**ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ
КОНТАМИНАНТАМИ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НИМИ**

**THE PROBLEM OF FOOD CONTAMINATION
AND METHODS TO COMBAT WITH THEM**

^{1,2}*Сложеникина М.И.*, доктор биологических наук, профессор

^{1,2}*Горлов И.Ф.*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН

¹*Данилов Ю.Д.*, аспирант

^{1,2}*Slozhenkina M.I.*, doctor of biological sciences, professor

^{1,2}*Gorlov I.F.*, doctor of agricultural sciences, professor, academician of RAS

¹*Danilov Yu.D.*, post-graduate

¹Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции, Волгоград

²Волгоградский государственный технический университет

¹Volga region research institute of manufacture and processing
of meat-and-milk production, Volgograd

²Volgograd state technical university

В статье рассматривается негативное влияние загрязнения окружающей среды на качество продуктов питания и здоровье потребителей. Данная проблема в последнее время приобрела глобальные масштабы. До 70% химических соединений, выделяемых в больших количествах в результате развития промышленности, химизации сельского хозяйства, по пищевой цепочке попадает с кормами в организм животных, а затем поступает в организм человека с готовой продукцией. Кроме загрязнителей-загрязнителей особое внимание уделяют пищевым добавкам, связанным с технологической необходимостью. Поэтому знания о загрязняющих веществах имеют большое практическое значение. Представлена классификация загрязняющих веществ кормов и пищевых продуктов, более подробно рассмотрены отдельные группы загрязнителей, а также приведены основные меры по предотвращению и профилактике содержания загрязнителей в кормах и готовой продукции.

The article considers the negative impact of environmental pollution on the quality of food and the health of consumers. This problem has recently acquired a global dimension. Up to 70% of chemical compounds released in large quantities as a result of the development of industry, the chemicalization of agriculture, by the food chain, enter the animals with feed, and then they enter the organism of man with finished products. In addition to pollutant contaminants, special attention is paid to food additives associated with technological necessity. Therefore, knowledge of pollutants is of great practical importance. The classification of pollutants for food and food

products is presented, separate groups of pollutants are considered in more detail, and the main measures for preventing and preventing contaminants in feed and finished products are listed.

Ключевые слова: контаминанты, микотоксины, пестициды, нитраты, консерванты, чистый продукт.

Keywords: contaminants, mycotoxins, pesticides, nitrates, preservatives, pure product.

На II Всероссийском форуме Продовольственной безопасности, прошедшем в мае 2017 года, был озвучен новый курс Минсельхоза – народосбережение. Если раньше основной проблемой было наращивание темпов производства сельхозпродуктов, то теперь главным приоритетом становится качество выпускаемой продукции и здоровье нации. Россия располагает достаточно обширными сельскохозяйственными угодьями, поэтому выполнение поставленной задачи не будет затруднительным [1]. Кроме того, на форуме было отмечено, что Россия обладает значительным потенциалом в производстве чистой и качественной продукции по сравнению с другими странами. К примеру, доля техногенно загрязненной почвы в РФ составляет менее 5%, когда в США этот показатель превышает 10%, а в Китае и вовсе достигает 30%.

Как известно, проблема негативного влияния загрязнения окружающей среды на здоровье человека в последние годы становится все более острой. Она переросла национальные границы и стала глобальной. Интенсивное развитие промышленности, химизация сельского хозяйства и окружающей среды провоцирует появление больших количеств химических соединений, вредных для организма человека. Вместе с тем существуют научно-технологические решения, позволяющие регулировать содержание этих вредных веществ и доводить их концентрацию до безопасных величин. Это касается как всей окружающей среды, так и отдельных пищевых продуктов. Известно, что в процессе приема пищи в организм человека может попадать значительная часть чужеродных веществ, например, тяжелых металлов.

