

*Долгина Н. А., Федоренко Е. В., Бондарук А. М., Журихина Л. Н.,
Цемборевич Н. В., Кедрова И. И., Лихошва О. Н., Бельшева Л. Л.,
Дурманова С. А., Славинский А. В., Богуцкая Е. В.*

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ КОНТАМИНАЦИИ
ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ ПИЩЕВОЙ
ПРОДУКЦИИ НА ПРИМЕРЕ БЕНЗ(А)ПИРЕНА**

Научно-практический центр гигиены, г. Минск, Республика Беларусь

Безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов является одним из актуальных вопросов общественного здравоохранения. Многочисленными исследованиями доказано, что основным источником поступления в организм чужеродных веществ является пища. Особого внимания при оценке без-

опасности пищевой продукции заслуживают вещества, образующиеся в результате некоторых процессов переработки, обладающие канцерогенными свойствами. В настоящее время в Республике Беларусь наблюдается тенденция к снижению заболеваемости и смертности от некоторых злокачественных новообразований. Так, за последнее десятилетие заболеваемость злокачественными новообразованиями желудка снизилась с 77,4% до 66,9%, а смертность снизилась на 23%. Заболеваемость злокачественными новообразованиями трахеи, бронхов и легкого уменьшилась с 44 до 42 случаев на 100 000 населения, а смертность сократилась в 1,2 раза. Последние годы в Республике Беларусь количество проб продукции с превышением гигиенических нормативов неизменно мало. Несмотря на несомненное снижение онкологической заболеваемости и смертности вследствие указанных болезней, относительно благополучную ситуацию по химической контаминации пищевых продуктов в Республике Беларусь, необходимо дальнейшее применение мер, направленных на снижение экспозиции человека канцерогенными рисками.

Полиароматические углеводороды (ПАУ) – органические соединения, для которых характерно наличие в химической структуре двух и более конденсированных бензольных колец. ПАУ образуются в процессе неполного сгорания или пиролиза органических веществ, а также в результате различных промышленных процессов, связанных со сжиганием и переработкой органического сырья: нефтепродуктов, угля, древесины, мусора, пищи, табака и других. Данные соединения слабо растворяются в воде, но являются высоколипофильными.

Поступление с пищей является одним из основных источников в экспозиции населения ПАУ – более 70% поступления указанных веществ обусловлено питанием. Количество обсуждаемых контаминантов, обнаруживаемых в пище, главным образом зависит от способов приготовления, а также от загрязнения, происходящего при производстве и упаковке.

В последние годы определению уровня алиментарной экспозиции населения ПАУ уделяется все большее внимание. Отмечается, что основной вклад в поступление ПАУ с пищей вносят продукты, изготовленные из зерновых культур, мяса и мясных продуктов, рыбы. ПАУ относятся к токсическим соединениям, обладающим различными негативными эффектами на здоровье [1]. Изучены репродуктивная токсичность, воздействие на иммунную систему, а также канцерогенное и мутагенное действие.

В 2005 г. установлено, что максимальная доза, которая в течение длительного периода воздействия не оказывала влияния на репродуктивную функцию мышей составила 3 мг/кг массы тела в день. Тем не менее, снижение фертильности наблюдалось у потомства самок мышей, получавших БП в дозах менее 10 мг/кг веса тела в день. Признаки репродуктивной токсичности наблюдались у мышей восприимчивого генотипа при введении 120 мг БП/кг веса тела в день.

Воздействия ПАУ на иммунную систему изучены путем парентерального поступления обсуждаемых веществ. Учеными доказано, что ПАУ оказывают воздействие на иммунную систему через рецептор арил-углеводородов. Установлено, что фермент цитохром 1A1 может защитить от иммунотоксичных эффектов БП. Максимальная доза, которая в течение длительного периода воз-

действия не оказывала иммуносупрессивных эффектов на организм мышей, составила 3 мг/кг веса тела в день.

