

О.Л. Пермякова, И.М. Почицкая

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

КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ N-НИТРОЗАМИНОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Аннотация: В последнее время в странах Евразийского союза активно ведется программа защиты населения от некачественных товаров. Одним из направлений реализации данной задачи является мониторинг содержания вредных для здоровья человека веществ, таких как пестициды, антибиотики, консерванты, красители и малоизвестные N-нитрозамины, содержащиеся в самых популярных продуктах питания. Важной проблемой является изучение и анализ современных методов исследований и контроля содержания нитрозосоединений.

В настоящей статье отражены результаты исследований по изучению содержания нитрозосоединений в пищевых продуктах современными методами, что способствует обеспечению населения безопасными продуктами питания.

Проанализированы экзогенный и эндогенный пути образования N-нитрозосоединений в окружающей среде и пищевых продуктах, а также их влияние на человеческий организм. Рассмотрены современные методы определения содержания данных канцерогенов. Представлена информационная сводка по исследованию нитрозаминов за период 2014–2016 гг. в различных продуктах питания в лаборатории хроматографических исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса РУП «Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». Превышений предельно-установленных концентраций нитрозаминов не выявлено. Это говорит о том, что пищевая промышленность за последнее время вышла на новый, более безопасный уровень производства пищевых продуктов.

Ключевые слова: N-нитрозамины, нитрозирование, ВЭЖХ

I.M. Potchitskaya, O.L. Permyakova

RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus

CONTROL OF N-NITROSAMINES CONTENT IN FOOD PRODUCTS

Abstract: Recently, the countries of the Eurasian Union are actively pursuing a program on protection of the public from low-quality goods. One of the directions of this objective is the control of the content of substances harmful to human health, such as pesticides, antibiotics, preservatives, colorants, and little-known N-nitrosamines which are contained in the most popular food products. Study and analysis of new methods of research and control of nitroso compounds content is an important issue.

In consideration of the forgoing, the article is dedicated to the researches which are aimed at studying of nitroso compounds content in food products by modern means, which contribute to provision of the population with safe products in this area.

Exogenous and endogenous ways of formation of N-nitroso compounds and detection of these organic compounds in the environment and food products are analyzed. The latest tendencies of the world’s scientific researches on the nitroso compounds influence on a human body are studied. Modern methods of the detection of the carcinogens are considered. There is provided an information summary for the period of 2014–2016 on the nitrosamine research in various food products which was compiled by the Republican Control and Testing Complex for Foodstuffs Quality and Safety of the RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”. Exceeds of the limit concentration levels were not identified. That shows that foodstuffs industry has achieved a new and safer level of food production.

Key words: N-nitrosamines, nitrosation, HPLC

Введение. Актуальность вопросов безопасности пищи возрастает с каждым годом, поскольку обеспечение должного качества пищевого сырья и продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих здоровье человека. Управление гигиенической безопасностью продуктов входит в число приоритетных задач государственной политики в области здорового питания и является необходимым условием обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения [1].

Среди потенциально опасных для здоровья человека веществ, обнаруженных в продуктах питания, особую опасность представляют N-нитрозосоединения (НС), из которых высокой канцерогенной активностью обладают алифатические и некоторые циклические N-нитрозамины (НА), обнаруженные в 70-х годах XX ст. с помощью термохемилюминесцентного метода [3].

Цели и задачи. N-нитрозамины образуются в результате реакции органических аминов и их производных с нитрозирующими соединениями и имеют различную степень устойчивости. Так, нитрозамины, полученные из первичного амина, быстро разрушаются, из третичного — не образуются, наиболее стабильными являются соединения, образованные из вторичных аминов. Предшественники нитроаминов, в свою очередь, могут быть получены из пестицидов и гербицидов, а также азотных удобрений. В пищевых продуктах нитроамины образуются при взаимодействии оксида азота с аминами, путем гидрирования нитрита в кислой среде до гидронитроксида. В дальнейшем при образовании ангидрида азота последний отщепляет нитрозогруппу на амины в пищевых продуктах для получения N-нитроаминов. Имеются данные, что в некоторых овощах нитрат восстанавливается до нитрита микроорганизмами во время ферментации. В результате, происходит декарбоксилирование аминокислот микробиальным ферментом. Реакция нитрозирования может также возникать в желудке в результате взаимодействия оксида азота из нитрита или нитрата с аминами в кислом состоянии (рН от 3 до 4). На рис. 1 представлена реакция образования нитроаминов [2].

