

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ОРДЕНА ЛЕНИНА СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПУБЛИЧНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА

Л. И. Кузубова

ТОКСИКАНТЫ
В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Аналитический обзор

НОВОСИБИРСК
1990

Кузубова Л.И.

Токсиканты в пищевых продуктах: Аналит. обзор / АН СССР. Сиб. отд-ние. Гос. публ. науч.-техн. б-ка. - Новосибирск, 1990. - 127 с.

В обзоре представлены данные отечественных и зарубежных исследований приблизительно за 1974-1989 гг. наиболее широко распространенных токсикантов пищевых продуктов. Это загрязнение тяжелыми металлами, радионуклидами, канцерогенами, минеральными удобрениями и другими токсикантами. Одна из глав посвящена пищевым добавкам. Рассмотрены основы нормирования ксенобиотиков в пищевом рационе и гигиенический контроль качества пищевых продуктов в нашей стране и за рубежом.

Обзор рассчитан на широкий круг научных и практических работников гигиенического профиля, аспирантов, студентов вузов, специалистов в области охраны окружающей среды, а также читателей, интересующихся вопросами гигиены питания.

Ответственный редактор член-корр. АН СССР

В.В.Власов

Обзор подготовлен к печати к.и.н. А.И.Лебедевой, О.Л.Лаврик

© Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Академии наук СССР (ГПНТБ СО АН СССР) 1990

ВВЕДЕНИЕ

Для нормальной работы организма человеку необходимо рациональное питание. Пищевой рацион при этом должен включать не только достаточное количество, но и оптимальное соотношение таких важных компонентов, как белки, углеводы, аминокислоты, витамины, жиры и другие вещества. Но пища наряду с этими важнейшими нутриентами часто содержит значительное число различных по химической структуре соединений, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека. Это могут быть как собственно компоненты пищевых продуктов, так и попавшие в пищевые продукты загрязнители из окружающей среды /1/.

Токсиканты в пищевых продуктах - проблема весьма актуальная, особенно в связи с мощным повсеместным загрязнением окружающей среды. В. Эйхлер в монографии "Яды в нашей пище" /2/ показал, какими сложными и подчас окольными путями могут попадать токсиканты в пищу человека. Накопление токсикантов в организме человека (и животных) не безвредно. Результатом могут быть нарушения различных систем организма, иногда появление уродливого и нежизнеспособного потомства или бесплодие. В. Эйхлер считает, что "непосредственное воздействие даже безобиднее отдаленных последствий интоксикации" /2/.

В обзоре рассмотрены различные широко распространенные токсиканты пищевых продуктов, их влияние на организм человека, гигиенический контроль качества пищевых продуктов. Одна из глав посвящена пищевым добавкам в связи с тем, что использование их в пищевых продуктах без достаточно полных испытаний на токсичность может оказаться во вред, а не во благо.

В обзоре не представлен материал об опасностях микробного происхождения, когда потребляются продукты, содержащие живые микроорганизмы (*Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli*, *Clostridium botulinum* и др.). Опасность заражения продуктов этими микроорганизмами существует повсеместно. На

это обращает серьезное внимание комитет экспертов ВОЗ по микробиологическим аспектам гигиены пищевых продуктов /3/. Эта опасность возникает чаще всего там, где не соблюдаются мероприятия, включающие: обеспечение санитарных условий при производстве сырых материалов, чистку и дезинфекцию на предприятиях пищевой промышленности, соблюдение персоналом правил гигиены и обработки пищевых продуктов. Именно в соблюдении этих мероприятий, а также в микробиологическом контроле за состоянием пищевых продуктов заключаются общие рекомендации обеспечения населения безопасными в данном отношении продуктами.

Следует отметить, что питательные вещества-нутриенты пищевых продуктов также могут представлять определенную опасность при избытке или недостатке их потребления. Например, дефицит питательных веществ может проявляться такими заболеваниями, как цинга, рахит, базедова болезнь и др. Известно, что и избыток некоторых нутриентов (в том числе витаминов) может оказаться токсичным /4/. Рекомендации в данном случае логичны и вполне понятны.

Итак, в обзоре отечественных и зарубежных материалов приблизительно за 15-летний период (1974-1989) представлены данные о токсикантах пищевых продуктов в основном из окружающей среды. Акцент на рассмотренных токсикантах сделан для того, чтобы способствовать формированию навыков всесторонней охраны окружающей среды, включая гигиену питания.

ГЛАВА I. ЧУЖЕРОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ПРИНЦИПЫ РЕГЛАМЕНТИРОВАНИЯ

Проблема обеспечения человека полноценными безопасными продуктами питания является важнейшей в ряду других экологических проблем. Актуальность этой проблемы обусловлена не только расширяющимся ассортиментом новых продуктов, созданием новых технологий их производства, использованием все возрастающего количества различных веществ в качестве пищевых добавок, но главным образом отрицательным влиянием на здоровье человека загрязнения окружающей среды, в том числе и через продукты питания. По данным гигиенистов, от 30 до 80% (в зависимости от местных условий) чужеродных химических веществ поступает в организм человека из окружающей среды /5/.

Пищевые продукты – сложные многокомпонентные смеси химических соединений. Основную часть их составляют вещества-нутриенты, специфические для определенного вида продуктов растительного и животного происхождения и имеющие алиментарное значение. Это белки, углеводы, липиды, витамины, минеральные вещества. Неалиментарными и условно называют содержащиеся в продуктах питания вещества – предшественники нутриентов, продукты их распада. Они формируют органолептические качества пищевых продуктов, являются биологически активными веществами, могут обладать фармакологическими свойствами. Среди этой группы веществ выделяют антиалиментарные и токсические. Антиалиментарные вещества – это компоненты натуральных пищевых продуктов, специфически снижающие усвоение отдельных пищевых веществ (например, ингибиторы протеиназ, содержащиеся в фасоли, сое, горохе, яйцах, могут уменьшать усвояемость белковых продуктов). Токсические вещества также компоненты пищевых продуктов. Они содержатся в продуктах питания в незначительных количествах, но являются причиной алиментарных токсикозов человека и животных (например, аматоксины содер-

жащиеся в некоторых шляпочных грибах, вызывают нейротокси-
коз, β - цианоаланин в горохе - нейролатиризм и др.).

Практически все пищевые продукты содержат чуже-
родные вещества (ксенобиотики), к ним относят
также пищевые добавки, химические и биологические контаминан-
ты (загрязнители). К чужеродным веществам не относят добавля-
емые в продукты витамины, провитамины, микроэлементы, пова-
ренную соль, приправы, ароматические и вкусовые вещества
естественного происхождения. Ксенобиотики включают соедине-
ния, не присущие натуральному продукту, но они могут быть
добавлены в него для сохранения или улучшения качества и
пищевых свойств или могут образоваться в результате техно-
логической обработки продуктов нагреванием, а также попасть
в продукт в результате загрязнения /5-8/.

Чужеродные вещества в пищевых продуктах в определенных
условиях могут стать причиной пищевой интоксикации, представ-
ляющей опасность для здоровья человека. В связи с этим пище-
вые добавки (химические средства консервирования, красители,
вкусовые ингредиенты, ароматизаторы, антиоксиданты и др.)
вносят в продукты в минимальных количествах, необходимых
для достижения технологического эффекта, не превышая уста-
новленного регламента.

Наибольшую опасность для здоровья человека представ-
ляют поступающие из окружающей среды контаминанты пищевых
продуктов как естественного, так и антропогенного происхож-
дения. Это токсические вещества промышленных производств,
транспорта, домашнего хозяйства, попадающие на продукты че-
рез воду, воздух и почву или проникающие в них химические
контаминанты - это чаще всего продукты сгорания, следы тя-
желых металлов, радионуклиды, персистентные хлорорганиче-
ские соединения, полигалоидные би- и трифенилы, полицикли-
ческие ароматические углеводороды, нитрозамины и другие
канцерогены. Почти во всех пищевых продуктах присутствуют
остатки тех или иных сельскохозяйственных ядохимикатов.
Этот ряд контаминантов дополняют различные неправильно при-
меняемые кормовые добавки, стимуляторы роста, гормональные
препараты, лечебные и профилактические медикаменты.

К биологическим контаминантам относятся токсические метаболиты микроскопических грибов (микотоксины), образующиеся из-за несоблюдения санитарных требований к технологии получения и хранения продуктов. Сюда же относятся бактериальные токсины (например, *Clostridium botulinum*) и другие продукты обмена ряда патогенных микробов, которые могут представлять смертельную опасность для человека.

Общее представление о контаминантах пищевых продуктов дает табл. I /7/.

Таблица I

Контаминанты пищевых продуктов из окружающей среды /7/

Химические контаминанты	Контаминанты биологического происхождения
<u>Металлы:</u> ртуть, свинец, кадмий, сурьма, мышьяк, хром, кобальт, никель, олово	<u>Бактериальные токсины:</u> Токсин <i>Clostridium botulinum</i>
<u>Пестициды, метаболиты, продукты их деградации</u>	Энтеротоксины стафилококковые
Хлорорганические инсектициды Фосфорорганические инсектициды Дитиокарбонаты Метилбромид	<u>Микотоксины</u> Афлатоксины В ₁ , В ₂ , G ₁ , G ₂ , М Охратоксин А Стеригматоцистин
<u>Радиоизотопы:</u> цезий-137, стронций-90, йод-131	Патулин Трихотецены
<u>Другие вещества:</u> нитраты, нитриты, нитрозосоединения, полициклические ароматические соединения; полигалогенные дифенилы и терфенилы; стимуляторы роста сельскохозяйственных животных, органические соединения из упаковочных материалов; селен, фториды, асбест	Цитринин Зеараленон <u>Токсины одноклеточных и многоклеточных водорослей</u>

Таким образом, количество чужеродных веществ, систематически попадающих в продукты питания при их получении или в процессе производства, значительно, а потому важно требование гигиенистов и токсикологов свести до минимума хотя бы количество добавляемых веществ.

Разнообразно возможное патогенное воздействие чужеродных веществ, поступающих в организм с пищевыми продуктами. Они могут влиять на пищеварение и усвоение нутриентов, течение метаболических процессов, понижать иммунозащитные силы или сенсibilизировать организм, оказывать общетоксическое действие (иногда с преимущественным поражением печени, почек или нервной системы), вызывать гонадотоксический, эмбриотоксический, тератогенный, мутагенный и канцерогенный эффекты, а в целом ускорять процессы старения. Накопление во внутренних органах человеческого организма стабильного ксенобиотика, как правило, сигнализирует об опасности, так как неизбежно влечет за собой нарушение клеточного метаболизма /8/.

Как отмечает Л. Росивал /9/, "возможная и отчасти доказанная угроза здоровью человека со стороны чужеродных веществ в продуктах питания привела к тому, что Всемирная организация здравоохранения и другие международные организации более 25 лет усиленно занимаются этими проблемами, а органы здравоохранения многих государств стремятся их контролировать".

Каковы гигиенические принципы и методика регламентирования ксенобиотиков в суточном пищевом рационе?

Достаточно полно материал на эту тему представлен в монографии Р.Д. Габовича и Л.С. Припутиной /5/. Они отмечают, что в гигиене питания базисным регламентом является допустимая суточная доза (ДСД) нормируемого чужеродного вещества. Это максимальная доза (в миллиграммах на I кг массы тела), ежедневное пероральное поступление которой на протяжении всей жизни человека безвредно, т.е. не оказывает неблагоприятного влияния на жизнедеятельность, здоровье настоящего и будущего поколений. Умножая ДСД на мас-

су тела человека, определяют допустимое суточное поступление (ДСП) чужеродного вещества (в миллиграммах в сутки) в составе пищевого рациона, в который входят суточный набор продуктов и вода (питьевая и в составе готовых блюд). Зная ДСД, ДСП и средний набор пищевых продуктов в суточном рационе, рассчитывают предельно допустимую концентрацию (ПДК) ксенобиотика в тех продуктах, в которых он может находиться. Общепринято, что ПДК ксенобиотика должна быть безвредной для человека (популяции) при длительном употреблении данного продукта, не должна ухудшать органолептических свойств продукта и его питательную ценность, превышать концентраций, требуемых по технологическому регламенту. ПДК выражают в миллиграммах на 1 кг или в миллиграммах на 1 л продукта, для пестицидов используют термин максимально допустимый уровень (МДУ). Вещество, обладающее высокой токсичностью ($LD_{50} < 50$ мг/кг) и персистентностью, способностью к кумуляции ($K_{\text{кум}} = 1-2$), выраженными канцерогенными, мутагенными или аллергенными свойствами, не применяется в качестве пищевой добавки.

Обоснование ДСД, ДСП, ПДК (МДУ) ксенобиотиков в пищевых продуктах проводится в ходе исследований по схеме, представленной на рис. 1 /б/.

Как видно из схемы, первый этап - подготовительный, заключающийся в предварительной токсиколого-гигиенической оценке нормируемого чужеродного вещества. Первичную токсикологическую характеристику ксенобиотика получают с помощью острого эксперимента на двух-трех видах модельных животных (крысах, мышах), определяют LD_{50} и затем с помощью расчетов устанавливают ориентировочную пороговую или подпороговую дозу вещества в хроническом эксперименте.

Второй этап - основной, в ходе хронического эксперимента определяют пороговую и максимальную недействующую дозу ($D_{\text{мн}}$) изучаемого вещества по общетоксическому действию. Порог вредного действия - это минимальная доза чужеродного вещества, вызывающая достоверные изменения биологических показателей по сравнению с таковыми контрольной группы.

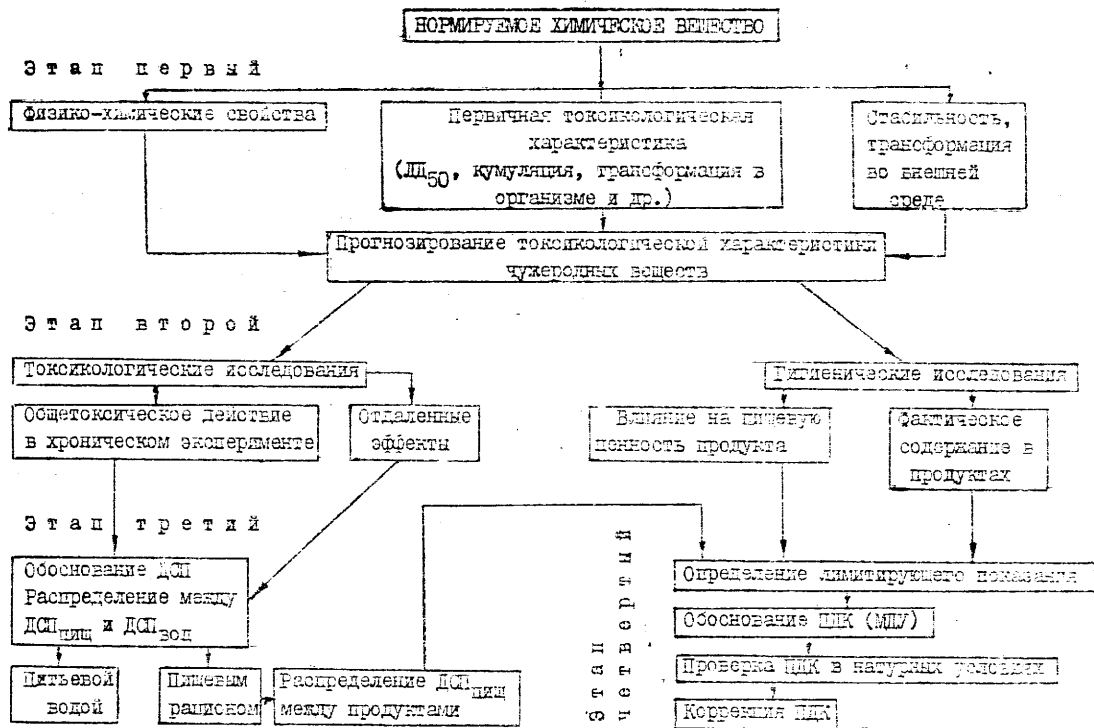


Рис. 1. Схема гигиенических исследований по регламентированию ДСП и ПНК чужеродных веществ в продуктах питания /5/.

На третьем этапе работы обобщают результаты исследований и обосновывают ДСД ксенобиотика и его ПДК в пищевых продуктах.

После того, как ПДК утверждена Минздравом СССР и ксенобиотик широко применяется в народном хозяйстве, наступает четвертый этап - наблюдения для подтверждения безопасности его использования и, если требуется, внесения поправок в гигиенические нормативы. Исследуется фактическое содержание ксенобиотика в продуктах и при наличии показаний - носительство его человеком /5/.

Человек постоянно подвергается воздействию многих химических токсикантов, список их ежегодно пополняется сотнями новых веществ. Все они требуют нормирования. Для решения этой задачи существуют ускоренные и экспресс-методы нормирования, которые основаны на корреляционной зависимости между порогом хронического действия вещества и его химической структурой, физико-химическими свойствами или токсическими параметрами, определяемыми в остром или кратковременном эксперименте /5, 10/. Нормативы, полученные с помощью ускоренных и расчетных экспресс-методов, называются ориентировочными безопасными уровнями воздействия вредного вещества (ОБУВ). Срок действия ОБУВ - 2-3 года, в течение этого периода разрабатывается ПДК по обычной методике.

Как видно, обоснование нормативов трудоемко и весьма недешево. В США длительность обоснования нормативов ДСД составляет 3-5 лет, а затраты на исследование одного вещества равны 300-600 тыс. долларов /5, 11/. Поэтому исследователи постоянно ищут новые возможности и методы для определения нормативов препаратов. Например, математическое прогнозирование ДСД токсиканта на основе его физико-химических свойств и данных первичной токсикологической характеристики позволяет отнести вещество к определенному классу опасности и сократить срок классического определения ДСД.

ГЛАВА 2. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Прежде чем представлять данные о металлических загрязнениях пищевых продуктов, напомним, что человеческий организм содержит многие металлы, хотя и в весьма малых концентрациях (около 0,01%). Отдельные элементы являются составной частью ферментов, гормонов и их относят к жизненно необходимым. Для большинства таких элементов определена оптимальная физиологическая потребность. Так, для взрослого человека суточная потребность составляет (в мг): в меди - 2,0-2,5, марганце - 5-6, кобальте - 0,1-0,2, цинке - 10-12, молибдене - 0,2-0,3, никеле - 0,6-0,8 и в железе - 15-20 /5/.

К.Рейли /12/ считает, что необходимые для человеческого организма металлы можно разделить по их количественному содержанию на два класса (табл.2). Калий, магний, кальций и натрий относят при этом к макроэлементам, остальные - к микроэлементам. Отмечено также /12/, что двадцать лет назад только 5 или 6 микроэлементов рассматривались как жизненно необходимые, но после разработки современных методов анализа число их значительно увеличилось.

Функции микро- и макроэлементов в некоторой степени перекрываются: металлы входят в состав костей и зубов; в виде растворимых солей участвуют в регулировании состава жидкостей и клеток организма; являются кофакторами многих ферментов и входят в состав функциональных белков. Процесс установления того, является ли металл действительно необходимым для организма, очень длителен, поэтому, по мнению автора /12/, представленная ниже классификация не является общепринятой. Не всегда можно установить различие между жизненно необходимыми и токсичными металлами, так как токсичность их может проявляться либо при потреблении в избыточном количестве, либо - при взаимодействии металлов в организме.

Д.А. Фиппс /13/ токсичными определяет такие металлы, которые не являются ни жизненно необходимыми, ни благотворными, но даже в малых дозах приводят к нарушению нормальных мета-

Классификация металлов, содержащихся в организме /12/

Г р у п п а	Металл (содержание, % от массы тела)
1. Макроэлементы, необходимые для функционирования организма	Ca (1,5-2,2), K (0,4) Na (0,2), Mg (0,05)
2. Микроэлементы, необходимые для функционирования организма	Fe (0,0035), Zn (0,025), Se (0,0003), Mn (0,0002), Cu (0,0001), Mo, Co, Cr, Si, Ni, Sn
3. Металлы, механизм действия которых не установлен, но существуют доказательства их участия	Ba, As, Sr, Cd, V
4. Металлы, метаболические функции которых неизвестны	Pb, Hg, Au, Ag, Bi, Sb, B, Be, Li, Ba, Ti и др.

болических функций. Патологические последствия и опасная доза ионно-металлического отравления трудно определить и изменчивы, зависят от многих факторов, особенно от таких, которые могут изменять уровень потребления металла и регулировать вызываемый им метаболизм.

Металлические загрязнители попадают в пищевое сырье различными путями: с растениями, выращенными на загрязненных почвах и водах в результате разработки рудных месторождений; при использовании для удобрения осадков из очистных сооружений или поливов недостаточно очищенными сточными водами; с обитателями загрязненных водоемов (гидробионты, маллюски-фильтраторы и хищные рыбы); с атмосферными выбросами промышленных предприятий, электростанций, транспорта; при контакте с металлической посудой, оборудованием, упаковкой и т.д. /5/.

Известные в мире специалисты в области охраны природной среды Дж.О.Приагу и Дж.М.Пацyna на основе многолетних систематических наблюдений рассчитали средние величины глобальных антропогенных потоков токсичных микроэлементов в воздух, воду, почву /14,15/ (табл.3).

Таблица 3

Средние уровни микроэлементов загрязнения, млн т/год /14/

Элемент	Воздух	Вода	Почва
Zn	131,88	226	2245
Cu	35,37	112	2073
Pb	332,35	138	1354
Ni	55,65	113	412
As	18,82	41	97
Mo	3,27	11	102
Se	3,79	41	42
Sb	3,51	18	57
V	8,6	12	67
Cd	7,57	9,4	28
Hg	3,56	4,6	12

Активная циркуляция микроэлементов, накапливающихся в природных средах и далее неизбежно по пищевым цепям, создает, по мнению специалистов, серьезную угрозу для здоровья современного человека, а также будущих поколений. Поэтому присутствие металлических контаминантов в пищевых продуктах в количествах, в 2-3 раза превышающих фоновые, нежелательно, а в количествах, превышающих ПДК - недопустимо /15/.

При рассмотрении вопроса об опасности металлических контаминантов, попадающих в организм человека с пищей В.Дж.Сталтс отмечает /16/, что абсолютный прием не единственный фактор, вызывающий развитие острой или хронической интоксикации. Существуют различные "безопасные" или "токсичные" уровни каждого микроэлемента в зависимости от условий.

Например, легко сохраняющийся в организме микроэлемент может с течением времени накапливаться в тканях настолько, что величина минимального приема, необходимая для возникновения токсического эффекта, уменьшается. На величину дозы, вызывающей как острую, так и хроническую интоксикацию, действуют также механизмы регулирования, включающиеся при поступлении отдельного микроэлемента в организм. Двумя самыми важными механизмами являются понижение всасывания и повышение выделения. Третий механизм — фиксация или аккумуляция токсичного микроэлемента в малоактивной ткани, например, в костях. Четвертый — детоксикация с последующим выделением нетоксичного комплекса. Как отмечается в работе /15/, эти регулирующие механизмы и возникающая токсичность зависят от физического и химического строения микроэлемента. На токсичность влияют также длительность воздействия, возраст, пол, состояние питания, иммунный статус, физическая активность и воздействие на индивидуум других токсичных веществ (например, алкоголя и табака).

В соответствии с требованиями, предъявляемыми Объединенной Комиссией ФАО/ВОЗ по пищевому кодексу (Codex Alimentarius), наиболее важными в гигиеническом контроле пищевых продуктов являются восемь микроэлементов — ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, цинк, медь, олово и железо /17-21/. В Советском Союзе подлежат контролю еще 7 элементов: сурьма, никель, селен, хром, алюминий, фтор, йод, а при наличии показаний и др. /22,23/.

Особой токсичностью отличаются такие тяжелые металлы, как ртуть, кадмий, свинец. Эти элементы обладают сильно выраженными токсикологическими свойствами даже при самых низких концентрациях.

Экспертный комитет ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам объясняет это кумулятивным свойством указанных металлов. Поскольку отдельные пищевые продукты, не употребляемые ежедневно, могут быть в довольно высокой степени загрязнены этими тяжелыми металлами, для них комитет ввел норматив, названный предварительным допустимым недельным поступлением (табл.4

Таблица 4

Предварительные рекомендации ВОЗ о допустимом
еженедельном поступлении токсичных тяжелых металлов
с пищей и через другие источники /9/

Токсичные тяжелые металлы	Н о р м а	
	мг на челове- ка	мг/кг массы тела
Ртуть (общая)	0,3	0,005
Метилртуть (в пересчете на Hg)	0,2	0,003
Свинец	3	0,05
Кадмий	0,4-0,5	0,0067-0,0083

Таблица 5

ПДК некоторых химических элементов в основных группах
пищевых продуктов, мкг/кг сырого продукта /5/

Элемент	Рыбные	Мясо- про- дукты	Молоч- ные про- дукты	Хлебные и зерно про- дукты	Овощи	Фрукты	Соки и на- питки
I	2	3	4	5	6	7	8
Ртуть	0,5	0,03	0,005	0,01	0,02	0,01	0,005
Кадмий	0,1	0,05	0,01	0,02	0,03	0,03	0,02
Свинец	1	0,5	0,05	0,2	0,5	0,4	0,4
Мышьяк	1	0,5	0,05	0,2	0,2	0,2	0,2
Медь	10	5	0,5	5	10	10	5
Цинк	40	40	5	25	10	10	10
Железо	30	50	3	50	50	50	15
Олово	200	200	100	-	200	100	100
Сурьма	0,5	0,1	0,05	0,1	0,3	0,3	0,2
Никель	0,5	0,5	0,1	0,5	0,5	0,5	0,3
Селен	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

1	2	3	4	5	6	7	8
Хром	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
Алюминий	30	10	1	20	30	20	10
Фтор	10	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Йод	2	1	0,3	1	1	1	1

/9/). Эти нормативы рассматриваются как основные до установления новых, основанных на изучении более широких и исчерпывающих данных.

