улучшению условий труда на предприятиях: так, на начало 2015 г. удельный вес работающих во вредных и неблагоприятных условиях составлял 30,0%, к 2016 г. этот показатель снизился до 29,4%. С предприятиями всех форм собственности проводится работа по улучшению условий труда работающих, санитарно-бытового обеспечения, модернизации производств и технологических процессов, замене устаревшего оборудования. В 2015 г. улучшены условия труда на 712 рабочих местах. Увеличился процент охвата производственным лабораторным контролем предприятий всех форм собственности. Показатель заболеваемости с временной утратой трудоспособности снизился, и тот факт, что за последние годы не было зарегистрировано ни одного случая профессионального заболевания, говорит об улучшении картины в целом.

Источников, не отвечающих санитарным требованиям по наличию необходимого комплекса очистных сооружений, за 2011–2015 гг. не зарегистрировано. Лабораторный контроль за состоянием водных объектов проводится по санитарно-химическим и микробиологическим показателям. По санитарно-химическим показателям качество воды имеет тенденцию к улучшению, с 2011 г. процент нестандартных проб уменьшился на 9,8%. Качество питьевой воды источников централизованного водоснабжения по микробиологическим показателям за последние 5 лет остается на одном уровне — нестандартные пробы отсутствуют.

Обеспечение высокого уровня санитарно-эпидемиологического благополучия населения г. Новополюцка достигается путем проведения комплекса санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на профилактику вспышек острых кишечных инфекций, пищевых отравлений, связанных с работой продовольственной торговли, общественного питания, пищевой промышленности. На особом контроле — качество и безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов. С 2011 г. нестандартные пробы по санитарно-химическим показателям отсутствовали.

Учитывая значимость внутришкольных факторов окружающей среды, влияющих на состояние здоровья школьников, в последние годы многое сделано по улучшению условий организации учебно-воспитательного процесса в учреждениях образования. Во исполнение плана мероприятий по улучшению материально-технической базы в учреждениях образования г. Новополюцка на 2013–2015 гг., Государственной программы «Информатизация системы образования на 2007–2016 гг.», предписаний ГУ «Новополюцкий ГЦГЭ» проведена реконструкция систем освещения, приведены в должное санитарно-техническое состояние санитарные узлы, приобретена мебель, регулируемая в соответствии с ростом учащихся.

Специалистами Центра проводится активная работа по формированию здорового образа жизни. Используются такие формы работы, как акции и дни здоровья, тематические культурные мероприятия, информационные кампании, организация выставок литературы по тематике здорового образа жизни, проведение Единых международных и республиканских дней здоровья. Профилактическая работа строится в тесном взаимодействии с органами власти, с активным привлечением всех заинтересованных — ведомств, общественных объединений.

Центр гигиены и эпидемиологии занимается мониторингом среды обитания человека. С 2003 г. издает информационно-аналитический бюллетень «Здоровье населения и окружающая среда» и постоянно информирует заинтересованные организации и население об экологической и санитарно-эпидемиологической обстановке в городе.

В последние годы лабораторией физических факторов Центра освоены методики измерения параметров электромагнитного и электростатического полей на рабочих местах пользователей ПЭВМ и ВДТ, измерения вибрации, инфракрасного и ультрафиолетового излучения, освоены методики определения содержания аэроионов на рабочих местах. Как показывают отчетные данные, процент несоответствий допустимым уровням стабильно снижается по исследованиям электромагнитных излучений, уровней звука, освещенности, микроклимата, уменьшается процент превышений ПДК по содержанию вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

В 2012 и 2014 гг. ГУ «Новополоцкий городской центр гигиены и эпидемиологии» занимал первые места в областных смотрах-конкурсах по итогам работы за год среди зональных и городских центров за достигнутые показатели по санитарно-эпидемиологическому обеспечению населения, а также являлся победителем республиканского смотра качества и культуры медицинского обслуживания населения в номинации «Лучший центр гигиены и эпидемиологии».

Именно благодаря высокому уровню профессионализма и слаженной работе всего коллектива ГУ «Новополоцкий ГЦГЭ» удалось достичь результативности и высоких показателей в нелегком труде. Особого внимания и уважения заслуживают Рыжиченко С.М., Титова Л.Д., Петухова М.Б., Чернявская Н.А., Кулешова Т.В., Ледник Л.В., Чигрина Е.А., Громыко Л.И., Павченко И.Н., Зубец Н.Л., Скородумова А.П., Корсак С.Н., Баженова Л.П., Курейчик С.Ю., Лещик М.В., Гилимович Г.Н., Хмелева З.В., Шидловская Л.М., которые внесли большой вклад в становление и развитие санслужбы города.

Поступила 31.08.2017

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ГИГИЕНЫ: СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД И ПЕРСПЕКТИВЫ

Сычик С. И., к.м.н., доцент, rspch@rspch.by,
Федоренко Е. В., к.м.н., доцент, afedorenko71@mail.ru,
Шевчук Л. М., к.м.н., доцент, sheuchuklm@mail.ru,
Итпаева-Людчик С. Л., к.м.н., itpaeva-ludchik@gmail.com,
Иванович Е. А., ivanovich_k@mail.ru

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Сегодня республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены» (государственное предприятие «НПЦГ») — ведущая в Республике Беларусь медицинская организация, развивающая научно-исследовательскую и испытательную деятельность в области гигиены, токсикологии и профилактической медицины. Научную деятельность республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» (далее — Центр) осуществляют 14 профильных лабораторий, в составе которых 6 докторов наук, 50 кандидатов наук, 4 профессора и 14 доцентов.

Среди направлений деятельности Центра приоритетным является проведение фундаментальных и прикладных научных исследований в области гигиены, токсикологии, медицинской профилактики и других областях медицинских и биологических наук. Обладая высоким научным потенциалом и современной материально-технической базой, государственное предприятие «НПЦГ» обеспечивает как качественное выполнение научных исследований и разработку научно-технической продукции, так и практическое освоение результатов, а также ведет подготовку научных кадров высшей квалификации, принимает участие в повышении квалификации специалистов практического здравоохранения и студентов медицинских ВУЗов.

Научная деятельность Центра составляет основу для разработки системы государственных мер по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения Республики Беларусь, принятия решений в сфере управления безопасностью факторами среды обитания для жизни и здоровья населения, разработки Государственных программ и Национальных планов.

В итоге научной работы Центра за последние годы разработан ряд санитарно-противоэпидемических требований, в результате применения которых:

- осуществляются мероприятия по первичной профилактике неинфекционной заболеваемости посредством управления качеством и безопасностью среды обитания человека (научно обоснованы требования к содержанию поверхностных водных объектов при их рекреационном использовании, охране подземных источников питьевого водоснабжения от загрязнения, требования к условиям труда женщин; актуализированы гигиенические нормативы содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов и мест массового отдыха населения и др.);

- обеспечено снижение профессиональной, производственно и экологически обусловленной заболеваемости работающего населения (научно обоснованы требования к организациям, осуществляющим сельскохозяйственную деятельность, обработку древесины и производство изделий из дерева; метод управления профессиональным риском; комплекс мер первичной и вторичной медицинской профилактики профессиональной аллергической и производственно обусловленной патологии у работников биотехнологических производств; гигиенические нормативы и методы контроля в воздухе рабочей зоны микроорганизмов-продуцентов и биопрепаратов на их основе, органических белоксодержащих аэрозолей, целого ряда пестицидов и фармакологических препаратов и др.);

- разработаны методы определения токсичности (острой, подострой, хронической, репродуктивной, специфической) и экотоксичности химических веществ и их смесей, применяемые в комплексе медицинских услуг, направленных на медицинскую профилактику неблагоприятного действия потенциально опасной для человека продукции — чистые химические вещества, их растворы и смеси, в том числе пестициды, доклинические формы лекарственных средств, пищевые и кормовые добавки, отходы производства;

- повышено качество жизни населения и обеспечено увеличение продолжительности активной жизни и трудоспособности человека (научно обоснован метод коррекции питания лиц старших возрастных групп; установлены гигиенические нормативы комбинированного воздействия шума и вибрации, шума и низкочастотных электромагнитных полей в условиях проживания населения и др.);

- обеспечена высокая эффективность государственного санитарно-эпидемиологического надзора (разработаны порядки проведения государственного санитарно-эпидемиологического нормирования и анализа рисков, комплекс мер по планированию готовности к реагированию на радиационную аварию с медицинскими источниками ионизирующего излучения в организациях здравоохранения, научно обоснованы подходы по ранжированию пищевых предприятий в зависимости от риска для здоровья, формируемой выпускаемой пищевой продукцией для использования в практической деятельности органов и учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор и др.);

- разработаны и внедрены высокочувствительные методы исследования, позволяющие обеспечивать эффективный контроль факторов среды обитания и выполнение гигиенических нормативов (разработаны методики выполнения измерений концентраций стойких органических загрязнителей (полибромированных соединений) в атмосферном воздухе населенных пунктов и местах массового отдыха населения, питьевой воде, рыбной продукции, ряда лекарственных средств в воздухе атмосферы и в воздухе рабочей зоны, определения содержания токсичных элементов в масличном сырье и жировых продуктах, остаточных количеств стрептомицина в сырье животного происхождения и пищевых продуктах и др.);

- обеспечено повышение качества и безопасности продукции белорусских производителей, что содействует развитию экспорта, импортозамещению технологий и продукции (обоснованы максимально допустимые уровни содержания полибромированных соединений в рыбе и рыбной продукции и др.);

- внедрены здоровьесберегающие технологии по формированию здорового образа жизни (научно обоснована методология формирования здоровьесберегающей среды в учреждениях общего среднего образования; метод расчета среднесуточных наборов пищевых продуктов и др.).

На современном этапе развития общества и производства реализация в республике новых технологий (нанотехнологии, препараты биотехнологического производства, лекарственные препараты, пестициды, ГМО, электромагнитное излучение), выполнение инновационных и инвестиционных проектов (строительство атомной станции, производство биотоплива), появление новых доказательств неблагоприятного воздействия уже изученных факторов окружающей среды (эндокринные дизрапторы, стойкие органические загрязнители), активизация миграционных процессов и налаживание международных связей, усиление роли глобальных экологических процессов (изменение климата) определяют появление новых угроз, расширение их спектра. Это ставит перед нами новые задачи, связанные с необходимостью совершенствования подходов к нормированию и контролю безопасности жизнедеятельности человека с учетом социально-экономических аспектов устойчивого развития Республики Беларусь. Особую актуальность данные аспекты приобретают в условиях интеграционных процессов — членство в Евразийском экономическом союзе (далее — ЕАЭС), вступление во Всемирную торговую организацию.