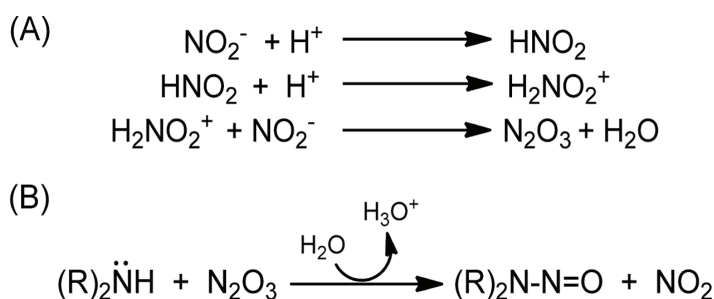


Рис. 1. Реакция образования нитроаминов (А — образование азотистого ангидрида из нитрита, В — нитрозирование из ангидрида азота и амина)

Fig. 1. Reaction of nitrosamine formation (A — formation of nitrous anhydride from nitrite, B — nitrosation from anhydride of nitrogen and amine)

N-нитроамины обладают высокой реакционной способностью и стойкостью в окружающей среде, накапливаются в воде, воздухе, почве. Эти соединения содержатся в пищевых и промышленных продуктах, сельскохозяйственных ядохимикатах, лекарствах и др., причем наиболее часто обнаруживаются N-нитрозодиметиламин (НДМА) и N-нитрозодиэтиламин (НДЭА) [4]

Интересным фактом также является образование нитрозодиметиламина (НДМА) при процедуре производства пива, а именно — при обжиге (сушке) солода с использованием газо-воздушного носителя, имеющего в своем составе оксиды азота [3]. Последний реагирует с аминами, такими как грамин и хординин в солоде [2].

Содержание нитроаминов изменяется в зависимости от способа приготовления, температуры, времени, влажности пищи или состава жира. Температура обработки продуктов в диапазоне 99–185 является наиболее эффективной для ускорения процесса нитрозообразования. При температурах ниже 100 не обнаруживаются N-нитрозопирролидин (НПИР) или N-нитрозопролин. На содержание НПИР и НДМА оказывают влияние содержание жира и увеличение времени приготовления пищи [7].

Было высказано предположение, что бактериальный биохимический путь может способствовать образованию нитроаминов во время ферментации (например, при изготовлении сыров). Микроорганизмы уменьшают нитрат до нитрита, деградируют белки до вторичных аминов и создают подходящую среду (слегка кислая). Микроорганизмы в дикой природе, включая бактерии и дрожжи, используют нитрит и нитрат для роста, и генерируют нитрозирующее соединение в этом процессе. Декарбоксилирование аминокислот микробиальным ферментом является хорошо известной реакцией в ферментации и важным путем получения предшественников нитроаминов. Микробиологический синтез полиамина после декарбоксилирования аминокислот обеспечивает предшественниками амина для циклических N-нитроаминов (N-нитрозопиперидин и N-нитрозопирролидин) [2].

Важен контроль нитрозаминов в воде, поскольку они были идентифицированы как побочные продукты дезинфекции в хлорированных водах. Как хлорамизация, так и хлорирование поверхностных и грунтовых вод приводят к образованию НДМА путем реакции между монохлораминами и органическим азотсодержащим предшественником, таким как диметиламин (ДМА). Однако нет данных об источниках диметиламина в естественных водах. Вероятно, аммиак (NH_3) в природных водах реагирует с хлором (Cl_2), образуя хлорамины, что может увеличить скорость образования нитрозаминов [6].

Нитрозамины достаточно стабильны и способны длительное время циркулировать в окружающей среде, приводя к загрязнению различных объектов. Стабильность и вездесущность основываются на хорошей водорастворимости нитрозаминов, способных самопроизвольно распадаться до электрофильных продуктов. Последние способны реагировать с нуклеофильными группами ДНК, РНК и белков и алкилировать их. Большая часть нитрозаминов (свыше 99 %) метаболизируется в желудочно-кишечном тракте (желудке, кишечнике и печени) [9].