Принятые в СССР временные нормативы содержания некоторых химических элементов в основных группах пищевых продуктов приведены в табл.5 /5/.

Большинство исследований, касающихся металлических загрязнений пищевых продуктов, посвящено восьми вышеуказанным элементам. Обобщение результатов ряда таких работ представлено в табл.6 /24/.

Из выше отмеченных токсичных элементов, загрязняющих пищевые продукты, представим ртуть, свинец и кадмий, являющиеся наиболее важными в гигиеническом контроле продуктов питания.

Ртуть легко образует большое число неорганических и органических соединений. Значительная часть их ядовита, причем органические соединения ртути относятся к опаснейшим, высокотоксичным веществам. Ртуть и ее соединения летучи, поэтому она повсеместно распространена в природе. Источниками ртути для биосферы являются горные породы, месторождения богатых ртутью ископаемых, извержения вулканов, испарения ртути с поверхности почвы и воды. Индустриальные источники ртути - ТЭС, электротехническая и целлюлозная промышленность, производство электролитического хлора, каустической соды и ртутных фунгицидов, соответственно сюда относятся стоки ряда производств и другие источники.

Таблица 6

Среднее содержание (числитель) и диапазон содержаний (знаменатель) наиболее часто определяемых токсичных элементов в пищевых продуктах, мг/кг /24/

Пищевые продукты и сырье	Медь	Цинк	Железо	Олово	Свинец	Кадмий	Мышьяк	Ртуть
I	2	3	4	5	6	7	8	9

Хлебобулочные и кондитерские изделия

Зерновые	$\frac{5,0}{3-20}$	$\frac{23}{11-40}$	$\frac{40}{20-110}$	$\frac{0,2}{0,02-0,4}$	$\frac{0,2}{0,1-0,6}$	$\frac{0,03}{0,01-0,04}$	$\frac{0,03}{0,004-0,08}$	$\frac{0,02}{0,008-0,07}$
Зернобобовые	$\frac{6,0}{4-9}$	$\frac{28}{20-40}$	$\frac{80}{25-250}$	$\frac{0,15}{0,03-0,22}$	$\frac{0,2}{-}$	$\frac{0,03}{-}$	$\frac{0,02}{-}$	$\frac{0,015}{-}$
Крупы	$\frac{4,9}{2-12}$	$\frac{22}{10-35}$	$\frac{31}{15-70}$	$\frac{0,1}{0,01-0,13}$	$\frac{0,17}{0,1-0,3}$	$\frac{0,018}{0,002-0,04}$	$\frac{0,03}{0,006-0,19}$	$\frac{0,015}{0,004-0,05}$
Мука, макаронные изделия	$\frac{3,4}{0,3-7}$	$\frac{20}{5-30}$	$\frac{41}{20-80}$	$\frac{0,1}{0,03-0,22}$	$\frac{0,10}{0,02-0,3}$	$\frac{0,018}{0,003-0,05}$	$\frac{0,03}{0,06-0,4}$	$\frac{0,015}{-}$
Хлеб	$\frac{2,6}{1-6}$	$\frac{10}{5-20}$	$\frac{23}{10-55}$	-	$\frac{0,12}{0,01-0,4}$	$\frac{0,023}{0,003-0,20}$	$\frac{0,02}{-}$	$\frac{0,005}{-}$
Бараночные и сухарные изделия	$\frac{2,4}{0,1-3}$	$\frac{7}{3-10}$	$\frac{25}{8-30}$	-	$\frac{0,10}{0,01-0,15}$	$\frac{0,026}{0,01-0,07}$	$\frac{0,05}{-}$	$\frac{0,01}{-}$
Отруби пшеничные	$\frac{7,9}{2-27}$	$\frac{100}{60-150}$	$\frac{60}{10-150}$	-	$\frac{0,40}{0,02-1,5}$	$\frac{0,070}{0,02-0,23}$	$\frac{0,10}{-}$	$\frac{0,025}{-}$

Продолжение табл.6

I	2	3	4	5	6	7	8	9
Соль поваренная	$\frac{2,7}{-}$	$\frac{6}{-}$	$\frac{38}{1-200}$	-	$\frac{1,0}{-}$	$\frac{0,05}{-}$	$\frac{0,05}{-}$	$\frac{0,005}{-}$
Сахар (песок)	$\frac{0,4}{0,1-0,9}$	$\frac{0,9}{0,2-2,0}$	$\frac{0,8}{0,2-4,0}$	-	$\frac{0,17}{1,01-0,5}$	$\frac{0,004}{0,001-0,016}$	$\frac{0,1}{-}$	$\frac{0,005}{0,004-0,006}$
Желатин	$\frac{15}{0,4-30}$	$\frac{5,0}{0,8-26,0}$	$\frac{30}{5-50}$	-	$\frac{0,6}{0,05-7,1}$	$\frac{0,01}{0,001-0,06}$	$\frac{0,05}{-}$	$\frac{0,005}{0,003-0,01}$
Орехи (ядро)	$\frac{13,8}{5-18}$	$\frac{21}{6-45}$	$\frac{33}{19-57}$	-	$\frac{0,12}{0,01-0,34}$	$\frac{0,03}{0,005-0,18}$	$\frac{0,1}{-}$	$\frac{0,02}{0,007-0,05}$
Карамель	$\frac{1,6}{0,4-5}$	$\frac{2,5}{0,7-9}$	$\frac{2,7}{1-8}$	-	$\frac{0,18}{0,01-0,45}$	$\frac{0,03}{-}$	$\frac{0,2}{-}$	$\frac{0,005}{-}$
Конфеты	$\frac{5,6}{2-12}$	$\frac{7,8}{2-30}$	$\frac{39}{-}$	-	$\frac{0,10}{0,01-0,6}$	$\frac{0,045}{0,008-0,11}$	$\frac{0,2}{-}$	$\frac{0,005}{0,005-0,01}$
Шоколад и какао-порошок	$\frac{33}{2-94}$	$\frac{60}{3-85}$	$\frac{100}{20-600}$	-	$\frac{0,08}{0,01-0,65}$	$\frac{0,1}{0,02-0,45}$	$\frac{0,067}{0,03-0,16}$	$\frac{0,08}{0,016-0,35}$
Муочные кондитерские изделия	$\frac{2,6}{1-3,5}$	$\frac{6,8}{2,6-8,0}$	$\frac{9,7}{4-26}$	-	$\frac{0,12}{0,01-0,3}$	$\frac{0,03}{0,01-0,08}$	$\frac{0,030}{0,01-0,04}$	$\frac{0,015}{0,004-0,03}$
Молочные изделия								
Молоко, кисло-молочные изделия	$\frac{0,1}{0,04-0,6}$	$\frac{4,5}{0,3-6,5}$	$\frac{0,7}{0,2-2,0}$	$\frac{0,03}{-}$	$\frac{0,05}{0,01-0,2}$	$\frac{0,02}{0,01-0,04}$	$\frac{0,03}{-}$	$\frac{0,003}{0,001-0,005}$

Продолжение табл. 6

I	2	3	4	5	6	7	8	9
Сухое и сгущенное молоко (на исходное молоко)	$\frac{0,12}{0,05-0,8}$	$\frac{5}{0,3-6,0}$	$\frac{1,0}{0,7-3,0}$	$\frac{28}{20-40}$	$\frac{0,05}{0,01-0,3}$	$\frac{0,025}{0,01-0,05}$	$\frac{0,03}{-}$	$\frac{0,003}{0,001-0,006}$
Сыры, творог	$\frac{0,8}{0,1-2,5}$	$\frac{44}{36-50}$	$\frac{10}{0,6-16}$	-	$\frac{0,2}{0,05-0,4}$	$\frac{0,1}{0,01-0,2}$	$\frac{0,1}{-}$	$\frac{0,01}{0,004-0,02}$
Масло сливочное	$\frac{0,04}{0,02-0,2}$	$\frac{0,3}{0,01-2,5}$	$\frac{2,0}{0,4-8,0}$	-	$\frac{0,03}{0,01-0,08}$	$\frac{0,01}{0,001-0,05}$	$\frac{0,02}{0,002-0,05}$	$\frac{0,02}{0,01-0,05}$
Растительные продукты								
Масло растительное	$\frac{0,28}{0,01-2,0}$	$\frac{0,36}{0,06-2,0}$	$\frac{1,0}{0,09-3,0}$	-	$\frac{0,027}{0,002-0,4}$	$\frac{0,025}{0,001-0,1}$	$\frac{0,036}{0,005-0,1}$	$\frac{0,025}{0,005-0,06}$
Маргарин и кулинарные жиры	$\frac{0,88}{0,05-5}$	$\frac{2,0}{0,05-10}$	$\frac{2,2}{0,05-10}$	-	$\frac{0,05}{-}$	$\frac{0,03}{0,01-0,1}$	$\frac{0,045}{0,01-0,1}$	$\frac{0,040}{-}$
Овощи, фрукты, ягоды и свежемороженые	$\frac{0,95}{0,2-4}$	$\frac{1,5}{0,2-10}$	$\frac{4,5}{0,8-24}$	$\frac{0,1}{0,05-0,2}$	$\frac{0,2}{0,03-0,7}$	$\frac{0,02}{0,007-0,07}$	$\frac{0,05}{0,002-0,16}$	$\frac{0,010}{0,03-0,03}$
Грибы свежие, консервированные и сухие (на исходный продукт)	$\frac{2,9}{-}$	$\frac{2,9}{2,5-4,0}$	$\frac{31}{10-70}$	-	$\frac{0,3}{-}$	$\frac{0,05}{-}$	$\frac{0,3}{-}$	$\frac{0,03}{-}$

Продолжение табл. 6

I	2	3	4	5	6	7	8	9
Консервы овощные, ягодные, фруктовые в стеклотаре	$\frac{1,0}{0,1-10}$	$\frac{2,0}{0,2-12}$	$\frac{5,5}{-}$	$\frac{0,15}{0,05-0,3}$	$\frac{0,2}{0,03-0,7}$	$\frac{0,02}{0,009-0,06}$	$\frac{0,05}{0,008-0,3}$	$\frac{0,010}{0,002-0,06}$
То же в сборной жестяной таре	$\frac{1,45}{0,1-15}$	$\frac{2,5}{0,4-15}$	$\frac{12}{-}$	$\frac{23}{2-290}$	$\frac{0,5}{0,04-3,0}$	$\frac{0,03}{0,01-0,2}$	$\frac{0,05}{0,007-0,4}$	$\frac{0,010}{0,004-0,03}$
Мясные продукты								
Мясо и птица свежие и замороженные	$\frac{2,0}{0,2-4}$	$\frac{25}{4-80}$	$\frac{25}{4-60}$	$\frac{0,5}{0,1-0,8}$	$\frac{0,2}{0,003-0,4}$	$\frac{0,02}{0,001-0,1}$	$\frac{0,05}{0,001-0,01}$	$\frac{0,012}{0,001-0,08}$
Колбасные и копченые изделия из мяса и птицы	$\frac{1,5}{0,5-5,0}$	$\frac{25}{-}$	$\frac{28}{16-50}$	$\frac{0,5}{-}$	$\frac{0,2}{-}$	$\frac{0,02}{-}$	$\frac{0,05}{-}$	$\frac{0,01}{-}$
Консервы из мяса и птицы в сборной жестяной таре	$\frac{1,5}{0,2-3,0}$	$\frac{28}{5-70}$	$\frac{33}{6-38}$	$\frac{26}{5-120}$	$\frac{0,3}{0,01-3,0}$	$\frac{0,04}{0,005-0,08}$	$\frac{0,05}{-}$	$\frac{0,010}{0,001-0,1}$
Субпродукты (печень) мясные и птичьи свежие	$\frac{40}{5,0-60}$	$\frac{50}{10-80}$	$\frac{94}{20-400}$	-	$\frac{0,2}{0,09-0,6}$	$\frac{0,1}{0,01-0,3}$	$\frac{0,2}{0,01-0,8}$	$\frac{0,018}{0,0015-0,2}$

Окончание табл. 6

I	2	3	4	5	6	7	8	9
Яйца и яичный порошок (на исходный продукт)	$\frac{0,8}{0,3-2,5}$	$\frac{II}{5-60}$	$\frac{25}{10-100}$	-	$\frac{0,08}{0,02-0,25}$	$\frac{0,005}{0,001-0,007}$	$\frac{0,05}{-}$	$\frac{0,009}{0,005-0,02}$
Рыбные продукты								
Рыба свежая и мороженая	$\frac{1,5}{0,3-4,0}$	$\frac{10}{4-100}$	$\frac{12}{3-30}$	$\frac{2}{0,3-10}$	$\frac{0,50}{0,03-3,5}$	$\frac{0,1}{0,01-0,8}$	$\frac{0,8}{0,05-8,0}$	$\frac{0,25}{0,017-1,5}$
Консервы рыбные в жестяной таре	$\frac{1,5}{0,3-5,0}$	$\frac{15}{-}$	$\frac{20}{9-100}$	$\frac{35}{2-200}$	$\frac{0,7}{0,04-5,0}$	$\frac{0,12}{0,01-0,9}$	$\frac{0,8}{0,01-8,0}$	$\frac{0,25}{0,02-1,5}$
Моллюски и ракообразные	$\frac{8,0}{0,1-200}$	$\frac{80}{3-150}$	$\frac{18}{4-180}$	$\frac{1,2}{0,8-2}$	$\frac{3,0}{0,2-15}$	$\frac{0,61}{0,01-25}$	$\frac{2,0}{0,4-45}$	$\frac{0,2}{0,01-2,5}$
Напитки								
Минеральные воды	$\frac{0,05}{-}$	$\frac{2,0}{-}$	$\frac{3,5}{2-40}$	-	$\frac{0,05}{-}$	$\frac{0,005}{-}$	$\frac{0,01}{-}$	$\frac{0,001}{-}$
Пиво, вино и другие спиртные напитки	$\frac{0,6}{0,1-5,0}$	$\frac{0,3}{0,03-4,0}$	$\frac{0,8}{0,1-7,0}$	$\frac{0,2}{-}$	$\frac{0,05}{0,01-0,2}$	$\frac{0,01}{-}$	$\frac{0,04}{0-0,1}$	$\frac{0,001}{-}$

Атмосфера играет ведущую роль в региональном распространении ртути. Ртуть, присутствующая может эффективно удаляться во время интенсивных л /25/ приведены следующие данные: наименьшее содержание в дождевых и подземных водах (0,001-0,1 мкг/л) ^{Hg} гатых ртутью горных пород - 1-5 и до 50 мкг/л, а кального загрязнения стоками содержание ртути в в тает до $1 \cdot 10 - 1 \cdot 10^2$ мкг/л. Значительное количество выпадает в донные отложения, где она может сохраняться годами, превращаясь в алкилртутные соединения и ясь в гидробионтах (рис. 2/26/).

Преимущественное содержание алкилртутных соединений (главным образом метилртути) в водных организмах но более высокой способностью этих соединений к г через биологические мембраны.

По загрязненности ртутью среди пищевых продуктов и продукты моря занимают особое место. Как отмечено /9,27/, 99% мирового улова содержат соединения ртути в глобальных концентрациях, что чаще всего объясняют близость в воздухе, акватории индустриальных, сельскохозяйственных и ивней. В точников загрязнения. Близостью антропогенных источников ртути объясняется также высокая загрязненность пресноводных водоемов.

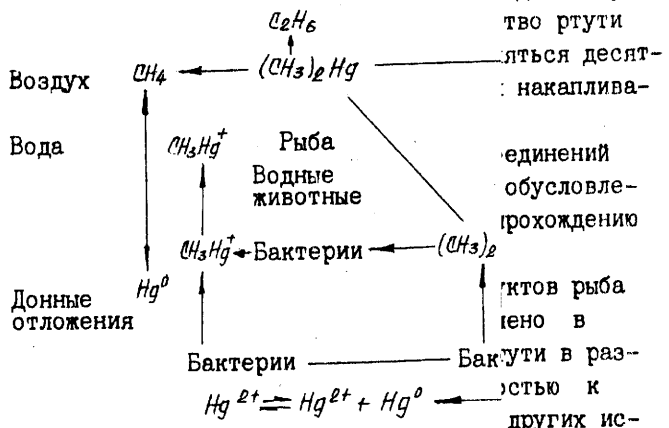


Рис. 2. Схема трансформации ртути в биосфере

По данным исследований Киевского НИИ гигиены питания, концентрация ртути в рыбе, выловленной из крупных рек, составляет /5/:

Хищные (щука, окунь судак, сом)	- 107-509 мкг/кг
мышцы	- 14,9%
печень	- 48,1%
Нехищные (лещ, линь, и др.)	- 79-200 мкг/кг
мышцы	- 21,7%
печень	- 61,7%

Среди морских рыб имеются семейства, отличающиеся высоким концентрированием ртути (до 1000 мкг/кг): тунцы, рыба-сабля и др. В рыбе, выловленной в Балтийском море, содержание ртути достигает 1000 мкг/кг, в загрязненных районах Средиземного моря - свыше 2000 мкг/кг. В мышечной ткани птиц, питавшихся этой рыбой, определяли ртуть до 19,300 мкг/кг. в печени в 2 раза больше /5,28/.

Высокие концентрации метилртути в промысловой рыбе (8000-30000 мкг/кг) явились причиной двух случаев массового отравления ею жителей в районах Минамото и Ниигата (Япония), после спуска в заливы промышленных вод, содержащих метилртуть и другие ртутные соединения. К 1974 г. в Минамото было выявлено более 700 случаев и в Ниигато более 500 случаев метилртутных отравлений. В клетках новорожденных в Минамото также была отмечена более высокая концентрация метилртути, чем у матерей. Это связано с большей (в 4 раза) тропностью этого соединения к тканям плода. Следствием такого тропизма явилось рождение большого числа детей с врожденными уродствами и редкими формами деформации скелета /15,29/.

Источником загрязнения ртутью сельскохозяйственных продуктов, наряду с ранее указанными, является использование ртутьсодержащих пестицидов. По данным /3/, во многих странах мира, в том числе и в Советском Союзе, чаще других видов интоксикаций ртутью наблюдались тяжелые острые и подострые отравления из-за ошибочного использования в пищу про-

травленного семенного зерна или полученной из него муки. Наиболее крупные отравления (6000 человек) произошли в Ираке в 1971–1972 гг. в результате употребления в пищу хлеба домашней выпечки из пшеницы, содержащей 3,7–14,9 мг/кг ртути, при этом среднее содержание метилртути в муке составило 9,1 мг/кг (диапазон колебания был в пределах 4,8–14,6 мг/кг)

Скармливание протравленного зерна птицам и сельскохозяйственным животным приводило к загрязнению ртутью продуктов животноводства. Ранее за рубежом использовали до 100 различных ртутьсодержащих пестицидов. При их запрещении значительно уменьшилось и количество определяемой ртути в сельскохозяйственных продуктах как растениеводства, так и животноводства /5,30/.

Металлическая ртуть и ее неорганические соединения действуют в основном на печень, почки, кишечный тракт. В обычных условиях они сравнительно быстро выводятся из организма и опасное для человека количество токсиканта не успевает накопиться. Период полувыведения неорганических соединений ртути из организма составляет 40 суток.

Гораздо более опасны ртутьсодержащие соединения. Поступившая в организм метилртуть переносится потоком крови, в желудочно-кишечном тракте наблюдается почти полное (на 95%) всасывание метилртути. Исследования секционного материала (головной мозг, печень, почки, жировая ткань), а также волос человека показали /27/, что метилртуть обнаруживается в подавляющем большинстве органов и тканей, причем процент обнаружения ее колеблется в пределах 86,8–96,8 от общего количества исследованных проб. Наиболее высокие концентрации в волосах. Средний уровень метилртути в них превосходил соответствующий уровень для головного мозга более чем в 15 раз, для почек, печени и жировой ткани, соответственно, в 9,11 и 6 раз. В наибольшем проценте проб исследуемых органов содержание метилртути не превышало 50 мкг/кг, в волосах 300–600 мкг/кг. В связи с этим некоторые исследователи склонны рассматривать волосы как индикатор ртутного отравления.

Период полувыведения метилртути из организма человека, как правило, не более 70 дней, но может колебаться от 35 до 189 дней. Метилированная ртуть по сравнению с другими ртуть-органическими соединениями гораздо медленнее разрушается и выводится из организма. Обладая чрезвычайно высоким химическим сродством к сульфгидрильным группам, метилртуть после поступления в организм превращается в связанную белком форму и только небольшое количество ее остается в диффузионной форме /5,9,15,31/.

Для того, чтобы оценить опасность для здоровья человека содержащихся в продуктах токсических веществ, обычно найденные уровни сравнивают с допустимыми. Содержание ртути в пищевых продуктах, по рекомендациям экспертного комитета ФАО/ВОЗ, не должно превышать 0,03 мг/кг, что ниже или на уровне фона. Человек при употреблении 1,5-2 кг пищевых продуктов получит 0,045-0,06 мг ртути в сутки, что примерно соответствует рекомендованному ДСП, равному 0,05 мг. Учитывая малое содержание органических соединений ртути в растительных продуктах и, наоборот, повышенное в гидробионтах и других продуктах, признано рациональным использование дифференцированных ПДК для различных групп продуктов (см. табл.6).

Свинец - типичный токсин, попадает в организм в основном через легкие и желудочно-кишечный тракт. Естественное присутствие свинца в почве и воде привело к его наличию во всех живых организмах. Дополнительное количество свинца попадает в пищевые продукты из загрязненной окружающей среды, причем тенденция к загрязнению со временем возрастает. Источниками загрязнения являются прежде всего энергетические установки, работающие на угле и жидком топливе, двигатели внутреннего сгорания, в которых используется горючее с присадкой тетраэтилсвинца как антидетонирующего средства. Пестициды, содержащие свинец, могут увеличить содержание свинца в овощах и фруктах. Меньшее значение как источники загрязнения пищи свинцом имеют оборудование, трубопроводы, упаковочные материалы и другие предметы обихода, контактирующие с продуктами.

По данным ФАО/ВОЗ /17,21/, среднее количество свинца, попадающее в организм с нормальными пищевыми продуктами, составляет 230-350 мкг в день; кроме того, из воздуха поступает еще примерно 90 мкг в день. Предварительный норматив допустимого недельного поступления свинца с продуктами (включая воду) - 0,05 мг/кг массы тела человека.

В.А. Тутельян отмечает /6/, что ежедневное поступление 2,0 мг свинца в организм человека может привести к развитию интоксикации через несколько месяцев, а доза в 10,0 мг - через несколько недель.

Токсическое действие свинца при поступлении в организм связано с взаимодействием ионов свинца с сульфгидрильными группами белков, в частности, ферментов, и образованием устойчивых соединений, блокирующих ферментные системы. Наряду с нарушением электролитического равновесия свинец влияет на биосинтез гемоглобина, нуклеиновых кислот, протеинов и различных гормонов. Около 90-95% накопленного в организме человека свинца "депонировано" в костях, это создает большую опасность хронической интоксикации. Такая медленно развивающаяся интоксикация трудно распознается. Одним из ранних признаков хронического отравления являются повышенное содержание свинца в крови.

Нормальное содержание свинца в продуктах, по данным исследований /9/, составляет 0,1-1 мг/кг. В ряде стран установлены допустимые количества свинца в пищевых продуктах: напитках - 0,3 мг/л, воде - 0,1 мг/л, для твердых продуктов около 2,5 мг/кг, для овощей и фруктов - около 8 мг/кг (на сухое вещество).

Кадмий и его соли оказывают сильное токсическое действие на человека и животных, поступая, как правило, в организм с пищевыми продуктами. К. Рейли считает /12/, что кадмия в продуктах питания содержится обычно мало, за исключением случайных загрязнений. Источником загрязнения кадмием пищевых продуктов растительного происхождения служат сточные воды некоторых промышленных предприятий (автомобилестроение, производство пластмасс, красителей и др.), а также фосфорные удо-

брения. О последствиях промышленного и других форм загрязнения можно судить по результатам определения кадмия в японском рисе. В зернах, выращенных на загрязненных почвах, концентрация кадмия была 0,05-0,07 мг/кг, а в зернах, собранных с загрязненных земель, - около 1 мг/кг.