Поэтому знания о загрязняющих веществах, попадающих в продукты питания, имеют большое практическое значение. Наличие в пищевых продуктах загрязняющих веществ, не обладающих пищевой и биологической ценностью или вовсе токсичных, угрожает здоровью человека. Всемирная организация здравоохранения и другие международные организации вот уже около сорока лет занимаются поиском решений этой проблемы, а органы здравоохранения многих государств пытаются их контролировать путем внедрения сертификации пищевых продуктов. Загрязняющие вещества могут попадать в пищу двумя путями: случайно в виде контаминантов-загрязнителей или в виде пищевых добавок, предусмотренных технологией. Загрязняющие вещества в пище становятся причиной пищевой интоксикации, представляющей опасность для здоровья человека. Химические вещества, которые попадают в продукты питания с недоброкачественным сырьем и из окружающей среды, создают проблемы, ре-

шение которых является насущной необходимостью. Поэтому необходимо изучить разновидности загрязняющих веществ, оценить биологическое значение угрозы этих веществ для здоровья человека и рассмотреть методы борьбы с ними.

Безопасность пищевых продуктов обуславливается отсутствием канцерогенных, токсичных, мутагенных и прочих ингредиентов. Однако именно с продуктами в человеческий организм попадает до 70% ксенобиотиков. Ксенобиотики попадают в пищевые продукты, а затем в организм человека следующим образом: животное контактирует с почвой, водой и воздухом, благодаря чему образуется биологическая цепь, по которой происходит естественный путь загрязнения пищевых продуктов контаминантами [6]. Затем животное уже в виде сырья идет на производство пищевых продуктов – формируется пищевая цепь, конечным звеном которой является человек. Кроме контаминантов, попадающих из воздушного и водного бассейнов, в процессе производства пищевого продукта в нем могут образоваться различные токсины вследствие применения различных полимерных, резиновых (тара, упаковка) и металлических (оборудование, инвентарь, посуда) материалов. Поэтому в производстве необходим жесткий контроль за содержанием контаминантов в сырье и готовых продуктах [2, 3].

Группы загрязняющих веществ, наиболее часто встречающиеся в пищевой промышленности

Микотоксины

Микотоксинами называют ядовитые продукты обмена веществ плесневых грибов, образующиеся на поверхности пищевых продуктов и кормов. Эти токсины способны проникать и внутрь продуктов путем диффузии. Микотоксины оказывают токсическое воздействие на животных, птиц и человека, вызывая микотоксикозы. Они стойки к воздействию высокой температуры и солнечных лучей, не погибают при длительных сроках хранения и консервировании. Из плесеней, развивающихся на пищевых продуктах, примерно 60-75% следует рассматривать как токсичные. Исключения составляют продукты, изготавливаемые с использованием специально отобранных штаммов плесеней – например, сыр Рокфор с благородной плесенью *Penicillium roqueforti*.

На сегодня известно свыше 400 микотоксинов, но наиболее известны афлатоксины и патулин. Патулин, как правило, выявляется в продуктах переработки фруктов – соках, фруктовых пюре и джемах, что связано с нарушением технологий и использованием нестандартного сырья. Афлатоксины – это одна из самых опасных групп ядовитых веществ, выделяемых грибом из рода *Aspergillus flavus*. Афлатоксины, как и все другие микотоксины, попадают в пищевые продукты из следующих источников: из заплесневелого сырья, сырья без видимой плесени, из растительных продуктов, в которых не доказано присутствие плесени, из продуктов животного происхождения, в которых наличие афлатоксинов обусловлено применяемыми кормами и продуктами их ферментации.

Нормирование микотоксинов в корме – очень тонкий и противоречивый вопрос. С одной стороны, экономический ущерб в связи с нанесением вреда здоровью

животных, птицы и человека на заключительном этапе пищевой цепочки весьма существенен. С другой стороны, производить комбикорм для животных на основе фуражного зерна и соевого шрота, совсем не содержащих микотоксины, практически невозможно. Содержание микотоксинов во многом зависит от условий выращивания кормов и их хранения.