В соответствии с задачами, поставленными временем и государством, основными направлениями научных исследований в области гигиены и профилактической токсикологии мы видим следующие:

- гигиеническое нормирование факторов среды обитания;
- совершенствование методов исследований (в т. ч. развитие альтернативных методов оценки вредных веществ, разработки высокотехнологичных современных методов исследования и ориентированных на материально-техническую базу учреждений госсаннадзора; валидация и метрологическая аттестация методов, разработка межгосударственных стандартов для обеспечения контроля продукции на соответствие требованиям технических регламентов Таможенного союза/Евразийского экономического союза);

- научно-практическое обеспечение химической безопасности;

- сопровождение строительства и эксплуатации АЭС в Республике Беларусь;

Направления реализуются в контексте имплементации подходов анализа рисков здоровью.

Научные исследования по разделу гигиены среды обитания направлены на изучение механизмов и общих закономерностей влияния факторов среды обитания различной природы на здоровье человека, совершенствование методологии анализа риска здоровью населения от воздействия факторов среды обитания, обоснование методов оценки интегрального риска для здоровья, актуализацию с учетом международных подходов гигиенических критериев, гигиенических нормативов безопасности среды обитания, установление особенностей воздействия климатических изменений на здоровье населения республики, разработку методических подходов к оценке предотвращенных ущербов здоровью населения от воздействия факторов среды обитания, разработку альтернативных методов оценки токсичности химических веществ и их смесей, интегральной токсичности объектов среды и водных вытяжек из продукции.

Имплементация научно обоснованных методических подходов, гигиенических требований способствует объективизации управленческих решений по снижению риска воздействия факторов среды обитания на здоровье населения республики и достижению здоровьесбережения за счет управления качеством и безопасностью среды обитания, повышению конкурентоспособности продукции белорусского производства на мировом рынке в целях устойчивого развития.

В последние годы в научной деятельности Центра получило развитие направление по разработке инновационных методов оценки токсичности на основе применения альтернативных биологических моделей. Разработки, выполняемые на уровне мировой новизны и защищенные более чем 20 патентами, были представлены на Белорусской инновационной неделе, на ряде выставок и внесены в Каталог инновационных разработок. Сформирована научная школа по направлению «Разработка инновационных тест-моделей и формирование батарей *in vitro* тестов на основании изучения комплекса популяционных, культурально-морфологических, молекулярно-генетических и биохимических показателей для оценки биологического и токсического действия антропогенных химических факторов среды обитания человека».

Одним из актуальных направлений деятельности Центра является научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь, в рамках которого закончено формирование законодательной базы, регулирующей вопросы радиационной безопасности Белорусской АЭС в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия. В области готовности и реагирования на ядерные и радиологические аварийные ситуации выполнены исследования оценки последствий радиационных аварий, обоснования мер защиты населения и персонала, новых критериев реагирования. Ведутся исследования оценки радиационно-гигиенической и социально-демографической обстановки вокруг Белорусской АЭС.

Исследования в области радиационной безопасности других источников ионизирующего излучения также находятся в компетенции Центра. Поддерживается направление исследований в области оценки последствий катастрофы на ЧАЭС, в частности радиационно-гигиенические исследования по оценке загрязненности радионуклидами пищевых продуктов и обоснованию новых национальных референтных уровней. Благодаря деятельности Центра Беларусь стала первой страной, внедрившей новые рекомендации Международной комиссии по радиологической защите и требования МАГАТЭ в национальные требования радиационной безопасности.

В области научного обеспечения гигиены труда отработана современная модель оценки условий труда при переходе санитарной службы на новые формы надзорной деятельности на основе чек-листов. Полученные результаты послужили основой для определения перечня факторов производственной среды, значимых для гигиенической оценки профессионального риска, внедрения алгоритма принятия современных организационно-методических мер по оценке и управлению профессиональным риском. Впервые в республике разворачиваются актуальные исследования по разработке и внедрению методологии гигиенической оценки воздуха рабочей зоны, содержащего минеральные аэрозоли волокнистой структуры, адекватные методы профилактики профессиональных заболеваний пылевой этиологии. Разработаны и внедряются новые методы гигиенической оценки безопасности и эффективности ультрафиолетового облучения для обеззараживания воздуха и поверхностей помещений в организациях здравоохранения, выполняются исследования по регламентации безопасного использования светодиодных источников света. Впервые в республике ведутся исследования по разработке показателей и методов гигиенической оценки среды наземных гало- и спелеоклиматических камер для эффективного использования управляемых факторов искусственной спелеосреды в процессе лечения и реабилитации заболеваний органов дыхания у детей.

В области гигиены детей и подростков ведется постоянная работа по гигиеническому сопровождению экспериментальных проектов Министерства образования Республики Беларусь. Особую актуальность приобретает изучение состояния здоровья и психофизиологического статуса детей и подростков в условиях внедрения современных электронных средств обучения и новых информационно-коммуникационных технологий: электронных учебных изданий, интерактивных досок, учебных пособий с технологией дополненной реальности, локальных сетей передачи данных с использованием радиоэлектронных средств беспроводного широкополосного доступа.

Осуществляется непрерывный мониторинг безопасности продукции детского ассортимента, производимой и реализуемой на территории республики; по мере накопления новых научных данных о потенциальных факторах риска здоровью детей расширяется спектр показателей безопасности детских товаров, регламентируемых техническими нормативными правовыми актами Евразийского экономического союза и национального законодательства.

Специалистами гигиены питания разработана методология токсиколого-гигиенической оценки химических веществ, в том числе нутриентов, биологически активных веществ с использованием тест-объекта инфузории *Tetrahymena pyriformis*. Выполнены фундаментальные исследования по токсиколого-гигиенической оценке гидролизатов белков коровьего молока, применение которых позволит расширить спектр пищевой продукции для детского и специализированного питания. В настоящее время проводятся испытания наноконплексов циклодекстрина с витаминами, эфирными маслами с целью получения современных и эффективных обогащенных пищевых продуктов. Осуществляется разработка методов оценки канцерогенного риска здоровью вследствие образования в процессе переработки пищевой продукции отдельных химических веществ (полиароматических углеводородов, нитрозаминов). Разработаны критерии оценки обоснованности маркируемой информации о влиянии пищевой продукции на здоровье в связи с содержащимися в ней пищевыми и биологически активными веществами, определен перечень надписей о влиянии пищевой продукции на здоровье, не требующих экспериментального подтверждения. Определены основные элементы анализа риска здоровью, ассоциированного с вирусной контаминацией пищевой продукции. Разработан алгоритм оценки риска здоровью при производстве пищевой продукции, содержащей пищевые ингредиенты, обладающие аллергенными свойствами или вызывающие непереносимость, а также модель управления риском для здоровья, ассоциированного с такими пищевыми компонентами.

Интенсивно развивается направление по разработке высокочувствительных методов исследования по определению показателей качества и безопасности пищевой продукции, пищевых и биологически активных добавок, атмосферного воздуха, воздуха рабочей зоны и др. Учитывая высокий научный уровень методик, на их основе разрабатываются государственные и межгосударственные стандарты. На постоянной основе осуществляется экспертиза методических документов различного уровня по определению санитарно-химических показателей пищевой продукции, воды и других объектов. Проводятся научно-практические семинары по вопросам лабораторного контроля объектов среды обитания с целью повышения квалификации специалистов лабораторной службы госсаннадзора и производственных лабораторий.

В области профилактической и экологической токсикологии перспективными направлениями деятельности являются: разработка нормативных правовых актов, обеспечивающих безопасное обращение химических веществ и продукции, внедрение классификации и маркировка химической продукции в соответствии с требованиями Согласованной на глобальном уровне системой классификации и маркировки, внедрение системы надлежащей лабораторной практики, гармонизация методов тестирования токсичности и опасности химических веществ для человека и окружающей среды в соответствии с рекомендациями Организации экономического сотрудничества и развития, сбор и анализ данных о свойствах химических веществ, оценка токсичности и опасности с целью создания Национального регистра химических веществ. Ведется разработка национального перечня запрещенных и строго ограниченных к обращению химических веществ, разработка и использование токсикологических методов, перспективных для оценки наноматериалов и химических веществ, нарушающих функцию эндокринной системы методами *in vitro* и *in vivo*.

Основным направлением деятельности в области профпатологии является разработка метода оценки риска развития заболеваний у работников, занятых в условиях воздействия химического производственного фактора, позволяющего проводить раннюю диагностику, прогнозирование и превентивной терапии заболеваний с использованием генетических маркеров. Важным направлением работы является также выявление донозологических изменений в состоянии здоровья работников предприятий и разработка мероприятий по своевременной коррекции выявленных факторов риска развития заболеваний.

Выполнение научных исследований создает основу для реализации Республикой Беларусь принятых международных обязательств в рамках ЕАЭС в контексте анализа рисков, разработки требований безопасности к новой продукции для

повышения ее качества и конкурентоспособности, отстаивания интересов экономики, обеспечивая при этом высокий уровень защиты здоровья населения.

Совершенствование законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения — еще одно направление деятельности Центра. Прошедший год в Республике Беларусь был отмечен существенными инновациями в указанной области. В частности, в изменениях Закона Республики Беларусь «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», принятых в 2016 г., впервые на территории стран СНГ и ЕАЭС нашла законодательное отражение методология анализа риска. В развитие изменений в Закон были приняты постановления Министерства здравоохранения Республики Беларусь, определяющие порядок проведения государственного санитарно-эпидемиологического нормирования и порядок проведения анализа рисков.

Указанное законодательно закрепляет порядок разработки, экспертизы, утверждения и распространения санитарных норм и правил, гигиенических нормативов, систематизации и контроля за их внедрением, использования, разработки и утверждения методов определения факторов среды обитания человека, определяет ведущее место научных разработок в области санитарно-эпидемиологического нормирования.

Установлен порядок проведения анализа рисков для планирования, организации и проведения мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения органами и учреждениями, осуществляющими госсаннадзор, медицинскими научными организациями. Указанная методология гармонизирована с международными подходами в области анализа рисков, что обеспечивает интеграцию республики в глобальные процессы.

Научный потенциал сотрудников Центра признан и востребован на международном уровне. Центр на протяжении многих лет осуществляет тесное и плодотворное сотрудничество с ведущими научными и научно-практическими учреждениями Российской Федерации, Украины, Казахстана, Узбекистана, Молдовы, Латвии, Литвы и других стран. Последние годы мы имеем позитивный опыт в тесном взаимодействии с ведущими научными центрами стран-участниц ЕАЭС — реализуются совместные научные проекты.