Установлено, что для человека весом 70 кг потребление кадмия с продуктами питания и напитками в сутки составляет: в Великобритании - 10-30 мкг; в Швеции - 10-20, в США в среднем 39 мкг /12/.

Поступающий в организм с продуктами питания кадмий (~ 5%) накапливается в основном в почках, меньше в печени и других органах. Нарушения в работе почек наступают при концентрации кадмия в корковом слое почек около 200 мг/кг. Нормальная концентрация кадмия в почках около 30 мг/кг. Продолжительное поступление в организм кадмия вызывает тяжелые заболевания почек и костей, причем даже после прекращения воздействия кадмия повреждения, произошедшие в почках, остаются необратимыми. Экспертный комитет ФАО/ВОЗ считает, что критерием опасности кадмия является его содержание в почках и не рекомендует допускать превышение нормального уровня. Временно принятая ФАО/ВОЗ допустимая недельная доза кадмия 0,3-0,4 мг /9,12/.

Кроме того, токсичность кадмия зависит от содержания цинка в пищевых продуктах и она уменьшается при повышенном приеме цинка.

Одним из факторов, приводящих к увеличению количества попадающего в организм кадмия, является курение. С каждой сигаретой курильщики вдыхают 0,1-0,2 мкг кадмия.

Из других загрязняющих пищевые продукты токсичных металлов следует отметить олово (источник загрязнения - луженные консервные банки из белой жести), медь (котлы, трубопроводы и другая аппаратура), алюминий (бытовая посуда, фольга). Несмотря на то, что количества этих металлов, попадающих в пищу из указанных источников, в основном не превышают токсичные дозы, необходимо придерживаться обычно рекомендуемых правил пользования этими бытовыми предметами.

2.1. Загрязнение пищевых продуктов радиоактивными изотопами

Радиоизотопы, поступающие с пищей в организм человека, представляют особую значительную опасность для его здоровья.

Радиоактивные изотопы в наш атомный век широко применяются в медицине для диагностики и лечения, в промышленности для контроля технологических процессов, в сельскохозяйственной науке для оценки эффективности различных агроприемов и в исследованиях на сельскохозяйственных животных.

Откуда возникает опасность, ведь все живое на земле постоянно подвергается воздействию ионизирующих излучений, т.е. радиационного фона?

Радиационный фон обусловлен суммой внешних и внутренних источников ионизирующих излучений. К внешним источникам природного фона относится космическая радиация и излучения природных радионуклидов, рассеянных в почве, воздухе, воде. Внутренними источниками природной радиации являются радиоизотопы, содержащиеся в самом организме и поступающие в него с пищей, водой, воздухом.

Внешние и внутренние источники излучения, действуя непрерывно, сообщают организму определенную поглощенную дозу. Для человека эта доза, составляющая в год в среднем около 0,12 рад на гонады и 0,13 рад на скелет, считается безопасной /32/.

Кроме естественных радиоизотопов известно много искусственных, образующихся в результате различных ядерных реакций в ядерных реакторах или в результате ядерных взрывов. В связи с этим испытательные ядерные взрывы и аварийные ситуации на атомных станциях как дополнительные источники облучения населения представляют особую опасность.

При ядерных взрывах образуется около 250 различных изотопов (из них 225 радиоактивных), являющихся осколками деления ядер тяжелых элементов ^{235}U , ^{239}Pu , ^{233}U , ^{238}U и продуктов их распада. Эти радиоактивные вещества имеют различные периоды полураспада: от секунд и минут после взрыва до нескольких десятков лет и более. Соотношение в смеси радиоизотопов изменяется в сторону обогащения долгоживущими продуктами деления за счет распада короткоживущих.

Первые месяцы после взрыва наибольшую опасность в смеси осколков деления представляют йод-131, барий-140 и стронций-89, а в последующем - стронций-90 и цезий-137*

Изотопы стронция, в том числе радиоактивный ^{90}Sr , по химическим свойствам являются аналогами кальция, который необходим для развития растений и животных. Через корневую систему растения поглощают из почвы соли кальция одновременно с радиоактивным стронцием. Животные, питаясь растительной пищей, получают кальций и стронций для построения костных тканей. Независимо от путей поступления стронция-90 в организм человека практически все его количество (99%) откладывается в костной ткани /33/. Депонируясь в скелете и оставаясь там длительное время, постоянно облучая ткани, стронций-90 вызывает изменения в костной ткани и кроветворном костном мозге в значительно большей степени, чем в других тканях и органах. У животных под действием стронция-90 отмечаются снижение иммунобиологических и защитных свойств, иммунитета, угнетения фагоцитарной активности клеток крови и тканевых элементов, нарушаются все виды обмена веществ.

Изотопы цезия, в том числе радиоактивный цезий-137, по химическим свойствам являются аналогами калия. Поступая в организм животных из растительной пищи, цезий-137 распределяется, как и калий (до 80%) в мягких тканях (в мышцах, печени и т.д.). Около 90% цезия-137, поступающего с пищей, выводится с мочой, т.е. почки являются основным путем выведения цезия. В скелете задерживается до 3-4% цезия.

Таким образом, цезий-137 накапливается в продуктах растительного (хлеб, крупы, овощи, плоды и т.д.) и животного (мясо, рыба, пищевые продукты моря и т.д.) происхождения /6,32-34/.

Загрязнение пищевых продуктов радиоактивными изотопами можно проиллюстрировать на примере трагической аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. В связи с этим представим данные, опубликованные в /35/.

*Период полураспада йода-131 - 8,06 дня, стронция-89 - 51 день, стронция-90 - 28,6 года, цезия-137 - 30,2 года.

Интенсивный выброс радиоактивных газов и аэрозолей из аварийного блока ЧАЭС, продолжавшийся 10 дней, привел к загрязнению местности сложной смесью радиоактивных изотопов.

Основным дозообразующим фактором для населения в первые дни и недели был изотоп ^{131}I , который появился в молоке коров уже на 2-3 сутки после аварии. Загрязненными оказались питьевая вода, молокопродукты, рыба, столовая зелень.

Анализ данных радионуклидного состава почвы и растительности вблизи ЧАЭС, к северу и северо-востоку от нее показывает, что на юге Гомельской области, вблизи ЧАЭС, в радиоактивных выпадениях заметная доля принадлежала радионуклидам цезия - ^{144}Cs ; ниобия - ^{75}Nb , а к северу и северо-востоку (Брянская область) основная доля нуклидов представлена цезием - ^{137}Cs , ^{134}Cs и рутением - ^{106}Ru .

В табл. 7 /35/ представлены данные загрязненных пищевых продуктов ^{90}Sr в среднем по СССР. Отмечено, что на территориях РСФСР, УССР и БССР концентрация ^{90}Sr на порядок выше, но в то же время уровни ^{90}Sr в пищевых продуктах ниже тех значений, которые могут обусловить превышение суточной дозы, предусмотренной нормами радиационной безопасности, утвержденными в 1976 г. (НРБ-76).

Данные замеров радионуклидов цезия по обследуемым регионам также свидетельствовали о возрастании после аварии содержания цезия в пищевых продуктах, особенно в молоке.

Представляют интерес и данные, приведенные в табл. 8 /35/, характеризующие реальные уровни поступления ^{137}Cs и ^{134}Cs с пищевым рационом в организм человека. Следует однако отметить, что опубликованные данные не превышали утвержденный норматив.

Отмечено, что количество ^{137}Cs , поступающего в организм человека с пищевыми продуктами в реальных условиях того или иного населенного пункта, зависит не столько от плотности выпадений этого нуклида, сколько от полноты и тщательности выполнения рекомендованных защитных мер.

По роли пищевых продуктов в облучении населения радиоцезием (при отсутствии бракеража) их можно разложить следую-

Таблица 7

Среднее содержание ^{90}Sr в отдельных пищевых продуктах ($\text{к} \cdot 10^{-12}$ Ки/кг, л) по данным радиологических отделений санэпидстанций /35/

Регион	Молоко		Хлеб пшеничный		Картофель	
	1985	II-IV кв. 1986	1985	II-IV кв. 1986	1985	II-IV кв. 1986
СССР	2,9	17,0*	4,2	9,9	3,8	8,2
РСФСР	3,3	21,0	6,1	6,2	4,3	6,0
Центр европейской части РСФСР	3,4	50,0	5,2	13,0	4,1	11,3
УССР	2,6	23,8	5,1	19,1	3,7	14,0
БССР	5,4	55,0**	2,4	62,6	6,2	38,0

* Без данных по Гомельской и Могилевской областям, БССР

** По результатам III-IV кварталов.

Таблица 8

Реальные средние уровни суточного поступления ^{137}Cs в организм человека с пищевым рационом в одном северном и трех южных районах Гомельской области /35/

Пищевые пути поступления ^{137}Cs	Июль 1986г.	Август 1986г.*	Июнь 1987г.
I	2	3	4

Суточное поступление ^{137}Cs в организм с продуктами питания с учетом контроля и их бракеража 10^{-8} Ки/сут

6,36 2,04 1,53

I	2	3	4
Суточное поступление ^{137}Cs в организм от ВДУ, утвержден- ного 30 мая 1986г.	19,3%	6,2%	4,6% ^{**}
Вклад отдельных продуктов в суточное поступление ^{137}Cs в организм человека, %:			
молоко	75,5	23,5	15,7
мясо	19,6	61,2	40,8
рыба	-	-	3,4
фрукты и ягоды	4,6	14,4	19,2
картофель	0,1	0,3	16,2
овощи	0,03	0,1	3,1
хлеб и хлебобродуцкты	0,09	0,3	1,3
прочие продукты	0,08	0,2	0,3

* С августа 1986 г. ВДУ содержания радиоактивных веществ в молоке был снижен в 10 раз - до $1 \cdot 10^{-8}$ Ки/л;

** Среднее поступление радиоактивных веществ в пищевой рацион за год после аварии - до мая 1987 г. - составило примерно $1 \cdot 10^{-6}$ Ки, что соответствует годовой дозе внутреннего облучения всего тела около 0,5 сЗв (0,5 бэр).

щим образом: молоко, мясо, фрукты (косточковые, яблоки) и ягоды (смородина, крыжовник, дикорастущие), картофель, овощи, рыба, грибы, хлеб. Высокое содержание радионуклидов было обнаружено в чае.

В районах, прилегающих к территории ЧАЭС, и на загрязненных участках "цезиевых пятен" в 1986 г. были забракованы наряду с молоком и мясом до 20-30% садовых ягод, косточковых плодов, столовой зелени, около 10% фруктов (картофель оставался чистым), в 1987 г. — лишь часть молока, мяса, лесных ягод, грибов, рыбы.

В материалах /35/ отмечено, что существенная часть радиоцезия продолжает находиться в доступной для растений форме. Исследователи считают, что эта доля примерно такая же, как доля цезия глобального происхождения, обнаружившаяся в почве в 70-х годах. Анализ последних данных показывает, что четкой зависимости между способностью цезия переходить из почвы в растительность (кормовые травы) и типом почвы, а также долей в ней доступного для усвоения цезия не прослеживается. Видимо, это связано с тем, что основная часть цезия лежит в верхнем слое и еще не проникла вглубь. Агротехнические мероприятия, как показывают данные, позволяют снизить накопление радиоцезия в сельскохозяйственной продукции.

Ученые считают, что для прогнозирования миграции радиоцезия по пищевым цепям в районах Украинско-Белорусского Полесья и скорости "очищения" этих цепей необходимы дальнейшие исследования. Важна реабилитация земель внутри 30-километровой зоны, где наряду с радиоцезием могут иметь значение плутоний ^{239}Pu и стронций ^{90}Sr .

На территориях, плотность загрязнения которых ^{137}Cs превышает 10-15 Ки/км², в течение длительного времени нельзя будет получать молоко, отвечающее действующим нормативам радиационной безопасности и пригодное к употреблению без переработки.

На территориях с максимальной плотностью выпадений радионуклидов цезия уровень их поступления в организм человека с сельскохозяйственными продуктами местного производства (без

продуктов животноводства) с осени 1987 г. составлял (6-8) $\cdot 10^{-9}$ Ки/сут, что соответствует годовой дозе внутреннего облучения около 100-150 мбэр.

Таковы некоторые данные, представленные на научной конференции "Медицинские аспекты аварии на Чернобыльской АЭС", состоявшейся в Киеве в 1988 г. Следует отметить, что разумное использование облучения пищевых продуктов для их сохранения используется в разных странах более 25 лет, причем проводится оно в соответствии с программой ФАО/МАГАТЭ/ВОЗ /36/.

Облучение (обработка гамма-лучами) - это физический процесс обработки пищевых продуктов и в этом смысле его можно сравнить с термообработкой или замораживанием. Единственной специфической характеристикой облучения является особый вид используемой энергии.

Отношение к применению облучения продуктов со стороны потребителей противоречиво. Однако, благодаря утверждениям ученых, после того, как в 1980 г. Комитет экспертов ФАО/ВОЗ объявил о том, что этот процесс повышает степень безвредности пищевых продуктов без использования дополнительных химических средств, в ряде государств стали применять эту технологию. Так, во Франции, Бельгии, ФРГ, Бразилии и других странах этот процесс используется для сохранения и обезвреживания цыплят, рыбы, лука. В США в 1988 г. было получено разрешение по применению радиации для обработки свинины с целью борьбы с Trichinosis и для очистки от загрязнений растительных приправ /37/. Более 25 стран используют эту технологию обработки пищевых продуктов /38/.

На состоявшейся в 1988 г. международной конференции, организованной ФАО/МАГАТЭ/ВОЗ Центра международной торговли ЮНСТАД/ТАТТ по признанию и контролю облученных пищевых продуктов и торговле ими был принят международный документ в котором (наряду с другими важными положениями) было подчеркнуто, что облучение пищевых продуктов - важное дополнение к методам борьбы с патогенными организмами и не представляет какой-либо дополнительной опасности для здоровья человека.

В связи с этим признание потребителем облученных продуктов — решающий фактор успешного внедрения их в торговлю. Но такому признанию может способствовать распространение соответствующей информации. Правительствам при этом следует обеспечить введение процедуры законодательного регулирования в отношении контроля обработки и торговли облученными продуктами.

ГЛАВА 3. КАНЦЕРОГЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Способность различных веществ вызывать опухоли определяется экспериментами на животных, а у человека — в результате эпидемиологических исследований, позволяющих установить взаимосвязь между действием этих веществ и онкологической заболеваемостью. Ни одно вещество не может считаться безвредным для человека, если оно в опытах оказалось канцерогенным для какого-либо вида животных в любой дозе при одном или разных путях введения. Именно в опытах на животных была доказана канцерогенность полициклических ароматических углеводородов — нитрозосоединений и афлатоксинов.

Международное агентство по изучению рака (МАИР) в 1982 г. для дифференцирования степени канцерогенности изученных к тому времени химических веществ разделило их на 3 группы. /5/. В первую группу были включены вещества, канцерогенное действие которых установлено экспериментальными и эпидемиологическими исследованиями. Это мышьяк и его соединения, бензол, бензидин, винилхлорид, 2-нафтиламин, 4-аминобифенил, смола, сажа, нефтепродукты и др.

Вторая группа химических веществ содержит подгруппы, в которую входят соединения, канцерогенность которых доказана экспериментально без эпидемиологических исследований. Это бенз(а)пирен, составные компоненты смол и сажи, канцерогенные нитрозамины, афлатоксины, акрилонитрил, диэтилсульфат, производные анилиновых красителей, о-толуидин и др. Во вторую подгруппу включены вещества, для которых канцероген-

ность эпидемиологическими исследованиями не доказана, а экспериментальные имеют низкую степень достоверности. В этой подгруппе кадмий и его соединения, CSH_4 , CHSH_3 , ДДТ, бензотрихлорид, 1,4-диоксан, полихлорированные бифенилы, этиленоксид, некоторые гербициды и др.

К третьей группе отнесены химические соединения, канцерогенные свойства которых недостаточно доказаны или противоречивы.

С 1972 по 1985 гг. МАИР дало заключение о канцерогенности более 600 химических веществ, сложных смесей и некоторых производственных процессов /39/.

Циркулирующие в окружающей среде канцерогены образуются в результате деятельности человека, продуцируются живыми организмами или возникают абиогенно (выбросы вулканов, коксохимические процессы). Наиболее опасны загрязнения антропогенного происхождения: дымовые выбросы отопительных систем, промышленных предприятий и транспорта, приводящие к накоплению канцерогенов в атмосфере, почве, водоемах (табл.9 /40/).

Использование для кормления животных растительного сырья и кормов, загрязненных ПАУ, пестицидами (последние при нитрозировании в организме образуют канцерогенные соединения), приводит к их накоплению в мясе животных, яйцах, коровьем молоке и молочном жире /41-43/.

Технология переработки пищевых продуктов также создает возможность загрязнения их канцерогенами. На протяжении многих лет известно, что БП и другие ПАУ могут образовываться в мясных и рыбных продуктах при их жарении, копчении или при кулинарной обработке с использованием перегретых жиров /44/. Считают, что хорошие повара не пережаривают пищу, а лишь поджаривают ее. Химические изменения, происходящие при жарении (при температуре $100-200^\circ$), недостаточно изучены, хотя доказано (на мышах), что при этом образуются различные химические вещества, которые могут повреждать или даже вызывать фрагментацию генетического материала как в культивируемых клетках, так и в клетках желудочно-кишечного тракта /45/.

Таблица 9

Фоновый уровень бенз(а)пирена (БП) в почве, растительности и объектах водной среды сельскохозяйственных районов /40/

Среда	Объект изучения	Содержание БП, мкг/кг сухого вещества
Почва	Районы, где не обнаружены источники экзогенного загрязнения ПАУ	До 1,0-3,0
	Районы, где можно предположить незначительные источники загрязнения	До 5,0-10,0
Растительность	Травы, злаки, овощи, фрукты	До 1,0-5,0
Пресноводные водоемы	Вода	0,0001
	Донный песок	До 1,0-3,0
	Высшие водные растения и водоросли	До 1,0-3,0

Еще одним источником канцерогенов в пищевых продуктах является использование некоторых пищевых добавок таких, как пищевые красители азо- и трифенилметанового ряда, ароматические добавки к безалкогольным напиткам и пиву, подслащающие вещества- цикламаты. Например, большие дозы сахарина вызывают опухоли мочевыводящих органов у самцов крыс, усиливают действие на мочевой пузырь других канцерогенов.

Опасны в пищевых продуктах канцерогены биогенного происхождения. Это метаболиты высших и низших растений, микроорганизмов, продуцирующих канцерогенные микотоксины.

Канцерогенными примесями в пищевых продуктах являются гормональные препараты, используемые для ускорения роста сельскохозяйственных животных и птицы, а также некоторые препараты из ветеринарной практики. Подтверждено, что эстрогенные препараты (диэтилстильбэстрол, эстрадиол-17) и прогестины (хлорадион, прогестерон, медроксипрогестерон) вызывают у экспериментальных животных опухоли различной локализации. Прогестины усиливают действие других химических канцерогенов и вирусов, повышают частоту "спонтанных" опухолей /5,40,46/.

И, наконец, недостаточно квалифицированное хранение и транспортировка пищевых продуктов способствуют дополнительному загрязнению их канцерогенами. Это возможно при контакте с парафинами, битумом, резиной (где сажа наполнитель), пластмассами и полимерными материалами, из которых могут мигрировать в продукты ПАУ, нитрозосоединения, винилхлорид, полихлорированные ди- и трифенилы, тяжелые металлы и другие химические канцерогенные соединения.

Коротко перечислены основные источники загрязнения пищевых продуктов канцерогенными соединениями, суммарно они сведены в следующую схему (рис. 3).

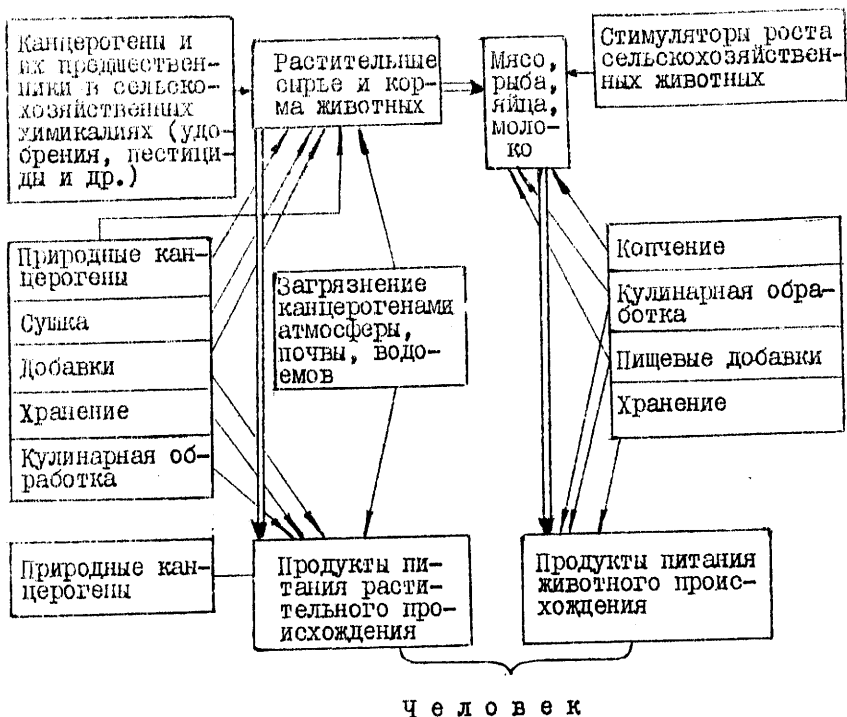
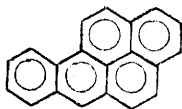


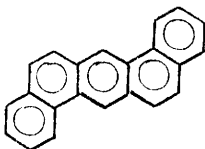
Рис. 3. Источники загрязнения пищевых продуктов канцерогенными веществами /5,46/.

3.1. Полициклические ароматические углеводороды

В истории изучения химического канцерогенеза полициклическим ароматическим углеводородам (ПАУ) принадлежит особое место. Представителя этого класса соединений бенз(а)пирен (БП), входящего в состав сажи и смолы, относят к классическим канцерогенам. К настоящему времени идентифицировано более 200 канцерогенных представителей ПАУ. Наиболее активные, кроме БП, — дибенз(а)пирен, дибензантрацен — умеренно активные — бензфлуантентен; менее активные — дибенз(а)пирен, бензантрацен и др. /9,47/.



3,4-бенз(а)пирен



1,2,5,6-дибензантрацен

БП, обладающий наибольшей стабильностью и наиболее сильными канцерогенными свойствами среди других канцерогенных ПАУ, исследователями принят за своеобразный индикатор канцерогенных ПАУ в анализируемых объектах. По данным /48/, канцерогенная активность реальных сочетаний ПАУ на 68-79% обусловлена БП. Канцерогенные ПАУ даже в малой дозе вызывают злокачественные опухоли в месте воздействия, при пероральном, респираторном поступлении в организм и воздействии на кожу. Исследования на мышах показали, что особенно чувствительны к ним новорожденные.

ПАУ широко распространены в окружающей среде. Основные источники их находятся в промышленных районах. Например /9/, в индустриальных областях ЧССР содержание БП составило 2-6 мкг/кг, в перегное 24-127, в лесных почвах ЧРГ 0,5-4 мкг/кг. Уровень загрязнения увеличивается в районах с интенсивным движением транспорта до 3000 мкг/кг, на железнодорожном полотне концентрации БП достигают 2040 мкг/кг, а на территории нефтеочистительного завода — 200000 мкг/кг, на территории завода по выработке сажи — до 650000 и 1000000 мкг/кг.

В сельских местностях СССР концентрация БП в почве варьировала от 0,1 до 22 мкг/кг. (наибольшее количество проб содержало 1-3 мкг/кг); в промышленных районах, например, на расстоянии 200 м от ТЭЦ-достигало 1600 мкг/кг, уменьшаясь по мере удаления до 76 мкг/кг (5000 м) /5/.

Загрязнение зерновых культур, овощей и фруктов ПАУ возможно двумя путями: поверхностным - из атмосферы и внутренним - через корневую систему. Мытьем вместе с пылью можно удалить с поверхности загрязненных продуктов до 20% ПАУ, но часть канцерогенных соединений мигрирует внутрь плода.

Транслокация плохо растворимого в воде БП из почвы в растение зависит от pH и веществ, увеличивающих растворимость БП. По степени накопленности БП в съедобных частях растений культуры располагаются в следующем порядке: салат > редис > картофель > морковь > капуста > огурцы > пшеница. Для различных культур существуют разные критические концентрации БП в почве, превышение которых приводит к резкому накоплению его в культурах. Если концентрация БП в почве не превышает 200 мкг/кг, то нет выраженного накопления БП /5/.