В борьбе с микотоксинами необходимо применять ряд мер еще на начальной стадии выращивания и сбора кормовых растений. Они должны включать жесткий учет расхода удобрений, соблюдение правил заготовки и хранения кормового сырья. К примеру, поражение корма микотоксинами можно уменьшить, снизив температуру хранения ниже 15-18°C и добившись влажности кормов менее 11-12%. Такие условия угнетают рост и жизнедеятельность плесневых грибов. Отсутствие вентиляции, влажность в хранилищах выше 60%, нарушение целостности зерна, наоборот, будет способствовать быстрому развитию плесеней. На стадии хранения зернового сырья целесообразно применять препараты – ингибиторы плесени. Обработка семян фунгицидами и протравителями усиливает образование в растениях микотоксинов, продуцируемых устойчивыми к химикатам штаммами плесневых грибов.

Снизить содержание микотоксинов в кормовом сырье также возможно механическими (отделение испорченных элементов), физическими (термическая обработка ультрафиолетом, СВЧ-обработка), а также химическими методами (обработка окислителями). Однако они имеют существенные недостатки и, как правило, приводят к снижению питательности корма путем нарушения его всасывания.

Также существует биологический метод борьбы с микотоксинами, принцип которого значительно отличается от остальных методов. В корма добавляют специальные добавки, адсорбирующие или нейтрализующие микотоксины, при этом данные процессы происходят в пищеварительном тракте животных. Специальные препараты способны выводить из организма свиней, скота и птицы от 30 до 70% различных токсинов. Норма внесения таких добавок составляет до 2% от рациона. Вещества, используемые в данном методе, по механизму действия делятся на две группы – прямого действия (адсорбирующие и биотрансформирующие агенты) и вторичного (снижают негативный эффект на организм животного). В России зарегистрировано более ста отечественных и импортных препаратов; из них около 30 рекомендованы для нейтрализации афлатоксина, остальные борются против других микотоксинов, например, препараты ДОН, зеараленон, Т-2 токсин, фумонизин и т.д.

Пестициды

В настоящее время для борьбы с вредителями и болезнями растений широко используют пестициды и гербициды, по-другому называемые ядохимикатами. Ядохимикаты также применяются с целью истребления грызунов (ратциды и репелленты), являющимися переносчиками заразных болезней. Особую опасность представляет наличие нескольких пестицидов, превышающих предельно-допустимую концентрацию; данный фактор вызывает серьезные отравления организма. Основной причиной отравления человека и животных ядохимикатами является попадание их в пищевые продукты и воду. Как правило, вода отравляется ядохимикатами в результате попадания вместе с осадками в грунтовые воды. Недостаточно тщательная очистка питьевой и технической воды приводит к отравлениям ядохимикатами. Особенно опасны для человека и

животных те ядохимикаты, которые долго распадаются в почве, воде, растениях и некоторых других объектах. Минздравом РФ утверждены максимально допустимые уровни содержания остаточных количеств 298 пестицидов. По производственному назначению пестициды подразделяются на следующие группы: гербициды, инсектициды, фунгициды, регуляторы роста, протравители семян, дефолианты, фумиганты, моллюскоциды, ратициды и репелленты.

Несоблюдение существующих правил учета, хранения, транспортировки и использования ядохимикатов является главной причиной отравления животных ядохимикатами. Клиническая картина отравлений у животных бывает весьма разнообразной в зависимости от природы яда. Отравления химикатами большей частью протекают остро и сопровождаются потерей аппетита, слюнотечением, рвотой или позывом к ней, коликами, поносами, шаткой походкой, судорогами, параличами и общей слабостью; животные не могут стоять, стонут и часто быстро погибают. Мясо, полученное от таких животных, также будет содержать повышенные концентрации ядохимикатов. Поэтому пресечение отравлений потребителей должно проводиться на стадии содержания и откорма животных.

Для хранения ядохимикатов и минеральных удобрений должно выделяться специальное лицо, ответственное за соблюдение необходимых условий хранения, отпуска и за сохранностью их. Хранить ядовитые вещества надо в хорошей таре с соответствующими этикетками, в отдельном и закрытом на замок помещении, расположенном на расстоянии не ближе 200 м от животноводческой фермы [9]. В этом помещении также должен храниться и весь инвентарь, используемый для приготовления ядохимикатов. Естественно, в таких помещениях нельзя хранить какие-либо корма.