Одной из важнейших задач, стоящих перед Центром, является научно-техническое сопровождение выполнения международных обязательств Беларуси по направлению «окружающая среда и здоровье», а также международных переговорных процессов по направлению «санитарные меры» и «технические барьеры в торговле» в рамках ЕАЭС, вступления республики в ВТО. Осуществляется многолетнее плодотворное сотрудничество с международными организациями (ВОЗ, МАГАТЭ, ЮНИСЕФ, ЮНЕП, ЕЭК ООН, Комиссией ФАО/ВОЗ Кодекс Алиментариус, Научным комитетом ООН по действию атомной радиации, Евразийской экономической комиссией, Секретариатом Союзного государства).

Директор Центра является национальным координатором по коммуникации в рамках Европейского процесса «Окружающая среда и здоровье», национальным координатором в Международной информационной системе по профессиональному облучению. На базе центра функционируют ряд национальных контактных центров, в том числе, национальный контактный центр Комиссии ФАО/ВОЗ Кодекс Алиментариус. С 2016 года Центр включен в Сеть Всемирной организации здравоохранения по оценке рисков химических веществ.

Среди наших специалистов — официальные представители Беларуси в комитете МАГАТЭ по нормам аварийной готовности и реагирования, член делегации от Республики Беларусь в Научном комитете ООН по действию атомной радиации, эксперты МАГАТЭ, национальное контактное лицо по ЕЭК ООН/Евро-ВОЗ Протоколу по проблемам воды и здоровья, член Бюро Протокола, сопредседатель Рабочей группы по проблемам воды и здоровья по региону Евро-ВОЗ, национальные координаторы по Глобальному анализу и оценке состояния санитарии и питьевого водоснабжения (ГЛААС), Стратегическому подходу к международному регулированию химических веществ (СПМРХВ), Организации обследования потребления табака и мер по борьбе с курением среди учащейся молодежи в Республике Беларусь, члены координационного совета Национального исследования ВОЗ по оценке факторов риска хронических неинфекционных заболеваний (STEPS), члены Межведомственной рабочей группы по взаимодействию Республики Беларусь с ВТО, подкомитетов, рабочих и экспертных групп по разработке нормативно-правовой базы при Евразийской экономической комиссии (ЕЭК).

Роль науки в формировании законодательства и обеспечении функционирования ЕАЭС очевидна. Специалисты научных организации государств-членов ЕАЭС (в т. ч. нашего Центра) с самого начала принимали участие в формировании базового соглашения по санитарным мерам, а затем — соответствующих разделов Договора о Евразийском экономическом союзе. Именно научно обоснованные гигиенические нормативы легли в основу требований безопасности к продукции сначала в Единых санитарных требованиях, затем — в техрегламентах Таможенного союза/Евразийского экономического союза. Именно наличие научного обоснования позволило в жесткой дискуссии с бизнесом, а также международным сообществом отстоять многие показатели безопасности продукции.

Высокая научная квалификация специалистов в области методов исследований позволяет нам сегодня включать национальные методики в перечни взаимосвязанных с техрегламентами стандартов, разрабатывать межгосударственные стандарты, необходимые для проведения испытаний в целях оценки соответствия продукции техническим регламентам Таможенного союза/Евразийского экономического союза.

Основными перспективами научных исследований Центра можно назвать:

- опережающая направленность научных исследований по сопровождению деятельности Министерства здравоохранения Республики Беларусь в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения;
- широкое внедрение методологии анализа риска для обоснования управленческих действий по устранению или минимизации ассоциированных с факторами среды обитания негативных воздействий на здоровье населения;
- выявление и оценка новых и изменяющихся факторов среды обитания, оказывающих неблагоприятное воздействие на здоровье человека, с акцентом на изучение особенностей специфического, комбинированного и сочетанного воздействия факторов среды обитания;
- научное обоснование минимально необходимых санитарно-эпидемиологических требований к потенциально опасным видам работ и услуг, обеспечивающих должный уровень защиты здоровья населения и не препятствующих деятельности и экономическому развитию субъектов хозяйствования;

СТАНОВЛЕНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО РАДИАЦИОННОЙ ГИГИЕНЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Тернов В. И., д.м.н., профессор, dhme@tut.by

Государственное учреждение образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования», г. Минск, Республика Беларусь

Середина 50-х гг. прошлого столетия ознаменовалась появлением и развитием нового научного направления — «радиационная гигиена», результаты которого были призваны разработать и внедрить в практику научно-обоснованные меры по минимизации воздействия на население постоянно возрастающего радиационного фактора техногенного генеза.

В Республике Беларусь становление и развитие научных работ по радиационной гигиене неразрывно связано с деятельностью Белорусского научно-исследовательского санитарно-гигиенического института (далее — БелНИСГИ), в структуре которого в 1958 г. был создан отдел радиационной гигиены. В задачу этого подразделения входило не только проведение научных исследований по радиационной гигиене, но и организационно-методическое сопровождение деятельности радиологических групп (далее — РГ) СЭС, которые в этот период создавались при всех областных СЭС и в г. Минск.

Изначально отдел радиационной гигиены БелНИСГИ возглавил опытный врач-гигиенист Анатолий Федорович Селезнев, которого по праву можно считать родоначальником радиационной гигиены в Беларуси.

В первые годы своего существования отдел радиационной гигиены вынужден был большое внимание уделять организационно-методической работе, направленной на «отлаживание» функционирования РГ санитарно-эпидемиологической службы республики.

К 1962 г. этот период деятельности отдела радиационной гигиены БелНИСГИ был в основном завершен, что позволило значительно активизировать научную работу.

Одним из первых, весьма важных направлений научных работ отдела явилась организация и проведение в стране радиационно-гигиенического мониторинга за состоянием окружающей среды в связи с постоянно возрастающим загрязнением ее радиоактивными материалами — продуктами испытаний ядерного оружия в атмосфере. Следует подчеркнуть, что такой мониторинг был инициирован Организацией объединенных наций и преследовал глобальную цель — научно обосновать жизненно необходимое прекращение испытаний ядерного оружия в атмосфере.

Научное сопровождение этого мониторинга осуществлялось Министерством здравоохранения СССР (Институт Биофизики: Марей А.Н., Бархударов Р.М., Петухова Э.В.). Отдел радиационной гигиены БелНИСГИ выполнял в этих условиях роль регионального центра по научно-практическому обеспечению этого направления работ, в котором изначально участвовали все РГ СЭС. При этом отдел не только осуществлял организационно-методическое руководство по ведению мониторинга, но и проводил большой объем лабораторно-инструментальных исследований, а также обобщал и анализировал всю информацию, получаемую от РГ.

На начальном этапе организации такой работы в ней принимал участие и будущий директор БелНИСГИ Анатолий Петрович Русяев, который с 1962 по 1963 гг. руководил отделом радиационной гигиены института. В 1964 г. отдел РГ БелНИСГИ возглавил кандидат медицинских наук Владимир Иванович Тернов, который в 1960–1961 гг. был сотрудником отдела гигиены труда института, а с 1961 по 1964 гг. обучался в целевой аспирантуре по радиотоксикологии при Московском научно-исследовательском институте гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР.

В результате многолетних исследований по радиационно-гигиеническому мониторингу (1962–1985) был получен уникальный материал о состоянии радиоактивности окружающей среды республики, который позволил установить закономерности поведения «глобальных» цезия-137 и стронция-90 в исследуемых объектах (воздух, вода, почва, продукты питания, организм человека).

В частности, было установлено, что прекращение в 1962 г. испытаний атомного оружия в атмосфере весьма быстро отразилось на улучшении радиационной обстановки в республике, связанной с присутствием цезия-137 и стронция-90. Выразилось это в основном в динамичном, поступательном снижении накопления радионуклидов во всех исследованных средах, в т. ч. в продуктах питания: к концу периода наблюдения количество цезия-137 и стронция-90, поступающих с пищей в организм населения, снизилось в 3–7 раз, соответственно чему и дозы облучения от этих источников постоянно снижались и держались на столь низком уровне, который исключал необходимость проведения каких-либо радиозащитных мероприятий.

Вместе с тем мониторинг позволил обнаружить на территории республики регионы с относительно высоким накоплением цезия-137 (в меньшей степени стронция-90) в продуктах питания: активность их здесь могла превышать среднереспубликанские показатели в 5–10 раз. Такие регионы были обнаружены в Гомельской области. В результате дополнительных исследований, проведенных БелНИСГИ совместно с Гомельской облСЭС (Рыскина В.С.), удалось доказать, что такая ситуация обусловлена относительно более интенсивным уровнем перехода радионуклидов из «местных» легких песчаных, супесчаных и торфо-болотных земель (широко представленных в «критических» районах Гомельского региона), в вышележащие звенья миграции.

На основании таких оценок для всей территории республики были подготовлены картосхемы прогнозных уровней перехода цезия-137 в зависимости от местных почвенных условий. Такие прогнозы свидетельствовали о том, что в республике имеются и другие районы с аналогичной с Гомельской областью структурой почв, а следовательно, и потенциально способных легко отдавать изотоп в цепочки миграции.

Такие материалы оказались весьма ценными в условиях развития аварии на ЧАЭС. Однако следует признать, в полной мере воспользоваться ими по разным причинам так и не удалось. Характерно, что материалы «глобального» мониторинга

остаются актуальными и сегодня, когда методология всей гигиены, в т. ч. и радиационной, переходит в русло проведения социально-гигиенического мониторинга с выходом на проблему минимизации рисков здоровью факторов среды обитания.

Вторым научным направлением деятельности БелНИСГИ по разделу радиационной гигиены была научно-исследовательская работа по оценке состояния здоровья работников, занятых на радиационно-опасных производствах. Базовым объектом для такого рода работы был исследовательский реактор института ядерной энергетики АН БССР, а также медицинские работники, использующие радиационные технологии.

В результате многолетних (1972–1982) исследований, проведенных совместно с профпатологическим центром МЗ БССР (Захаров Ю.Г., Канторович Л.Л.), показано, что работа персонала протекает в относительно благоприятных условиях, в т. ч. и по радиационному фактору, а состояние здоровья лиц основной группы принципиально не отличается от такового у контрольной когорты. Эта работа, проводимая в рамках общесоюзной программы (Гуськова А.К.) по клинко-гигиенической апробации принятых в мире и в СССР предельно допустимых уровней (далее — ПДУ) лучевого воздействия на персонал (50 мЗв/год), показала надежность установленных нормативов. Одновременно выполненная по Союзу программа позволила определить порог детерминированного малоинтенсивного действия ионизирующей радиации (0,15 Зв/год), который сегодня принят во всем мире.