Пищевое сырье может быть загрязнено ПАУ при его дальнейшей термической обработке. При сушке зерна дымом из необработанного бурого угля загрязнение БП увеличивается от первоначального в 10 раз, дымом от мазута - в 2-3 раза, дизельного топлива - на 140-170% /49/. То же самое и при сушке фруктов и овощей. При выпечке хлеба до 0,5 мкг/кг БП обнаружено в подгоревшей корке и до 0,75 мкг/кг в подгоревшем бисквите.

Жарение продуктов незначительно увеличивает содержание в них БП, копчение - значительно. Особенно это относится к мясным и рыбным продуктам (табл. 10 /4/). При копчении в наружной части продукта БП немного больше, чем во внутренней. При хранении происходит миграция канцерогена внутрь, поэтому не рекомендуется длительное хранение копченых продуктов /50/.

Таблица 10

Содержание БП в пищевых продуктах, мкг/кг /50/

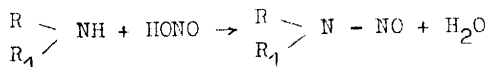
Пищевой продукт	Концентрация БП	Пищевой продукт	Концентрация БП
Свинина свежая	Не обнаружен	Мука	0,2-1,6
Говядина свежая	" - "	Хлебобулочные изделия	0,13-0,47
Колбаса вареная	0,26-0,5	Ржаной хлеб	0,08-1,63
Колбаса копченая	0-2,1	Белый хлеб	0,08-0,09
Окорок, корейка	16,5-29,2	Зерно	0,17-4,38
Камбала свежая	15	Кочанная капуста	12
Красная рыба	0,7-1,7	Цветная капуста	24
Копченая рыба	0,1-6,7	Картофель	10-16,6
Сельдь холодного копчения	11,2	Кофе пережаренный	5,6-6,1
Подсолнечное масло	0,93-30	Чернослив	1-16
Сливочное масло	0,03-0,5	Сушеные фрукты:	
Молоко	0,01-0,02	сливы	23,9
		яблоки	0,3
		груши	5,7

Загрязнение рыбы, особенно ведущей придонный образ жизни, обусловлено загрязненностью водоемов сточными водами промышленных предприятий. Содержание БП в стоках достигает 1000-50000 мкг/м³, а общее содержание ПАУ на порядок выше, концентрация БП в теле рыб - 5-70 мкг/кг и более. Поэтому особого внимания заслуживает очистка сточных вод промышленных предприятий, а также питьевой воды.

Исследования обоснования допустимого суточного потребления (ДСП) БП на мышах при пероральном поступлении его с пищей показало, что минимальная эффективная (индуцирующая рак) суммарная доза БП равна 1 мкг/кг массы тела, а максимальная неэффективная - 0,1 мкг/кг. Для человека с массой 60 кг суммарная доза БП в сутки составит 0,24 мкг, в год - 0,086 мг, за 70 лет - около 6 мг /51,52/.

3.2. Нитрозамины

Широко распространенные в окружающей среде нитрозамины (НА) признаны наиболее сильнодействующими химическими канцерогенами /53/. Образуются НА при взаимодействии нитритов с вторичными и третичными аминами:



где R, R₁ - алкильные, арильные, гетероциклические радикалы

При исследовании 100 различных НА 80 оказались канцерогенными, причем некоторые вызывают рак любого органа или многих органов у животных даже при одноразовом введении в организм /9,54/. Для НА прослеживается прямая зависимость бластомогенного эффекта от дозы и времени их действия на организм. Эта зависимость сохраняется и при низких концентрациях канцерогенов. Низкие однократные дозы суммируются и становятся необратимыми. Доза НА, вызывающая опухоли у новорожденных или молодых животных, оказывается более низкой, чем доза взрослых животных, а период возникновения опухолей - более коротким /46/. Исследователи показали, что однократная подкожная инъекция N-нитрозо-N-этилмочевины в дозе 20 мг/кг новорожденным или 10-дневным крысам вызывает опухоли в 100% случаев. Это свидетельствует о серьезной опасности, которую представляет для человека любое отравление НА /55,56/.

НА обладают высокой реакционной способностью и вступают в реакции комплексообразования, окисления, восстановления, нитрования, фотохимические и др. Они отличаются высокой летучестью, относительно стабильны и способны длительное время находиться в объектах окружающей среды без существенных изменений, загрязняя воду, воздух, почву, корма, пищевые продукты и т.д. /57/.

Предшественниками НА являются вторичные амины и нитриты. Они содержатся в большинстве пищевых продуктов и об-

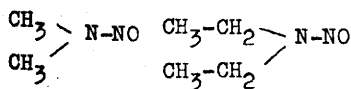
разуют НА при их варке, жарении, солении, копчении, а также при длительном хранении.

Амины – промежуточные продукты метаболизма белков, присутствуют почти во всех пищевых продуктах, богатых белками. Особенно высокие концентрации аминов в рыбных продуктах, зернобобовых, ячмене, солоде и т.д. Количество аминов, поступающих в организм человека при одном приеме пищи, может превышать 10 мг /46/, по другим данным /9/ достигает 100 мг.

Нитриты (соли азотной кислоты) содержатся не только в природных и сточных водах, но и в пищевых продуктах растительного и животного происхождения. Нитриты во многих странах добавляют в мясо, колбасы, рыбу, сыры в качестве консерванта. С пищей и питьевой водой в организм человека может поступать до 13 мг нитритов.

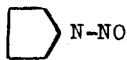
В большем количестве пищевые продукты, особенно овощи, содержат нитраты, легко восстанавливающиеся под действием различных факторов в нитриты (в организме человека под воздействием ферментов, бактерий). Нитраты (соли азотной кислоты) широко применяются в сельском хозяйстве в качестве высокоэффективных минеральных удобрений. Внесение нитратов в почву сопровождается накоплением их в растениях (см. также гл.4). Преобладание растительной компоненты в рационе питания увеличивает поступление нитратов в организм человека /58-64/. Вообще азотсодержащие удобрения и пестициды из ряда аминов представляют собой масштабный источник предшественников для синтеза канцерогенных НА.

Наиболее часто такие нитрозосоединения, как N-нитрозодиметиламин (НДМА), N-нитрозодиэтиламин (НДЭА), N-нитрозопирролидин (НПир), N-нитрозопиперидин (НПип), обнаруживают во всех видах мясных продуктов. В рыбных, молочных и растительных находят главным образом N-нитрозодиметиламин /7,46/.

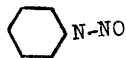


НДМА

НДЭА



НПир



НПип

Образование и содержание НА может значительно увеличиваться в процессе технологической или кулинарной обработки и во время хранения. В свежем сыром мясе нитрозосоединений, как правило, не находят или обнаруживают в незначительном количестве /65/. Это объясняется тем, что при поступлении в организм небольшого количества НА с кормом часть его экскретируется, часть метаболизируется и деградирует /46/.

При технологической обработке мясных продуктов наиболее опасными с точки зрения образования НА являются стадии посола и копчения. При посоле используются нитраты, нитриты, способствующие путем образования достаточно стабильных пигментов сохранению естественной окраски, а также специи - лук, чеснок, танин и др. Исследования показали, что при хранении в таких смесях образуются НА. При посоле происходит необратимый распад некоторой части белков с образованием низкомолекулярных аминокислот и аминов. Процесс образования НА ускоряется при копчении. Коптильный газ содержит нитрогазы, а также формальдегид, катализирующий реакцию нитрозирования.

В табл. II и I2 представлены данные по максимальному содержанию НА (наиболее часто определяемых соединений) в зарубежных и отечественных изделиях. Сравнение этих данных по загрязнению мясных изделий канцерогенными НА в пользу отечественных продуктов.

Для снижения НА в мясных изделиях рекомендуется не только максимальное использование мяса в свежесваренном виде, но и уменьшение количества предшественников НА, соблюдение режима обработки мяса при производстве колбасных, солено-копченых изделий и консервов.

В рыбных продуктах также довольно часто обнаруживаются НА, хотя и в меньшем количестве. Как отмечено в /46/, в Советском Союзе исследованы различные рыбные продукты, полученные данные соответствовали зарубежным. Исследование канцерогенности рыбных консервов показало, что использование в рационе подопытных крыс кильки в томатном соусе и шпротов в масле приводило к более частому возникновению опухолей по сравнению с контрольной группой /24/.

Таблица II

Максимальное содержание нитрозосоединений
в отечественных мясных и рыбных продуктах, мкг/кг /46/

П р о д у к т ы	НДМА	НДЭА	НПип	НПиР
Мясо говяжье свежее	Н е о б н а р у ж е н о			
Колбаса отдельная	3	2	1,7	-
Мясной хлеб	3,9	2,4	2	-
Сардельки свиные	5	1,7	2,1	-
Сосиски	4,9	1,8	1,4	-
Колбаса полтавская	5,4	3,2	3,7	-
Сервелат	13	с л е д ы		
Окорок московский	2	1,5	2,4	5
Говядина тушеная	1,3	-	-	-
Килька свежемороженая	20	2	-	20
Треска горячего копчения	67	1	-	136
Сельдь копченая	-	-	-	14
Рыба разная свежая	-	-	-	0-3
Икра черная	-	-	-	10
Шпроты в масле	17	5-16	19	27

Примечание.

НДМА - N -нитрозодиметиламин

НДЭА - N -нитрозодиэтиламин

НПип - N -нитрозопиперидин

НПиР - N -нитрозопирролидин

При сравнении данных отечественных исследований с данными анализа аналогичных зарубежных продуктов установлено, что последние в большей степени загрязнены НА (см. табл. I2).

В монографии /5/ отмечено, что данные отечественных и зарубежных исследований свидетельствуют о почти полном отсутствии НА в молоке, молочно-кислых продуктах, твороге, сметане, сгущенном молоке. Некоторое количество НА было определено в сырах (табл. I3 /46/). При изготовлении сыров в молоко

Таблица 12

Максимальное содержание НА (мкг/кг) и их предшественников
в зарубежных мясных и рыбных продуктах /46/

Продукты	НДМА	НДЭА	НПир	НПип	Предшественники	
					NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻
Говядина свежая	1	-	-	-	-	-
Говядина жареная	4	1,5	15	6	-	-
Свинина свежая	2	-	-	-	-	-
"- копченая	8	-	3	2	-	-
"- копченая с перцем	54	-	15	23	-	-
Птица вареная со специями	5	1	12	6	-	-
Мясо для ленча	15	1	3	6	149	13
Язык копченый	45	-	-	-	-	-
Колбаса						
чайная	2	-	-	-	467	25
мясной хлеб	8	2	-	-	104	71
"болонская"	56	3,5	8	50	82	12
салями	80	0,5	2	-	124	57
мясной батон	35	16	18	50	86	10
сосиски	84	7	40	50	-	-
Бекон жареный	36	2,5	207	5	134	27
Консервы мясные	45	1	108	30	-	-
Треска свежая	4	-	-	-	-	-
Палтус жареный	32	10	-	-	-	-
Лосось жареный	12	-	-	-	-	-
Рыба копченая	26	-	-	-	-	-
Устрицы свежие	2	-	-	-	-	-
Консервы рыбные	25	-	-	-	-	-
Рыбная мука	2000	36	-	-	-	-

Таблица 13

Содержание НА в отечественных сырах, мкг/кг /46/

Продукты	НДМА	НДЭА	НПип
Сыры			
Российский	Не обнаружено		
Швейцарский	4,0	1,2	1,1
Голландский	Не обнаружено		
Чеддер	2,7	-	-
Рокфор	1,4	0,6	-
Плавленые сырки			
Новый	2,9	1,5	-
Острый	0,7	-	-
Дружба	Не обнаружено		

добавляют нитраты для подавления или торможения газообразующей микрофлоры, вызывающей вспучивание сыров. Нитраты могут попадать также из соли и воды. В процессе созревания сыра происходит распад белков до низкомолекулярных аминов и других соединений, которые легко нитрозируются до НА. Кроме соблюдения технологии изготовления сыров, в данном случае необходимо использовать ингибиторы образования НА, например, аскорбиновую кислоту /66/.

Исследования отечественных и зарубежных растительных продуктов показали, что загрязненность их НА незначительна. В большинстве исследованных зерновых, овощей и фруктов НА не обнаружены, только в отдельных образцах свеклы, редьки и хранящегося самонагревающегося зерна, в консервах "Икра из свеклы" и "Закуска овощная" найден НДМА /46/. Несмотря на это загрязненность растительных продуктов предшественниками НА - нитратами и нитритами должна вызывать серьезные сомнения в полной безопасности этих продуктов.

Следует вспомнить о напитках и питьевой воде. Известно, что НА определены в пиве, некоторых винах и питьевой воде /67/.

Таким образом, в зависимости от диеты человек с пищей, напитками и питьевой водой потребляет ежедневно различное количество канцерогенных нитрозосоединений и их предшественников. По данным /7,46 и др./, средний американец потребляет в день около 6 мкг НА, средний англичанин – 4 мкг, средний голландец – 1 мкг, житель ФРГ – 10 мкг, а суммарная доза нитрозаминов для городского жителя может достигать 15 мкг в сутки (см. также табл. I4).

Таблица I4

Гигиенические нормативы содержания н-нитро-
заминов в пищевых продуктах, мг/кг /68/

Продукт	Суммарное содержание нДМА, нДЭА	Предел обнаружения
Мясо, вареные колбасные изделия, мясные консервы	0,002	0,001
Копченые мясные продукты	0,004	0,001
Пивоваренный солод	0,015	0,001
Пиво	0,003	0,001
Зерно	0,002	0,001
Рыбные продукты	0,003	0,001

Каковы пути снижения нитрозаминов в пищевых продуктах? Легкость образования НА из предшественников не позволяет рассчитывать на возможность изготовления консервированных и солено-копченых продуктов, совершенно свободных от этих канцерогенов. Однако свести к минимуму степень риска онкологических заболеваний можно, исполняя ряд рекомендаций и мероприятий /46,69/.

Прежде всего необходимо не только соблюдать нормативы, но и снижать всевозможными методами уровень содержания неканцерогенных предшественников, в частности, нитратов и нитритов. В связи с этим для продуктов растительного происхождения наряду с использованием определенных агрохимических мероприятий (соблюдение дозировки минеральных удобрений, сроков внесения их в почву, соответственно сроков уборки плодовоовощной продукции, ее хранения) должны быть выбраны также оптимальные условия кулинарной обработки.

Исследованиями показана возможность снижения образования НА до 80% в мясных продуктах посредством внесения таких пищевых добавок, как ионол, аскорбиновая кислота, смесь витаминов, в процессе производства продукции /69/. Пищевые факторы могут существенно влиять на образование в организме нитрозосоединений (НС). Например, растительные и фруктовые соки, содержащие витамины, снижают синтез НС, аналогичное влияние оказывает обезжиренное сухое молоко /70/.

Среди ингибиторов нитрозирования наиболее изучены аскорбиновая кислота и ее натриевая соль. Применение их предотвращает образование НС и вызываемый ими бластомогенный эффект. В качестве ингибиторов могут быть использованы также производные витамина Е (токоферолы), цистеин, кофеин, некоторые фенолы, сульфаниловая кислота и другие соединения /5,70,71/. Добавление к продуктам аскорбиновой кислоты в количестве нескольких сотен миллиграммов на килограмм во многих случаях полностью предотвращает образование НДМА, а сочетание аскорбиновой кислоты и α -токоферола дает возможность предотвратить образование НДМА и НПир /5/.

Уменьшить дозу вводимых в продукт нитритов можно, используя при изготовлении мясных продуктов эфиры *n*-оксибензойной кислоты, предотвращающей образование токсина *C. botulinum*. Для сохранения цвета мяса можно вводить амид никотиновой кислоты /71/.

При копчении рекомендуют использовать вместо технологического дыма копильную жидкость Вахтоль. Исследования показали, что продукты в данном случае практически не содержат НА /72/.

В работе /69/ Г.Ф.Жукова отмечает, что результаты, полученные в ходе многолетнего изучения содержания НА в пищевых продуктах, свидетельствуют об относительно высокой степени загрязненности их НА. Определяющими факторами, способствующими накоплению НА в пищевых продуктах, являются технологическая переработка продуктов и длительность их хранения, а потому дальнейшая разработка мероприятий, направленных на снижение НА в пищевых продуктах, весьма актуальна.

3.3. Микотоксины

Микотоксины – это ядовитые продукты обмена плесневых грибов, образующихся на поверхности пищевых продуктов и кормов. Плесневые грибы – повсеместно распространенные микроорганизмы, известна их роль не только в порче продуктов при хранении, но и участие в ферментативных процессах при изготовлении отдельных видов сырья, лимонной кислоты, пенициллина /9/.

Плесневые грибы, поражая пищевые продукты, ухудшают не только их органолептические свойства, снижают пищевую ценность, но, загрязняя их токсичными метаболитами, могут вызвать опасные заболевания.

Известно более 10000 штаммов, относящихся к 350 видам различных микроскопических грибов, продуцирующих около 300 токсичных для человека и животных соединений /7/. Исследование изолированных микотоксинов показало, что они способны оказывать общетоксическое и иммунодепрессивное действие, избирательно нарушать функцию отдельных органов и систем организма (гепато-, нефро- и нейротоксический эффекты и др.). Ряд микотоксинов обладает гонадотоксическим, эмбриотоксическим, мутагенным и канцерогенным свойствами /5/.

Как отмечает В.А. Тутельян /6/, возросший интерес специалистов различных областей к проблеме микотоксинов обусловлен, во-первых, бесспорным доказательством их реальной опасности для здоровья человека, во-вторых, чрезвычайно широким, почти повсеместным распространением, в-третьих, зна-

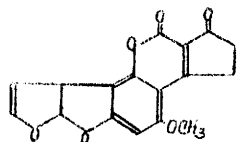
чительными размерами наносимого или экономического ущерба. По данным ФАО/ВОЗ, более 10% пищевых продуктов и кормов себестоимостью 30 млрд р. ежегодно теряется вследствие поражения грибами /5/.

Наиболее распространенные в продуктах питания, высокотоксичные и представляющие реальную опасность среди всех микотоксинов – афлатоксины, стеригматоцистин, ократоксин, трихотенены, зеараленон, патулин, цитринин, рубратоксин и др.

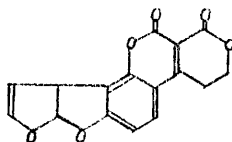
Микотоксины могут попадать в организм человека через пищевые цепи, т.е. с молоком, мясом и рыбой, в случае, когда использовались загрязненные микрофлорой корма. Микотоксины могут поражать и растительные продукты. Отсутствие на поверхности продукта видимой пленки еще не говорит об отсутствии в нем микотоксинов и о его безвредности и, наоборот, поражение грибами не всегда означает, что продукт поражен микотоксинами /5/.

Первые исследования микотоксинов были проведены в 1960г., когда в ряде стран возникло заболевание и падеж птиц, рыб и других молодых животных. Болезнь характеризовалась поражением печени. Было выяснено, что причиной этого смертельного заболевания является присутствие токсинов в муке из бразильского арахиса, загрязненного плесенью гриба *Aspergillus flavus*. По имени организма, из которого они были выделены, токсины были названы а ф л а т о к с и н а м и (АТ) /73/. К семейству АТ относят около 20 соединений, 4 из них (B_1 , B_2 , G_1 и G_2) считают основными, остальные их производные или метаболиты (M_1 , M_2 , B_2 , G_2 , GM, P_1 , Q_1 , аспертоксин, афлатоксикол) /6,7,9,72,74-76/.

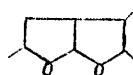
Характерной особенностью АТ является способность интенсивно флуоресцировать в УФ-свете. АТ B_1 , B_2 и M_1 обладают сине-голубой, а G_1 и G_2 – зеленой флуоресценцией. Это свойство используют при анализе АТ методом тонкослойной и жидкостной хроматографии с использованием флуоресцентных детекторов.



АТ В₁



АТ G₁



АТ В₂ и G₂-тип

Токсикология АТ была подтверждена многочисленными исследованиями /6,7,74-77/ на многих видах животных. Наиболее чувствительны к АТ обезьяны, лошади, крупный рогатый скот, свиньи, козы, овцы, собаки, куры, мыши и др.

В механизме токсического действия АТ значительную роль играет нарушение проницаемости мембран субклеточных культур, подавление синтеза ДНК и РНК, в связи с чем ингибируется синтез митохондриальных белков и липидов. Кроме того, при определенных условиях в результате биотрансформации образуются эпоксиды АТ В₁ и G₁, которым приписывают мутагенную и канцерогенную активность /5/. При остром афлатоксикозе в первую очередь поражается печень, затем нарушаются функции нервной системы, сопровождающиеся судорогами, параличом, атаксией. При любом способе поступления в организм через 30 мин отмечается значительное накопление их в печени, через 2-2,5 ч содержание АТ в печени достигает максимума, а примерно через 48 ч в организме можно определить незначительные остатки неизмененных АТ. Лишь 0,5% АТ выводится с мочой, фекалиями, молоком, что указывает на интенсивный метаболизм АТ в организме /46/.

Хронический афлатоксикоз также характеризуется повреждением печени. При этом образуются гепатомы, аденокарциномы в печени и желудке, иногда с метастазами в легких и почках, а также фибросаркомы /9,75,77/. На канцерогенное действие АТ значительно влияют различные физиологические воздействия - гормоны, кастрация, гипопизэктомия и др. Наличие в рационе липотропных веществ, жиров, белков, витамина А и других ингредиентов существенно влияет на канцерогенез, вызванный АТ, ослабляя или усиливая выход опухолей /46,76/. Токсичес-

кое и канцерогенное действие АТ может также повываться при наличии в пищевых продуктах токсинов других сопутствующих микромицетов, например, охратоксина.

Как отмечено в /46/, сопоставлять канцерогенное действие АТ и нитрозосоединений трудно, так как первые в отличие от вторых представляют более узкую группу химических соединений. Обе группы имеют высокую степень канцерогенной активности, способны вызывать опухоли у многих видов животных при дробных и однократных введениях и трансплацентарный эффект. АТ преимущественно гепатоканцерогенны, а НС обладают политропным blastomogenic действием. АТ - наиболее активные из всех известных канцерогенов. В эксперименте АТ В₁ в 75 раз активнее нитрозодиметиламина и в 900 раз *n*-диметиламиноазобензола /5/.

Споры плесневых грибов *Aspergillus flavus* и *Aspergillus parasiticus* - продуцентов АТ-обычно находятся в почве и могут с почвенной пылью загрязнять все произрастающие на ней продовольственные культуры. Присутствие АТ в продуктах животного происхождения (молоко, мясо, яйца) может быть обусловлено наличием микотоксинов в кормах, либо загрязнением микромицетами различных изделий (сыров) в процессе их производства (рис. 4).

По мнению Н. Франка /78/, АТ, как и другие микотоксины, попадают в пищевые продукты из следующих источников:

- из видимо заплесневелого сырья. Учитывая то, что сильно заплесневелые продукты человек вряд ли употребляет в пищу, внимание в данном случае заслуживает скормливание явно заплесневелых продуктов животным по причинам, обсужденным выше;

- из сырья без видимой плесени. Малоаметная плесень *A. parasiticus*, образующая АТ, обычно загрязняет такие продукты, как арахис и другие орехи в скорлупе (миндаль, каштаны, косточковые плоды). Более 2/3 мирового производства арахиса приходится на страны Юго-Восточной Азии и Африки, и средняя частота обнаружения в них АТ составляет 90%. В отдельных, наиболее загрязненных образцах арахиса концентра-



Рис. 4. Пути загрязнения пищевых продуктов токсикогенными штаммами микромицетов и микотоксинами /5/

ция АТ может достигать 1 г/кг /77/. Суммарное содержание АТ (в мкг/кг) в арахисе, выращиваемом в Юго-Восточной Азии, достигает 12000 (частота обнаружения 50%), в Африке - 15000, (90%), на юге США - 1000 (29%), в арахисовом масле из Малайзии - до 10000, продуктах арахиса из Японии - 320, муке из арахиса (Англия - 4000, Индия - 1000) /75/. Поэтому контролю за содержанием АТ в арахисе и продуктах, полученных при его переработке, во многих странах уделяется особое внимание;

- из растительных продуктов, в которых присутствие плесени не доказано. Во многих зерновых и зернобобовых найдены

АТ, особенно часто и в значительных количествах в кукурузе. Например, в кукурузе из Юго-Восточной Азии в 98% случаев определено до 2700 мкг/кг АТ из США на севере - 35% до 350, на юге в 90% случаев до 1000; в пшенице из США - 19 мкг/кг; с юга СССР-5+10; в рисе из Тайваня - 200; с юга Африки - до 1000; в сое из Уганды - 500, из США - 10 /46/. Следует отметить, что в овощах и фруктах общий уровень АТ не очень высок. В кондиционных продуктах АТ находят редко, однако, в некондиционных овощах и фруктах, а также винах и соках, содержание АТ порой превышает допустимые нормы;

- из продуктов животного происхождения, в которых наличие АТ обусловлено характером корма. Так, в разных кормах из Польши в 13% случаев обнаруживали до 1000 мкг/кг АТ, из Англии (56%) - 350 мкг/кг; содержание АТ в заплесневелых кормах из Англии доходило порой до 4000 мкг/кг, из ЧССР - до 3500 мкг/кг; в белковых смесях из Европы - до 5100, причем доля АТ В_I в этих смесях достигает 4000 мкг/кг /46/. Высокая загрязненность кормов АТ обуславливает дальнейшее загрязнение продуктов животноводства. Так, в мясных продуктах из свинины (корм содержал 300-500 мкг/кг АТ) выявлено до 54 мкг/кг АТ. Поступающий в организм животных АТ концентрируется в печени (до 137 мкг/кг) /79/;

- из продуктов ферментации. Содержание АТ в продуктах, полученных в процессе брожения (йогурт, сыры, алкогольные напитки, квашеная капуста, сырокопченые колбасы и др.) зависит от их наличия в исходном сырье, а также соблюдения технологии изготовления этих продуктов. Показано, что концентрация АТ в молоке определяется загрязненностью кормов, причем пастеризация и стерилизация молока не снижает содержание в нем АТ. Сухое молоко содержит большее количество АТ, так как является хорошей средой для развития плесневых грибов. Этот процесс сопровождается изменением органолептических свойств, нарушением однородности массы - появлением комочков. При контроле такого продукта обнаружены АТ В_I и АТ М_I /80/.

