СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аветисов, Э. С. Близорукость : учебник / Э. С. Аветисов. – М. : Медицина, 2002. – 288 с.
2. Проскурина, О. В. Распространенность миопии у школьников и студентов / О. В. Проскурина, Е. П. Тарутта. – М. : Офтальмология, 2020. – 544 с.

УДК 613.2:[661.715.7+615.277.4]+616-084

Н. А. Долгина, Л. Л. Белышева, Т. А. Федорова

Научный руководитель: к.м.н., доцент Е. В. Федоренко

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

БЕНЗ(А)ПИРЕН В КОПЧЕНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ: ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ И МЕРЫ ПО ЕГО СНИЖЕНИЮ

Введение

Пищевые продукты являются одним из основных источников поступления полиароматических углеводородов (далее – ПАУ) в организм человека. Согласно классификации Международного агентства по изучению рака, бенз(а)пирен (далее – БП) отнесен к 1-й группе канцерогенных веществ для человека, а бенз(а)антрацен, хризен и бенз(b)флуорантен – к 2В группе вероятно канцерогенных веществ.

Высокая вероятность контаминации пищевых продуктов ПАУ обусловлена множеством источников (включая антропогенные) и образованием этих соединений при высокотемпературных способах изготовления, прежде всего копчении [1]. При производстве копченых мясных и рыбных изделий используют дымовое и бездымное копчение. Содержание ПАУ зависит от технологии производства, температуры горения и типа используемой древесины. В коптильной камере при 80–220 °С образуется дым, содержащий ПАУ, которые осаждаются на продукте. При недостаточном контроле процесса уровни ПАУ увеличиваются, особенно при длительной термической обработке. Современные коптильные установки с генераторами дыма позволяют снизить содержание вышеуказанных веществ за счет регулирования температуры тления древесной стружки [1, 2].

Альтернативой традиционному дымовому копчению являются коптильные ароматизаторы, получаемые путем конденсации дыма с последующей очисткой. Такие препараты подразделяют на наносимые на поверхность продукта и вводимые в его массу [3].

ПАУ также образуются при пиролизе органических соединений, включая жиры. Высокое содержание жира в сырье или его использование в процессе производства способствует увеличению содержания ПАУ в готовой продукции.

Таким образом, полностью предотвратить образование ПАУ при копчении невозможно, однако возможно применение мер по снижению их содержания. Выбор таких мер, с учетом национальных условий производства и на основе оценки риска, требует дополнительного обоснования.

Цель

Оценить риск здоровью, ассоциированного с потреблением копченой мясной и рыбной продукции.

Материал и методы исследования

Анализ БП в 56 пробах копченых мясных и рыбных изделиях выполнен в соответствии с СТБ ГОСТ Р 51650-2001 «Продукты пищевые. Методы определения массовой доли бенз(а)пирена».

Алиментарная нагрузка изучена в соответствии с Инструкцией по применению № 018-1211 «Оценка алиментарной химической нагрузки на население». Оценка фактического питания населения выполнена с использованием адаптированной анкеты частотного метода на основании Инструкции по применению № 017-1211 «Изучение фактического питания на основе метода анализа частоты потребления пищевых продуктов». Модели оценки алиментарной экспозиции для каждого вида продукции учитывали Me и 95P содержания контаминантов в изучаемых группах пищевых продуктов и их уровня потребления.

Для оценки эффективности различных способов копчения в качестве мер по снижению содержания БП в пищевых продуктах проводился расчет индивидуального и популяционного рисков, ассоциированных с потреблением копченых мясных и рыбных изделий. Расчет выполнен с использованием факторов канцерогенного потенциала согласно Инструкции по применению № 222-1208 «Оценка риска здоровью населения от воздействия химических веществ, загрязняющих пищевые продукты», Инструкции по применению № 008-1217 «Метод гигиенической оценки алиментарного канцерогенного риска».

Статистическая обработка полученных данных проведена с помощью пакета прикладных программ MS Excel 2019 и пакета Statistica 13.3. Оценка соответствия нормальному распределению осуществлялась при помощи W-теста Шапиро – Уилка и критерия Колмогорова-Смирнова с поправкой Лиллиефорса. При описании результатов были использованы данные, представленные в виде Me [25; 75] и 95P. Статистически значимые различия между контаминацией БП рыбных изделий горячего и холодного копчения, мясопродуктов бездымного и дымового способа производства определяли по U-критерию Манна – Уитни ($p<0,05$).