Для профилактики отравлений особенно важно, чтобы животные не имели доступа к местам хранения и работы с химикатами. При распылении и использовании химических средств на участках, граничащих с пастбищами и местами прогона животных, необходимо делать предупреждающие надписи на щитах и информировать об этом работников животноводства. Протравленное посевное зерно следует хранить в особенных условиях и не допускать его в корм животным.

Антибиотики, антимикробные вещества

Эти соединения используются при производстве животноводческой продукции. Впервые антибиотики начали использовать в 50-х годах XX века. В результате отмечалось улучшение здоровья кишечника животных, уменьшение воспалений и снижение смертности; животные росли быстрее при меньшем потреблении корма. Таким образом, применение антибиотиков стало мощной опорой для создания современной системы сельского хозяйства. Однако в последнее время наблюдается снижение эффективности антибиотиков как в сельском хозяйстве, так и в фармацевтике. Появляются новые штаммы микроорганизмов с выработанной устойчивостью к имеющимся антибиотикам. Если раньше данная проблема решалась увеличением концентрации действующего вещества, то сейчас ученые пытаются найти новые виды антибиотиков, а также создают мощные «коктейли» из имеющихся. Такое мощное влияние на орга-

низм животных не пропадает бесследно: отмена антибиотиков может привести к резкому росту смертности среди животных.

Остаточные количества антибиотиков обнаруживаются в 15-26% продукции животноводства и птицеводства. Поступая с продуктами питания, они воздействуют на микроорганизмы толстого кишечника и способствуют развитию у человека дисбактериоза. Со временем возможно привыкание патогенной микрофлоры к антибиотикам, вследствие чего нарушается микробиом человека – баланс основной и факультативной микрофлоры кишечника. Проблема усугубляется тем, что на данный момент существуют методики выявления наличия антибиотиков только для нескольких препаратов, в то время как существует несколько десятков антибиотиков. Тем не менее некоторые антибиотики разрешены к использованию в России и СНГ, например, английский низин (Е 234) для обработки овощей и фруктов в концентрации 100 мг/кг, а также при производстве плавленого сыра в концентрации 200 мг/кг.

Единственным решением проблемы использования антибиотиков в кормах для животных будет полный отказ от них и изменение политики выращивания животных. Лучшее управление, применение новых технологий, постоянный мониторинг и регулярное проведение ветеринарных мероприятий будут способствовать выращиванию сильного стада без антибиотиков [8]. Данные препараты рекомендуется использовать только в крайних случаях для лечения болезней животных. Это позволит снизить риск привыкания микроорганизмов к имеющимся препаратам.

Нитраты и нитриты

Нитраты и нитриты содержатся в растениях в качестве нормальных метаболитов или накапливаются в результате нерационального использования азотных удобрений. Чрезмерное применение азотистых удобрений приводит к накоплению указанных контаминантов, соединений аминов и амидов, образованию высокотоксичного соединения – N-нитрозоаминов. Соединения азотной и азотистой кислот наш организм не усваивает и удаляет очень плохо, поэтому их поступление в организм приводит к нарушению биохимических процессов в виде токсических и канцерогенных проявлений. Нитрит натрия (Е 250) в составе нитритно-посолочной смеси применяется как добавка при посоле мяса и мясных продуктов для сохранения красного цвета. При посоле красный мясной краситель – миоглобин, превращающийся при кипячении в серо-коричневый метмиоглобин, реагирует с нитритами, образуя красный нитрозомиоглобин. Это соединение, придающее мясным изделиям типичный красный цвет соленого мяса, не изменяется при кипячении и более устойчиво, чем миоглобин, к воздействию кислорода воздуха. Наряду со стабилизацией окраски нитраты и нитриты совместно с поваренной солью оказывают консервирующее действие. Общее содержание нитритов в готовой продукции нормируется технической документацией. С 2013 года нитраты и нитриты калия и натрия запрещены к использованию в виде растворов в приготовлении мясной продукции. При приготовлении мясных продуктов в качестве посолочной смеси используют нитритную соль, которая считается безопасной по сравнению с раствором нитрита натрия; ее добавляют согласно рецептуре продукта вместо обычной поваренной соли. По-

этому в данном случае основной мерой предотвращения отравления нитритом натрия как пищевой добавки является контроль внесения компонента на стадии фаршесоставления и посола.