Получение сыров невозможно без присутствия плесневых грибов. Поэтому гигиенисты тщательно исследовали этот вид

продукции. Показано, что поддержание необходимого pH (важное условие для роста конкурирующих плесеней), нанесение на поверхность сорбиновой кислоты и ее солей, а также естественное облучение значительно уменьшают содержание АТ в сырах /80,81/.

Итак, АТ, по мнению В.А.Тутельяна /5/, наиболее изучены из всех микотоксинов. Являясь сильнейшими гепатотоксическими и гепатоканцерогенными веществами, АТ в то же время — широко распространенные загрязнители пищевых продуктов растительного и животного происхождения во всех странах.

Учитывая характер питания народов различных стран, можно полагать, что в организм человека попадает различное количество АТ.

По данным ВОЗ, приведенным в /5/, человек при благоприятных условиях (умеренном климате, хорошей гигиенической ситуации) получает в день с пищей до 0,19 мкг АТ, в ряде развивающихся стран с тропическим климатом больше: в Кении — 0,26 (высокогорье), 0,7 мкг (низменность), в Таиланде — 0,35 (побережье), 3,15 мкг (равнина), в Мозамбике — 15,5 мкг. Соответственно колеблются и показатели по заболеваемости раком печени.

А каковы нормы? Имеющиеся в настоящее время данные представлены в табл. 15.

С учетом сильнейшей канцерогенности АТ V_I рассчитана максимальная недействующая на человека его доза. Допустимая суточная доза (ДСД) этого вещества 0,005–0,01 мкг/кг массы тела. Для человека с массой тела 60 кг безопасная доза АТ V_I составляет 0,3–0,6 мкг /5/. Если продукт содержит 5 мкг/кг АТ — V_I , то достаточно потреблять в день 100 г его, чтобы превысить примерно на 43% максимально недействующую дозу /9/.

Таблица 15

Предельно допустимые концентрации микотоксинов для различных видов пищевых продуктов и продовольственного сырья

Микотоксины	Пищевой продукт	ПДК, мг/кг (л)
Афлатоксины *		
B ₁ , B ₂ , C ₁ и C ₂	Все виды пищевых продуктов	0,005
Афлатоксин M _I *	Молоко и молочные продукты	0,0005
Патулин **	Фруктовые, овощные соки и пюре	0,05
	То же для детского питания	0,02
Дезоксиниваленон ***	Продовольственное зерно и зерновые продукты	1,0
Зеараленон ****	То же	1,0

* Утверждено МЗ СССР 10 декабря 1980 г., № 2273-80

** Утверждено МЗ СССР 30 декабря 1982 г., № 2655-82

*** Утверждено МЗ СССР 9 ноября 1982 г.

**** Утверждено МЗ СССР 23 января 1984 г., № 2964-84

Какова профилактика алиментарных микотоксикозов?

Прежде всего, предупреждение обсеменения пищевого сырья и продуктов микомицетами, заключающееся в постоянном контроле регламентов агротехники, своевременной уборке продовольственных растительных культур, правильном хранении продовольственного сырья, пищевых продуктов, кормов для животных, соблюдении технологических режимов приготовления пищевых продуктов.

Нельзя употреблять в пищу заплесневелые продукты, они должны быть забракованы целиком, ибо микотоксины проникают в глубь продукта, несмотря на локализацию плесени на поверхности. Правда, в сухих, бедных влагой продуктах с четко локализованной плесенью возможна частичная выбраковка продукта. Нельзя скармливать скоту явно заплесневелые продукты.

Представляют интерес разрабатываемые методы деконтаминации и детоксикации продуктов, загрязненных АТ. Это могут быть механические методы - сортировка и удаление плесени; физические - термическая обработка, УФ-облучение (облучением удается разрушить до 70% АТ); экстракция водой, органическими растворителями или их смесью и, наконец, химические методы, основанные на использовании окислителей, кислот и оснований, например, обработка продукта перекисью водорода, гипохлорита натрия, перманганата калия, перекиси бензоила и других сильных окислителей, позволяющих в оптимальных условиях разрушать до 85% АТ /46/. Однако обработка химическими агентами значительно ухудшает пищевые качества продуктов. Поэтому больший интерес представляет метод детоксикации продукта с помощью аммиака, когда продукты можно обезвреживать, выдерживая их в пластмассовой упаковке в атмосфере газообразного аммиака.

В монографии /46/ отмечено, что и биологические методы с использованием некоторых видов микроорганизмов могут снижать токсический эффект АТ, но пока эти методы не получили широкого распространения.

Итак, рассмотрены основные виды канцерогенов, загрязняющих пищевые продукты. К этому ряду токсикантов можно от-

нести и некоторые пищевые добавки (красители - масляный желтый, цитрусовый красный и другие, консерванты - аминоктриазол, тиомочевина, перекись водорода * и другие, сахарозаменитель - сахарин **), (хотя однозначного вывода в данном случае нет), вещества, проникающие в пищевые продукты из упаковочных материалов и т.д.

Как избежать попадания канцерогенов или их предшественников в пищевые продукты? Учитывая представленные ранее ответы на этот вопрос, можно, как в монографии /54/, сделать следующие выводы:

начинать надо с охраны окружающей воздушной среды, водоемов и с агротехнических мероприятий, чтобы вредные вещества из воздуха, воды, почвы не проникли в пищевые растения и в организм животных, а значит, в рыбу, мясо, молоко, яйца; собранный урожай правильно хранить, что помогает избежать загрязнения микотоксинами, нитрозосоединениями;

использовать оптимальные безопасные в онкологическом отношении технологические приемы приготовления пищи;

там, где это возможно, отказаться от ряда пищевых добавок;

для упаковки пищевых продуктов использовать инертные материалы.

Как отмечают А.И.Быкорез и Б.Л.Рубенчик /54/, вопросы онкологической безопасности продуктов относятся к компе-

* В отношении перекиси водорода, применяемой в качестве антисептика в молочной промышленности, Комитет экспертов ФАО/ВОЗ дал разрешение использовать ее только при условии выполнения рекомендаций в том случае, когда нет лучшего способа консервации молока /82/.

** Дополнительные эпидемиологические исследования не выявили связи потребления сахарина с ростом опухоли мочевого пузыря, до получения данных долгосрочных исследований Комитет продлил временное ДСП сахарина (0-2,5 мг/кг массы тела) /83/.

тенции технологов и гигиенистов. Но каждый из нас постоянно имеет дело с приготовлением пищи, "лабораторией каждой клетки является кухня", а потому к простейшим повседневным рекомендациям они относятся: правильную термическую обработку продуктов (не обугливать! не использовать повторно перегретые жиры), правильное хранение продуктов (нельзя даже в холодильнике длительно хранить продукты), правильное использование посуды для хранения и приготовления пищевых продуктов.

Пищевой статус определяет устойчивость организма к различным заболеваниям, в том числе и онкологическим. Любой канцерогенный фактор - внешний или возникший в организме - включается в сложную систему обменных процессов, и от питания во многом зависит, произойдет ли обезвреживание канцерогена.

ГЛАВА 4. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ

Данные ФАО свидетельствуют, что около 700 млн человек на планете голодают или страдают от хронического недоедания. Если с 1965 по 1975 гг. мировая потребность в продуктах питания поднялась на 31%, то в следующее десятилетие она удвоилась, а к 2000-2010 г. увеличится в 3-5 раз /84/.

Пока решить проблему продовольствия не удастся. Учитывая, что сельскохозяйственных площадей становится все меньше, интенсификации земледелия, в том числе использованию удобрений отводится особая роль. Наиболее ценными при этом являются минеральные удобрения. К ним относятся азотные, фосфорные, калийные и микроудобрения.

Если в 1929 г. поставки минеральных удобрений сельскому хозяйству во всем мире составили 3,5 млн т, в 1980 - 111,7 млн т, то к 2000 г. по расчетам международного института (IIASA) сельскому хозяйству потребуется 287 млн т. Но отдача при этом не будет прямо пропорциональна вносимому

количеству, т.е. затраты удобрений значительно больше получаемого урожая.

Возрастающие масштабы использования минеральных удобрений привлекают внимание не только гигиенистов, но и мировой общественности. Это связано прежде всего с тем, что минеральные удобрения, как и многие химикаты, токсичны. В определенных условиях (через пищевые продукты, воду) они могут вызвать различные заболевания у людей и вообще наносят ущерб биосфере.

Избыток вносимых минеральных удобрений приводит и к избыточному накоплению их в почве, затем в растениях, неблагоприятно влияет на технологические качества и пищевую ценность сельскохозяйственной продукции.

Значительная часть внесенных в почву удобрений, не усвоенная растениями, вымывается в водоемы, приводит к бурному развитию поверхностного фитопланктона, нарушению нормальной жизни гидробионтов и ухудшению гигиенических качеств воды.

Например, при высоких дозах использованного фосфорного удобрения в почве накапливается P_2O_5 в таком количестве, которое может тормозить протекающие в ней биологические процессы. Кроме того, с каждой тонной фосфорных удобрений на поля поступает в среднем от 20 до 40 кг фтора*, а также железо, селен, мышьяк, тяжелые металлы, стронций, редкоземельные элементы.

Использование калийных удобрений не является столь угрожающим.

Данные табл. 16 позволяют судить не только о потребности растений в указанных удобрениях, но и ориентировочно о количественном соотношении производимых и используемых азотных, фосфорных и калийных удобрений.

* При содержании фтора в питьевой воде 2 мг/л у человека разрушается эмаль зубов, при 8 мг/л может развиваться остеосклероз (уплотнение костной ткани) /84/.

Таблица 16

Оптимальные дозы основных удобрений, кг/га /5/

Выращиваемая культура	Удобрения		
	Азот- ные	Калий- ные	Фосфор- ные
Пшеница, рожь, кормовой ячмень	50-140	110	32
Овес, яровые зерновые	40-120	-	-
Рапс	120-250	140	37
Горох, фасоль	20-60	110	28
Картофель	60-200	340	40
Сахарная свекла	120-250	320	40
Кукуруза на силос и зеленую массу	80-60	200	30
Сеяные травы, клеверно-злаковая смесь	300-600	280	50
Кормовая капуста	120-300	-	-
Сенокосы	80-220	-	-
Пастбища	120-300	200	50
Полевые овощи	80-300	-	-
Садовые насаждения	80-300	-	-

Азотные удобрения - это аммиачные (жидкие, водный и безводный аммиак), аммонийные (сульфат аммония), нитратные (натриевая и кальциевая селитра), аммонийно-нитратные (аммиачная селитра), амидные (мочевина). Нитратная форма удобрений наиболее подвижная.

Роль азотных удобрений в повышении урожайности сельскохозяйственных культур очень велика, ведь азот входит в состав белков, нуклеиновых соединений, хлорофилла, витаминов и других биологически важных соединений, т.е. является жизненно необходимым элементом. В оптимальных дозах азотные удобрения на 20-40% (а по отдельным культурам и более) увеличивают продуктивность растений.

Однако азотные удобрения – источник нитратов в продуктах сельского хозяйства, а к нитратам в последние годы приковано всеобщее внимание. В связи с этим рассмотрим более подробно проблему использования азотных удобрений.

Установлено, что при внесении в почву высоких доз азотных удобрений, особенно нитратных, в неблагоприятных погодных условиях в растениях кумулируется значительное количество нитратов.

Увеличивающаяся нагрузка на человека нитратов (переходящих далее в нитриты, затем в канцерогенные нитрозамины) стала серьезной проблемой. Систематическое поступление в организм этих соединений является фактором неблагоприятных сдвигов в жизнедеятельности и здоровья человека в связи с возрастанием риска онкологических заболеваний /85,86/.

Нитраты сами по себе малотоксичные соединения. При изучении метаболизма нитратов в организме человека было показано, что нитраты, введенные орально, легко всасываются через слизистые оболочки ротовой полости, верхние отделы желудочно-кишечного тракта, попадают в кровяное русло и поступают в печень. Здесь большая часть нитратов выделяется с желчью, остальная часть с кровью разносится по организму и переходит в органы и ткани.

Иное дело, когда продукты сельского хозяйства перенасыщены нитратами. Тогда непереработанный избыток под воздействием фермента нитратредуктазы, содержащегося в растительных тканях, восстанавливается в нитриты. Аналогичный процесс происходит под воздействием нитрат-восстанавливающей микрофлоры в полости рта или в желудочно-кишечном тракте (в меньшей степени в тканях организма) людей. Нитриты – соли азотной кислоты – токсичны и быстро всасываются в кровь. Взаимодействуя с оксигемоглобином крови, они образуют метгемоглобин, не обладающий способностью связывать и переносить к тканям кислород. Нарушается нормальное дыхание клеток тканей организма, приводящее к вялости, сонливости, снижению работоспособности. Если образующихся в желудке человека нитритов очень много, часть их там же переходит в канцерогенные нитроамины.

Первые признаки отравления наступают через несколько часов (от 1+1,5 до 6) после поступления нитратов в организм. Основные клинические проявления – поражения **желудочно-кишечного** тракта в виде острого гастроэнтерита, выраженные изменения со стороны **с речно-сосудистой, центральной нервной системы, почек и других органов**. Отравление начинается с тошноты, рвоты, часто с примесью желчи, поноса. Пульс **н**е-**р**овный, слабого наполнения. Иногда отмечаются боли в груди, явление одышки, головная боль, шум в ушах, потеря сознания, иногда кома. При легком отравлении – состояние сонливости, депрессия.

Потребление нитратов с пищевыми продуктами, с питьевой водой в значительных количествах вызывает серьезные отравления у людей: рвоту, диарею, цианоз и даже смерть. Смертельные отравления нитратами были зарегистрированы у скота /87/.

Количество нитратов, поступающих с пищей, зависит от характера питания и содержания нитратов в отдельных пищевых продуктах, поэтому для различных групп населения в зависимости от климатических зон и периодов наблюдения эти показатели могут быть различными. Расчетами установлено, что суточный рацион (из мясных и овощных блюд) жителя Канады содержит 313 мг нитратов, недельное поступление нитратов с мясными продуктами, овощами и водой на жителя Великобритании составляет 405 мг, США – 107 мг, при этом наибольшим поставщиком нитратов явились овощи /82,88/.

Обладая значительными приспособительными механизмами, организм чаще всего компенсирует возникающие повреждения. Однако высокий уровень воздействия все же может превышать естественные возможности биологических систем. Наиболее выражены изменения в тканях, где происходит интенсивное размножение клеток. По-видимому, этим объясняется тератогенное и эмбриотоксическое действие нитратов. Ветеринарной практикой установлено, что нитраты и нитриты влияют на воспроизводство крупного рогатого скота, овец, свиней, крыс /5,64/.

Содержание нитратов в овощных растениях в большой степени определяется их принадлежностью к определенным семей-

ствам и видам /89/. В этом проявляются биологические особенности растений, в частности, особенности их азотного обмена. Наибольшее количество нитратов накапливают зеленые овощи и растения из семейства калустных. Значительно меньше нитратов кумулируют растения из семейства сельдерейных — морковь, петрушка, сельдерей, пастернак. Внутри семейства выделяются виды с ярко выраженной способностью аккумулировать нитраты (в семействе маревых — столовая свекла) /90-92/.

Исследования показывают, что свекла, брюква, зелень, накапливая нитраты в очень высоких концентрациях, сохраняют товарный вид и безупречные органолептические качества /93/.

Отметив, что растения различных семейств и видов способны неодинаково накапливать нитраты, эстонские исследователи показали, что и сортовые особенности растений могут существенно влиять на накопление ими нитратов /94/. Так, изучение 20 сортов картофеля, выращенного с применением различных доз азотных удобрений (от 0 до 300 кг азота на 1 га) на опытных делянках, показало, что отдельные сорта не содержат больших количеств нитратов даже при высоких дозах удобрений.

В настоящее время широко практикуется выращивание овощей в условиях защищенного грунта. При этом способе выращивания создаются наиболее благоприятные условия накопления нитратов (короткий вегетационный период, недостаток света, повышенная влажность, большое количество усваиваемого азота и т.д.). Содержание нитратов в овощных продуктах, полученных в условиях защищенного грунта (огурцах, помидорах, луке), в десятки раз выше, чем при выращивании в открытом грунте, и может достигать 10 г/кг. Особенно высокие уровни отмечаются в сельдерее, шпинате, укропе, салате, редисе /94/. В работе /95/ по возрастанию средних концентраций нитратов тепличные культуры располагают в следующем порядке: помидоры, огурцы, лук-перо, цветная капуста, редис, салат кочанный, салат листовой.

Высказывается мнение /5/, что злаки, фрукты, ягоды не накапливают опасных концентраций нитратов. Данные отечественных исследований по содержанию нитратов и нитритов в растительных продуктах приведены в табл. 17.

Таблица 17

Содержание нитратов и нитритов в растительных
пищевых продуктах, мкг/кг сырого продукта /5/

Продукты	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Продукты	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻
I	2	3	4	5	6
<u>Овощи, корне- плоды, зелень, бобовые</u>			<u>Ягоды, фрукты, баштанные культуры</u>		
Черная редька	700-2520I	I, I2	Клубника	49,7	0,22
Морковь	9-334	0,44	Малина садовая	7,9	0
Свекла красная	40-3200	0,8	Черная смороди- на	12,2	0
Капуста белоко- чанная	10-1900	0,25	Виноград	4-142	0
Капуста цветная	144-557	0,47	Вишня	3,4	0
Картофель	5-22I	0,32	Яблоки	I,2-99,2	0
Кабачки	8-240	-	Груши	5-30,4	0
Огурцы	6-359	0,27	Сливы	6,4-66,5	0
Томаты	6,8-38,7	2	Черника	9,3	0
Перец сладкий	2, I-250	-	Клюква	I,4	0
Горох	7,3-8, I	0,24	Земляника	20, I	0
Щавель садовый	620-725	0,77	Сухофрукты	10,8	0
Редис осенний	I2I-1593	I,77	Арбузы	10-300	0
Салат листовой	240-3600	-	Дыни	35-20I	-
Фасоль	6I2	0,57	<u>Зерновые</u>		
Чеснок	6-180	-	Хлеб ржаной	36,9	0,18
Хрен	738	I	Пшеница-зерно	10,0	185
Ревень	3200	0,78	Мука пшеничная	8,9	0
Сельдерей	I852	I, I9	Крупа манная	7,8	0
Петрушка-корень	90-1580	I,44	Овсяные хлопья "Геркулес"	I7, I	0,23
Петрушка листовая	2508	I,27			
Укроп	842	I,06			
Лук-порей	4-1848	I, I8	<u>Молочные про- дукты</u>		
Помидоры	57-237	-	Молоко цельное и жидкие молоч- но-кислые про- дукты	0, I-7,8	0
Салат парниковый	2I04- 3975,2	0,82			

1	2	3	4	5	6
Лук (перья) парниковый	1186-1210	0,17	Сливки	0,4-2,4	0
Редис парниковый	1805-2160	4,6	Творог	0,1-3,5	0
Листья капусты (парниковой)	2247,2	0,33	Брынза овечья	1,6-6,5	0,05-0,55
Шпинат парниковый	1060,6	0,31			
Огурцы парниковые	110-656,2	0,45			
Баклажаны парниковые	110-2107	-			
Свекла парниковая	1306-3026	-			

Загрязненность растительных кормов, корнеплодов нитратами и нитритами определила необходимость анализа их в продуктах животноводства. Рекомендованные ФАО/ВОЗ допустимые суточные дозы нитратов в расчете на 60-70 кг массы тела человека (200-220 мг) и нитритов (9-9,3 мг) широко используются для оценки уровня поступления нитратов в организм человека /90/. В ряде стран введены гигиенические регламенты на содержание нитратов в овощах (табл. 18).

Таблица 18

ПДК нитратов в овощной продукции,
принятые в разных странах, мг/кг сырой массы /90/

Культура	СССР	НРБ	ПНР	ЧССР	Швейцария	Бельгия	ФРГ
1	2	3	4	5	6	7	8
Картофель	80	-	-	-	-	-	-
Капуста	300	500	730	600	-	-	-
Морковь	300	400	365	500	-	-	-

I	2	3	4	5	6	7	8
Огурцы	150	200	182	200	-	-	-
Томаты	60	150	150	200	-	-	-
Свекла	1400	-	-	-	-	-	-
Перец	-	200	150	200	-	-	-
Лук-репка	60	-	-	-	-	-	-
Лук-перо	400	-	-	-	-	-	-
Редис	-	1500	1460	500	-	-	-
Салат	-	1200	1460	1000	3500	3000	2500
Шпинат	-	1200	-	1000	3500	3000	2500

Примечание. В/90/ отмечено, что в 1988 г. в СССР утверждены новые нормативы для овощей и картофеля.

Как видно из табл. 18, ПДК нитратов для некоторых культур существенно отличаются в разных странах. Более жесткие нормативы по нитратам устанавливаются для детского питания.

В связи с токсичностью нитритов применение нитратов и нитритов в качестве пищевых добавок строго регламентируется. Это важно, так как нитрит и нитрат калия применяются как добавки при посоле мяса и мясных продуктов, для консервирования и сохранения красного цвета.

Учитывая суммарное поступление нитратов и нитритов в организм человека, отметим, что количество нитритов в мясных продуктах, приготовленных с использованием посолочных смесей, может достигать 200 мг/кг. В США это допустимо. Во Франции использование нитритов при изготовлении мясных консервов запрещено. В СССР допускается до 50 мг/кг. Проводятся исследования по замене нитритов в качестве пищевой добавки при изготовлении мясопродуктов.

В работе /96/ представлены интересные экспериментальные данные, полученные при определении ДСД нитратов для человека. Эксперимент проведен на 4 группах лабораторных животных

(одна контрольная). На основании результатов исследований установлены пороговая (113,4 мг/кг) и подпороговая (82,4 мг/кг) дозы.

Расчет ДСД авторы /96/ проводили в соответствии с методикой определения максимальной недействующей дозы нитратов для человека. Учитывая колебания в содержании нитратов в отдельных растительных продуктах, а также изменения в динамике массы тела животных при одинаковом количественном содержании нитратов в рационе, исследователи ввели в формулу поправочные коэффициенты и получили

$$\text{ДСД} = \frac{A \times B}{C \times D},$$

где А - максимальная недействующая доза нитратов, полученная в хроническом эксперименте на белых крысах, мг/кг;

В - средняя масса тела человека (50 кг);

С - коэффициент видовой чувствительности, равный 3;

Д - поправочный коэффициент (коэффициент запаса), равный 3.