Канцерогенное действие ПАУ оценено в большом количестве исследований. В большинстве исследований доказано, что локализация опухоли связана с путем поступления обсуждаемых веществ в организм. БП при алиментарном пути поступления вызывал опухоли желудочно-кишечного тракта, печени, легких и молочных желез. В экспериментах на мышах проведенных в 1998 г. Culp с соавторами [2] доказано, что БП индуцирует только опухоли желудочно-кишечного тракта, в то время как смеси каменноугольной смолы также индуцируют опухоли печени и легких. Помимо указанных опухолей, БП приводит к образованию саркомы мягких тканей (кожи, молочной железы), а также новообразований слухового канала, полости рта, тонкой кишки и почек. Общая численность животных-опухоленосителей в различных группах составила 8/52, 20/52, 47/52, 51/52 (опухоль/общее количество соответственно) для женских особей, и 6/52, 16/52, 51/52, 52/52 для мужских особей при дозе 0, 3, 10 или 30 мг/кг массы тела в сутки соответственно [2].

В связи с высокой опасностью ПАУ для здоровья человека содержание указанных веществ в пищевой продукции регламентируется. В Республике Беларусь в соответствии с [3] установлены максимальные допустимые уровни БП для масел, жиров, копченых мяса и мясопродуктов, копченых сыров и сырных продуктов, зерна продовольственного на уровне – не более 1,0 мкг/кг, для копченой рыбы, рыбных консервов и копченых продуктов рыболовства – не более 5,0 мкг/кг. В пищевых продуктах, предназначенных для питания детей раннего возраста БП не допускается. В Европейском союзе в соответствии с [4] нормируется сумма четырех ПАУ – бенз[а]пирена, бенз[а]антрацена, бенз[б]флуорантена и хризена. Максимальный допустимый уровень суммы указанных веществ составляет: для масла и жиров, кокосового масла, копченого мяса и мясопродуктов, копченой рыбы и продуктов рыболовства – не более 2 мкг/кг; какао бобов и продуктов их переработки, копченых рыбных консервов – не более 5 мкг/кг; копченых двустворчатых моллюсков – не более 6 мкг/кг; продуктов, предназначенных для питания детей раннего возраста – не более 1 мкг/кг [5].

В связи с высокой гигиенической значимостью нами была проведена оценка контаминации пищевых продуктов БП в различных видах пищевой продукции за период 2010-2016 гг. Частота обнаружения БП во всех изученных группах пищевой продукции представлена на рисунке.

Количественное определение БП проводилось согласно СТБ ГОСТ Р 51650-2001 методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Характеристика уровней контаминации БП различных видов пищевой продукции представлена в таблице.

Статистическая обработка полученных данных проведена при помощи STATISTICA 8.0. Для дальнейшей оценки использована медиана в связи с ненормальным распределением результатов в вариационных рядах, что подтверждается W-критерием Шапиро–Уилка, который составил от 0,51 до 0,86 для всех исследованных групп продуктов.

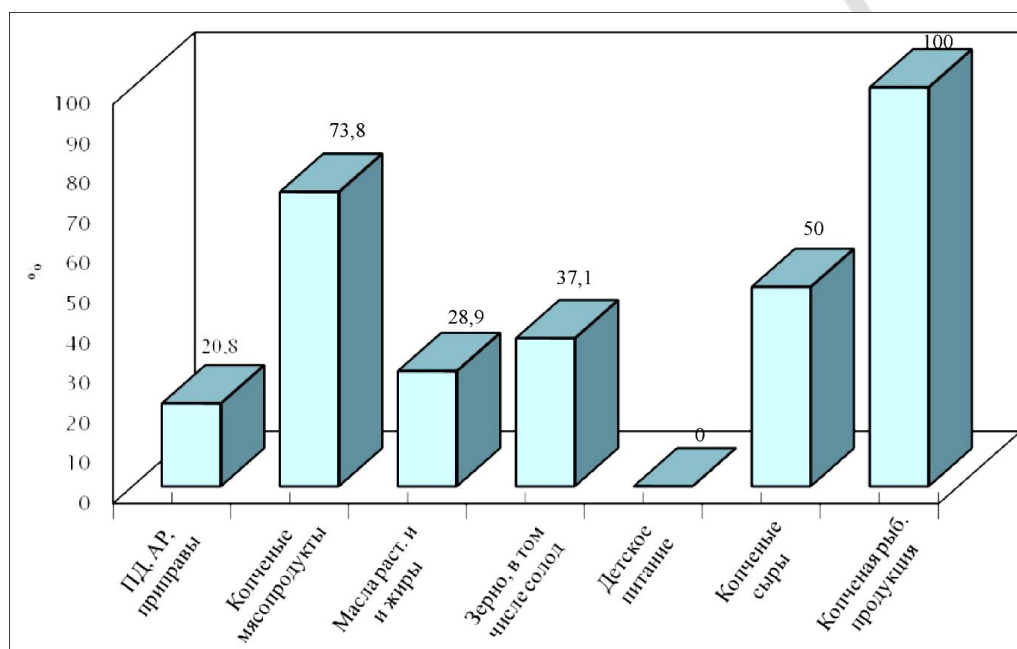


Рис. Частота обнаружения БП в различных группах пищевой продукции (%)