Данного вида соединения являются доказанными канцерогенами, способны вызвать онкологические заболевания (даже очень маленькие их дозы). В больших концентрациях они поражают печень и почки, вызывают мутации (гепатотоксический и нефропатический эффекты) [10]. Наиболее значимый биологический эффект нитрозосоединений — тератогенный (нарушения процесса эмбриогенеза) [11]. Классификация нитрозаминов, разработанная Международным агентством по изучению рака (IARC), представлена на рис.2.

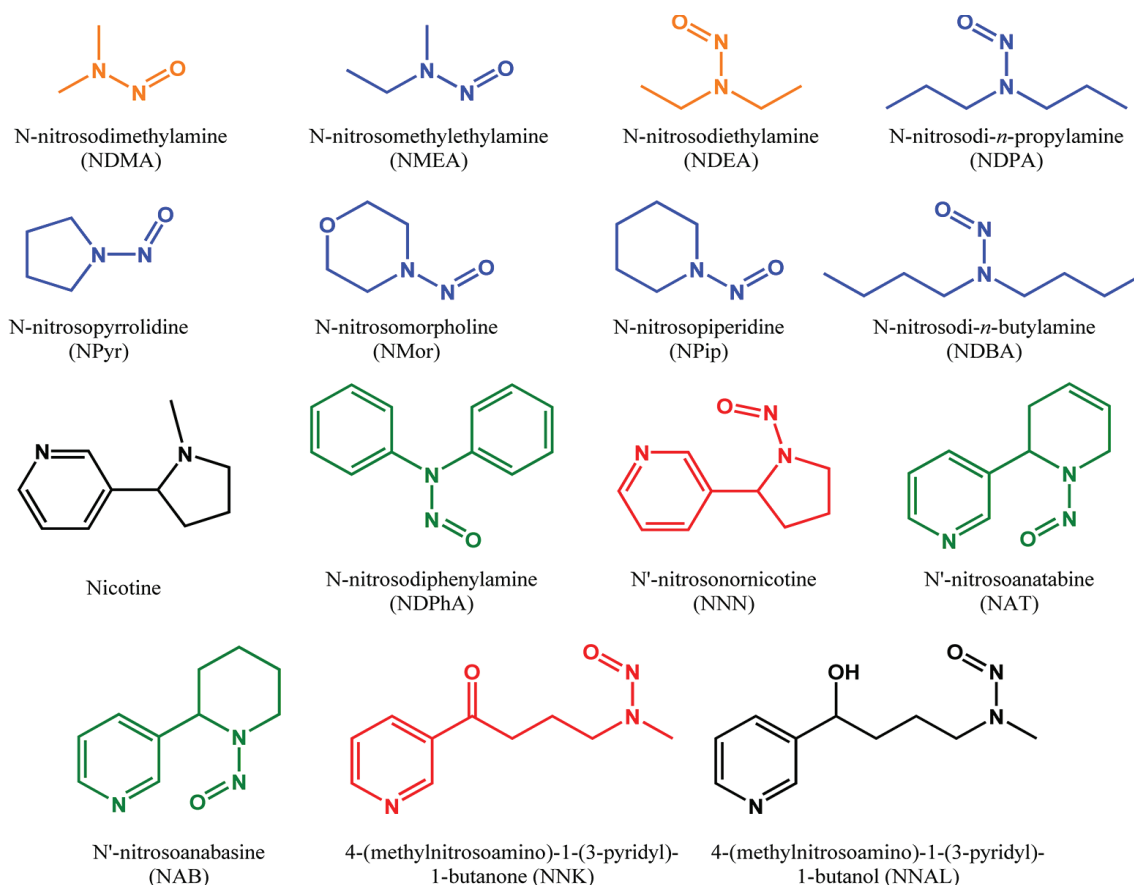


Рис. 2. Химические структуры основных N-нитрозаминов, специфических для табака нитрозаминов, никотина и их соответствующие классификации IARC: (красная) группа 1, известная, как канцерогены для человека; (оранжевая) группа 2А, вероятный канцероген для человека; (синяя) группа 2В, возможный канцероген для человека; и (зеленая) группа 3, не классифицируется по своей канцерогенности для людей [8]

