

5. Пивоваров Ю.П. Гигиена: в 2 т.: учеб. для студ. Учреждений высш. мед. образования / Ю.П. Пивоваров, В.В. Королик, Л.С. Зиневич. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – Т. 1. – С. 45-53.

УДК 613.2/614.31+614.39

**Долгина Н.А., Филатченкова Е.В.**  
**ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В ПИЩЕВЫХ  
ПРОДУКТАХ: ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ**

Научно-практический центр гигиены  
Минск, Республика Беларусь

**Dalhina N.A., Filatchenkova E.V.**  
**POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN FOOD:  
CARCINOGENIC RISK ASSESSMENT BY HEALTH**

Scientific Practical Centre of Hygiene  
Minsk, Republic of Belarus

E-mail: dlginan@rambler.ru

**Аннотация.** Пищевая продукция является основным источником поступления полиароматических углеводородов (ПАУ) в организм человека. Уровни алиментарного канцерогенного риска оценены для бенз(а)пирена (БП) и при комбинированном воздействии БП, бенз(а)антрацена, бенз(б)флуорантена, хризена(4ПАУ) при потреблении масложировой продукции, продуктов какао-переработки, копченых мясных и рыбных продуктов, копченого сыра. При медиане контаминации и потребления указанных пищевых продуктов всеми потребителями в целом, и высоких уровнях контаминации диапазон экспозиции (ДЭ) составил для БП – 875000-50072, для 4ПАУ – 224127-29440. При агgravированной оценке значения ДЭ для БП составили 10256, для 4ПАУ – 5985-5980, что показывает актуальность разработки мер, направленных на уменьшение уровня изучаемых соединений в рационе.

**Annotation.** Foods are the main source of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the human body. Alimentary carcinogenic risk levels were estimated for benzo(a)pyrene (BP) and combined exposure to BP, benzo(a)anthracene, benzo(b)fluoranthene, chrysene (4PAH) for consumption of fat-and-oil products, cocoa products, smoked meat and fish, smoked cheese products. With the median contamination and consumption of these foods by all consumers in general, and high levels of contamination, the margin of exposure (MOE) for BP was 875000-50072, for 4PAH– 224127-29440. In an aggravated assessment, the values of MOE for BP were 10256, for 4PAH– 5985-5980, which shows the urgency of developing measures aimed at reducing the level of the studied compounds in the diet.

**Ключевые слова:**пищевая продукция, полиароматические углеводороды, контаминация, потребление, оценка риска.

**Key words:** food, polycyclic aromatic hydrocarbons, contamination, consumption, risk assessment.

### **Введение**

Полиароматические углеводороды (ПАУ) представляют собой группу повсеместно распространенных токсичных соединений с двумя или более конденсированными ароматическими кольцами [2, 4]. В условиях *in vivo* ПАУ подвергаются метаболической активации диольными эпоксидами, которые ковалентно связываются с клеточными макромолекулами, включая ДНК, вызывая тем самым ошибки в ее репликации и мутации, которые инициируют канцерогенез [1, 3]. Агентством по охране окружающей среды и Международным агентством по изучению рака ПАУ классифицированы как приоритетные контаминанты из-за канцерогенных свойств.

Установлено, что вклад питания в экспозицию ПАУ колеблется в пределах 88 – 98 %. Указанные соединения могут образовываться в пищевых продуктах во время таких технологических процессов, как копчение, сушка, жарка, грилирование. Данные этапы обработки пищевых продуктов повышают уровень ПАУ. Неотъемлемой частью в рационе населения являются мясные и рыбные продукты. Обработка дымом при их изготовлении не только придает особый вкус и аромат, но и увеличивает сроки годности готовой продукции [1-5]. Поэтому оценка риска для здоровья человека, обусловленного контаминацией пищевой продукции ПАУ актуальна.

**Цель исследования** – оценка риска здоровью, обусловленного образованием ПАУ при изготовлении пищевой продукции.

### **Материалы и методы исследования**

Определение ПАУ проводилось согласно ГОСТ 31745-2012 «Продукты пищевые. Определение содержания ПАУ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» в 158 пробах пищевой продукции: продуктах какао-переработки, масложировой, копченой мясной и рыбной продукции, копченых сырах. Статистическая обработка полученных данных проведена с помощью пакета STATISTICA 12.0. Для характеристики уровня контаминации ПАУ пищевой продукции использованы медиана (Me), интерквартильный размах (25%÷75%) и 95-й перцентиль (95P).