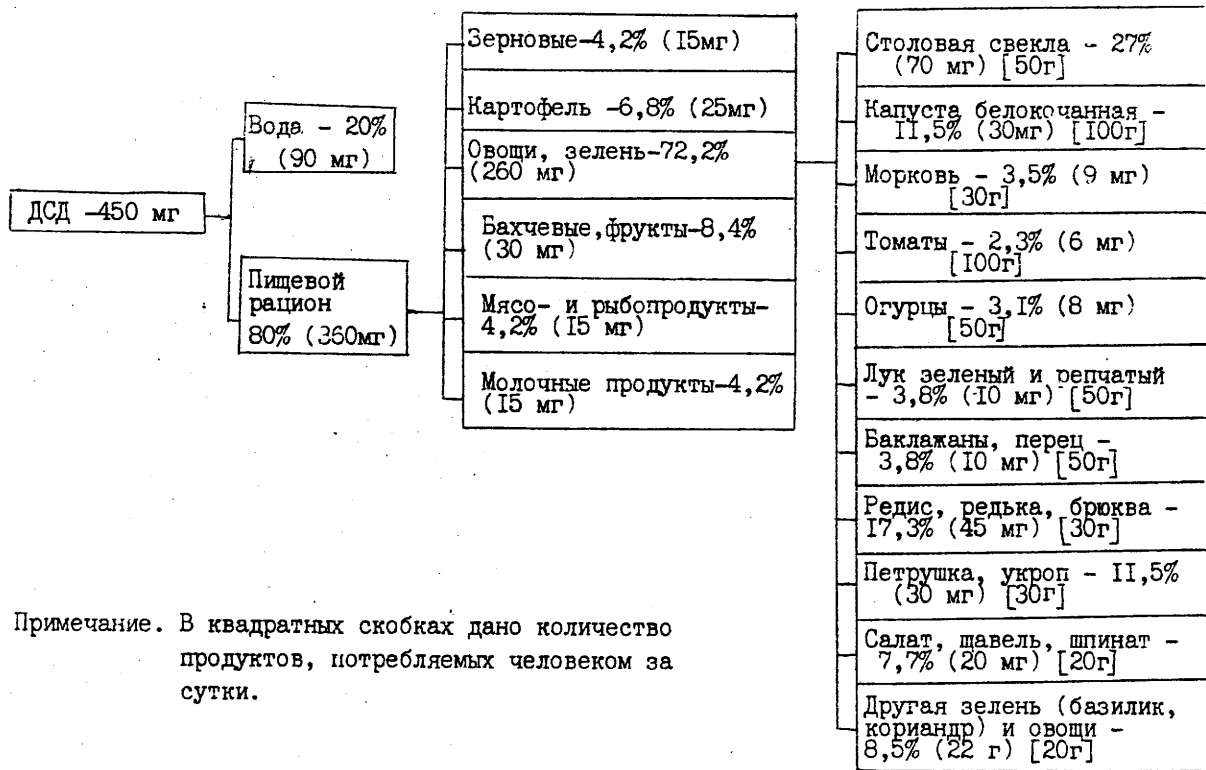
Подставляя цифровые значения в формулу:

$$\text{ДСД} = \frac{82,4 \text{ мг/кг} \times 50 \text{ кг}}{3 \times 3} \approx 457,5 \text{ мг.}$$

Для расчета максимально допустимых уровней (МДУ) нитратов в суточном пищевом рационе необходимо из ДСД вычесть количество нитратов, содержащихся в 2 л воды (ПДК нитратов в воде водоемов 45 мг/л).

$$\text{МДУ} = 450 - 90 = 360 \text{ мг.}$$

Учитывая содержание нитратов в пищевых продуктах, среднесуточный набор продуктов, необходимых для полного удовлетворения потребности в энергии и основных пищевых веществах, авторы работы /96/ представили схему процентного и фактического распределения нитратов в отдельных пищевых продуктах (рис. 5), из которой следует, что наибольшее количество нит-



Примечание. В квадратных скобках дано количество продуктов, потребляемых человеком за сутки.

Рис. 5. Процентное и фактическое распределение нитратов в отдельных продуктах суточного пищевого рациона и количество продуктов, потребляемое одним человеком за сутки /96/

ратов поступает с овощами и зеленью, хотя их удельный вес составляет всего 14,5% от суммы продуктов пищевого рациона.

Как снизить до минимума содержание нитратов в пищевых продуктах?

Центральное место в цепи профилактических мероприятий для решения этой проблемы, как отмечено в монографии /5/, занимает агрохимическая служба, которая обязана рекомендовать оптимальные по урожайности и гигиеническим соображениям сроки внесения, дозы и препараты азотных и других удобрений с учетом выращиваемых культур, типа почвы, содержания в ней и растениях азота и других условий. Большую роль играет выбор сортов, в наименьшей степени накапливающих нитраты. "Безоглядная война с нитратами - нонсенс, - сказал член-корреспондент ВАСХНИЛ А.П.Щербаков. - Без них о продуктивном земледелии говорить нельзя, т.к. в азоте растения нуждаются в 10 раз сильнее, чем в фосфоре". Но необходим контроль агрохимической службы за выполнением рекомендованных хозяйствам условий применения азотных удобрений, а также за содержанием нитратов в почве и урожае. Ветеринарная служба должна контролировать концентрацию нитратов и нитритов в воде для водопоя животных. Гигиенисты питания осуществляют общий контроль за деятельностью агрохимической и ветеринарной служб. Под тщательным контролем СЭС должны находиться все предприятия, занимающиеся изготовлением мясных изделий, сыра с использованием нитратов и нитритов; особое внимание должно быть уделено предприятиям, изготавливающим детское питание и соки.

Данные исследований показывают, что при хранении овощей в них снижается содержание нитратов и несколько увеличивается количество нитритов, причем повреждение плодов и загрязненность микрофлорой способствуют накоплению нитритов.

Кулинарная обработка продуктов снижает содержание нитратов. Очистка, мытье, вымачивание продуктов уменьшает его на 5-15%. При варке до 80% нитратов и нитритов вымывается из овощей: из капусты - 60-70%, свеклы - 30-45%. При жарении картофеля концентрация нитратов снижается на 15%. Считают, что при жесткой термической обработке нитраты частично раз-

рушаются с образованием оксидов азота и кислорода. Даже при бланшировании овощей горячей водой содержание нитратов уменьшается на 10-50%. Таким образом, в готовых овощных блюдах нитратов меньше, чем в исходных продуктах в среднем на 20-25% /5/.

Исследования показали также, что для предотвращения процесса нитрозирования нитритов *in vivo* или в пищевых продуктах могут быть использованы ингибиторы, которые можно рассматривать как антиканцерогенные факторы. Результаты экспериментов подтверждают /97/, что среди ингибиторов нитрозирования наиболее изучены аскорбиновая кислота и ее соли, подавляющие реакцию *in vitro* и при введении в животный организм /97/. Аскорбиновая кислота в кислой среде вступает во взаимодействие с нитритом, образуя оксид азота и дегидроаскорбиновую кислоту. При этом витамин и его соли, связывая нитрит, активно конкурируют в среде с другими нитрозируемыми соединениями аминами и амидами, что предотвращает или тормозит образование соответствующих нитроэсоединений. Этот вывод был сделан на основании данных многочисленных экспериментов в нашей стране и за рубежом. Автор работы /97/ показывает, что эти результаты на практике используют в технологических процессах приготовления пищевых продуктов, а также лекарственных препаратов /97-100/. Так, при технологической обработке некоторых мясных изделий вместе с нитратами добавляют аскорбиновую кислоту, которая способствует образованию азотистой кислоты и оксида азота. Последние вызывают розовое окрашивание готовых продуктов, связанное с возникновением нитрозомиоглобина /100/.

Из других природных антиканцерогенов следует упомянуть о танине, витаминах А и Е₁, микроэлементах (селен, медь, цинк), а также природных и синтетических фенольных антиоксидантах /97/.

Вместе с тем необходимо уделить серьезное внимание оптимальным условиям хранения пищевых продуктов, в частности, поддержанию соответствующей температуры, а также других условий, способствующих уменьшению количества и эффективности, катализирующих процесс нитрозирования веществ.

Возвращаясь к проблемам разумного использования минеральных удобрений, отметим, что по выпуску минудобрений СССР в 1,8 раза обгоняет США. Только в двенадцатой пятилетке на реконструкцию старых и строительство новых заводов выделено 17 млрд р. В связи с вышесказанным справедлив вопрос, поставленный в работе /84/: "нужны ли такие средства (инъекции), если чуть не половина средств расходуется в ущерб природе (в том числе здоровью человека). Необходимо найти путь - как увеличить производство продуктов питания и параллельно снизить химическую цену грядущего изобилия".

ГЛАВА 5. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ВСЛЕДСТВИЕ ХИМИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

Повышение продуктивности животноводства связано не только с использованием достижений генетики и селекции, но и с укреплением кормовой базы. Последнее особенно относится к нашей стране, где белковый дефицит и дисбаланс аминокислот в кормах восполняют обогащением кормовыми дрожжами, отходами пищевой промышленности (рыбной мукой, обратом, гидролизатами из неиспользуемых в питании субпродуктов), подсолнечными, соевыми и арахисовыми шротами, непротеиновыми азотсодержащими добавками (мочевинной и ее производными).

Наряду с этими компонентами, в кормовой рацион добавляют премиксы, содержащие биологически активные вещества (витамины, минеральные вещества, ферменты, гормоны, тканевые препараты), ростстимулирующие вещества, лекарственные препараты (антибиотики, сульфаниламиды, нитрофураны и др.), транквилизаторы, а также консерванты и стабилизаторы кормов.

Только в составе премиксов применяют 2 вида аминокислот, 18 витаминов, 10 солей микроэлементов, 5 микроэлементов, 4 небелковых азотсодержащих соединения, 5 препаратов кормовых ферментов, более 11 антибиотиков, 4 транквилизатора, более 10 кокцидиостатов и антибактериальных веществ, а также антиоксиданты, эмульгаторы, стабилизаторы, ароматизаторы, красители /5/.

Использование этих соединений должно быть обусловлено не только необходимостью, эффективностью и безопасностью для животных, но в конечном итоге оно должно гарантировать безопасность и для человека. Ведь наряду со специально составляемой рецептурой комбикормов и премиксов, кормовой рацион сельскохозяйственных животных может включать остатки таких антропогенных загрязнителей, как полициклические ароматические углеводороды, полихлорированные дифенилы, трифенилы, пестициды, используемые для химической защиты сельскохозяйственных растений от вредителей, болезней и сорняков, нитраты и нитриты.

Кроме того, корма поражаются бактериальной и грибковой микрофлорой, часто содержащей токсикогенные виды. Амикотоксины – ядовитые продукты обмена веществ плесневых грибов, поражающие корма, опасны не только для животных, потенциально они опасны и для человека. Для снижения ущерба, наносимого неправильным хранением кормов, в них добавляют антимикробные средства – консерванты.

В зависимости от вида животных, количества и времени введения или попадания соединений в продукты животноводства в последних также могут быть обнаружены не только первичные соединения, но и метаболиты, выработанные "биологическим фильтром" /16/.

Внимание не только гигиенистов, но и общественности привлекает проблема использования в корм сельскохозяйственным животным лечебно-профилактических средств и ростстимулирующих препаратов, остатки которых, обнаруженные в продуктах, тоже могут влиять на здоровье человека.

5.1. Загрязнение продуктов животноводства антибиотиками

Антибиотики в качестве кормовой добавки используют для профилактики заболеваний сельскохозяйственных животных и домашней птицы, а вследствие этого и стимуляции их роста. С 60-х годов в нашей стране и за рубежом расход антибиотиков в кормопроизводстве составляет сотни и тысячи тонн в год.

Л. Росивал считает /9/, что обычно кормовые дозы антибиотиков не ведут к загрязнению пищевых продуктов животного происхождения, или вызывают незначительные загрязнения, которыми можно пренебречь. Мясо и яйца животных, в корм которым добавляли кормовые (для улучшения усвояемости корма и стимуляции роста) дозы, могут поступать к потребителю. Не эти кормовые добавки антибиотиков не относятся к терапевтическим дозам. Нельзя употреблять в пищу яйца кур, для лечения которых используются антибиотики. Пенициллин почти весь выводится из организма в течение нескольких часов. Тетрациклины выводятся очень медленно, после экскреции в двенадцатиперстную кишку они снова всасываются печенью. Содержание их остатков в органах и эритроцитах в 2-5 раз больше, чем в сыворотке крови.

Остатки антибиотиков в молоке имеют особенно большое значение. Антибиотики часто используются при мастите, а действуя на микрофлору, они влияют и на качество молока, так как поставщики часто не выдерживают интервал между окончанием срока лечения и поставкой молока на рынок. Исследованиями показано, что пенициллин довольно устойчив к повышенным температурам. Пастеризация молока и молочных продуктов недостаточна для уничтожения присутствующих в них антибиотиков (пенициллин, хлортетрациклин, окситетрациклин, хлорамфеникол, стрептомицин). Хранение молока при низких температурах и его замораживание не снижают активности антибиотиков /9/.

Остатки антибиотиков в пищевых продуктах могут оказывать отрицательное влияние на здоровье человека либо прямым токсическим действием на клетки и ткани, либо возникновением аллергических реакций, появлением устойчивых к антибиотикам микроорганизмов /7, 101/. Р. Д. Габович и Л. С. Припутина показывают, что образование устойчивых к антибиотикам штаммов микроорганизмов изучено особенно досконально и установлено, что резистентные штаммы микроорганизмов особенно быстро появляются среди сальмонелл и *E. coli* /4/. Попадая в организм человека, они способны передать резистентность другим энте-

ропатогенным бактериям, а это может служить причиной не только снижения терапевтического действия антибиотиков, но и возникновения заболеваний. В пищеварительном канале такие бактерии могут постепенно доминировать над всеми остальными, распространяться на другие органы и ткани и даже вызывать генерализованные инфекции. Таким образом, если сальмонеллы попадают к человеку от животных, то их резистентность к хлортетрациклину является не результатом отбора в среде обитания человека, а следствием неправильного применения антибиотиков в кормах.

Аллергические состояния, развивающиеся под действием антибиотиков, — менее распространенное побочное явление, по сравнению с антибиотикоустойчивостью бактерий. По данным Всесоюзного центра по изучению побочного действия лекарственных средств МЗ СССР, при применении пенициллина в 80% случаев лекарственная патология имела аллергический генез, в 7% — токсический. При использовании тетрациклинов — соответственно, в 78 и 12,2% наблюдений. Аминогликозиды (стрептомицин, моно-, кана- и неомицин) в 50% случаев вызвали аллергические побочные реакции, в 29% — токсические, в остальных — токсико-аллергические. Токсическое действие выразилось в нарушении функций слухового аппарата и почек. Отмечено, что аллергические состояния могут развиваться при чрезвычайно низких концентрациях антибиотиков /101, 102/.

Необходимость защиты человека от токсикантов в пищевых продуктах и от инфекционных заболеваний требует, по мнению гигиенистов /5, 79, 103/, тесного сотрудничества медицины, ветеринарной гигиены и гигиены пищевых продуктов, которое позволит отобрать для животных антибиотики исключительно биостимулирующего действия и исключить препараты, применяемые для лечения людей. Речь идет прежде всего о пенициллинах, тетрациклинах, хлорамфениколе и антибиотиках из группы аминогликозидов (стрептомицин и неомицин).

Для того, чтобы не допускать остатков антибиотиков в продуктах животноводства рабочая группа Европейского бюро ВОЗ рекомендует:

максимальное сокращение использования антибиотиков при кормлении;

увеличение срока выдержки перед убоем после введения антибиотиков, которые мало или совсем не всасываются /102/.

Нельзя ограничиваться контролем пищевых продуктов на содержание остатков антибиотиков. Необходимо выяснять и устранять причины их попадания в пищевые продукты. Гигиенические рекомендации должны предусматривать стандартизацию препаратов, их дозу, период ожидания перед убоем /102-105/. В нашей стране для кормовых антибиотиков витамицина, фразизина, нормогризина, бацитрацина, внедренных в практику, существуют инструкции по применению с учетом гигиенических рекомендаций, утвержденные Главным управлением ветеринарии Министерства сельского хозяйства СССР и согласованные с Минздравом СССР /103-105/.

5.2. Загрязнение продуктов животноводства гормональными препаратами

Гормональные препараты используются для стимуляции роста животных и функций их воспроизводства. Например, в США с использованием гормонов получают более 50% говядины. Гормональные препараты применяют при откорме животных в Великобритании, Франции, Новой Зеландии и других странах /106/.

Гормональные препараты и их аналоги, используемые для стимуляции роста и мясной продуктивности животных, делят на следующие группы: половые гормоны, их синтетические аналоги и анаболические стероиды; тиреостатические препараты, тормозящие функцию щитовидной железы; фитогормоны; комплексы гормональных препаратов. Общим для всех препаратов является способность стимулировать рост массы тела животных при экономии 5-12% кормов /107/.

Исследования стероидных гормональных препаратов на животных показали наличие этих препаратов в продуктах питания, что опасно для здоровья населения. У животных, которым скармливали мясо, содержащее стероидные гормоны, были обнаружены

сдвиги в деятельности половых гормонов, показателях липидного обмена, нарушения гистологической структуры некоторых внутренних органов /108/. Известно, что диэтилстильбэстрол накапливается в мясе, молоке и попадает таким путем в организм человека. Там он разрушается очень медленно, так как наша ферментная система не приспособлена к синтетическим аналогам гормонов. В результате может нарушиться гормональный фон у организма. В связи с этим в нашей стране и в некоторых других (Канада, Дания, ФРГ) использование стероидных гормонов в виде стимуляторов роста сельскохозяйственных животных запрещено, в других (например, СССР) ограничено особыми условиями. При однократном введении 15 мг диэтилстильбэстрола между датой введения препарата и датой убоя должен соблюдаться срок в 6 недель. При вынужденном убое мясо не должно употребляться в пищу людям.

Л.С.Припутина отмечает /5/, что имеются некоторые сведения о канцерогенном действии диэтилстильбэстрола. В связи с этим необходимы исследования в данном направлении, так как в некоторые анаболические препараты входят ингредиенты с эстрогенным свойством.

Тиреостатические препараты (производные тиоурацила) — соединения, влияющие на функцию щитовидной железы. В нашей стране разработан метод увеличения массы тела бычков и свиней с использованием дийодтирозина и бетазина (из расчетов 100–300 мг на голову крупного рогатого скота и 100–200 мг на голову свиньи) за 2–3 месяца до завершения откорма. Метод позволяет увеличить продуктивность животноводства на 15–20% без дополнительного расхода кормов. Показано также, что у опытных животных, получающих в рационе мясо животных после имплантации под кожу дийодтирозина и бетазина, не наблюдалось нарушения контролируемых показателей состояния организма.

Тиреостатические препараты повышают убойный выход, причём прирост живой массы возрастает главным образом за счёт мышечной ткани и внутримышечного жира, что улучшает качество мясной продукции.

Эффективными тиреостатическими препаратами являются также соли хлорной кислоты – хлорнокислый аммоний и хлорнокислый магний.

Исследования показали, что антитиреоидные препараты повышают прирост при откорме на разных кормах у бычков, свиной, бройлеров /107/. Под влиянием препаратов масса туши крупного рогатого скота увеличивается на 5–15 кг, овец – на 1–3 кг /109/.

Использование в нашей стране тиреостатиков находится под наблюдением службы ветеринарно-зоотехнического и гигиенического контроля в соответствии с инструкцией по проведению ветеринарно-токсикологических, медико-биологических исследований стимулятора роста сельскохозяйственных животных и гигиенической оценке продуктов животноводства /110/.

Следует отметить, что за рубежом тиреостатики не нашли практического применения в животноводстве, ибо эффект их в значительной степени сводится к накоплению в тканях воды /9/.

В.А.Тутельян отмечает, что экспертная группа ВОЗ подчеркивает возможность и безопасность использования для стимуляции роста сельскохозяйственных животных природных гормонов таких, как эстрадиол-17 β , прогестерон, тестостерон, полипептидные гормоны (в частности, пролактин), а также их синтетических аналогов, отличающихся высокой скоростью метаболизации в печени животных; остаточные количества этих гормонов в тканях животных значительно ниже синтезируемых эндогенно в течение дня в организме человека /7/.

5.3. Загрязнение продуктов животноводства азотсодержащими кормовыми добавками

К азотсодержащим кормовым добавкам, позволяющим увеличить продуктивность животноводства, относятся белковые продукты (БВК – дрожжевые и бактериальные биомассы, белки из водорослей и т.д.) и синтетические азотсодержащие вещества, такие, как мочевины, синтетические аминокислоты.

БВК - белково-витаминный концентрат-производится в нашей стране путем микробиологического синтеза биомассы дрожжей на n-парафинах нефти в значительных количествах (около 1 млн т/год). Многолетние испытания такого белка в Институте питания АМН СССР показали возможность использования его в сельском хозяйстве для обогащения кормов, так как в состав БВК входят все незаменимые аминокислоты и витамины группы B. Однако эта белковая масса может содержать неупотребленные углеводороды, в том числе бенз(а)пирен, которые могут накапливаться в жировой ткани животных. Кроме того, в белковой массе определяли несвойственные для традиционных продуктов питания липиды, довольно высокое содержание нуклеиновых кислот, биологически активных соединений типа микотоксинов и других неидентифицированных соединений /III/.

Исследованиями показано, что добавление в корм животных БВК не изменяет органолептические свойства мяса и мясопродуктов, но эта добавка должна качественно удовлетворять предъявляемым требованиям /II2, II3/. Она не должна превышать 10-15% (от общей массы кормов) во избежание накопления в организме животных остатков углеводородов нефти, которые способны проникать через слизистую кишечника и задерживаются в тканях организма на сравнительно длительные сроки; содержать жирные кислоты с нечетным числом атомов углерода, подвергающихся в организме интенсивным процессам биологического окисления; содержать другие вещества, несвойственные природным пищевым продуктам, - необычные компоненты липидной фракции, необычные аминокислоты, микотоксины, патогенные микроорганизмы, антибиотики и другие неидентифицированные компоненты.

Для обогащения рационов питания сельскохозяйственных животных непотеиновыми азотистыми компонентами в корм добавляют мочевины, которая используется в организме животных (после расщепления в рубце до аммиака) для синтеза белков. Мочевина в кормах может покрыть около 25% потребности в белках. Дневная доза для взрослых коров со средним удоем может достигать 60-100 г. Молодняку дают 0,25 г мочевины на 1 кг живой массы, Мочевину добавляют также в силосы в количестве 2-5 кг на 1 т /9/. Однако избыток в кормах мочевины

действует токсически. Заменителями чистой мочевины, имеющими значительно меньшую скорость гидролиза в организме и, следовательно, снижающими ее токсическое действие, являются препараты мочевины (карбамида), заключенные в специально подобранные полимерные оболочки – полимеркарбамиды. Использование таких непротеиновых азотсодержащих кормовых препаратов обеспечивает безвредность мяса сельскохозяйственных животных.

5.4. Загрязнение продуктов животноводства пестицидами

П е с т и ц и д а м и продукты животноводства могут загрязняться из-за наличия их в кормах, а также от обработки сельскохозяйственных животных и птицы /II4-II8/.

Перечень используемых в сельском хозяйстве пестицидов очень велик. Они применяются для борьбы с сорняками, вредителями и болезнями культурных растений, с паразитами – у животных и т.д. Установлено, что многие пестициды обладают мутагенными, слабыми канцерогенными свойствами, но несмотря на это в ближайшие годы вряд ли можно ожидать существенного снижения уровня используемых пестицидов /II9-I22/.

Практическому применению пестицидов предшествуют тщательные токсиколого-гигиенические исследования. Использование пестицидов строго регламентируется. Обрабатывать пестицидами продовольственные, технические, фуражные и другие культуры разрешается в строгом соответствии со списком пестицидов, допущенных к применению в сельском хозяйстве, и с инструкциями, согласованными с Главным санэпидуправлением Министерства здравоохранения СССР /I23/. При этом предпочтение отдано веществам без резкого и стойкого запаха, быстро разрушающимся под действием внешних факторов, не накапливающимся в живых организмах и не вызывающим их гибель или отравление.

Содержание в продуктах питания животного происхождения пестицидов, представляющих опасность, не допускается. Руководители хозяйств, применяющие пестициды, несут полную от-

ветственность за безопасность производимой ими пищевой и фуражной продукции. При нарушении порядка использования пестицидов санэпидстанции имеют право запретить реализацию сельскохозяйственной продукции /5, 119, 124, 125/. И тем не менее факты таковы, что миграция пестицидов в окружающей среде и по цепям питания приводит к накоплению остаточных количеств препаратов в большинстве природных объектов и в организме человека. Данные национального мониторинга остатков пестицидов, например в США, подтверждают их наличие практически во всех контролируемых объектах /118/.

Для обработки сельскохозяйственных животных и птицы чаще всего используют хлор- и фосфорорганические препараты. Хлорорганические пестициды (гексахлорбутадиен, гексахлорциклогексан, полихлортерпены, полихлорциклодиены, сульфоны и др.) - вещества политропного действия. Они депонируются в органах и тканях животных и растений и могут сохраняться до нескольких месяцев, в связи с чем загрязнение продуктов животноводства может происходить незаметно. При лабораторных исследованиях в молоке, яйцах, субпродуктах, мясе обнаружались ДДТ, ГХЦГ, линдан, полихлорпинен и пр. /119/.

Фосфорорганические пестициды (производные фосфорной, тиофосфорной, алкил- и арилфосфорной кислот и т.д.) - ферментные яды. Блокируя ферменты, они нарушают жизненно важные функции организма. В отличие от хлорорганических пестицидов, они не накапливаются в организме, но в зависимости от структуры могут циркулировать в органах и тканях несколько суток и даже недель. За это время они обнаружены, например, в молоке лактирующих коров, которые получали фосфорорганические пестициды в терапевтических дозах /5/. Из других пестицидов карбаматы (тио-, дитиокарбаматы) менее токсичны, но они обладают эмбрио-, гонадотоксичностью, могут оказывать бласто- и мутагенное действие, в связи с чем их применение в сельском хозяйстве ограничено /119/.