Fig. 2. Chemical structures of basic N-nitrosamines, tobacco-specific nitrosamines, nicotine and their respective classifications IARC: (red) group 1, known as human carcinogens; (orange) group 2A, a probable human carcinogen; (blue) group 2B, possible carcinogen for humans; and (green) group 3, is not classified by its carcinogenicity to humans [8]

Актуальность изучения нитрозаминов заключается не только в причинно-следственном аспекте, но и в промежуточном звене — количественном определении содержания этих органических соединений в окружающей среде, воде и пищевых продуктах.

Высокое качество и безопасность пищевой продукции для потребителя должно обеспечиваться в первую очередь благодаря адекватной нормативной базе, в т.ч. законов, постановлений правительства, технических регламентов Таможенного союза, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов и иных нормативных актов, обязательных для всех организаций и граждан, индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, деятельность которых осуществляется в области производства, ввоза и оборота пищевых продуктов, а также организации услуг в сфере общественного питания и торговли пищевыми продуктами [5].

В настоящее время в РБ утверждены и действуют около десяти технических регламентов, устанавливающих требования к безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов:

- ♦ «ТР ТС 015/2011 — О безопасности зерна»;
- ♦ «ТР ТС 033/2013 — О безопасности молока и молочной продукции»;
- ♦ «ТР ТС 024/2011 — Технический регламент на масложировую продукцию»;
- ♦ «ТР ТС 023/2011 — Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей»;
- ♦ «ТР ТС 034/2013 — О безопасности мяса и мясной продукции»;
- ♦ «ТР ЕАЭС 040/2016 — О безопасности рыбы и рыбной продукции»;
- ♦ «ТР ТС 021/2011 о безопасности пищевой продукции».

Кроме того, гигиенические нормативы безопасности пищевых продуктов для человека установлены в СаПиНиГн № 52 от 21.06.2013, а также ЕСЭиГТ № 299 от 28.05.2010.

Данные документы регламентируют предельно допустимые концентрации нитрозаминов, составляющих для мяса, колбасных изделий, мясных консервов не более 0,002 мг/кг; для копченых мясных изделий — 0,004 мг/кг; для рыбы и изделий из рыбы, пива — 0,003 мг/кг.

Методы исследований. Основными методами определения нитрозаминов являются: высокоэффективная жидкостная хроматография с применением флуориметрического детектора, газовая хроматография и тандемная масс-спектрометрия.

Анализ нитрозаминов осложняется трудностями выделения и концентрирования пробы ввиду высокой летучести этих соединений.

Важными требованиями, предъявляемыми к методам анализа нитрозаминов, являются высокая чувствительность, хорошая избирательность и достоверность получаемых результатов. Основные этапы пробоподготовки включают выделение искомого вещества, предварительную очистку, концентрирование, дополнительную очистку, получение производных, анализ и подтверждение полученных результатов. Выделение и очистка представляют собой ответственные стадии, обеспечивающие в значительной степени достоверности анализа.

Результаты и обсуждение. В настоящее время вопросами контроля содержания нитрозаминов в пищевых продуктах занимается хроматографическая лаборатория РУП «Научно-практический центр Национальной академии на Беларуси по продовольствию». В лаборатории проводится контроль содержания суммы НДМА и НДЭА в пищевых продуктах зарубежных и отечественных производителей. Проведение данного рода испытаний позволяет существенно снизить количество продукции с высоким содержанием данных соединений на отечественном рынке.

Для определения N-нитрозаминов используется Инструкция № 107-1006-2007 «Методика определение нитрозаминов в пищевых продуктах и продовольственном сырье хроматографическими методами». Метод определения N-нитрозаминов заключается в выделении летучих N-нитрозаминов путем перегонки паром; экстракции хлористым метилом N-нитрозаминов из водного дистиллята; концентрации экстракта; денитрозировании N-нитрозаминов бромистым водородом в уксусной кислоте до соответствующих аминов; синтезе производных полученных аминов с 1-диметиламино-5-науталансульфохлоридом (дансилхлоридом), разделении и количественном определении образовавшихся производных на жидкостном хроматографе с флуоресцентным детектором [12].