Для оценки алиментарной экспозиции проведено моделирование количественной характеристики проб, которые характеризуются как «ниже ПО» или «не обнаружено». Нами использованы модели, в которых оцениваются нижняя (НГ) и верхняя (ВГ) границы, а также средний уровень (СУ). Достоверность различий между ВГ и НГ по отношению к СУ контаминации пищевой продукции по медиане определялась при уровне значимости  $p < 0,05$  по U-критерию Манна-Уитни.

Гигиеническая характеристика уровней контаминации масложировой продукции, копченых мясных и рыбных продуктов, шоколада, шоколадных конфет, копченого сыра, какао БП, 4ПАУ с учетом низконтаминированных проб выполнена на основании Инструкции по применению № 004-1618 «Метод гигиенической оценки содержания полиароматических углеводородов в пищевой продукции», утвержденной Заместителем Министра здравоохранения – Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 22.06.2018.

Оценка алиментарной нагрузки основывалась на данных о содержании БП, 4ПАУ в пищевой продукции и «остром», «хроническом» потреблении соответствующих категорий продуктов, выполнялась согласно Инструкции по применению № 018–1211 «Оценка алиментарной химической нагрузки на население», утвержденной Заместителем Министра здравоохранения – Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 15.12.2015. Модели оценки алиментарной экспозиции для каждого вида продукции учитывали Me и 95P содержания контаминантов в изучаемых группах пищевых продуктов и их уровня потребления.

Гигиеническая оценка риска здоровью, обусловленного контаминацией пищевой продукции отдельными ПАУ, проведена на основании результатов определения диапазона экспозиции согласно Инструкции по применению № 008-1217 «Метод гигиенической оценки алиментарного канцерогенного риска», утвержденной Заместителем Министра здравоохранения – Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 12.06.2018. Расчет канцерогенного риска при хроническом алиментарном воздействии выполнен с использованием бенчмарк-доз ( $BMDL_{10}$ ).

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Моделирование незначимых результатов, которые оцениваются как «ниже ПО» или «не обнаружено» с использованием замещающих значений вместо уровней контаминации ниже ПКО позволили для отдельных пищевых продуктов определить диапазоны значений загрязнения БП, 4ПАУ. Средние уровни контаминации БП и суммой 4ПАУ по медиане составили от 0,0065 мкг/кг и 0,26 мкг/кг в продуктах какао-переработки до 0,20 мкг/кг и 3,72 мкг/кг в масложировой продукции, соответственно. Высокие, приближающиеся к максимальному (95P), уровни загрязнения БП достигали 1,29 мкг/кг в маслах растительных и жирах, а суммой 4ПАУ – 7,87 мкг/кг в копченой рыбной продукции. Гигиеническая оценка полученных результатов не выявила превышения максимально допустимых уровней БП и суммы 4ПАУ во всех образцах исследованной пищевой продукции.

Наибольшее среднесуточное потребление пищевых продуктов, содержащих ПАУ, образующихся в процессе производства, для населения в целом установлено для копченых мясных продуктов (77,48 г/сутки), масложировой продукции (15,73 г/сутки), копченой рыбной продукции (13,20 г/сутки), копченого сыра (7,14 г/сутки). Максимальные уровни

потребления среди населения в целом (95P) были существенно выше и достигали для копченых мясопродуктов 399,40 г/сутки, копченых рыбных продуктов – 72,83 г/сутки, масложировой продукции – 63,14 г/сутки, копченого сыра – 71,40 г/сутки.