Третьим направлением научных исследований отдела радиационной гигиены БелНИСГИ, выполненных в период 1976–1978 гг., было экспериментальное исследование по изучению особенности ответных реакций организма на малоинтенсивное хроническое действие внешнего γ -излучения в широком диапазоне разовых и кумулятивных доз, сопоставимых с принятыми ПДУ. При этом в работе был применен широкий спектр гематологических, иммунологических и биохимических методов исследования с акцентом на оценку состояния системы обмена серотонина.

В итоге было показано, что в генезе ранних реакций организма на малоинтенсивное, хроническое воздействие ионизирующей радиации существенная роль принадлежит нарушению метаболизма серотонинового звена нейрогуморальной регуляции. При этом в зависимости от интенсивности лучевого воздействия, в показателях обмена серотонина отмечается периодизация, совпадающая со степенью повреждающего действия радиации. Для начальных, адаптивных реакций системы обмена серотонина, характерным являются разнонаправленные, не резко выраженные изменения отдельных, как правило, промежуточных, звеньев метаболизма серотонина при одновременном относительно стабильном состоянии самого звена управления. При увеличении лучевых нагрузок наступали более глубокие признаки нарушения системы обмена серотонина: наряду с промежуточными звеньями метаболизма в патологический процесс вовлекался и сам амин. Важно, что изменения в системе серотонина, как правило, предшествовали сдвигам в системе кроветворения, что позволяло говорить о высокой степени радиочувствительности этой системы. В целом данный раздел работы позволил уточнить некоторые патогенетические механизмы влияния ионизирующей радиации малой интенсивности на организм.

Результаты научных исследований отдела радиационной гигиены широко внедрялись в практическое здравоохранение: за период с 1964 по 1978 гг. Минздравом республики было утверждено 16 инструктивных документов, целью которых являлась оптимизация работы РГ.

В разные года в отделе трудилось большая группа научных сотрудников, внесших свой вклад в результаты его деятельности (Гурская Н.В., Молчанова М.Я., Рыбалова С.К., Шевченко И.Н., Чуйко М.П., Багель И.М., Полюшиц Р.Г., Балакирева С.И., Курчанский В.Н., Каплунова Т.А. и др.).

Научным сотрудником Шевченко Инессой Николаевной по материалам клинко-гигиенической и экспериментальной НИР была защищена кандидатская диссертация о влиянии ионизирующих излучений на пул Т- и В-лимфоцитов.

В целом итоги работы отдела за 1964–1979 гг. нашли отражение в многочисленных публикациях и были обобщены в докторской диссертации Тернова В.И. «Гигиеническая значимость воздействия ионизирующей радиации малой интенсивности (натурные и экспериментально-лабораторные исследования)», которая была защищена в 1986 г.

В 1979 г. отдел радиационной гигиены БелНИСГИ по разным причинам был упразднен и возобновил свою работу лишь в последние годы.

Поступила 01.09.2017

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РУК КАК ОДНА ИЗ ВАЖНЫХ МЕР ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИНФЕКЦИОННОГО КОНТРОЛЯ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Филонов В. П., д.м.н., профессор, filonov@belaseptika.by,

Долгин А. С., dolgin@belaseptika.by

ЗАО «БелАсептика», д. Цянкан, Минский р-н, Минская обл., Республика Беларусь

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (далее — ВОЗ), инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи (далее — ИСМП), являются основной проблемой безопасности пациентов, их предотвращение должно быть приоритетом для медицинских учреждений и институтов, обязанных обеспечить безопасную медицинскую помощь.

Гигиена рук — это первоочередная мера, которая доказала свою эффективность в предотвращении ИСМП и распространении антимикробной резистентности.

Историю антисептики связывают с именами венгерского акушера Игнаца Филиппа Земмельвейса и английского хирурга Джозефа Листера, которые научно обосновали антисептику и внедрили ее в практику как метод лечения и предупреждения развития нагноительных процессов, сепсиса. Так, Земмельвейс на основе многолетних наблюдений пришел к выводу, что родильная лихорадка, дававшая высокий процент смертности, вызывается трупным ядом, передаваемым через руки медперсонала. Он одним из первых в истории эпидемиологии провел аналитическое эпидемиологическое исследование и убедительно доказал, что деcontаминация рук медицинского персонала является важнейшей процедурой, позволяю-

щей предупредить возникновение внутрибольничных инфекций. Благодаря внедрению в практику антисептики в акушерском стационаре, где работал Земмельвейс, уровень смертности от внутрибольничных инфекций удалось снизить в 10 раз.

Практический опыт и огромное количество публикаций, посвященных вопросам обработки рук медперсонала, показывают, что эта проблема и более чем через полторы сотни лет после Земмельвейса не может считаться решенной и остается актуальной. В настоящее время, по данным ВОЗ, до 80% ИСМП передаются через руки медицинских работников.

Надлежащая гигиена рук медперсонала — это наиболее важный, простейший и наименее дорогой способ снижения количества случаев ИСМП, а также распространения антибиотикорезистентных штаммов возбудителей и предупреждения возникновения инфекционных заболеваний в организациях здравоохранения.

Обработка кожи рук включает в себя ряд взаимодополняющих способов (уровней): мытье рук, гигиеническая и хирургическая антисептика кожи рук, каждый из которых играет свою роль в предупреждении возникновения инфекций.

Следует отметить, что все эти способы в той или иной степени воздействуют на микрофлору кожи рук — резидентную (постоянную) или транзитную (временную). Микроорганизмы резидентной флоры располагаются под поверхностными клетками рогового слоя эпителия — это нормальная микрофлора человека. Транзитная микрофлора попадает на кожу рук в результате работы и контакта с инфицированными пациентами или контаминированными объектами окружающей среды, остается на коже до 24 ч, а ее видовой состав имеет прямую зависимость от профиля организации здравоохранения и связан с характером деятельности медработника. Чаще всего эти микроорганизмы ассоциированы с ИСМП и представлены патогенными микроорганизмами: метициллин-резистентным золотистым стафилококком (MRSA), ванкомицин-резистентным энтерококком (VRE), полирезистентными грамотрицательными бактериями, грибами рода кандиды, клостридиями.

Транзитная микрофлора в эпидемиологическом отношении наиболее значима. Так, при повреждении кожных покровов, в частности во время применения неадекватных методов обработки рук (использование жестких щеток, щелочного мыла, горячей воды, избыточно необоснованное использование мытья рук вместо антисептики), транзитная микрофлора глубоко проникает в кожу, вытесняя оттуда постоянную микрофлору, нарушая при этом ее стабильность, что в свою очередь приводит к развитию дисбактериоза. В этом случае руки медицинских работников становятся не только фактором передачи условно-патогенных и патогенных микроорганизмов, но и их резервуаром. В отличие от резидентной транзитная микрофлора полностью удаляется в ходе антисептической обработки.

Рекомендации по гигиене рук изложены в соответствующих Руководствах ВОЗ. Общие рекомендации к гигиене рук медицинского персонала сводятся к следующим позициям:

1. Мойте руки с мылом и водой, когда они заметно загрязнены, запачканы кровью или другими биологическими жидкостями, или после посещения туалета.
2. Если контакт с источником заражения потенциальным спорообразующим патогенным велик (предполагается или доказан), включая случаи вспышек *C. Difficile*, мытье рук с мылом и водой является предпочтительной мерой.
3. Используйте спиртосодержащее средство для антисептики рук в качестве предпочтительной рутинной антисептической меры во всех прочих клинических случаях, указанных в п. 4, если руки загрязнены не явно. Если спиртосодержащее средство для антисептики недоступно, вымойте руки с мылом и водой.
4. Выполняйте гигиену рук:
 - до и после контакта с пациентом;
 - прежде чем дотронуться до инвазивного устройства для ухода за пациентом независимо от того, используете вы перчатки или нет;
 - после контакта с биологическими жидкостями или выделениями, слизистыми оболочками, поврежденными участками кожи или раневыми повязками;
 - если при осмотре пациента вы переходите от контаминированного участка тела к неконтаминированному;
 - после контакта с предметами (включая медицинское оборудование) из ближайшего окружения пациента;
 - после снятия стерильных или нестерильных перчаток.
5. До работы с медикаментами или приготовления еды выполняйте гигиену рук, используя спиртосодержащее средство для антисептики, или вымойте руки с обычным или антимикробным мылом и водой.
6. Мыло и спиртосодержащий антисептик для гигиены рук не должны быть использованы одновременно.

Вместе с тем ВОЗ констатирует, что наибольшая частота соблюдения медицинскими работниками рекомендуемых мер по гигиене в лучшем случае составляет до 60%. Эксперты ВОЗ выделяют основные факторы, связанные с недостаточной приверженностью к обработке рук: статус врача (соблюдение гигиены рук реже, чем у среднего медицинского персонала); работа в интенсивной терапии, работа в хирургическом отделении; работа в неотложной помощи, работа в анестезиологии; работа в течение недели (по сравнению с работой в выходные дни); нехватка персонала (избыток пациентов); ношение перчаток; большое количество показаний для гигиены рук в течение часа ухода за пациентом после контакта с объектами внешней среды в окружении пациента, например, с оборудованием; до контакта с объектами внешней среды в окружении пациента и др.

Говоря о трех уровнях обработки рук (гигиеническое мытье, гигиеническая антисептика, хирургическая антисептика), следует отметить, что их цель не подменять друг друга, а именно взаимно дополнять. Так, мытье рук позволяет произвести механическую очистку от органических и неорганических загрязнений и только частично удалить с кожи транзитную микрофлору. При этом в организациях здравоохранения для гигиенического мытья рук должно использоваться мыло, которое нанесет наименьший вред коже, одновременно обеспечив максимальный эффект — жидкое, pH-нейтральное мыло, содержащее бактерицидные и фунгицидные компоненты, а также смягчающие и увлажняющие кожу добавки. Одновременно необходимо уделять пристальное внимание технике обработки рук и ее продолжительности, которая должна составлять 40–60 с, а также процедуре сушки рук. С одной стороны полное и правильное высушивание кожи рук после мытья предотвращает возникновение дерматитов при последующем применении спиртосодержащих антисептиков, а с другой является важным условием должной деконтаминации. Проведенные в настоящее время в разных странах исследования (в т. ч. и аккредитованной лабораторией ЗАО «БелАсептика») показывают, что микробиологическая загрязненность кожи рук после посещения туалета, мытья рук и использования электрополотенца не снижается, а в 50% случаев увеличивается. Показатели микробиоло-

гической загрязненности кожи рук у лиц, которые после посещения туалета мыли руки и использовали бумажное (одноразовое) полотенце, снижаются почти в 3 раза, а у тех, кто дополнительно применяет антисептический гель, до 10 раз. Следовательно, использование одноразовых бумажных полотенец для сушки рук по сравнению с электрополотенцами является гораздо более оптимальным в эпидемиологическом плане. Дополнительное использование антимикробных гелей для ухода за кожей рук является наиболее перспективным решением. Такая практика способна обеспечить и большее удобство, и защиту кожи рук, и эффективность обработки.