Консерванты и антиокислители

Эти вещества используют для продления сроков хранения пищевых продуктов за счет замедления химических и биохимических процессов. Действие консервантов прежде всего направлено на торможение роста микроорганизмов. Но в желудочно-кишечном тракте человека также находятся полезные микроорганизмы (бифидобактерии), которые обитают в толстом кишечнике. Гидролизуя гемицеллюлозу, они поставляют в наш организм другие биологически активные моносахариды. Длительное применение пищевых продуктов с консервантами приводит к угнетению бифидобактерий кишечника и способствует развитию у человека дисбактериоза. Это достаточно повсеместная проблема: имеются случаи, когда выписанные препараты не оказывали желаемого действия на патогенную микрофлору по причине их выработанной стойкости к консервантам. В качестве консервантов применяются органические кислоты и их производные, неорганические соединения, а также специальные группы консервантов [11].

Соединения, образующиеся при хранении и переработке пищевых продуктов

Химические реакции, протекающие при хранении сырья и готовых продуктов, переработке и приготовлении пищевых продуктов, весьма многочисленны. При длительном хранении либо под воздействием высоких температур основные компоненты продуктов питания – белки, жиры, углеводы, витамины – могут вступать в химические взаимодействия между собой или под воздействием органических кислот вовсе разрушаться. При этом за счет уменьшения содержания питательных веществ снижается пищевая ценность продуктов питания и увеличивается их загрязненность. Наиболее изученными соединениями являются продукты реакции Майяра. На первой стадии этой реакции происходит взаимодействие сахаров с аминокислотами (например, лизином) с образованием комплексных соединений и дальнейшим их разрушением. В результате образуются такие соединения, как ацетальдегид, метиоглиоксаль, бензальдегид, ацетон, глицеральдегид, фурфурол, оксиметил фурфурол, диацетил, мальтол и многие другие. Пищевые продукты также содержат большое количество физиологически активных аминов. Большинство из них – органические основания с низкой молекулярной массой, которые не представляют опасности для человека, если не употребляются в большом количестве, а также при условии, что катаболические механизмы не имеют генетических отклонений и не ингибируются лекарствами. В пищевых продуктах находятся многие физиологически активные производные гистамина, тирамина и фенетиламина, включая триптамин и его гидроксильированное производное серотонин, которые обнаруживаются в помидорах, бананах, фруктах и фруктовом соке. Химические реакции, протекающие при нагреве жиров и масел, могут привести к образованию различных гидрокси-, эпокси- и пероксисоединений, причем некоторые из них отличаются токсичностью из-за высокой окислительной способности по отношению к со-

ставным частям клеток организма человека. Нитриты, которые появляются в рационе питания человека из-за распространенности в природе или преднамеренного добавления, при определенных условиях могут реагировать с вторичными аминами и образовывать нитрозамины. Нитрозамины обладают канцерогенным воздействием на организм человека. При жарении бекона нитритного посола, а также в пищеварительном тракте происходит процесс нитрозирования. В качестве источников нитрозаминов выделяют следующие продукты: жареный бекон, ветчина, копченая колбаса, салями, сыровяленые колбасы, копченая сельдь и другая рыба, сыр, молоко, мука, пшеница и грибы [4].

Выводы и рекомендации. В настоящее время подавляющее большинство фирм-производителей сельскохозяйственной продукции всерьез озабочено проблемами экологической безопасности продуктов питания и прилагают большие усилия для максимального снижения риска контаминации исходного сырья. С целью получения гарантированно чистого сырья для своего производства часто организуются собственные, так называемые органико-биологические земледелия. Достижение этой цели начинается с тщательного отбора фермерских хозяйств со здоровой плодородной почвой в экологически чистых районах, вдали от промышленных зон и транспортных магистралей с учетом розы ветров [10]. Ежегодно перед посевом пробы почвы должны анализироваться в лабораториях. Категорически запрещается использование протравленных семян. На полях применяют исключительно органические удобрения, использование же синтетических удобрений, а также химических средств защиты растений строго запрещено. Например, с вредителями фруктов борьба может идти природным методом с помощью птиц, а борьба с сорняками – механически, вручную. Для производства мясных продуктов используется только мясо, полученное от собственного хозяйства, поголовье которого содержится в природных условиях, а при откорме животных не должны использоваться концентрированные корма, гормоны и стимуляторы роста. Наконец, все поступающее на завод сырье сначала проверяется лабораторией на наличие в нем вредных веществ и только после подтверждения его безопасности допускается в производство [5, 7].

