

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель Министра  
здравоохранения –  
Главный государственный  
санитарный врач  
Республики Беларусь



Н.П. Жукова

«*NP Zhukova*» 2018 г.

Регистрационный № 004-0618

МЕТОД ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОДЕРЖАНИЯ  
ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОДОВ В ПИЩЕВОЙ  
ПРОДУКЦИИ

Инструкция по применению

УЧРЕЖДЕНИЕ–РАЗРАБОТЧИК: республиканское унитарное  
предприятие «Научно-практический центр гигиены»

АВТОРЫ: Долгина Н.А., кандидат медицинских наук, доцент  
Федоренко Е.В.

Минск, 2018

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель министра –  
Главный государственный  
санитарный врач  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ Н. П. Жукова  
22.06.2018  
Регистрационный № 004-0618

**МЕТОД ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОДЕРЖАНИЯ  
ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПИЩЕВОЙ  
ПРОДУКЦИИ**

инструкция по применению

УЧРЕЖДЕНИЕ-РАЗРАБОТЧИК: РУП «Научно-практический центр гигиены»

АВТОРЫ: Н. А. Долгина, канд. мед. наук, доц. Е. В. Федоренко

Минск 2018

## **1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Настоящая инструкция по применению (далее — инструкция) описывает метод гигиенической оценки содержания полиароматических углеводородов (ПАУ) в пищевой продукции, которые обладают канцерогенными свойствами (далее – метод гигиенической оценки ПАУ в пищевой продукции). Данный метод может быть использован в комплексе медицинских услуг, направленных на первичную медицинскую профилактику онкологических заболеваний за счет снижения поступления указанных веществ с рационами.

Инструкция предназначена для специалистов организаций здравоохранения, осуществляющих государственный санитарный надзор, научных медицинских организаций, государственных учреждений образования, проводящих подготовку специалистов с высшим медицинским образованием.

Метод, изложенный в настоящей инструкции, может быть использован с целью:

- гигиенической оценки уровней контаминации пищевой продукции ПАУ;
- оценки поступления ПАУ с рационами;
- оценки риска для здоровья, обусловленного контаминацией пищевой продукции ПАУ;
- ранжирования групп пищевой продукции и исследуемых отдельных ПАУ;
- государственного санитарно-эпидемиологического нормирования,
- обоснования мер по управлению риском, ассоциированным с контаминацией пищевой продукции ПАУ.

## **2. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

В настоящей инструкции используются следующие термины и их определения:

- предел обнаружения (ПО) — наименьший уровень химического вещества, по которому можно с приемлемой статистической значимостью сделать вывод о его наличии в пищевой продукции. Представляет собой наименьшую концентрацию изучаемого вещества, которую данная аналитическая процедура позволяет надежно отличить от фонового «шума»;

- предел количественного определения (ПКО) — наименьший измеренный уровень, по которому можно определить количество анализируемого вещества с приемлемым уровнем правильности и точности. Нижний предел количественного определения обозначается как минимальная калибровочная концентрация в рабочем диапазоне;

- бенз(а)пиреновый эквивалент (БЭ) — единый интегральный показатель, позволяющий оценить канцеро- и мутагенные свойства смеси ПАУ относительно бенз(а)пирена (БП).

## **3. СУЩНОСТЬ МЕТОДА**

Метод гигиенической оценки ПАУ в пищевой продукции включает следующие этапы:

1. Количественное определение ПАУ в отдельных группах пищевых продуктов.

## 2. Гигиеническая оценка уровней контаминации ПАУ:

- оценка фактических уровней контаминации индивидуальными ПАУ и их суммой;
- оценка доли низкоконтаминированных проб;
- моделирование уровней контаминации ПАУ с учетом низкоконтаминированных проб;

3. Интегральная оценка уровней контаминации пищевой продукции отдельными ПАУ с использованием токсических эквивалентов.

### 3.1. КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАУ В ОТДЕЛЬНЫХ ГРУППАХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

При анализе уровней контаминации проводят количественное определение приоритетных ПАУ, обладающих канцерогенными свойствами, в пищевой продукции согласно приложению 1 к настоящей инструкции.

Количественное определение индивидуальных ПАУ проводится согласно ГОСТ 31745-2012 «Продукты пищевые. Определение содержания полициклических ароматических углеводородов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» или иному стандарту, утвержденному в Республике Беларусь в соответствии с законодательством.