Порядок проведения антисептики рук в нашей стране в настоящее время определен Инструкцией «Гигиеническая и хирургическая антисептика кожи рук медицинского персонала», утвержденной Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 05.09.2001 № 113-0801 и полностью соответствующей международному стандарту EN-1500.

Гигиеническая антисептика кожи рук ставит своей целью уничтожение транзитной микрофлоры кожи.

При этом сама процедура обработки включает в себя нанесение антисептика на руки в количестве 3 мл и тщательного втирания в ладонные, тыльные и межпальцевые поверхности кожи рук в течение 30–60 с до полного высыхания, строго соблюдая последовательность движений согласно европейскому стандарту обработки EN-1500.

Для осуществления правильного выбора препаратов, часто затрудненного в связи с обилием предложений на отечественном рынке, нужно последовательно учитывать их ключевые свойства: наличие широкого спектра антимикробного действия, отсутствие аллергического и раздражающего влияния на кожные покровы, регистрация в качестве лекарственного средства, экономичность. При этом применение антисептиков на основе спиртов (наиболее эффективных в отношении возбудителей ИСМП и совместимых с кожей) также признается ВОЗ «золотым стандартом». Использование именно таких антисептиков является одним из ключевых моментов в гигиене рук медицинских работников.

Согласно Закону Республики Беларусь «О лекарственных средствах» антисептики в нашей стране отнесены к лекарственным средствам, следовательно проходят клинические испытания, подтверждающие их безопасность, и выпускаются на предприятиях, внедривших и сертифицировавших в Министерстве здравоохранения систему надлежащей производственной практики (GMP). Вода, используемая для производства антисептических лекарственных средств, проходит очистку на установках обратного осмоса, а сам готовый антисептик перед розливом — микрофильтрацию, что исключает наличие в нем любых инфекционных агентов. Именно такой подход к обеспечению производства качественных антисептиков позволил сегодня сократить экспозицию проведения гигиенической антисептики по сравнению принятой с ранее. В настоящее время у некоторых препаратов подтверждена эффективность при 12-секундной гигиенической антисептике (Септоцид-синерджи, Септоцид Р+).

Наряду с этим, применение «водных» безспиртовых растворов антисептиков в организациях здравоохранения не так эффективно, удобно и безопасно. Так, такие компоненты, как триклозан, ЧАСы могут вызывать аллергические реакции. Гуанидиновая пленка может способствовать образованию биопленок в тех случаях, когда кожа рук медработника нездорова, имеются признаки дисбактериоза, нарушения целостности кожного покрова, наличия инфекции. Кроме того, 5–7-минутная «липкость» кожи рук, возникающая после применения безспиртовых антисептиков, также снижает удобство их применения, особенно при использовании перчаток. Спиртосодержащие антисептики, согласно рекомендациям ВОЗ, в этом плане наиболее надежны. Концентрация спиртов (этилового, изопропилового) в пределах от 60 до 80% позволяет достичь максимальной эффективности. Кроме того, преимуществом антисептиков перед обычным 70% спиртом является то, что они содержат специальные смягчающие компоненты, нейтрализующие сушащее действие спиртов.

Хирургическая антисептика кожи рук обеспечивает уничтожение транзитной микрофлоры, снижает количество резидентной до субинфицирующего уровня и проводится при выполнении медицинских манипуляций, связанных с контактом (прямым или опосредованным) с внутренними стерильными средами организма (катетеризация центральных венозных сосудов, пункции суставов, полостей, хирургические вмешательства и т. д.).

В процессе профессиональной деятельности медицинских работников кожа может терять способность осуществлять барьерную функцию — становится раздраженной, сухой и потрескавшейся. Наиболее частыми реакциями персонала являются контактные дерматиты и аллергические реакции. Специалисты считают, что 2/3 всех проблем с кожей возникает вследствие неправильного ухода за ней, в т. ч. из-за нанесения спиртосодержащих антисептиков на влажные руки. Регулярный и интенсивный уход за кожей с использованием кремов, лосьонов, бальзамов на рабочем месте, например, таких как Дермагент С, Дермагент Р, является превентивной мерой против обусловленных профессией дерматозов.

Для обеспечения профилактики ИСМП в организациях здравоохранения необходимо проводить целенаправленную работу по повышению у медперсонала приверженности к гигиене рук. Особое внимание администрацией учреждения должно быть уделено эффективному обучению медицинского персонала применению интерактивных технологий, а также обеспечению доступности для медработников спиртовых антисептиков в местах оказания медицинской помощи.

Наиболее эффективными в продвижении приверженности к обработке рук медработников могут быть поддержка и поощрение администрацией проведения надлежащей гигиены рук, разработка системы аудита использования спиртосодержащих антисептиков и мониторинг комплаентности гигиены рук. Приверженность к гигиене рук старшего поколения медицинских работников также влияет на формирование приверженности у молодых сотрудников, интернов и студентов.

Объединение усилий медицинских работников, администрации организаций здравоохранения, специалистов центров гигиены и эпидемиологии, преподавателей учреждений образования в поэтапном внедрении и формировании устойчивой практики обработки рук, а также собственный пример позволят привить простую и эффективную практику гигиены рук в повседневную деятельность при оказании медицинской помощи у настоящих и будущих поколений медицинских работников, тем самым обеспечивая стабильную безопасность оказания медицинской помощи.

Поступила 01.08.2017

ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕДУР СОГЛАСОВАНИЯ С ОРГАНАМИ И УЧРЕЖДЕНИЯМИ ГОСУДАРСТВЕННОГО САНИТАРНОГО НАДЗОРА ТРЕБОВАНИЙ САНИТАРНЫХ НОРМ, ПРАВИЛ И ГИГИЕНИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ

Шепелевич В. В., slonszge@mail.grodno.by

Государственное учреждение «Слонимский зональный центр гигиены и эпидемиологии»,
г. Слоним, Гродненская область, Республика Беларусь

Современный этап развития санитарно-эпидемиологической службы проходит по пути совершенствования организации ее работы с учетом требований Директивы № 2 от 27.12.2006 (в редакции Указа № 135 от 23.03.2015) «О де бюрократизации государственного аппарата и повышении качества обеспечения жизнедеятельности населения». В преамбуле Директивы № 2 записано «Необходимо создавать такие условия, при которых граждане и представители юридических лиц будут тратить минимум времени и сил при обращении в государственные органы и организации, оказывающие услуги, обеспечивающие жизнедеятельность населения».

Для реализации целей Директивы № 2 органами и учреждения государственного санитарного надзора (далее — ЦГЭ) ведется постоянная работа по совершенствованию работы с гражданами, индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами по снижению количества административных процедур (далее — АП), их доступности и уменьшения сроков проведения.

Одним из путей совершенствования этой работы является оптимизация требований, содержащихся в санитарных нормах, правилах и гигиенических нормативах (далее — СанНПиГН), подлежащих согласованию субъектами хозяйствования с органами и учреждениями государственного санитарного надзора. На текущий момент ряд СанНПиГН устанавливает согласования, для которых не определен единый порядок их проведения.

Наличие такого рода согласований создает предпосылки для бюрократизма и увеличивает коррупционных риски в связи с отсутствием единых требований по их осуществлению, а также атрибутов характерных для административных процедур (конкретные сроки рассмотрения заявлений, наличие счерпывающего перечня предоставляемых документов, порядок рассмотрения, наличие оплаты и др).

Перевод всех видов согласований в порядок административных процедур устранил противоречие между требованиями СанНПиГН и требованиями «Инструкции о порядке взаимодействия главных государственных санитарных врачей при осуществлении государственного санитарного надзора» утвержденной постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 16.07.2012 № 100 (далее — Инструкция № 100). Так, п. 14 Инструкции № 100 установлен исчерпывающий перечень форм (постановления главного государственного санитарного врача, заключения и предписания), в виде которых принимаются решения органов и учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор.

Таблица 1. — Примеры СанНПиГН, которыми установлены требования о согласовании

Наименование СанНПиГН	№ пункта, текст пункта
Санитарные правила и нормы 2.1.7.14-20-2005 «Правила обращения с медицинскими отходами», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 20.10.2005 № 147, с изменениями и дополнениями, утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 01.12.2008 № 207.	69. Размещение объектов по обезвреживанию медицинских отходов на территории ЛПО и других организаций (децентрализованный способ) согласовывается с территориальным учреждением государственного санитарного надзора и территориальным органом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь в установленном порядке
Санитарные правила 1.1.8-24-2003 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических и профилактических мероприятий», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 22.12.2003 № 183, с дополнениями и изменениями, утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 01.09.2010 № 117.	12. Разработанная программа (план) производственного контроля, в части показателей безопасности и безвредности для здоровья и жизни человека, согласовывается с территориальным органом государственного санитарного надзора и утверждается руководителем организации
Санитарные нормы и правила «Требования к условиям труда работающих и содержанию производственных объектов», утвержденные Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 08.07.2016 № 85.	120. Перечень производственных факторов, точек отбора проб, измерений и периодичность лабораторного контроля определяются нанимателем, и согласовывается с уполномоченными органами и учреждениями, осуществляющими государственный санитарный надзор, и утверждается руководителем организации

Для упорядочения процедур согласования субъектами хозяйствования требований указанных в СанНПиГН предлагаем следующий алгоритм действий разработчиков и рецензентов санитарных норм и правил:



Рисунок — Алгоритм действий по оптимизации количества требований и упорядочению процедур согласований с ЦГЭ

Рассмотрим порядок применения этого алгоритма на примере Санитарных правил и норм 2.1.4. «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарные правила и нормы СанПиН 10-124 РБ 99», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 19.10.1999 № 46, с изменениями, утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 26.03.2002 № 16 (далее — СанПиН 10-124 РБ 99). При анализе этого документа установлено, что в нем имеется 6 требований согласования вне административных процедур.

Таким образом, следуя алгоритму возможно исключить 4 из 5 требования о согласовании и для 1 изменить порядок, переведа его в административную процедуру.