Характеристика уровней контаминации БП различных видов пищевой продукции (мкг/кг)

Вид пищевой продукции	Кол-во исследованных образцов	Минимум	Максимум	Среднее значение
Приправы, пищевые добавки и ароматизаторы	24	<0,10*	0,38	0,22
Копченое мясо и мясопродукты	65	<0,10*	0,39	0,24
Масла растительные и жиры	45	<0,10*	0,48	0,27
Зерно, в т.ч. солод	35	<0,10*	0,95	0,40
Пищевые продукты для детского питания	82	<0,10*	<0,10*	<0,10*
Копченые сыры, сырные продукты	2	<0,10*	0,10	0,10
Копченая рыба и рыбные консервы	4	0,10	0,88	0,32
Всего	257		-	

* – ниже предела чувствительности метода (0,1 мкг/кг).

Гигиеническая оценка уровней контаминации во всех исследованных образцах показала отсутствие превышения максимальных допустимых уровней БП в пищевых продуктах, установленных в Республике Беларусь. В пищевых продуктах, предназначенных для питания детей раннего возраста БП выявлен не был. Наибольшее количество образцов, содержание БП в которых было выше предела обнаружения, выявлено в копченном мясе и мясопродуктах – 48 образцов или 73,8% соответственно. Относительно высокий уровень контаминации (по медиане) зафиксирован в копченых сырах (0,05 мкг/кг), копченном мясе и мясопродуктах (0,1 мкг/кг), копченой рыбе и рыбных консервах (0,15 мкг/кг). Максимальные уровни контаминации наблюдались в зерне (0,95 мкг/кг), копченой рыбе и рыбных консервах (0,88 мкг/кг), маслах растительных и жирах (0,48 мкг/кг).

Следует отметить необходимость дальнейшего изучения уровней контаминации пищевой продукции БП, особенно копченой рыбы и морепродуктов, копченого сыра и сырных продуктов в связи с незначительным числом исследований в нашем наблюдении.

Таким образом, исследованная пищевая продукция соответствовала установленным гигиеническим критериям по уровню БП [3]. При этом обсуждаемое вещество содержится в 20,8-100% проб в количествах выше предела обнаружения используемого метода. Требуется разработка методических подходов по гигиенической оценке пищевой продукции с низкими уровнями контаминации. Необходимо изучение уровней контаминации пищевой продукции иными канцерогенными ПАУ: бенз[а]антрацена, бенз[б]флуорантена и хризена, обоснование и внедрение мер по снижению уровня канцерогенного риска, ассоциированного с наличием указанных соединений в пищевой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Concentrations of polybrominated diphenyl ethers, hexachlorobenzene and polycyclic aromatic hydrocarbons in various foodstuffs before and after cooking* / G. Perello [et al.] // *Food Chem. Toxicol.* 2009. № 47 (709). P. 15.

2. *Call for Scientific data for the EFSA database on polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), specifically benzo[a]pyrene, in certain foods* [Electronic resource] / European Food Safety Authority. 09.10.2003. Mode of access: <http://www.efsa.europa.eu/en/dataclosed/call/sc051010>. Date of access: 12.04.2016.

3. *СанПиН. Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам. ГН. Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов* : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 21.06.2013 г. № 52. Минск, 2013. 252 с.

4. *Регламент Комиссии (ЕС) № 1881/2006 от 19 декабря 2006 года, устанавливающий максимальные уровни для некоторых контаминантов в пищевых продуктах* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/laws/eu/1881-2006.pdf>. Дата доступа: 12.04.2016.

5. *European Food Safety Authority = Европейское управление безопасностью пищевых продуктов* [Electronic resource]. 27.03.2013. Mode of access: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3266>. – Date of access: 12.04.2016.