Безусловно, приведенный пример не является единственным в своем роде, однако иллюстрирует возможность производства чистых продуктов даже в сложных современных условиях. Для создания экологически безопасных пищевых продуктов необходима оценка экологических условий их производства на всех этапах биотехнологической цепи.

Библиографический список

1. Всемирная торговая организация и АПК России: монография / И.Ф. Горлов, Л.А. Рыкалина, И.Н. Шеремет. – Волгоград: Волгоградское научное издательство, 2012. – 81 с.
2. Горлов, И.Ф. Новые биологически активные вещества для обеспечения экологической безопасности и повышения качества молока / И.Ф. Горлов, Н.И. Мосолова, Е.Ю. Злобина // Пищевая промышленность. – 2012. – № 12. – С. 32-34.

3. Горлов, И.Ф. Тенденция развития мирового животноводства / И.Ф. Горлов, Л.А. Бреусова // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2013. – № 1. – С. 31.

4. Горлов, И.Ф. Продовольственная безопасность в обеспечении качества продуктов питания: состояние и пути стабилизации / И.Ф. Горлов, О.А. Шалимова // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – Орел, 2009. – № 2. – Т. 17. – С. 48-53.

5. Горлов, И.Ф. Системные технологии в обеспечении качества продуктов питания: монография / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, А.А. Короткова [и др.]. – Волгоград: ВолгГТУ, 2015. – 192 с.

6. Горлов, И.Ф. Новые методы повышения качества, экологической безопасности и эффективности производства молока / И.Ф. Горлов, А.И. Сивков, Н.И. Мосолова [и др.] // Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти В.М. Горбатова: сб. тр. конф. – Москва, 2015. – №1. – С. 129-132.

7. Горлов, И.Ф. Оценка респираторного пути поступления экотоксикантов в организм сельскохозяйственных животных / И.Ф. Горлов, В. Шишкунов // Молочное и мясное скотоводство. – Балашиха, 2010. – № 7. – С. 25-26.

8. Горлов, И.Ф. Инновационные технологии управления живыми системами в производстве высококачественной экологически безопасной продукции животноводства / И.Ф. Горлов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – Волгоград, 2014. – № 3 (35). – С. 104-115.

9. Горлов, И.Ф. Приоритетные направления в разработке инновационных технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции / И.Ф. Горлов // Инновационные технологии – основа модернизации отраслей производства и переработки сельскохозяйственной продукции: мат. междунар. науч.-практ. конф. 5-7 июля 2011 г. – Волгоград, 2011. – Ч. 1. – С. 7-12.

10. Горлов, И.Ф. Методы повышения экологической безопасности продукции животноводства / И.Ф. Горлов, Н.И. Мосолова, Е.Ю. Злобина // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – Москва, 2013. – № 1. – С. 54-56.

11. Мосолова, Н.И. Способы повышения экологической безопасности молочного сырья / Н.И. Мосолова, Е.Ю. Злобина // Молочное и мясное скотоводство. – Балашиха, 2012. – № 3. – С. 24-26.

12. Проблемы импортозамещения в агропромышленном секторе Российской Федерации: монография / В.В. Бледных, П.Г. Свечников, М.М. Мухамантуров [и др.]. – Екатеринбург: Альфа Принт, 2016. – 330 с.

13. Шаззо, Р.И. Инновационные технологии интенсификации производства высококачественной экологически безопасной продукции животноводства и птицеводства: учебно-методическое пособие / Р.И. Шаззо, И.Ф. Горлов, Р.В. Казарян [и др.]. – Волгоград: Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 2013. – 24 с.