Для обеспечения задачи перевода требований о согласовании субъектами хозяйствования с центрами гигиены и эпидемиологии в АП необходимо:

- провести в 2017 г. ревизию действующих в настоящее время санитарных норм, правил и гигиенических нормативов на наличие требований согласований для субъектов хозяйствования с центрами гигиены и эпидемиологии;
- исключить согласование из требований СанНиП либо формализовать их проведение в порядке административной процедуры;
- внести изменения в действующие административные процедуры, совершаемые центрами гигиены и эпидемиологии в отношении индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, дополнив названия их необходимыми требованиями и исчерпывающим перечнем предоставляемых документов, а также сроками исполнения.

Таблица 2. — Пример оптимизации количества согласований установленных в СанПиН 10-124 РБ 99 согласно предлагаемому алгоритму

Пункт СанПиН 10-124 РБ 99, содержащий требование о согласовании с ЦГЭ	Предлагаемые изменения
п. 3.4 «Рабочая программа производственного контроля качества воды, сроки ее внедрения и действия согласовываются с главным государственным санитарным врачом города или района»	Согласование проводить в соответствии в порядке административной процедуры
ч. 2 п. 3.6.1 «соблюдения согласованных с органами госсаннадзора на ограниченный период времени максимально допустимых отклонений от гигиенических нормативов»	Дополнить исчерпывающим перечнем в гигиенических нормативах «Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»
п. 3.7.2. «В случае постановления главного государственного санитарного врача административной территории о запрещении или ограничении использования питьевой воды организациями, обеспечивающими эксплуатацию системы водоснабжения, разрабатываются по согласованию с территориальным органом госсаннадзора и осуществляются мероприятия, направленные на выявление и устранение причин ухудшения ее качества и обеспечения населения питьевой водой, отвечающей требованиям санитарных правил»	Включить в перечень обязательных мероприятий рабочей программы производственного контроля качество питьевой воды (п. 2.3 приложения 1)
ч. 4 п.1 приложения к таблице 3 «В отдельных случаях по согласованию с органами госсаннадзора может быть допущена повышенная концентрация хлора в питьевой воде»	Включить в обязательные мероприятия рабочей программы производственного контроля качество питьевой воды
Пункт СанПиН 10-124 РБ 99, содержащий требование о согласовании с ЦГЭ	Предлагаемые изменения

Поступила 01.09.2017

О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ НАУЧНОЙ ПОДДЕРЖКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОССАННАДЗОРА В ОБЛАСТИ ПЕРВИЧНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ НЕИНФЕКЦИОННОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ

Ключенович В. И., к.м.н., доцент, kvi.eco@gmail.cjv

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»,
г. Минск, Республика Беларусь

Проведение моделирования деятельности санэпидучреждений в области управления профилактикой неинфекционных болезней определяет целесообразность целого ряда научных исследований методологического направления. В первую очередь актуализируется необходимость разработки научно-обоснованной, ориентированной на практику методики проведения эпидемиологического анализа неинфекционной заболеваемости и ее интеграции с процедурой идентификацией факторов риска распространения болезней в рамках регламентированной деятельности по осуществлению социально-гигиенического мониторинга (далее — СГМ).

В этом же аспекте требуются научно-обоснованные предложения по методике наблюдения за контролируруемыми административными территориями с целью выявления (наличие, регистрация и прогноз) веществ, факторов и социальных явлений, потенциально влияющих на изменение уровня здоровья населения.

Актуализируются научно-методические разработки, позволяющие утвердить схему проведения на территориальном уровне госсаннадзора сравнительного анализа уровня здоровья населения по интегральным индексам и применения в практике СГМ экспертных оценок для обоснования мероприятий по первичной профилактике неинфекционной заболеваемости и формированию здорового образа жизни (далее — ФЗОЖ).

В той же связи целесообразно планировать исследования в части разработки методики расчета и количественных оценок региональных и территориальных контрольных (нормативно-фоновых, территориально-ориентированных) социально-гигиенических показателей.

Ключевым организационным модулем для продвижения здоровья среди населения является подготовка для органов социально-экономической деятельности административных территории проектов управленческих решений, на основе которых можно будет форматировать проекты планов действий по первичной профилактике на административной территории (планы действий). Методология подготовки проектов таких планов, принципов контроля и оценке эффективности их реализации необходимо базировать на научно обоснованной системе применения индикаторов управленческих решений.

Для совершенствования деятельности в области ФЗОЖ потребуется разработка методологически обоснованного документа, регламентирующего проведение в условиях практики исследований для комплексной оценки степени распространенности на административных территориях поведенческих и биологических риска здоровью среди населения).

В целом возрастает значимость научно-методологических разработок в области оценки эффективности деятельности по первичной профилактике болезней на основе эконометрических исследований при обосновании назначаемых санэпидслужбой профилактических мероприятий на административных территориях. При этом потребуются объединение практики и науки для разработки информационной политики госсаннадзора и отраслевой программы по программно-аппаратному совершенствованию технологии СГМ в учреждениях, осуществляющих государственный санитарный надзор.

Поступила 01.09.2017

ФОРМИРОВАНИЕ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ г. МИНСКА

Черенко Е. А., gcz@minsksanepid.by,
Косяченко Н. А., gcz@minsksanepid.by

Государственное учреждение «Минский городской центр гигиены и эпидемиологии», г. Минск, Республика Беларусь

Ключевым фактором развития и условием экономического роста государства является здоровье населения.

Здоровье — бесценное достояние не только каждого человека, но и всего общества. Инвестиции в здоровье — важное условие экономического развития Республики Беларусь. Однако еще многими людьми ценность здоровья осознается только тогда, когда возникает серьезная угроза для его утраты или оно уже в значительной степени утрачено, вследствие чего возникает мотивация вылечить болезнь, вернуть здоровье, поэтому формирование у населения ответственного отношения к своему здоровью, негативного — к табакокурению, алкоголизму, наркомании, приведет к значительному улучшению состояния здоровья и увеличению продолжительности жизни.

Определенный вклад в изменение мировоззрения граждан вносит пропагандистская работа по формированию здорового образа жизни специалистов учреждений санитарно-эпидемиологической службы совместно с учреждениями здравоохранения.

Основной целью их работы является достижение такой ситуации, при которой население сознательно выбирает стиль поведения, способствующий сохранению и укреплению здоровья: сбалансированное, рациональное питание; отказ от саморазрушающего поведения (курения, употребления алкоголя и психоактивных веществ); соблюдение правил личной и психогигиены; овладение навыками самопомощи и самоконтроля, здоровое сексуальное поведение. Исходя из этого, формирование здорового образа жизни населения является не только медицинской, но и медико-социальной проблемой, поэтому одним из главных направлений работы, санитарно-эпидемиологической службы является обеспечение межведомственного подхода в организации и проведении просветительных мероприятий.

С участием специалистов (Комитета по здравоохранению и образованию Мингорисполкома, ГУВД, отдела по делам молодежи Мингорисполкома, кафедры общей врачебной практики БелМАПО, священнослужителей Минской епархии Белорусской Православной Церкви) проводятся обучающие семинары с медицинскими работниками, социальными педагогами, классными руководителями средних школ; пресс-конференции; заседания круглого стола; акции; конкурсы; занятия с подростками, студенческой молодежью – участниками городских профилактических проектов. Это взаимодействие позволяет использовать различные формы, методы и средства просветительской деятельности в пропаганде здорового образа жизни среди широких слоев населения города.

На комплексной основе в сотрудничестве с учреждениями здравоохранения, образования, культуры, кинотеатрами («Пионер», «Октябрь», «Мир», «Центральный»), Минский государственный Дворец детей и молодежи проводились массовые профилактические мероприятия, приуроченные к Всемирным и Единым дням здоровья, общереспубликанским акциям (антитабачной, антиалкогольной, по профилактике сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний).

Важное место среди профилактических мероприятий занимают массовые профилактические акции, которые дают возможность охватить большое количество населения и предполагают одновременное использование широкого спектра форм и методов работы (выступления специалистов, групповые и индивидуальные консультирования, демонстрация тематических видеороликов и фильмов, распространение печатных информационно-образовательных материалов), направленных на информирование населения, изменение его поведения в сторону здоровьесберегающего. Всего в первом полугодии 2017 г. специалистами санитарно-эпидемиологической службы города было организовано и проведено 172 профилактические акции, в которых приняли участие около 50 тыс. человек.

Важную роль в профилактической работе играют средства массовой информации (СМИ). За первое полугодие 2017 г. специалистами санитарно-эпидемиологической службы г. Минска проведено 369 выступлений в средствах массовой информации: в печати — 147; по радио — 205; на телевидении — 17, на сайтах Минского городского центра гигиены и эпидемиологии, администраций районов города и организаций других форм собственности размещено 857 материалов по различным темам здорового образа жизни. В пресс-центре Мингорисполкома 05.04.2017 организована и проведена пресс-конференция, приуроченная ко Всемирному дню здоровья «Депрессия: давай поговорим».

В первом полугодии 2017 г. специалистами городского Центра здоровья подготовлено и издано:

- памяток — 14 наименований общим тиражом 12500 экз.;
- листовок — 26 наименований общим тиражом 8750 экз.;
- наклейки — 2 наименования общим тиражом 1000 экз.

Основным направлением деятельности учреждений здравоохранения и санитарно-эпидемиологической службы г. Минска по формированию здорового образа жизни населения является формирование у населения ответственности за собственное здоровье, потребности в здоровом образе жизни, создании здоровой семьи и повышение ее престижа в жизни каждого человека и общества в целом.

В 2016–2017 учебном году в городе осуществлялась реализация профилактических проектов для подростков, студентов и учащихся. В данных проектах было задействовано: 46 учреждений общего среднего образования, 31 оздоровительный лагерь, 29 учреждений высшего образования, 46 учреждений среднего специального и профессионально-технического образования с охватом более 20 тысяч человек. Профилактические проекты дают их участникам полное, целостное представление о принципах здорового образа жизни, сохранении и укреплении здоровья, профилактике поведенческих факторов риска и воспитывают ответственное отношение к своему здоровью, семье, детям и другим духовно-нравственным ценностям.

В работе с подростками и студенческой молодежью наряду с просвещением по вопросам сохранения и укрепления здоровья развиваются и совершенствуются их нравственные качества, которые контролируют поведение человека и способствуют здоровому выбору.

Участники профилактических проектов получили бесценные знания по правилам сохранения и укрепления собственного здоровья, сформировали модели здоровьесберегающего поведения в обществе, обрели новые полезные знакомства и массу положительных эмоций. Каждый из них, несомненно, готов в дальнейшем нести своим сверстникам информацию о том, что здоровье — это самое большое богатство человека, и мы каждый день должны делать вклад в свое будущее для достижения целей и реализации поставленных задач.