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты количественного определения БП в мясной и рыбной продукции, изготовленной с использованием дымового и бездымного копчения, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Уровень БП в пищевой продукции, изготовленной с использованием различных технологий (мкг/кг)

Технологическая обработка / вид пищевой продукции	N	Me [25; 75]	95P
Дымовое копчение			
Рыбная продукция горячего копчения	30	0,16 [0,10; 0,23]*	0,45
Рыбная продукция холодного копчения	30	0,10 [0; 0,16]	0,30
Мясная продукция	30	0,26 [0,13; 0,29]*	0,32
Бездымное копчение			
Мясопродукты, изготовленные с использованием коптильных ароматизаторов	30	0,10 [0; 0,10]	0,20

*Статистически значимые различия между контаминацией БП рыбных изделий горячего и холодного копчения, мясопродуктов бездымного и дымового способа производства ($p < 0,05$).

Гигиеническая оценка загрязнения копченой мясной и рыбной продукции показала отсутствие превышения предельно допустимых концентраций ПАУ, установленных в Республике Беларусь [5] и Европейском союзе [6] во всех исследованных образцах пищевых продуктов.

Полученные результаты свидетельствуют, что использование холодного копчения для рыбных изделий и ароматизаторов при изготовлении мясопродуктов ассоциировано с более низкими концентрациями БП по сравнению с дымовым способом их производства.

Для оценки эффективности мер по снижению канцерогенного риска оценены алиментарная экспозиция и популяционный риск, ассоциированные с контаминацией БП продукции, изготовленной с использованием различных технологий копчения. При моделировании

алиментарной экспозиции приняли допущение, что вся потребляемая копченая продукция была получена только одним из технологических способов – горячим, холодным или бездымным (т.е. с использованием ароматизаторов) копчением. Полученные результаты показали, что при медиане контаминации и потребления суточное поступление данного вещества с рыбой горячего копчения составило 0,030 нг, рыбой холодного копчения – 0,019 нг, а с мясопродуктами, полученными бездымным способом – более, чем в 2 раза ниже (0,111 нг) по сравнению с дымовым (0,288 нг). В соответствии с пятой моделью значения указанного показателя, ассоциированного с обсуждаемым соединением в рыбе горячего копчения, достигали 0,468 нг, холодного копчения – 0,312 нг, мясопродуктах дымового копчения и изготовленных с коптильными ароматизаторами – 1,826 нг и 1,141 нг, соответственно. Наибольшее алиментарное поступление БП связано с копчеными мясными продуктами, изготовленными дымовым способом.

Риск здоровью, ассоциированный с потреблением копченой мясной и рыбной продукции, оценен на основе расчета индивидуального (далее – CR) и популяционного рисков (далее – PCR).

В случае реалистичных условий индивидуальный риск (CR), обусловленный потреблением рыбы горячего копчения, составил $2{,}20\times10^{-07}$, холодного копчения – $1{,}38\times10^{-07}$, мясопродуктов, полученных дымовым способом – $2{,}10\times10^{-06}$, бездымным – $8{,}08\times10^{-06}$, и оценивался как приемлемый (минимальный). При высоких уровнях контаминации и медиане/95P потребления мясопродуктов дымового копчения CR, достигающий для БП $1{,}33\times10^{-05}$, характеризуется как низкий. В соответствии с иными сценариями CR, ассоциированные с потреблением изученных пищевых продуктов, являются минимальными.

Значение PCR, ассоциированного с потреблением рыбы горячего копчения, при реалистичных сценариях составляет 2 дополнительных к фоновым случаям заболевания, мясопродуктов дымового копчения – 14, рыбы холодного копчения – 1, мясных изделий, изготовленных с применением коптильных ароматизаторов – 6.

Выводы

Таким образом, двукратное снижение поступления ПАУ с копченой мясной и рыбной продукцией ассоциировано с использованием в технологии их изготовления коптильных ароматизаторов и холодного копчения, что является эффективным для снижения канцерогенного риска, обусловленного ее потреблением.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zachara, A. Contamination of smoked meat and fish products from Polish market with polycyclic aromatic hydrocarbons / A. Zachara, D. Gałkowska, L. Juszczak // Food Control. – 2017. – Vol. 80. – P. 45–51.

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

3. Производство мяса и мясных продуктов в Республике Беларусь / А. Н. Цвирко [и др.] ; науч. рук. М. М. Петухов // НИРС БГЭУ : сб. науч. ст. / [редкол.: А. А. Быков (пред.) и др.]. – Мн., 2018. – Вып. 7. – С. 241–245.

4. Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов : гигиен. норматив : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 21 июня 2013 г. // Сборник нормативных документов по продовольственному сырью и пищевым продуктам / Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья. – Мн., 2014. – С. 46–251.

5. Commission Regulation (EU) 835/2011 of 19 August 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for polycyclic aromatic hydrocarbons in foodstuffs [Electronic resource] // EUR-Lex. – URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002R0178&qid=% 201429076106145 (дата обращения: 14.03.2025).