Ниже представлен максимально допустимый уровень (ПДУ) пестицидов в пищевых продуктах животного происхождения.

Таблица I^а

МДУ пестицидов в пищевых продуктах, мг/кг /5/

Пестициды	Продукт питания	МДУ
Атразин	Мясо, яйца, молоко	0,02
Байтекс	Мясо, молоко, мясные и молочные продукты	0,2
Базудин	Жир мясной	0,7
Бордосская жидкость	Мясо, яйца	2
Вольфазол "Д"	Мясо	0,005
Гамма-изомер ГХЦГ 16%	Молоко, мясо	0,005
Гексахлоран	Молоко, яйца, масло сливочное, жир	0,005
Дикрезил	Молоко, молочные про- дукты, яйца	Не допу- скается
Корал	Молоко, молочные про- дукты	Не допу- скается
	Мясо, мясопродукты	0,2
Тролен	Молоко, молочные про- дукты	Не допу- скается
	Мясо	0,3

В табл. I^а указаны МДУ лишь некоторых пестицидов для продуктов животноводства. Имеется целый ряд пестицидов (амидофос, гексамид, дибром, оксамат и др.), остатки которых не допускаются в продуктах питания.

Органы санитарного надзора в каждом конкретном случае принимают решение о допустимости реализации пищевых продуктов, содержащих пестициды, для которых не установлены допустимые остаточные количества (ДОК). При необходимости они обращаются в Главное санитарное эпидемиологическое управление Министерства СССР.

Продукты, содержащие сильнодействующие или токсичные пестициды в количествах, превышающих ДОК, в пищу не пригодны. Возможно (за исключением детских учреждений) употребление лишь в том случае, если пестициды разрушаются при термической обработке продуктов. В связи с этим интересен пример обезвреживания молока, содержащего остатки пестицидов (табл. 20 /126/).

Таблица 20

Влияние термической обработки молока на содержание пестицидов /126/

Температура обработки молока, °С	Степень разрушения пестицидов, %				
	Метатион	Сульфидофос	Циодрин	Циклофос	Себацил
40	45,0	50,0	20,0	50	10,0
100	93,7	93,3	100	94,5	40,0
126	95,5	95,7	100	95,5	35,0

Таким образом, отмечено в /126/, при обработке коров циклофосом (10-13 мг/кг), метатионом (1,7-6,7) и себацилом (6,7 мг/кг) остатки препаратов обнаруживаются в молоке в количестве 0,01-0,2 мг/л. Выделение их происходит в течение суток, тогда как сульфидофос (в мг/кг) в уменьшающейся концентрации может быть обнаружен в течение 18 суток. При кипячении этого молока содержание метатиона, циклофоса и сульфидофоса снижается на 93,3-95,7%, циодрин разрушается почти полностью, а себацил - только на 40%.

Продукты, содержащие пестициды с умеренной или слабо-выраженной кумуляцией ДОК, как исключение могут быть использованы кратковременно. Для уменьшения ДОК продукты подлежат технологической и кулинарной обработке. Если ДОК не уменьшается, продукт бракуют.

В нашей стране постоянно проводятся исследования роли пестицидов в генерации различных патологий в организме животных и человека /5, I21, I22, I24, I25/. Это позволяет не только определять ДОК пестицидов в пищевых продуктах, но и полностью исключать наиболее токсичные из пестицидов, заменяя их новыми безопасными препаратами. (например, см. /I10/).

Сроки выполнения работ по установлению гигиенических нормативов, согласно принятым методическим рекомендациям, достаточно длительны (один норматив разрабатывается в среднем 2 года) /I24/. Поэтому перед гигиенистами страны стоит ответственная задача по разработке надежных способов ускоренного определения гигиенических регламентов для новых соединений. Так, в Московском НИИ гигиены им. Ф.Ф.Эрисмана при изучении возможности ускорения исследований по гигиеническому нормированию пестицидов в пищевых продуктах благодаря разработанным приемам удалось на 35% сократить общую продолжительность исследований по разработке нормативов по полной схеме /I24/.

А.В.Павлов отмечает, что внедрение в практику в нашей стране разработанной системы регламентации пестицидов позволило за последние 10-15 лет уменьшить загрязнение пестицидами пищевых продуктов более чем в 2 раза, а в отдельных регионах страны в 4-5 раз /I21/.

В конце 1982 г. в стране введена в эксплуатацию унифицированная система контроля пестицидов с применением электронно-вычислительной техники. В 1985 г. в систему включены 15 союзных республик, и она охватывает всю страну. Система предусматривает дальнейшее совершенствование государственного санитарного надзора за соблюдением регламентов применения пестицидов в сельском хозяйстве, а также лабораторного контроля за их остаточными количествами. Она позволяет оперативно и централизованно собирать, хранить и обрабатывать данные на ЭВМ с целью оптимизации управления профилактическими мероприятиями, направленными на снижение уровня загрязнения пестицидами объектов окружающей среды, и, следовательно, заболеваемости населения /I27/.

ГЛАВА 6. ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ

Пищевые добавки - химические вещества природного или синтетического происхождения, специально вносимые в пищевые продукты на различных этапах их производства, транспортировки и хранения с целью улучшения качества, продления сроков хранения, изменения органолептических свойств и т.д. Пищевые добавки являются в общем чужеродными веществами в пищевых продуктах.

История пищевых добавок насчитывает не одно тысячелетие. К числу первых добавок относится, видимо, соль, которую использовали для сохранения мяса и рыбы. В работе /128/ приведены следующие интересные примеры первых пищевых добавок. Это использование древними римлянами соли, а во времена средневековья посолочной смеси (соль и нитрат калия) для консервирования. Последняя с некоторым усовершенствованием применяется для этих целей и в настоящее время.

Пищевые добавки - ароматические специи (перец, гвоздика, мускатный орех, корица, имбирь), используемые, с одной стороны, для ароматизации и усиления запаха одних продуктов и, с другой стороны, - для сокрытия запаха испорченных продуктов, также относятся к древнейшим пищевым добавкам.

Развитие пищевой промышленности привело к масштабному производству и использованию пищевых добавок. Можно полагать, что издавна вместе с пищевыми добавками возникло и постепенно формировалось понятие допустимых норм пищевых добавок.

Как отмечено в /128/, в США в конце XIX в. пищевые продукты считали либо чистыми, либо фальсифицированными. Задача идентификации и исключения нежелательных (фальсифицирующих) добавок была решена с внедрением системы контроля за безопасностью питания на федеральном уровне в 1906 г. С тех пор в США и в других странах промышленное производство и использование пищевых добавок постоянно расширяется.

Пищевые добавки используют в качестве красителей, отбеливающих средств, загустителей, эмульгаторов, стабилизаторов, осветлителей, сладких веществ, консервантов, антиоксидантов и т.д.

Добавки делят на прямые, преднамеренно вносимые в продукты для придания вкуса, цвета, предотвращения порчи, и косвенные, которые попали в продукты в результате контакта с оборудованием при их обработке, с контейнером или упаковкой и т.д. Сложно определить точное количество косвенных добавок. Например, в США разрешено использовать в упаковочных материалах почти 3000 добавок (прямых добавок зарегистрировано 2800).

Перечень тех и других добавок непрерывно меняется, а потому во всех экономически развитых странах постоянно проводятся научные исследования в области обеспечения безопасного потребления населением пищевых добавок. В 1956 г. создан Объединенный комитет экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам. В документе этого комитета о применении пищевых добавок отмечено, что использование пищевых добавок должно преследовать следующие цели: сохранение питательных свойств продуктов, увеличение их сохранности, сокращение потери пищевых продуктов, придание им более привлекательного вида, облегчение технологической обработки продовольственного сырья, удешевления, ускорения технологической переработки. Использование пищевых добавок не должно разрешаться в тех случаях, когда они приводят к скрытию неправильной обработки сырья, фальсификации пищевых продуктов, значительной потере ими биологической ценности. Подчеркивается необходимость гарантирования безопасности применения пищевых добавок и указания на этикетках их наличия в продуктах питания. Комитет экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам указывает на целесообразность применения последних в тех случаях, когда они эффективны лишь в больших дозах /83,129-131/.

В табл. 21 /7/ приведены примеры применяемых пищевых добавок.

Таблица 21

Пищевые добавки /7/

Целевое назначение	Пищевая добавка	Пищевые продукты	ЦДК мг/кг, мг/л
1	2	3	4
Красители	β -каротин	Сливочное масло	6,0
	Карамель	Кондитерские изделия	
	Куркума	То же	
	Шафран	Хлебобулочные изделия	До 50,0
	Индигокармин	Кондитерские изделия	До 50,0
	Тартразин	То же	
	Метилвиолет	Клеймение сыров, мяса	
Отбеливающие средства	Нитрит натрия	Консервы мясные, колбасы и т.п.	30,0-50,0
	Сернистый ангидрид	Картофель, соки	6,0-20,0
Загустители	Желатин	Консервы мясные, рыбные, желе и т.п.	
	Крахмалы модифицированные	Хлеб пшеничный	5000,0
	Пектин	Кондитерские изделия	
	Альгинат натрия	Мороженое	3000,0
Эмульгаторы	Лецитин	Кондитерские изделия	5000,0
Стабилизаторы	Моно- и диглицериды жирных кислот	Маргарин	2000,0
	Сорбитан жирных кислот	Хлеб	5000,0

I	2	3	4
Ароматизаторы	Ароматические пищевые эссенции	Кондитерские изделия	0,3-0,8 $\frac{\text{мл}}{\text{кг}}$
	Ванилин	То же	До 500,0
	Глутамат натрия	Пищевые концентраты	5000,0
	Коптильный препарат	Колбасные, рыбные изделия	До 7,0 $\frac{\text{мл}}{\text{кг}}$
Сладкие вещества искусственные	Ксилит, сорбит, сахарин	Диетические кондитерские изделия	
Консерванты	Нитрат натрия	Сыры	300,0
		Консервы мясные, колбасы и т.п.	До 50,0
	Бензойная кислота	Кондитерские изделия	До 1000,0
		Икра рыбная	До 2000,0
	Уротропин	Икра лососевая	До 1000,0
	Сорбиновая кислота	Соки, напитки, вина	До 1000,0
Антиоксиданты	Ионол	Жиры животные	200,0
	Бутилоксианизол		
Синергисты антиоксидантов	Аскорбиновая кислота	"- "	
	Лимонная кислота	"- "	
Ферментные препараты	Амилоризин	Хлеб, пиво	0,001- -0,003%
	β -галактозидаза	Хлеб, напитки	0,01- -0,04%
	Каталаза	Сахарный сироп, кровь	0,001%
	Проторизин	Мясо, сельдь	0,075- -0,1%

Рассмотрим отдельные виды пищевых добавок.

6. I. Красители

Необходимость и целесообразность использования пищевых красителей обусловлена желанием иметь пищевые продукты с привлекательным внешним видом, ибо как справедливо отмечает Г.Р.Робертс /128/: "мы пробуем на вкус глазами". С точки зрения гигиены было бы лучше не использовать такого рода пищевые добавки, но продукты с неестественной окраской через психофизиологический механизм снижают аппетит, ухудшают пищеварение. Неестественная и непривлекательная окраска появляется в процессе производства пищевых продуктов (кипячение, консервирование, стерилизация и т.д.), так как многие естественные красители, содержащиеся в продуктах, неустойчивы.

Но вынужденные добавки красителей в косметических целях должны гарантировать их безвредность для продуктов. Поэтому все предлагаемые пищевые красители проходят предварительные аналитические и токсикологические испытания.

Красители, используемые для пищевых продуктов, подразделяют в зависимости от их происхождения на три группы /9, 132/:

натуральные (растительного или животного происхождения);
синтетические органические;

минеральные неорганического происхождения (группа ограниченного применения).

Натуральные красители представляют собой смесь каротиноидов, антоцианов, флавоноидов, хлорофилла и других соединений, т.е. натуральных компонентов растений, наделенных пигментами (только донник - порошок растения). Все натуральные красители могут применяться для окрашивания пищевых продуктов. В Санитарных правилах по применению пищевых добавок отмечено, что использование их регламентируется технологическими инструкциями /5, 133/.

Растительные красители широко применяются для окрашивания масла, маргарина, различных напитков, сыра, жировых наполнителей. Например, натуральные красители - каротиноиды - α , β и γ - каротин получают из моркови, кроцетин из шафрана, сапанин и сапсорубин из перца. Наибольшее значение имеет β -каротин, используемый для окраски жиров от желтого до красного цвета. Антоцианы - это естественные голубые, красно-фиолетовые и красные красители, присутствующие во фруктах, овощах, цветах. Самый широко используемый краситель - жженный сахар, получаемый при тщательно контролируемой тепловой обработке таких пищевых углеводов, как декстроза, инвертный сахар, лактоза, меласса, сахароза, гидролизаты крахмала. Так называемые карамельные красители для окраски пива, водок, ликеров, различных напитков, кондитерских изделий, супов, соусов после многолетних испытаний признаны безвредными.

Однако и для ряда натуральных красителей после тщательных токсикологических исследований устанавливаются допустимые суточные дозы (ДСД). Например /5/, для экстрактов аннато по каротиноиду или бексину ДСД 0,065 мг/кг массы тела, для антоцианов (экстракта из кожуры винограда) - 2,5 мг/кг, а установленная ранее ДСД для свекольного красного отменена в связи с недостаточными данными токсикологических исследований.

С и н т е т и ч е с к и е к р а с и т е л и, производство которых стало возможным благодаря развитию химической промышленности, имеют по сравнению с естественными некоторые преимущества /17/:

высокоустойчивы к изменениям рН среды, действию кислот, тепла, света, окислителей, влиянию ферментов и некоторых химических консервантов; в присутствии металлов их цвет мало изменяется;

обеспечивают хорошее качество, высокую концентрацию и чистоту;

обладают более сильной окрашивающей способностью и дают блестящую поверхность;

легче поддаются дозировке и обеспечивают таким образом получение неизменного цветового тона;

в большинстве случаев значительно дешевле, чем натуральные.

Синтетические красители - это азо- и нитросоединения, дифенилметановые соединения, хиноны, хинолины, пиразолон, ксантены и др. По реакции их подразделяют на кислые, основные и нейтральные; по растворимости - на водо-, спирто- и жирорастворимые. Р.Д. Габович считает, что среди синтетических красителей практически нет безвредных веществ. Синтетические красители не отличаются острой токсичностью, но многие из них потенциально являются канцерогенами, мутагенами, аллергенами /5/.

Анализ результатов исследований зависимости канцерогенности красителей от их химического строения показал, что нет однозначной корреляции, но все же, отмечают авторы монографии /9/: "существуют определенные критерии согласия, которые при математической обработке экспериментальных результатов исходят из гипотезы существования такой корреляции". Например, пригодными для окраски пищевых продуктов считаются такие азосоединения, которые в каждом ароматическом кольце (бензольном, нафталиновом) имеют, по крайней мере одну сульфо-, гидроксид- или карбоксильную группу, что гарантирует их водорастворимость. Таким образом, красители, растворимые в жирах, не могут быть использованы в качестве пищевых.

В различных странах применяется большое количество синтетических красителей. У нас разрешены два синтетических красителя - индигокармин и тартразин, последний тщательно проверен на канцерогенность.

Неорганические красители, такие, как карбонат кальция, сульфат кальция, двуокись титана (белый пигмент), окись и гидроокись железа (красный, желтый и черный пигмент), алюминий (серебряный пигмент), серебро, золото используются для специальных целей и в концентрациях, гарантирующих их безвредность.

Существовавший ранее принцип негативных списков, в которые включались красители, запрещенные к использованию, со временем был заменен более разумной концепцией позитивных списков, в которые включены точно определенные красители, разрешенные законом на основе данных научных исследований по многочисленным параметрам. Такой подход снижает риск для здоровья до минимума, значительно облегчает санитарный контроль и проведение анализов /9/.

В данном разделе целесообразно сказать и о некоторых цветокорректирующих веществах: двуокись серы и ее соединения, нитраты и нитриты, окисляющие и отбеливающие вещества. Эти вещества либо предотвращают разрушение натуральных красителей, а также разрушают возникающие при хранении в продуктах нежелательные красители, либо оказывают и то, и другое действие. Например, двуокись серы и ее соединения, тормозящие ферментное потемнение свежих фруктов, овсяной, картофеля, используются наряду с другими соединениями для отбеливания муки.

Отбеливающими свойствами обладают все сильные окислители. Одновременно они стерилизуют продукты, убивая микроорганизмы. Однако применение их сопровождается не только положительным эффектом, но и побочными действиями, например, разрушением некоторых полезных соединений и образованием нежелательных. Так, при отбеливании муки было отмечено, что наряду с улучшением хлебопекарных свойств из-за окисления сульфгидрильных групп клейковины и образования дисульфидных мостиков разрушаются некоторые ценные пищевые вещества. В связи с тем, что мука - один из основных продуктов питания, в большинстве европейских стран не разрешено применение отбеливателей.

Сомнения, периодически возникающие по поводу тех или иных гигиенических характеристик данных пищевых добавок, обуславливают необходимость придерживаться рекомендуемых нормативов - допустимого суточного потребления или предельно допустимой концентрации красителя в пищевых продуктах.

6.2. Консерванты

Консервирование пищевых продуктов с помощью определенных химических веществ позволяет предохранить их на длительное время от порчи, возникающей от размножения микроорганизмов.

В давние времена для консервирования использовали холод (замораживание в холодное время года) и тепло (высушивание или копчение). В дальнейшем были найдены различные консервирующие вещества (соль, посолочные смеси). Использование пополняющегося ряда консервантов совместно с физическими методами обработки пищевых продуктов позволяет в настоящее время проводить процесс консервирования на научной основе.

Несомненно, что для консервантов также необходима токсикологическая оценка при разработке гигиенических нормативов их использования.

Химические консерванты должны обладать бактерицидным или фунгицидным, но чаще бактерио- или фунгистатическим свойствами. В первом случае микроорганизмы погибают, во втором их развитие и способность к размножению существенно тормозятся, причем определенную роль играют в данном процессе концентрация и продолжительность воздействия консерванта. Необходимо отметить, что санитарным законодательством предусмотрены для достижения технологического эффекта количественные ограничения применяемых консервантов. В то же время низкая концентрация консерванта может привести к тому, что такие соединения, как органические кислоты, могут стать дополнительным субстратом для размножающихся микроорганизмов. Различные консерванты эффективны в разных условиях: для одних существует зависимость от pH среды, консервирующие свойства других не зависят от этого параметра, и они эффективны как в кислой, так и в нейтральной среде, но на них влияют парциальное давление кислорода, влажность продукта, абсорбционная способность, температура.

Комбинация консервирующих средств может усилить эффект и способствовать уменьшению применяемого общего количества. Но этот факт в любом случае подлежит токсикологической оценке, так как механизм антимикробной активности связан с торможением важных ферментных систем, а эти процессы у микроорганизмов и человека во многом схожи. В монографии /9/ в это положение вносятся определенные коррективы, тем не менее автор делает вывод о том, что применение консервантов не может быть полностью исключено, несмотря на их отрицательное действие на любые биологические объекты. Применение консервантов в безопасных концентрациях оправдано только в тех случаях, когда требуемого технологического, экономического и других эффектов нельзя достичь физическими (или другими) методами.

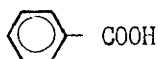
С о е д и н е н и я с е р ы (двуокись серы SO_2 , сульфит натрия безводный Na_2SO_3 , метабисульфит натрия $Na_2S_2O_3$, кислый сульфит натрия $NaHSO_3$) – наиболее распространенные консерванты. Хорошо растворимый в воде сернистый ангидрид обладает антимикробным свойством широкого профиля. Все соединения, выделяющие сернистый ангидрид, подавляют рост плесневых грибов, дрожжей и аэробных бактерий. Двуокись серы и сульфиты разрешены для применения в производстве большого числа пищевых продуктов и полуфабрикатов. Они используются также для дезинфекции бутылок, бочек и других емкостей для хранения пищевых продуктов. В организме человека сульфиты окисляются до сульфатов и выделяются с мочой и частично с фекалиями. Поэтому многие специалисты считают, что сернистый ангидрид не представляет особой опасности для организма человека.

Вместе с тем следует отметить плохую переносимость этих соединений людьми с повышенной и пониженной кислотностью (10–20% всех потребителей). Сернистый ангидрид разрушает также тиамин и биотин, а ускорение окислительных процессов может приводить к дефициту в организме токоферола /9/. Все эти факторы привели к рекомендации о нецелесообразности ис-

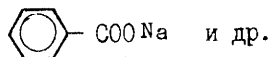
пользования сульфитов для консервирования продуктов, являющихся главными поставщиками тиомина.

Объединенный комитет по пищевым добавкам ФАО/ВОЗ установил для двуокиси серы предельное суточное потребление (ПСП) - 0,7 мг/кг массы тела /20/. Учитывая, что со стаканом десульфитированного сока вводится примерно 1,2 мг SO_2 , с 200 г мармелада, зефира или пастилы - 4 мг, с 200 мл вина - 40-80 мг, ежедневное потребление сульфитированных продуктов может привести к превышению допустимой суточной дозы /5/.

Бензойная кислота и ее производные также распространенные консерванты.



Бензойная кислота



Бензонат натрия

Бензойная кислота входит в химический состав различных растений как в свободном виде, так и в виде производных. Попадая в организм в небольших концентрациях, она образует с гликоколом гиппуровую кислоту, выделяющуюся с мочой, не кумулируется в организме. С токсиколого-гигиенической точки зрения изучена хорошо. ДД₅₀ бензойной кислоты для крыс при пероральном введении составляет 2700 мг/кг, кроликов и собак - 2000 мг/кг /5/.

Экспертный комитет ФАО/ВОЗ установил для бензойной кислоты и ее производных ПСП - 5 мг/кг /19/.

Бензойная кислота и ее натриевые соли давно применяются при изготовлении плодово-ягодных изделий, рыбных изделий, маргарина, напитков, мармелада (допустимое содержание в кондитерских изделиях - 700 мг/кг, плодово-ягодных полуфабрикатах и маргарине - 1000, рыбной икре и консервах - 100-200 мг/кг продукта).

Сорбиновая кислота и ее соли в качестве консервантов были в последние годы разрешены поч-

ти во всех странах в концентрации от 0,01 до 1,2% в основном для маргарина, сыра, яичного желтка, овощных и фруктовых изделий, печенья и вина с повышенным содержанием остаточного сахара. Часто сорбиновая кислота применяется для пропитки упаковочного материала хлеба, маргарина, продуктов животного происхождения. Антимикробное, особенно фунги-статическое действие сорбиновой кислоты проявляется благодаря способности ингибировать до гидрогеназы. В организме кислота легко вступает в обмен и даже утилизируется в нем, превращаясь в источник энергии. Сорбиновая кислота мало токсична. Экспертный комитет ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам установил для сорбиновой кислоты и сорбата калия и кальция ДП до 25 мг/кг массы тела /9,20/.

Из других консервантов используются гексаметилентетрамин или уротропин, дифенил, о-фенилфенол, муравьиная кислота, салициловая кислота, нафтохиноны, диэтиловый эфир пиругольной кислоты, в также нитраты, нитриты и другие соединения.

Отметим еще раз, что для любого из консервантов установлены регламентирующие показания и условия, которые должны строго соблюдаться.

6.3. Ароматизаторы

Ароматические вещества играют большую роль в характеристике пищевых продуктов, хотя бы потому, что благодаря запаху человек может отличить съедобную пищу от несъедобной, обладающей неприятным запахом.

Ароматические вещества - это часто многокомпонентные смеси: сиропы, настои, экстракты из натурального сырья, эфирные масла, а также синтетические соединения. Они стимулируют работу слюнных и выделяющих желудочный сок желез, усиливая деятельность органов пищеварения.

Аромат пищевого продукта создается в результате комбинации многих веществ (до 250), но одно или несколько веществ определяют основной аромат. Например /9/, основной тон

в аромате лимонов создает нитраль, в малине - п-гидрокси-фенил-3-бутанон, яблоках - этил-2-метилбутират, чесноке - аллилсульфид, горчице - аллилизотиоцианат.

Ароматические эссенции - это концентрат душистых веществ естественного или искусственного происхождения в определенном растворителе.

Р.Д.Габович /5/ делит все ароматические вещества на три категории: 1-я - экстракты из растений и животных (препараты); 2-я - эфирные масла растительного происхождения; 3-я - отдельные химические соединения, полученные синтетическим путем или из природных соединений.