Поступила 29.08.2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ: СТАТЬИ	3
<i>Аминова О.С., Уварова Ю.Е.</i> ОЦЕНКА ФАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ И ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ	3
<i>Гирина В.В., Дроздова Е.В., Буряя В.В.</i> К ВОПРОСУ ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ОБОСНОВАНИИ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СРОКОВ ГОДНОСТИ И УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ УПАКОВАННЫХ ВОД ПОСЛЕ ВСКРЫТИЯ: РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЙ ВОД ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА	5
<i>Гулич М.П., Яценко О.В., Емченко Н.Л., Харченко О.О., Любарская Л.С., Ольшевская О.Д., Моисеенко И.Е.</i> О ВЛИЯНИИ ЦИТРАТОВ БИОМЕТАЛЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПО НАНОТЕХНОЛОГИИ НА РОСТ МИЦЕЛИЯ ВЫСШИХ ГРИБОВ	7
<i>Долгина Н.А., Федоренко Е.В., Филатченкова Е.В.</i> ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В КОПЧЕНЫХ МЯСОПРОДУКТАХ	11
<i>Елисеева Ю.В.</i> ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОСТОЯНИЯ ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В РЕГИОНЕ	13
<i>Журихина Л.Н., Свинтилова Т.Н., Бондарук А.М., Цыганков В.Г.</i> ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАНОСТРУКТУРНЫХ КОМПЛЕКСОВ β-ЦИКЛОДЕКСТРИНА С ЖИРОРАСТВОРИМЫМИ ВИТАМИНАМИ	17
<i>Лавинский Х.Х., Рябова Н.В.</i> ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМ ПАНКРЕАТИТОМ	18
<i>Макарович М.И., Лисицкая Л.Р., Сухецкая Т.Н., Лолаева И.А., Янулевич Т.И.</i> СОДЕРЖАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В МОРСКОЙ РЫБЕ И ПРОДУКТАХ ЕЕ ПЕРЕРАБОТКИ	21
<i>Орлова С.В., Горелова Ж.Ю., Андреев А.А., Никитина Е.А., Горяинов С.В., Акоева Д.Ю., Соловьева Ю.В.</i> КОРРЕКЦИЯ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА У ДЕТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ФОСФОЛИПИДОВ	25
<i>Почицкая И.М., Лобазова И.Е., Козельцева Е.И.</i> ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХРОМОГЕННОЙ СРЕДЫ РАМБАХ-АГАР ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ БАКТЕРИЙ РОДА <i>SALMONELLA</i> ИЗ МЯСА ПТИЦЫ	26
<i>Пыызару Ю.В., Сырку Р.Ф.</i> ОЦЕНКА РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ ПОТРЕБЛЕНИИ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ И МОЛОКА	28
<i>Руфкина М.М., Макуть К.Л., Воробей А.В.</i> БЕЗОПАСНОСТЬ РЕАЛИЗУЕМЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД С 1997 ПО 2016 гг.	30
<i>Руфкина М.М., Макуть К.Л., Федорак М.И., Воробей А.В.</i> КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ МОЛОКА И МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ, ПРОИЗВОДИМОЙ И РЕАЛИЗУЕМОЙ В ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ	31
<i>Руфкина М.М., Макуть К.Л., Федорак М.И., Руфкин А.В.</i> К ВОПРОСУ ЛИКВИДАЦИИ ЭКЗОГЕННОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ ЙОДА В ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ	33
<i>Руфкина М.М., Русак Н.А., Макуть К.Л., Руфкин А.В.</i> ВЛИЯНИЕ НЕСОБЛЮДЕНИЯ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ ПРИ ОБРАЩЕНИИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ИНФЕКЦИОННЫМИ И ПАРАЗИТАРНЫМИ БОЛЕЗНЯМИ	34
<i>Федоренко Е.В., Филькер Е.В., Субоч В.В., Савик Г.А., Микульская Л.В., Ермакова Г.М.</i> ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В г. МИНСКЕ	37
<i>Цемборевич Н.В., Федоренко Е.В.</i> ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ТРАНС-ИЗОМЕРОВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ОТДЕЛЬНЫХ ВИДАХ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ	39
<i>Шукевич В.А.</i> ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ДОСТУПНОСТИ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ ЗДОРОВОЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ	42

<i>Ясюченя Р.Н.</i> ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ КОМПЛЕКСА ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК НА ПОКАЗАТЕЛИ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У МОЛОДЫХ И ПОЛОВОЗРЕЛЫХ КРЫС	43
ГИГИЕНА ПИТАНИЯ: ТЕЗИСЫ	46
<i>Маркелова С.В., Татаринчик А.А.</i> ХАРАКТЕРИСТИКА ПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ КАК ФАКТОРА ФОРМИРОВАНИЯ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ	46
<i>Тирещенко Л.А., Пендрикова О.В., Беридзе Р.М.</i> ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ БОТУЛИЗМОМ НАСЕЛЕНИЯ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ	47
ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ: СТАТЬИ	49
<i>Анисович М.В., Грынчак В.А., Петрова С.Ю.</i> ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВНУТРИМАТОЧНОГО ПРОТИВОЗАЧАТОЧНОГО СРЕДСТВА «JUNOGOLD»	49
<i>Васильева М.М., Попель А.А., Юркевич Е.С.</i> ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕПАРАТИВНОЙ ФОРМЫ ФУНГИЦИДА ВИКИНГ, ВСК	52
<i>Василькевич В.М., Бондаренко Л.М.</i> ТОКСИЧНОСТЬ, ОПАСНОСТЬ И МАРКИРОВКА ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СРЕДСТВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ	54
<i>Власенко Е.К.</i> ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РАБОТАЮЩИХ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ НОВЫХ ПЕСТИЦИДОВ ПРОИЗВОДСТВА СИНГЕНТА (ШВЕЙЦАРИЯ)	56
<i>Гладкова Ж.А.</i> РЕАЛИЗАЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ЗАЩИТНЫХ МЕХАНИЗМОВ У НАРКОТИЗИРОВАННЫХ КРЫС ПРИ ЭНДОТОКСЕМИИ	58
<i>Грынчак В.А., Рябцева С.Н.</i> ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИИЗОНИЛФТАЛАТА НА ЭМБРИОГЕНЕЗ И ПОСТНАТАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ПОТОМСТВА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ НА БЕЛЫХ КРЫСАХ	60
<i>Дмитруха Н.Н., Лагутина О.С., Короленко Т.К.</i> КУЛЬТУРА КЛЕТОК КАК АЛЬТЕРНАТИВНАЯ МОДЕЛЬ В ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	62
<i>Дроздова Е.В., Фираго А.В.</i> К ВОПРОСУ О ТОКСИКОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ — МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ИСПЫТАНИЙ ПО ПАРАМЕТРАМ ВОДНОЙ ТОКСИЧНОСТИ	65
<i>Лепешко П.Н.</i> УСТАНОВЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ СУБСТАНЦИИ ГИДРОКСИКАРБАМИД	67
<i>Липовецкая Е.Б.</i> ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИИ ПЕЧЕНИ ТЕПЛОКРОВНЫХ ЖИВОТНЫХ	68
<i>Манчева Т.С., Пынзару Ю.В., Сандуляк Е.В.</i> АНАЛИЗ ОСТРЫХ НЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОТРАВЛЕНИЙ ПЕСТИЦИДАМИ В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА В ПЕРИОД 2011–2016 гг.	71
<i>Петрова С.Ю., Ильюкова И.И.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ	73
<i>Рудниченко Ю.А.</i> ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПОЛОВЫХ ГОРМОНОВ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ КРЫС-САМЦОВ ПОСЛЕ ЗАВЕРШЕНИЯ КУРСОВОГО ВВЕДЕНИЯ РЕКОМБИНАНТНОГО ЛАКТОФЕРРИНА ЧЕЛОВЕКА	74
<i>Чаховский П.А., Власенко Е.К., Арбузов И.В., Новицкая Т.В.</i> ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЛОКНИСТОГО АНИОНИТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ КИСЛЫХ ГАЗОВ	77
ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ: ТЕЗИСЫ	80
<i>Агамова А.Д., Петрова С.Ю., Ильюкова И.И.</i> МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ФИЛЛЕРОВ НА ПРИМЕРЕ ГЕЛЯ ГИДРОКСИАПАТИТА КАЛЬЦИЯ	80