Диапазоны поступления ПАУ с пищевыми продуктами при средней экспозиции (модели 1 и 3) варьировали для БП от 0,080 до 0,307 нг/кг массы тела в сутки, для 4ПАУ от 1,517нг/кг массы тела в сутки до 6,775нг/кг массы тела в сутки. Стоит отметить, что третий сценарий характерен для населения, потребляющего периодически отдельные виды пищевой продукции, изготовленной с применением технологических процессов, способствующих увеличению уровней контаминации обсуждаемыми соединениями (традиционные методы копчения). Таким образом, наиболее реалистичные данные получены при использовании первого сценария, который учитывает реальную структуру потребления пищевых продуктов и фактическое содержание в них ПАУ. Наибольший вклад в алиментарную экспозицию при среднем уровне контаминации и «остром» среднем уровне (медиане) потребления пищевых продуктов внесли масложировая продукция и копченые мясопродукты.

Канцерогенный алиментарный риск здоровью на основе диапазона экспозиции (ДЭ) был оценен для БП, 4ПАУ (БП, бенз(а)антрацен), бенз(б)флуорантен, хризен). Расчет величины ДЭ выполнен с использованием  $BMDL_{10}$ , равного для БП 0,07 мг/кг массы тела в день, 4ПАУ 0,34 мг/кг массы тела в день.

Результаты оценки алиментарного канцерогенного риска показали, что диапазон экспозиции (ДЭ) при поступлении изучаемых веществ, образующихся в процессе производства пищевой продукции и обычных условиях ее потребления, составил для БП – 875000-50072, для 4ПАУ – 224127-29440. Полученные данные свидетельствуют об отсутствии недопустимого риска для здоровья человека, поскольку ДЭ более 10000. При agravированной оценке (потребление пищевой продукции на уровне максимальных значений с максимальными значениями контаминации) значения ДЭ для БП составили 10256, для 4ПАУ – 5985-5980, что требует контроля уровней контаминации ПАУ пищевой продукции и реализации мер, направленных на их снижение в рационе.

### **Выводы**

Полученные результаты свидетельствуют об отсутствии недопустимого риска для здоровья при поступлении ПАУ, образующихся в процессе производства пищевой продукции, при обычных условиях потребления указанных групп пищевой продукции (на уровне медианы), поскольку ДЭ – более 10000. Однако, данные, полученные при agravированной оценке, показывают, что меры, направленные на уменьшения уровня изучаемых соединений в рационе, являются актуальными.

### **Список литературы:**

1. Bandeira, G. C. Handbook of polycyclic aromatic hydrocarbons : chemistry, occurrence, and health issues / G. C. Bandeira, H. E. Meneses. – New York : Nova Science Publishers, Inc., 2013. – 409 p.

2. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain [Electronic resource] / J. Alexander [et al.] // The EFSA Journal. – 2008. – № 724. – Mode of access: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2008.724/epdf>. – Date of access: 24.02.2019.

3. Singh, L., Agarwal, T. PAHs in Indian diet: Assessing the cancer risk / L. Singh, T. Agarwal // Chemosphere. – 2018. – Vol. 202. – P. 366-376.

4. Singh, L., Agarwal, T. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in diet: Concern for public health / L. Singh, T. Agarwal // Trends in Food Science & Technology. – 2019. – P. 160-170.

5. Wenzl, T., Zelinkova, Z. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food and Feed / T. Wenzl, Z. Zelinkova // Encyclopedia of Food Chemistry. – 2019. – P. 455-469.

УДК 613.74

**Емполова Е.С., Осинцева П.В., Бем Л.Н.**

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА, РЕЖИМА ДНЯ И САМОЧУВСТВИЯ СТУДЕНТОВ**

Кафедра гигиены и экологии

Уральский государственный медицинский университет

Екатеринбург, Российская Федерация

**Empolova E.S., Osintseva P.V., Bem L.N.**

**HYGIENIC CHARACTERISTICS OF THE ORGANIZATION OF THE EDUCATIONAL PROCESS, DAILY ROUTINE AND WELL-BEING OF STUDENTS**

Department of hygiene and ecology

Ural state medical university

Yekaterinburg, Russian Federation

E-mail: [hhugo5151@gmail.com](mailto:hhugo5151@gmail.com)

**Аннотация.** В статье рассмотрена зависимость физического и психоэмоционального состояния студентов ВУЗов города Екатеринбурга от их учебного расписания.

**Annotation.** The article deals the dependence of the physical and psychoemotional condition of students in the city of Yekaterinburg on their academic schedule.