За период 2014–2016 гг. в лаборатории Центра по продовольствию было исследовано более 8 тыс. образцов морской и пресноводной рыбы, свыше 3 тыс. образцов мясной продукции и около 800 образцов пива и пивоваренного солода (рис. 3).

Превышения ПДК в представленных образцах выявлено не было, однако, благодаря высокой чувствительности и избирательности флуориметрического детектора, составляющей 0,5 нг, в неко-

торых образцах рыбы обнаружено незначительное содержание НА, не превышающее ПДК. Частота встречаемости исследуемых нитрозаминов (суммы НДМА и НДЭА) в морской и пресноводной рыбе различается (рис. 4).

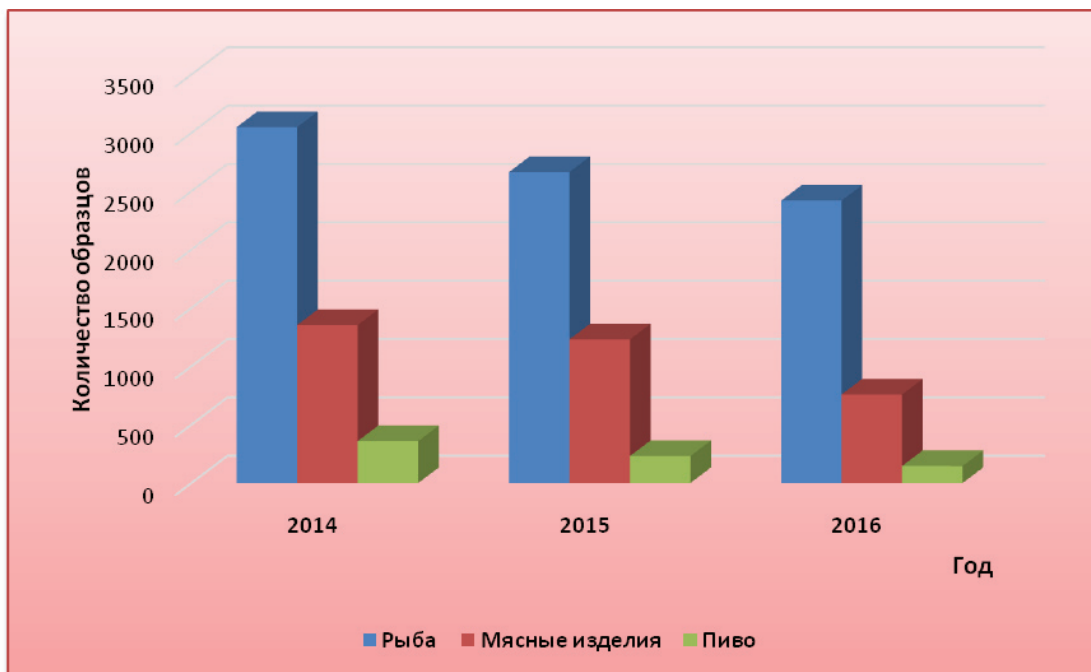


Рис. 3. Количество исследуемой продукции по содержанию нитрозаминов за 2014–2016 гг.
Fig. 3. The number of products tested for nitrosamine content for 2014–2016