При использовании методов определения ПАУ в лаборатории проводится валидация, направленная на достижение максимально низких уровней ПО и ПКО.

### 3.2. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УРОВНЕЙ КОНТАМИНАЦИИ ПАУ

#### 3.2.1. ОЦЕНКА ФАКТИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ КОНТАМИНАЦИИ ОТДЕЛЬНЫМИ ПАУ И ИХ СУММОЙ

Оценка фактических уровней контаминации отдельных проб ПАУ пищевой продукции выполняется:

- для БП индивидуально;
- для суммы 4ПАУ (суммируются значения БП, бенз(а)антрацена, бенз(б)флуорантена, хризена).

Критерии оценки уровней контаминации отдельными ПАУ приведены в приложении 2 к настоящей инструкции.

#### 3.2.2. ОЦЕНКА ДОЛИ НИЗКОКОНТАМИНИРОВАННЫХ ПРОБ

Оценка доли низкоконтаминированных ПАУ проб пищевой продукции выполняется по формуле 1:

$$\omega = \frac{N_{\text{нк}}}{N_{\text{общ}}} \times 100 \% \quad (1)$$

где  $\omega$  — доля низкоконтаминированных проб (%);

$N_{\text{нк}}$  — количество проб ниже ПКО или ПО для отдельного вида исследованного пищевого продукта;

$N_{\text{общ}}$  — общее количество исследованных проб отдельного вида пищевой продукции.

### 3.2.3. МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОВНЕЙ КОНТАМИНАЦИИ НИЗКОКОНТАМИНИРОВАННЫХ ПРОБ

Моделирование применяется при доле низкоконтаминированных проб пищевой продукции<sup>1</sup> более 60 %. В остальных случаях незначимые значения уровней контаминации приравниваются к 0.

При моделировании количественной характеристики проб устанавливаются диапазоны, включающие нижнюю и верхнюю границы, а также средний уровень. При этом для низкоконтаминированных проб используются замещающие значения согласно таблице.

Таблица — Модели количественной характеристики оценки проб ниже ПО или ниже ПКО\*

Вид оценки	Замещающие значения для незначимых результатов	
	для результатов ниже ПО	для результатов ниже ПКО
Нижняя граница	0	ПО
Средний уровень	1/2 ПО	(ПО+ПКО)/2
Верхняя граница	ПО	ПКО

\* Указанный подход может использоваться для иных веществ, содержащихся в пищевой продукции.

Количественные значения уровней контаминации ПАУ пищевой продукции обрабатываются параметрическими или непараметрическими статистическими методами в зависимости от характера их распределения.

### 3.3. ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УРОВНЕЙ КОНТАМИНАЦИИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ ОТДЕЛЬНЫМИ ПАУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОКСИЧЕСКИХ ЭКВИВАЛЕНТОВ

Степень канцеро- и мутагенной активности отдельных ПАУ различна и оценивается с использованием факторов канцеро- и мутагенной эквивалентности (ТЭФ и МЭФ соответственно).

Среди ПАУ БП обладает наиболее высокой степенью канцерогенной и мутагенной активности. Значения ТЭФ и МЭФ для отдельных конгенов ПАУ приведены в приложении 3 к настоящей инструкции.

Интегральная оценка уровней контаминации смесью ПАУ проводится с использованием значений токсического и мутагенного эквивалентов.

Расчет токсического эквивалента проводится по формуле 2:

<sup>1</sup> Низкоконтаминированные пробы — пробы пищевой продукции, в которых количественное содержание контаминантов квалифицируется как «ниже ПО / ПКО» или «не обнаружено».

$$TЭ_{БП} = \sum_{i=1}^n C_i \times TЭФ_i, \quad (2)$$

где  $TЭ_{БП}$  — токсический эквивалент для смеси ПАУ (мкг/кг);  
 $C_i$  — концентрация отдельных конгенов ПАУ в пищевом продукте (мкг/кг);  
 $TЭФ$  — токсический эквивалентный фактор для индивидуального ПАУ.

Мутагенный эквивалент рассчитывается по следующей формуле 3:

$$MЭ_{БП} = \sum_{i=1}^n C_i \times MЭФ_i, \quad (3)$$

где  $MЭ_{БП}$  — мутагенный эквивалент для смеси ПАУ (мкг/кг);  
 $C_i$  — концентрация отдельных конгенов ПАУ в пищевом продукте (мкг/кг);  
 $MЭФ$  — мутагенный эквивалентный фактор для индивидуального ПАУ.