<i>Гомолко Т.Н., Ильюкова И.И., Петрова С.Ю., Борис О.А.</i> ОЦЕНКА РЕПРОДУКТИВНОЙ ТОКСИЧНОСТИ ВНУТРИМАТОЧНЫХ ПРОТИВОЗАЧАТОЧНЫХ СРЕДСТВ В СООТВЕТСТВИИ СО СТАНДАРТАМИ СЕРИИ ISO 10993	81
<i>Деменкова Т.В., Лисовская Г.В., Стельмах В.А.</i> ОБОСНОВАНИЕ ГИГИЕНИЧЕСКОГО НОРМАТИВА СОДЕРЖАНИЯ АЦЕТОНИЦИАНГИДРИНА В ВОДЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ПЕРИОД ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	82
<i>Кожич Д.Т., Слонская С.В.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ЗНАНИЙ ПО ТОКСИКОЛОГИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ-АГРАРИЕВ	83
<i>Орленкович Л.Н.</i> АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ БИОИНСЕКТИЦИДА ЭНТОМОФТОРИНА НА МАТЕРИНСКИЙ ОРГАНИЗМ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ	84
<i>Орленкович Л.Н.</i> ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ВНУТРИ- И МЕЖСИСТЕМНЫХ КОРРЕЛЯЦИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ХРОНИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПРИ ГИГИЕНИЧЕСКОМ НОРМИРОВАНИИ БИОПРЕПАРАТОВ	85
<i>Соболь Ю.А., Ушков А.А., Богданов Р.В., Василькевич В.М.</i> ОСОБЕННОСТИ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ КЛАРИТРОМИЦИНА ПРИ ПОВТОРНОМ ВНУТРИЖЕЛУДОЧНОМ ВВЕДЕНИИ	86
<i>Третьякова Е.В.</i> ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОЛОКНИСТЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОРГАНИЗМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ ПО ИММУНОЛОГИЧЕСКИМ КРИТЕРИЯМ	87
<i>Ушков А.А., Соболь Ю.А., Чернышова Е.В., Атрошко М.А.</i> НЕКОТОРЫЕ СТОРОНЫ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА В УСЛОВИЯХ «АЛЛОКСАНОВОГО ДИАБЕТА» И ДЕЙСТВИЯ САХАРСОДЕРЖАЩЕГО ПРЕПАРАТА	89
<i>Ушков А.А., Соболь Ю.А., Чернышова Е.В.</i> СЕЛЕНСОДЕРЖАЩИЕ ФИТОКОМПОЗИЦИИ И ПРОТЕКТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ГЕПАТИТА	90
<i>Хамидулина Х.Х., Дорофеева Е.В., Вещемова Т.Е.</i> ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ВЕЩЕСТВ, ОБЛАДАЮЩИХ МУТАГЕННЫМ ДЕЙСТВИЕМ	91
<i>Шафран Л.М.</i> ЭНДОТЕЛИАЛЬНАЯ ДИСФУНКЦИЯ КАК ПРОБЛЕМА СОВРЕМЕННОЙ ТОКСИКОЛОГИИ	92
<i>Шевцова С.Н., Дромашко С.Е., Голубев А.П., Хомич А.С., Бодилевская О.А.</i> ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕМОЦИТОВ МОЛЛЮСКА <i>LYMNAEA STAGNALIS</i> ИЗ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ С РАЗЛИЧНОЙ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ	93
МОНИТОРИНГ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ: СТАТЬИ	95
<i>Буневич Н.В.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА	95
<i>Данилов А.Н., Иванов Д.Е.</i> ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ БИОМОНИТОРИНГА В ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ	97
<i>Дребенкова И.В., Зайцев В.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АТОМНО-ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	99
<i>Жардан Е.В.</i> ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ СВИНЦА В ПОЧВАХ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА	101
<i>Ивашкевич Л.С., Вашкова О.Н., Ковшиова Т.В.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ГЕРБИЦИДА ДИКАМБЫ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ	103
<i>Коломиец Н.Д., Тонко О.В., Дудчик Н.В., Ханенко О.Н., Левшина Н.Н., Абрамчук Д.Д.</i> РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ РЕЗИСТЕНТНЫХ К АНТИМИКРОБНЫМ ПРЕПАРАТАМ ПАТОГЕННЫХ И УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ НА ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ	105
<i>Кузовкова А.А., Ивашкевич Л.С.</i> СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ БИФЕНАЗАТА, СИНТЕТИЧЕСКОГО НЕСИСТЕМНОГО АКАРИЦИДА, В СМЫВАХ С КОЖНЫХ ПОКРОВОВ ОПЕРАТОРОВ	108
<i>Позднякова А.И.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЫШЬЯКА В ПОЧВАХ МЕТОДОМ АТОМНОЙ АБСОРБЦИИ С ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЙ АТОМИЗАЦИЕЙ	111

<i>Позднякова А.И., Герменчук М.Г.</i> ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ КАК ФАКТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ. АСПЕКТЫ НОРМИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ	112
<i>Полоневич А.Г., Буко И.В., Шупилова Е.П.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ СТРЕПТОМИЦИНА В МАСЛЕ СЛИВОЧНОМ И СПРЕДАХ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ	114
<i>Турко М.С.</i> СОВМЕСТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ЭТОФУМЕЗАТА, ДЕСМЕДИФАМА И ФЕНМЕДИФАМА В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ	118
<i>Gulich M.P., Kharchenko O.O., Yemchenko N.L., Yashchenko O.V., Liubarska L.S., Moiseienko I.Ye., Olshevskaya O.D.</i> ASSESSMENT OF CHEMICAL PURITY AND BIOLOGICAL AVAILABILITY OF ZINC CITRATE, PRODUCED BY AQUANANOTECHNOLOGY	120
<i>Гулич М.П., Харченко О.О., Емченко Н.Л., Яценко О.В., Любарская Л.С., Моисеенко И.Е., Ольшевская О.Д.</i> ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ДОСТУПНОСТИ ЦИТРАТА ЦИНКА, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ АКВАНАНОТЕХНОЛОГИЙ	120
МОНИТОРИНГ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ: ТЕЗИСЫ	124
<i>Буко И.В., Полоневич А.Г., Шупилова Е.П.</i> НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ СТРЕПТОМИЦИНА В СУХИХ МОЛОЧНЫХ ДЕТСКИХ СМЕСЯХ	124
<i>Воронцова О.С., Войтенко С.И., Маркова К.В.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТАМИЦИНА В СЫРНЫХ КОРКАХ И МОЛОЧНОМ СЫРЕ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ	124
<i>Голуб А.А.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИЗОКСИФЛУТОЛА И ЦИПРОСУЛЬФАМИДА ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИСУТСТВИИ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ	125
<i>Гуринович Т.А., Позднякова А.И., Буневич Н.В.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СВИНЦА И КАДМИЯ В ПОЛИМЕРНОЙ УПАКОВКЕ АТОМНО-АБСОРБЦИОННЫМ МЕТОДОМ	125
<i>Ивашкевич Л.С., Крымская Т.П., Кузовкова А.А.</i> СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ АЦЕТАЛЬДЕГИДА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ	126
<i>Михеев П.В.</i> САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПОЧВ В МЕСТАХ ЛЕТНЕГО ОТДЫХА НАСЕЛЕНИЯ У ВОДОЕМОВ	128
<i>Полянских Е.И., Бельшева Л.Л., Еркович Т.В.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ	128
<i>Почицкая И.М., Александровская Е.С., Чекун О.В.</i> ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХРОМА В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ МЕТОДОМ АТОМНО-АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ С ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЙ АТОМИЗАЦИЕЙ	129
<i>Тонко О.В., Коломиец Н.Д., Гойлова А.В., Ханенко О.Н., Илькевич Н.Г., Ляховская И.А., Марочкина Е.М., Завадская Р.Н., Варивода Е.Б.</i> МОНИТОРИНГ КОНТАМИНАЦИИ МИКРООРГАНИЗМАМИ КУВЕЗОВ С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ ИХ ДЕЗИНФЕКЦИИ В ОТДЕЛЕНИЯХ ДЛЯ НОВОРОЖДЕННЫХ	130
<i>Фёдорова Т.А., Полянских Е.И., Филатченкова Е.В., Лавринович Н.А.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПИЩЕВОГО КРАСИТЕЛЯ АННАТО В МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ	131
<i>Фурс С.Ф., Башун Т.В., Бельшева Л.Л.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ В АНАЛИЗЕ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	131
ПРАКТИКА ГИГИЕНЫ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ: СТАТЬИ	134
<i>Гринь В.В., Наройчик Л.К., Войцеховский В.Е., Ключенович В.И.</i> О КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ И УЧРЕЖДЕНИЙ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ГОССАННАДЗОР, ПО ПРОФИЛАКТИКЕ НЕИНФЕКЦИОННОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ	134

<i>Дроздова Е.В., Бурая В.В., Гирина В.В., Фираго А.В.</i> ИТОГИ И АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ГИГИЕНЫ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	136
<i>Дроздова Е.В., Дудчик Н.В., Сычик С.И., Филонюк В.А., Шевляков В.В.</i> АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ И ИМПЛЕМЕНТАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ОЦЕНКИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ СРЕДЫ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ НА ОСНОВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	139
<i>Елисеев Ю.Ю., Луцевич И.Н., Данилов А.Н., Мусаев Ш.Ж.</i> К ОЦЕНКЕ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЕМАХ СЕЛЬСКИХ РАЙОНОВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ	142
<i>Косяченко Г.Е.</i> ГИГИЕНА ТРУДА — ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ. ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ	144
<i>Мойсак И.В., Кислый Г.Д.</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В УСЛОВИЯХ ИНТЕГРАЦИИ	147
<i>Пынзару Ю.В.</i> НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ — ВЕДУЩЕЕ УЧРЕЖДЕНИЕ В СИСТЕМЕ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ МОЛДОВЫ	149
<i>Рахманин Ю.А., Бобровницкий И.П.</i> НОВЫЙ АСПЕКТ РАЗВИТИЯ МЕДИЦИНЫ — «МЕДИЦИНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»: ИСТОКИ ФОРМИРОВАНИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭКОПАТОЛОГИИ, ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ	152
<i>Спирков А.Н., Дубченко Ю.И.</i> РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «НОВОПОЛОЦКИЙ ГОРОДСКОЙ ЦЕНТР ГИГИЕНЫ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ» В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ НАСЕЛЕНИЯ	155
<i>Сычик С.И., Федоренко Е.В., Шевчук Л.М., Итпаева-Людчик С.Л., Иванович Е.А.</i> НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ГИГИЕНЫ: СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД И ПЕРСПЕКТИВЫ	157
<i>Тернов В.И.</i> СТАНОВЛЕНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО РАДИАЦИОННОЙ ГИГИЕНЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	161
<i>Филонов В.П., Долгин А.С.</i> ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РУК КАК ОДНА ИЗ ВАЖНЫХ МЕР ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИНФЕКЦИОННОГО КОНТРОЛЯ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ	162
<i>Шепелевич В.В.</i> ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕДУР СОГЛАСОВАНИЯ С ОРГАНАМИ И УЧРЕЖДЕНИЯМИ ГОСУДАРСТВЕННОГО САНИТАРНОГО НАДЗОРА ТРЕБОВАНИЙ САНИТАРНЫХ НОРМ, ПРАВИЛ И ГИГИЕНИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ	165
ПРАКТИКА ГИГИЕНЫ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ: ТЕЗИСЫ	167
<i>Ключенович В.И.</i> О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ НАУЧНОЙ ПОДДЕРЖКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОССАННАДЗОРА В ОБЛАСТИ ПЕРВИЧНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ НЕИНФЕКЦИОННОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ	167
<i>Черенко Е.А., Косяченко Н.А.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ г. МИНСКА	167

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
РЕСПУБЛИКАНСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
«ЗДОРОВЬЕ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА»,
ПОСВЯЩЕННОЙ 90-ЛЕТИЮ
РЕСПУБЛИКАНСКОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ГИГИЕНЫ»**

Том 2

Ответственный за выпуск О.С. Капанова

Редактор О.С. Капанова

Корректор О.С. Капанова

Компьютерная верстка С.Л. Абрамович, Д.В. Сивуров, О.С. Капанова

Обработка иллюстраций С.Л. Абрамович

Подписано в печать 09.10.2017. Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman.

Усл. печ. л. 20,22. Уч.-изд. л. 20,88.

Тираж 113 экз. Заказ № 12.

Выпущено по заказу Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены»

Издатель и полиграфическое исполнение:

государственное учреждение

«Республиканская научная медицинская библиотека».

Свидетельства о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий

№ 1/340 от 02.06.2014, № 2/186 от 12.07.2016.

Ул. Фабрициуса, 28, 220007, г. Минск.

Тел./факс: 216-23-33.

E-mail: med@med.by

www.med.by