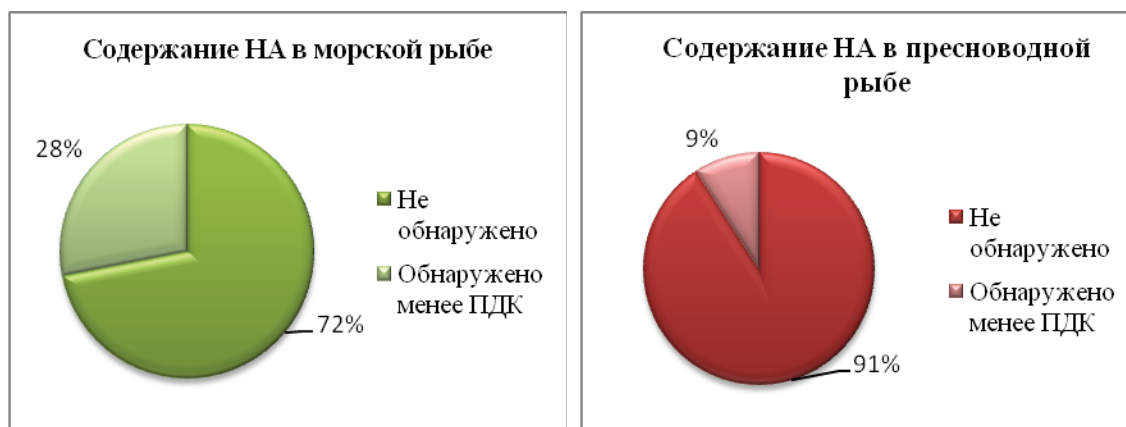


Рис. 4. Содержание НА в морской и пресноводной рыбе
Fig. 4. Content of NA in marine and freshwater fish

Исследование образцов мяса, мясной продукции, пива и пивоваренного солода показали, что превышение содержания нитрозаминов в них обнаружено не было. В целом данная тенденция прослеживается и в мировой практике. В первую очередь это связано с совершенствованием технологии производства. Так, при производстве пива применяются новые способы солодоращения, а в мясной промышленности используются антиоксиданты — аскорбиновая кислота и альфа-токоферол [13].

Выводы. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что количественное содержание нитрозаминов за последнее время снизилось и не превышает предельно допустимые концентрации. Данный факт говорит о положительной тенденции в решении вопроса технологии производства пищевых продуктов, а также о профилактике образования нитрозаминов на любой стадии их синтеза.

Список использованных источников

1. *Павлов, Н.Н.* Риски для здоровья детей и подростков, обусловленные контаминацией пищевых продуктов и сырья местного производства: дис. ... к-т мед. наук.: 14.02.01/ Н.Н. Павлов. — Волгоград, 2014. — 150 с.
2. Distribution of Seven N-Nitrosamines in Food [Electronic resource] / Jong-eun Park, Jung-eun Seo, Jee-yeon Lee and Hoonjeong Kwon. — Toxicol Res. 2015 Sep; 31(3): 279–288 — Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4609975/>. — Date of access: 15.08.2017.
3. *Шутюк, В.В.* Исследование процесса образования N-нитрозодиметиламина в процессе сушки пивоваренного солода / В.В. Шутюк, А.С. Бессараб, С.М. Василенко, В.Н. Ковбаса // Сб. науч. тр. / Национальный университет пищевых технологий. Хранение и переработка зерна. — 2014. — № 2. — С. 50–53.
4. *Зайцева, Н.В.* Разработка газохроматографического метода определения высокотоксичных N-нитрозаминов (N-нитрозодиметиламин, N-нитрозодиэтиламин) в биологических средах (моча) / Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, Н.А. Попова // ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. — Гигиена и санитария. — 2014. — № 3. — С. 88–92.
5. *Закревский, В.В.* Государственная система надзора за безопасностью пищевых продуктов в России / В.В.Закревский, В.А. Зуйков, А.В. Закревская // Сб. науч. тр. / Санкт-Петербургская государственная медицинская академия им. И.И. Мечникова. — 2010.: Экология человека 2010.09. — С. 3–8.
6. Ingestion Exposure to Nitrosamines in Chlorinated Drinking Water [Electronic resource] / HeKap Kim and Kichan Han — Environ Health Toxicol. 2011 Mar; 26. Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3214982/>. — Date of access: 24.08.2017.
7. Li, L. Influence of various cooking methods on the concentrations of volatile N-nitrosamines and biogenic amines in dry-cured sausages / L. Li, P. Wang, X. Xu, G. J. Zhou// J. Food Sci. — 2012. — Vol. 77, № 5. — P. 560–565.
8. Farren, N.J. Estimated Exposure Risks from Carcinogenic Nitrosamines in Urban Airborne Particulate Matter / N.J. Farren, N. Ramnrez, J.D. Lee, E. Finessi, A.C. Lewis, J.F. Hamilton // Environ. Sci. Technol. — 2015. —Vol. 49, № 16. — P. 9648–9656.
9. Song, P. Dietary Nitrates, Nitrites, and Nitrosamines Intake and the Risk of Gastric Cancer: A Meta-Analysis / P. Song, L. Wu, W. Guan // J. Nutrients — 2015. — № 7. — P. 9872–9895.
10. *Галачиев, С.М.* Возможности эндогенного образования нитрозаминов желудочном соке invitro / С.М. Галачиев, Л.М. Макоева, Ф.К. Джюев, Л.Х. Хаева // Северо-Осетинская государственная медицинская академия. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2011. — том 13, № 1(7). — С. 1678–1680.
11. *Гордеева, Л.А.* Генетические особенности метаболизма ксенобиотиков и предрасположенность к патологии беременности. Часть 1 / Л.А. Гордеева, Е.Н. Воронина, А.Н. Глушков // Научно-практический медицинский журнал. Медицина в Кузбассе. — 2016. — Т.15, № 2. — С. 8–16.
12. Методика определения нитрозаминов в пищевых продуктах и продовольственном сырье хроматографическими методами: Инструкция № 107-1006-2007. — Введ. 05.01.07. — Минск: Министерство здравоохранения Республики Беларусь: ГУ «Респуб. научно-практический центр гигиены», 2007. — 16 с.
13. Method for inhibiting nitrosamine formation in anion exchange resins: pat.US 9216411 B2 USA, B 01 J 41/04; B 01 J 47/00; B 01 J 47/04; C 08 G 14/06; C 08 K 5/32 / Chris Raymond Eicher, Daryl John Gisch; applicant DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC (Midland, MI) — ID 45065806; appl. 27.12.11; publ. 22.12.15.