Количественные значения уровней контаминации ПАУ пищевой продукции обрабатываются параметрическими или непараметрическими статистическими методами в зависимости от характера их распределения.

Интегральная оценка уровней контаминации используется для приведения суммарного уровня загрязнения смесью ПАУ к наиболее опасному соединению — БП.

Список канцерогенных конгенов ПАУ<sup>2</sup>

Наименование ПАУ	Приоритет
Бенз(а)пирен	Высокий
Бенз(а)антрацен	Средний
Бенз(б)флуорантен	Средний
Хризен	Средний
Антрацен	Низкий
Аценафтен	Низкий
Аценафтилен	Низкий
Бенз(б)хризен	Низкий
Бенз(к)флуорантен	Низкий
Бенз(г, h, i)перилен	Низкий
Бенз(j)флуорантен	Низкий
Дибенз(ah)антрацен	Низкий
Дибенз[a, h]пирен	Низкий
Дибенз[a, i]пирен	Низкий
Дибенз[a, l]пирен	Низкий
Дибенз[a, e]пирен	Низкий
Индено(1, 2, 3-сd)пирен	Низкий
Нафталин	Низкий
5-метил-хризен	Низкий
Пирен	Низкий
Фенантрен	Низкий
Флуорантен	Низкий
Флуорен	Низкий
Циклопента[сd]пирен	Низкий

<sup>2</sup> При оценке уровня приоритетности необходимо проводить оценку имеющихся научных данных, характеризующих степень токсичности, частоту обнаружений и уровни контаминации отдельными соединениями.

**Критерии оценки уровней контаминации отдельными ПАУ**

Вид пищевого продукта	Максимальный допустимый уровень (мкг/кг)		
	БП		Сумма 4ПАУ
	РБ <sup>3,4</sup>	ЕС <sup>5</sup>	ЕС <sup>5</sup>
Масложировая продукция (за исключением какао-масла)	1,0	2,0	10,0
Какао-бобы и продукты их переработки	-	5,0	30,0
Кокосовое масло	-	2,0	20,0
Копченые мясо и мясопродукты	1,0	2,0	12,0
Копченые сыры, сырные продукты	1,0	-	-
Зерно продовольственное	1,0	-	-
Мускульная ткань копченого мяса, рыбы и копченых продуктов рыболовства	5,0	2,0	12,0
Шпроты и консервы из копченых шпрот ( <i>Sprattus Sprattus</i> ); двустворчатые моллюски (свежие, охлажденные или замороженные)	5,0	5,0	30,0
Двустворчатые моллюски (копченые)	-	6,0	35,0
Детское питание на зерновой и молочной основе, специализированные пищевые продукты для питания детей раннего возраста	Не допускается ( $<0,2$ мкг/кг)	1,0	1,0

<sup>3</sup> Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов : гигиен. норматив : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 21.06.2013 № 52 / Респ. центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья. — 2013.

<sup>4</sup> Технический регламент Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880.

<sup>5</sup> Постановление Комиссии (ЕС) № 835/2011 от 19.08.2011, вносящее изменения в Регламент комиссии (ЕС) № 1881/2006 о максимально допустимых уровнях для полициклических ароматических углеводородов в пищевых продуктах.



**Токсические и мутагенные эквивалентные факторы для отдельных конгенов ПАУ (US EPA, 1993; Durant et al., 1996)**

Наименование соединения	ТЭФ	МЭФ
Дибенз(а, h)антрацен	5 <sup>6</sup>	0,29
Бенз(а)пирен	1	1
Бенз(а)антрацен	0,1	0,082
Бенз(б)флуорантен	0,1	0,25
Бенз(к)флуорантен	0,1	0,11
Индено (1, 2, 3-с,d)пирен	0,1	0,31
Антрацен	0,01	-
Бенз(ghi)перилен	0,01	0,19
Хризен	0,01	0,017
Аценафтен	0,001	-
Аценафтилен	0,001	-
Флуорантен	0,001	-
Флуорен	0,001	-
2-метилнафтален	0,001	-
Нафтален	0,001	-
Фенантрен	0,001	-
Пирен	0,001	-

<sup>6</sup> Для низкоуровневого воздействия на окружающую среду.