REFERENCES

1. Pavlov N.N. Riski dlya zdorov'ya detey i podrostkov, obuslovlennyye kontaminatsiyey pishchevykh produktov i syr'ya mestnogo proizvodstva. Diss. ... k-t med. nauk [*Risks for the health of children and adolescents, caused by contamination of food and raw materials of local production. Cand. med. sci. diss.*]: Volgograd, 2014. 150 p.
2. Distribution of Seven N-Nitrosamines in Food [Electronic resource] / Jong-eun Park, Jung-eun Seo, Jee-yeon Lee and Hoonjeong Kwon. — *Toxicol Res.* 2015 Sep; 31(3): 279–288 — Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4609975/>. — Date of access: 15.08.2017.
3. Shutyuk V.V., Bessarab A.S., Vasilenko S.M., Kovbasa V.N. Issledovaniye protsessa obrazovaniya N-nitrozodimetilamina v protsesse sushki pivovarennogo soloda [*Study of the process of N-nitrosodimethylamine formation in the process of brewing malt drying*]. Sb. nauch. tr. "Natsional'nyy universitet pishchevykh tekhnologiy. Khraneniye i pererabotka zerna" [*Sat. sci. tr. « National University of Food Technologies. Storage and processing of grain»*], 2014, no. 2, pp. 50–53.
4. Zaytseva N.V., Ulanova T.S., Nurislamova T.V., Popova N.A. Razrabotka gazokhromatograficheskogo metoda opredeleniya vysokotoksichnykh N-nitrozaminov (N-nitrozodimetilamin, N-nitrozodietilamin) v biologicheskikh sredakh (mocha) [*Development of a gas chromatographic method for the determination of highly toxic N-nitrosamines (N-nitrosodimethylamine, N-nitrosodiethylamine) in biological media (urine)*]. FBUN «Federal'nyy nauchnyy tsentr mediko-profilakticheskikh tekhnologiy upravleniya riskami zdorov'yu naseleniya» Federal'noy sluzhby po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka. Gigiyena i sanitariya. [*Federal Research Center for Medico- prophylactic technologies for managing public health risks "of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare. Hygiene and sanitation*], 2014, no 3, pp. 88–92.
5. Zakrevskiy V.V., Zuykov V.A., Zakrevskaya A.V. Gosudarstvennaya sistema nadzora za bezopasnost'yu pishchevykh produktov v Rossii. [*State system of food safety surveillance in Russia*]. Sb. nauch. tr. Sankt-Peterburgskaya gosudarstvennaya meditsinskaya akademiya im. I. I. Mechnikova. "Ekologiya cheloveka" [*Coll. sci. St. Petersburg State Medical Academy. I. I. Mechnikov "Human Ecology"*], 2010, no. 09, pp. 3–8.
6. Ingestion Exposure to Nitrosamines in Chlorinated Drinking Water [Electronic resource] / Hekap Kim and Kichan Han — *Environ Health Toxicol.* 2011 Mar; 26. Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3214982/>. — Date of access: 24.08.2017.
7. Li L. Influence of various cooking methods on the concentrations of volatile N-nitrosamines and biogenic amines in dry-cured sausages / L. Li, P. Wang, X. Xu, G. J. Zhou // *J. Food Sci.* — 2012. — Vol. 77, № 5. pp. 560–565.
8. Farren N.J. Estimated Exposure Risks from Carcinogenic Nitrosamines in Urban Airborne Particulate Matter / N.J. Farren, N. Ramirez, J.D. Lee, E. Finessi, A.C. Lewis, J.F. Hamilton // *Environ. Sci. Technol.* — 2015. — Vol. 49, № 16. — pp. 9648–9656.
9. Song P. Dietary Nitrates, Nitrites, and Nitrosamines Intake and the Risk of Gastric Cancer: A Meta-Analysis / P. Song, L. Wu, W. Guan // *J. Nutrients.* — 2015. — № 7. — pp. 9872–9895.
10. Galachiyev S.M., Makoyeva L.M., Dzhioyev F.K., Khayeva L.H. Vozmozhnosti endogennoy obrazovaniya nitrozaminov v zheludochnom soke in vitro [*Possibilities of endogenous formation of nitrosamines in gastric juice in vitro*]. Severo-Osetinskaya gosudarstvennaya meditsinskaya akademiya «Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk» [*North Ossetian State Medical Academy "Izvestiya of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences"*], 2011, vol. 13, no. 1(7), pp. 1678–1680.
11. Gordeyeva L.A., Voronina E.N., Glushkov A.N. Geneticheskiye osobennosti metabolizma ksenobiotikov i predispozitsionnaya patologiya beremennosti. Chast' 1 [*Genetic features of xenobiotic metabolism and predisposition to pregnancy pathology. Part 1*]. Nauchno-prakticheskiy meditsinskiy zhurnal "Meditsina v Kuzbasse" [*Scientific and practical medical journal «Medicine in the Kuzbass»*], 2016, vol. 15, no. 2, pp. 8–16.
12. Instruktsiya № 107-1006-2007. Metodika opredeleniya nitrozaminov v pishchevykh produktakh i prodovol'stvennom syr'ye khromatograficheskimi metodami [*Instruction No. 107-1006-2007. Method*

for determination of nitrosamines in food products and food raw materials by chromatographic methods]. Minsk, Ministerstvo zdravookhraneniya Respubliki Belarus', GU "Respub. nauchno-prakticheskiy tsentr gigiyeny" [Ministry of Health of the Republic of Belarus, PI "Respub. scientific and practical center of hygiene"], 2007. 16 p.

13. Method for inhibiting nitrosamine formation in anion exchange resins: pat. US 9216411 B2 USA, B 01 J 41/04; B 01 J 47/00; B 01 J 47/04; C 08 G 14/06; C 08 K 5/32 / Chris Raymond Eicher, Daryl John Gisch; applicant DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC (Midland, MI) — ID 45065806; appl. 27.12.11; publ. 22.12.15.

Информация об авторах

Почицкая Ирина Михайловна — кандидат сельскохозяйственных наук, начальник Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: pochitskaja@yandex.ru

Пермякова Ольга Леонидовна — инженер-химик I категории Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: pochitskaja@yandex.ru

Information about authors

Pochitskaya Iryna M. — Ph.D. (Agricultural), the head of the Republican control and testing complex for foodstuffs quality and safety of RUE "Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus" (29 Kozlova street, Minsk 220037, Republic of Belarus). E-mail: pochitskaja@yandex.ru

Permyakova Olga Leonidovna — the 1st grade chemical engineer of the Republican control and testing complex for foodstuffs quality and safety of RUE "Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus" (29 Kozlova street, Minsk 220037, Republic of Belarus). E-mail: Volha.Leonidovna@tut.by