Применение всех ароматизирующих веществ подчиняется определенным правилам и ограничениям, разработанным в различных странах с учетом рекомендаций международных организаций по пищевым добавкам, которые касаются, главным образом, токсикологической оценки ароматизаторов с учетом специфики каждого соединения. Выявление токсических свойств ароматических и вкусовых веществ обуславливает ограничение или запрещение их применения. Учитывается и то, что от взаимодействия ароматизаторов с некоторыми ингредиентами пищевых продуктов возможно возникновение аллергических реакций.

Очень важным является требование чистоты ароматических веществ и соответственно композиций этих веществ, так как технология их синтеза включает использование растворителей и других соединений. Для возможных токсических примесей синтетических эфирных масел устанавливают допустимые пределы.

Объединенный комитет экспертов по пищевым добавкам ФАО/ВОЗ составил перечень ароматических веществ с указанием ПСП (ДСД) /134/, который используется в различных странах, в том числе и в нашей, где давно в академических (ИНЭОС АН, Институт питания АМН, Физико-химический институт АН УССР и др.) и других исследовательских учреждениях проводятся многосторонние исследования ароматических веществ как пищевых добавок.

6.4. Эмульгаторы и стабилизаторы

Для получения тонкодисперсных и устойчивых коллоидных систем в пищевые продукты добавляют эмульгаторы и стабилизаторы. Они используются в основном в масложировой промышленности для приготовления жиров, применяемых в хлебопечении и кондитерском производстве. Так, в качестве эмульгаторов в нашей стране используют моно- и диглицериды жирных кислот (эмульгатор T_1) и продукт этерификации полиглицерина насыщенными жирными кислотами (C_{16} и C_{17}) - эмульгатор T_2 . Эти препараты достаточно хорошо изучены с токсикологической стороны. Экспериментальные данные этих исследований позволили установить максимально недействующую дозу данного вещества, равную 12500 мг/кг массы тела (25% в рационе по жиру), а ДСД 125 мг/кг массы тела /20/.

Эмульгаторы T_1 и T_2 применяют при изготовлении печенья и кондитерских изделий, молочных напитков и маргарина.

При изготовлении мясных продуктов, в колбасном производстве широко используются фосфат натрия, одно-, дву-, три- и четырехзамещенный пирофосфорнокислый натрий. Не влияя на интенсивность окраски колбасных изделий, эти соли увеличивают влагосвязывающую способность колбасного фарша, при хранении такие колбасы имеют наименьшую потерю массы.

Фосфаты являются естественными компонентами основных пищевых продуктов: молока, сыра, мяса, яиц, зерновых, фруктов и др. Поэтому при токсикологической оценке полифосфатов необходимо учитывать общее поступление фосфатов в организм. Лимитирующий показатель безвредности данной группы соединений - состояние функции почек, в которых могут наблюдаться признаки кальцификации. Вот почему одним из основных факторов, определяющих роль фосфатов в пище, является соотношение кальций:фосфор. При определении предельных количеств фосфатов следует учитывать потребление кальция. Поэтому рекомендовано максимальное суточное потребление общего количества фосфатов и полифосфатов, встречающихся в пище, в том числе в виде пищевой добавки, равное 70 мг/кг массы тела (в пере-

воде на фосфор). Этот уровень согласуется с достаточным количеством кальция в рационе /5/.

Из других эмульгаторов можно назвать спены - сложные эфиры жирных кислот с сорбитами, и твины - аддукты полиоксизетиленов со спенами, т.е. твины - это спен-эмульгаторы. Они имеют свои фирменные названия и используются при изготовлении жировых эмульсий, шоколада, печенья, кондитерских изделий, мороженого из сухого молока, яичного и какао-порошков, а также для улучшения растворимости кофе /9/. Экспертами ФАО/ВОЗ установлено ПСП для этих эмульгаторов - 0-25 мг на I кг массы тела.

Среди стабилизаторов физического состояния пищевых продуктов можно отметить агар, агароид альгината натрия, целлюлозу, желатин, пектин, метилцеллюлозу. Объединенный комитет экспертов ФАО/ВОЗ располагает данными, подтверждающими безвредность этих соединений. Например, для агара, камеди установлены "неограниченные величины" поступления в организм перорально. Нет особых ограничений и для неамидированного пектина, используемого при изготовлении сухого киселя, кондитерских изделий /5/.

* * *

*

Итак, существует значительное количество пищевых добавок. Как можно ориентироваться в этом перечне?

В нашей стране в отношении пищевых добавок действует принцип "запрещено все, что не разрешено". Как отмечают авторы /135/, этот принцип в гигиеническом отношении наиболее правильный.

Добавки, допущенные для пищевых продуктов, строго нормируются Государственными стандартами на пищевые продукты, техническими условиями или специальными технологическими инструкциями /59/. Разрешению применения в качестве добавки к пищевым продуктам любого химического вещества предшествует его гигиеническое изучение, включающее выявление токсических свойств вещества. Они проводятся в специальных НИИ

Минздрава СССР, союзных республик, в АМН СССР. Вопрос о допуске новых добавок решает Главное санитарно-эпидемиологическое управление Минздрава СССР. Текущий контроль сводится к контролю на стадии применения пищевых добавок. Методы анализа разработаны как ГОСТы, утвержденные Минздравом СССР или союзных республик; доступны для выполнения СЭС. Гигиенический контроль импортируемых продуктов осуществляется в соответствии с методическими указаниями для Госсаннабзора /5/.

Советские гигиенисты всегда были за максимальное ограничение всяких пищевых добавок, поэтому перечень допущенных добавок различного назначения значительно меньший, чем в других странах /135/.

В США /16/ существует программа периодического обследования пищевых добавок. Она включает исследование G.R.A.S. веществ (общепринятых безопасных веществ) и информацию о безопасности прямых и косвенных добавок, красителей и ароматизаторов. В эту программу включены более 2000 пищевых добавок и красителей и около 10000 косвенных добавок. Программа отражает изменения в развитии химии и токсикологии, включает оценку существующей информации о безопасности соединения. Важнейшим этапом в программе является обследование компонентов упаковочных материалов, а также лекарственных препаратов для животных, так как несмотря на "биологический фильтр" последние как остатки могут оказаться в продуктах животноводства.

В дополнение к программе бюро пищевых добавок (FDA) проверяет лаборатории, которые проводят испытания пищевых добавок. Периодичность обследования пищевых добавок обеспечивает то, что информация о безопасности постоянно находится на современном уровне требований и отвечает изменяющимся стандартам по химии и токсикологии. Объединенный комитет экспертов ФАО/ВОЗ на своих совещаниях принимает, а затем распространяет рекомендации по применению безопасных добавок в пищевые продукты. Эти рекомендации учитываются правительствами стран при разработке своих отечественных регламентов на различные продукты питания /83, 129-131/.

Комиссия по кодексу питания (Codex Alimentarius)
ФАО/ВОЗ считает, что национальные правительства должны под-
держивать контроль за общим объемом потребления каждой пи-
щевой добавки, так как основываясь на данных обследования
национального потребления пищевых продуктов можно опреде-
лять, соответствует ли общее содержание пищевой добавки в
рационе ее допустимой суточной дозе /30/.

Комитет создал Банк данных ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам
(в Риме), в который были внесены все характеристики рассмот-
ренных к тому времени Объединенным комитетом экспертов
ФАО/ВОЗ (1982 г. - 500) веществ. Эти данные содержат назва-
ния и их синонимы, функциональный класс, статус токсикологи-
ческих оценок и спецификаций со ссылками, сведения об ис-
пользовании в пищевых продуктах, включенные в стандарты Ко-
миссии по Кодексу питания (Codex Alimentarius). Мате-
матическое обеспечение для программ банка данных позволяет
обновлять информацию и получать сведения о веществах, клас-
сах и их использовании /83/.

ГЛАВА 7. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Необходимость защиты интересов потребителя существует
давно во многих странах, благодаря ей с давних времен прини-
мались строгие законы, контролирующие степень загрязнения пи-
щи. В /136/ приведены сведения о том, что 3600 лет тому на-
зад вавилонский царь Хаммурапи в своем законодательстве пре-
дусмотрел наказания за подделку пива и наживу на пищевых
продуктах низкого качества. В Древнем Риме и Древней Греции
существовали специальные учреждения для контроля за продук-
тами питания. В первом законе о продаже пищевых продуктов и
лекарств, принятом парламентом Великобритании в 1875 г. го-
ворится: "Никто не должен продавать потребителю пищевые про-
дукты, которые по своему происхождению, составу или качест-
ву не соответствуют требованиям потребителя" /12/. Этот за-
кон лежит в основе всех современных законов о продуктах пи-

тания Великобритании и стран, унаследовавших ее систему законодательства.

В 1955 г. в Англии был издан ныне действующий Закон о продуктах питания и лекарственных препаратах. В соответствии с этим законом министры могут издавать инструкции относительно состава продуктов питания, наличия в них добавок и степени загрязнения. Министерствам при составлении инструкций оказывают консультативную помощь два комитета: Комитет стандартов на продукты питания, занимающийся составом, кодификацией и рекламой продовольственных товаров, и Комитет по пищевым добавкам и загрязнениям, который занимается вопросами безопасности применения добавок и установления допустимых концентраций загрязняющих пищу веществ. Перед введением новых инструкций их тщательно обсуждают все заинтересованные лица, в том числе ученые, промышленники, потребители. Проведение принятых законов в жизнь возложено на местные власти, которые должны контролировать качество пищевых продуктов и лекарств. Местные органы власти назначают государственных контролеров и санитарных врачей. Контроль за строгим соблюдением законов осуществляют путем предупреждений, консультаций и содействия, а в случае необходимости организуют судебные процессы против нарушителей.

В США первый Всеобщий федеральный закон о чистых пищевых продуктах и лекарственных препаратах был утвержден в 1906 г. (до этого большинство штатов уже имели такие законы) /137/. В дальнейшем в закон несколько раз вносились поправки, но основные изменения, касающиеся безопасности питания, были сделаны в 1958 г. Эти изменения известны как пункт Делани (Делани возглавлял Комитет Палаты представителей, осуществляющей наблюдение за применяемыми в продуктах питания и косметических средствах химическими добавками). Эта статья запрещает внесение в продукт любых пищевых добавок, канцерогенность которых экспериментально установлена; ограничивалось также использование любых добавок за исключением общепринятых безопасных веществ (GRAS). В свою очередь пересмотр GRAS вызвал периодический пересмотр всех используемых до-

бавок Федеральным управлением по вопросам качества продовольствия и медикаментов (FDA). Г.Р.Робертс отмечает /137/, что тенденция к усилению законодательного контроля за безопасностью питания была прервана в 1976 г. принятием поправок к акту, касающихся витаминов. Эти поправки были направлены на ограничение контроля FDA использования и состава витаминных добавок, а также содержания инструкций. Г.Р.Робертс считает, что существующий Федеральный акт о пищевых продуктах, лекарственных препаратах и косметических средствах (FFD & CAct) является во многом свободным собранием слабо связанных между собой независимых подходов к различным аспектам безопасности питания.

Основой законов о пищевых продуктах в каждой стране является защита здоровья населения. Различия этих законов заключаются в определении состава пищевых продуктов, их маркировки, способах переработки, что отражает обычно национальные и экономические особенности страны. Эти различия создавали барьеры при торговле или обмене пищевыми продуктами между странами. Однако широкое международное сотрудничество, создание в различных регионах сообществ стран (в Африке, Латинской Америке, Европе) привело к необходимости согласования национальных законодательств о составе продуктов питания, усовершенствования общих стандартов на пищевые продукты и, в конечном итоге, к снижению торговых барьеров.

Так, одной из главных задач Европейского экономического сообщества (ЕЭС) согласно Римскому договору 1957 г. было расширение торговли между странами Сообщества. Была разработана согласованная программа законодательных документов, используемых внутри ЕЭС, учитывающая интересы каждой страны. В создании и согласовании единых законодательств по продуктам участвует Ассамблея Европейского парламента, играющая, главным образом, консультативную роль, Совет министров ЕЭС – главный законодательный орган, а главный административный и исполнительный орган – Комиссия ЕЭС. Комиссия разрабатывает проекты законов и инструкций и представляет их на рассмотрение Совета Министров, которому помогает ряд совещательных и консультативных комитетов. Согласование законов о пищевых

продуктах в странах Сообщества осуществляется с помощью постановлений, имеющих силу закона. Эти постановления увязываются с национальными законами или заменяют их, прием каждой стране предоставлен свободный выбор методов их введения. Для обретения силы закона постановление ЕЭС проходит ряд предварительных стадий. Комиссия ЕЭС согласует проект постановления с государственными экспертами стран ЕЭС и представителями промышленников и потребителей. После этого проект рассматривает Совет Министров ЕЭС, Европейский парламент, экономический и социальный комитеты. Одобренный всеми инстанциями документ доводится до сведения правительств стран-членов ЕЭС. Текст закона публикуется в журнале "Official Journal of the European Community", который издается в Брюсселе на языках всех стран-членов ЕЭС. Одобренный Советом Министров ЕЭС проект обретает силу закона после внесения и в закон страны о пищевых продуктах.

Постоянную помощь в согласовании национальных законодательств о составе продуктов питания, усовершенствовании общих стандартов на пищевые продукты и решении других проблем, способствующих устранению барьеров в международной торговле продуктами питания, оказывает ООН через два своих органа - пищевую и сельскохозяйственную организацию ФАО (РАО) и Всемирную организацию здравоохранения (ВНО) и далее комиссию по правилам изготовления пищевых продуктов или Кодекс Алиментариус (Codex Alimentarius).

Первоначально, в 1958 г. Комитет экспертов ФАО совместно с Международной молочной федерацией разработал перечень требований, предъявляемых к качеству молока и молочных продуктов. В том же году Международной комиссией по сельскому хозяйству и Постоянным бюро аналитической химии была создана группа по разработке европейского пищевого кодекса (Codex Alimentarius Europaeus). В 1961 г. разработка кодекса была закончена под эгидой ФАО и ВОЗ. Была разработана программа ФАО/ВОЗ по составлению стандартов на продукты питания и учреждена вспомогательная группа под названием комиссия по правилам изготовления пищевых продуктов (Codex Alimentarius).

Конечной целью Комиссии является создание международных стандартов на продукты питания в виде правил по изготовлению пищевых продуктов. С этой целью изучаются вопросы состава продуктов, маркировки, введения добавок, определения загрязнений и химических остатков пестицидов, гигиены, отбора проб и вопросы анализа пищевых продуктов. Комиссия работает в тесном сотрудничестве с правительственными органами, международными агентствами, различными группами специалистов, а также со всеми заинтересованными лицами. Результатом такой работы являются предлагаемые Комиссией разработанные в единообразной форме стандарты на пищевые продукты, а также рекомендации по согласованию законов о продуктах питания в международном масштабе. Комиссия предлагает проект международного соглашения по вопросу о стандартах продуктов питания и призывает национальные правительственные органы одобрить этот документ либо целиком, либо с небольшими отклонениями. Такой документ позволяет правительственным органам следовать своим собственным национальным правилам и рекомендовать Комиссии пути введения в силу стандартов в условиях каждой страны.

В настоящее время к деятельности Комиссии Кодекс Алиментариус проявляется большой интерес. Экспертные комиссии по продовольственным товарам во многих странах пользуются информацией и рекомендациями Комиссии.

* * *

*

Как и на основании каких документов осуществляется контроль качества пищевых продуктов в нашей стране, ибо наша страна не имеет законодательства по пищевым продуктам? В нашей стране функция государственного контроля (государственного санитарного надзора) за состоянием качества пищевых продуктов возложена на санитарно-эпидемиологическую службу Министерства здравоохранения СССР.

Государственная санитарно-эпидемиологическая служба СССР состоит из санитарно-эпидемиологических служб союзных республик, Главного управления государственной санитарно-

эпидемиологической службы СССР (орган управления Центральной санэпидстанции, Центрального дома санитарного просвещения и т.д.). Аналогичную структуру имеют санитарно-эпидемиологические службы краев, областей, городов, районов. Возглавляются службы главным государственным санитарным врачом СССР, республики, края и т.д. Главный государственный врач СССР назначается Советом Министров СССР, нижестоящие государственные санитарные врачи — вышестоящими по согласованию соответственно с Советом Министров союзных и автономных республик, исполкомами краевых, областных, окружных, городских и районных Советов народных депутатов.

Министерство здравоохранения СССР в силу предоставленных ему прав в области государственного санитарного надзора разрабатывает и утверждает в установленном порядке общесоюзные санитарно-гигиенические и санитарно-противоэпидемические правила и нормы, в том числе: разрешает применение новых химических веществ, средств и методов при производстве и обработке продуктов питания, а также стимуляторов роста пищевых сельскохозяйственных растений и животных, химических средств защиты растений; разрабатывает государственные стандарты на воду, используемую для хозяйственно-питьевых целей; осуществляет государственный санитарный надзор при производстве, хранении и транспортировке продуктов питания, технологического оборудования для изготовления и последующей кулинарной обработки продуктов; занимается мероприятиями по предупреждению и ликвидации загрязнения поверхностных и подземных вод, используемых для удовлетворения питьевых, бытовых, оздоровительных и иных нужд населения; загрязнения почвы и атмосферного воздуха вредными промышленными выбросами и хозяйственно-бытовыми отходами и т.д. Государственному санитарному надзору подлежат все государственные и кооперативные пищевые объекты: общественного питания, торговли, мясной и молочной, пищевой промышленности. Надзор подразделяется на два основных этапа: предупредительный и текущий санитарный надзор. Если предупредительный санитарный надзор осуществляется при вы-

пуске новых видов пищевых продуктов, посуды, тары, инвентаря, упаковочных материалов, покрытий технологического и холодильного оборудования, соприкасающегося с пищевыми продуктами, то в процессе текущего санитарного надзора проверяется соответствие выпускаемой продукции санитарно-гигиеническим нормам.

На основании данных текущего санитарного надзора органы госнадзора разрабатывают планы-задания санитарно-оздоровительных мероприятий и предъявляют их для выполнения как отраслям пищевой промышленности, так и отдельным предприятиям.

Для повышения эффективности государственной системы контроля за загрязнением пищевых продуктов чужеродными веществами в нашей стране на базе соответствующих научно-исследовательских институтов созданы всесоюзные или республиканские научно-практические центры по контролю за загрязнением пищевых продуктов отдельными контаминантами (металлами, нитратами, нитрозаминами, ПАУ, микотоксинами и др.). Эти центры разрабатывают и внедряют современные методы анализа токсикантов, систематизируют результаты анализа региональных лабораторий, в необходимых случаях выполняют арбитражные анализы, обобщают и анализируют информацию о международном опыте в области контроля токсикантов в пищевых продуктах, разрабатывают рекомендации по снижению уровня загрязнений пищевых продуктов.

Ряд всесоюзных научно-практических центров (головных лабораторий) по контролю за контаминацией пищевых продуктов чужеродными веществами функционирует в Институте питания Академии медицинских наук СССР. На базе одного из них создан Сотрудничающий центр ФАО/ВОЗ по проблеме мониторинга загрязнения пищевых продуктов, в частности, микотоксинами. Результаты анализа контаминации различных пищевых продуктов микотоксинами во многих регионах нашей страны, а также импортируемых пищевых продуктов, регулярно передаются Сотрудничающим центром в соответствующий отдел ВОЗ.

Анализируя деятельность сотрудничающих центров ФАО/ВОЗ по проблеме мониторинга загрязнения пищевых продуктов, руко-

водитель одного из них в нашей стране В.А.Тутельян (Институт питания АМН СССР) подчеркивает их большую роль в создании глобальной системы, осуществляющей контроль за контаминацией пищевых продуктов чужеродными веществами, разработке единых регламентов и методических подходов /6/.

Вопросы совершенствования контроля регулярно рассматриваются на сессиях единой программы ФАО/ВОЗ по контролю за контаминацией пищевых продуктов, после чего разрабатываются основные рекомендации по контролю за загрязнением пищевых продуктов, где учитывается опыт сотрудничающих центров ФАО/ВОЗ из различных стран.

В утвержденной программе работы ВОЗ на 1990-1995 гг. /138/ Всемирная ассамблея здравоохранения определила одну из целей к 1995 г.: "Содействовать здоровью посредством правильного питания". Для этого все страны должны разработать четкие задачи в области питания, подкрепленные последовательными стратегиями их достижения, подготовленные соответствующими секторами.

Для решения этой цели и задач среди других можно выделить следующие подходы:

на национальном уровне ВОЗ должна уделять первоочередное внимание укреплению национального потенциала по выявлению проблем питания;

во всех странах ВОЗ должна содействовать созданию или укреплению систем наблюдения за питанием в качестве надежной основы для формулирования соответствующей политики в области питания;

на глобальном уровне ВОЗ должна собирать и распространять проверенную информацию о масштабах и географическом распределении неполноценного питания, использовать информацию о питании, собранную вне Организации, в целях укрепления своей собственной базы данных, поддерживать страны и регионы в сборе и анализе таких данных в контексте их усилий по мониторингу тенденций состояния питания в мире для того, чтобы определить, где могут потребоваться специальные меры и поддержка. ВОЗ должна содействовать развитию и коор-

финансировать исследования по вопросам питания и поддерживать региональные бюро в научно-исследовательской работе в этой области. ВОЗ должна разрабатывать нормы, например, по потребностям в питании и по определению состояния питания с помощью индикаторов, а также нормативные документы, которые будут включать наставления и руководства по лечению алиментарных болезней и т.д.; распространять информацию о последних достижениях и результатах относительно микроэлементов и других нутриентов;

учитывая многосекторальные причины и сопутствующие факторы недостаточного или неполноценного питания, ВОЗ должна укреплять связи сектора здравоохранения с другими соответствующими секторами и поощрять совместные действия по улучшению положения с питанием, разъясняя возможные последствия их действия для питания и здоровья /138/.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После ознакомления со многими (но не со всеми) группами токсикантов в пищевых продуктах естественным является возникающий вопрос о безопасности потребляемых продуктов.

Как правильно оценить риск тех или иных компонентов в пищевых продуктах, будь то пищевая добавка или загрязнения из окружающей среды? В некоторых случаях человек знает степень риска из собственного опыта, но в основном, по-видимому, можно полагаться лишь на результаты экспериментальных опытов на животных.

Оценка риска, по мнению Г.Р.Робертса /137/, при потреблении продуктов питания с токсикантами различного происхождения включает три основных критерия: тяжесть, частоту встречаемости и время наступления эффекта. Тяжесть опасности указывает на тип эффекта, изменяющегося от слабо выраженного и временного дискомфорта до более серьезных вплоть до необратимых воздействий, включая смерть. Частота встречаемости эффектов относится к количеству случаев или интенсивности

возникновения данного эффекта. Время наступления опасности — это время возникновения эффекта с момента воздействия опасности, оно может изменяться от немедленного наступления до отдаленных последствий.

Результаты наблюдений за человеком и экспериментальными животными с учетом этих трех критериев позволяют сделать относительную оценку риска для различных видов опасности: опасности, связанной с токсикантами естественного происхождения, из окружающей среды, пищевых добавок и т.д.

Трудно дать количественную оценку видам этих опасностей. В выводах симпозиума, посвященного проблемам связи пищевых продуктов и рака, сказано /139/, что наиболее важными потенциальными источниками вреда в пищевых продуктах являются, во-первых, микробное заражение, а затем — дисбаланс питательных веществ. Риск загрязнения из окружающей среды примерно в 1000 раз меньше, пестицидными остатками и пищевыми добавками в 100 раз меньше. Естественные компоненты пищевых продуктов с большей вероятностью вызывают токсическое действие, чем намеренно внесенные пищевые добавки. Это выводы исследователей. Общественность, однако, периодически устанавливает свой акцент на определенном виде токсикантов: то это пестициды, то нитраты и нитриты, то сальмонеллы и т.д.

Да, потребитель пищевых продуктов вправе требовать улучшения нынешней ситуации с токсикантами. В нашей стране и за рубежом исследовательским и практическим работам гигиенистов и токсикологов уделяется много внимания. Достижения в этом направлении необходимо пропагандировать с помощью средств массовой информации. Вместе с тем это должна быть пропаганда правильного рационального питания, а значит сознательного уменьшения риска в питании. Необходимое условие вышесказанного — отражение в сертификате каждого продукта (продаваемого обязательно в упаковке) не только состава нутриентов, калорийности, но и количества основных токсикантов, их нормативы (ПДК или ДСП).

Например, в США согласно программе улучшения здоровья и профилактики заболеваний, разработанной Министерством здравоохранения, к 1990 г. 75% взрослого населения должно быть

способно идентифицировать связь между факторами питания и основными заболеваниями; 70% взрослого населения – пищевые продукты с низким содержанием жиров, натрия, с высокой калорийностью; 90% должны понимать, что для снижения массы тела необходимо понизить калорийность питания и/или повысить физическую активность. К 1990 г. на всех без исключения упаковках должна быть необходимая информация о продукте. Все учебные заведения США должны включать в учебные программы разделы о здоровье, рациональном питании. Вопросы питания всегда должны быть затронуты при посещении врача. Новая программа США (до 2000 г.), которая будет опубликована в начале 90-х годов, должна быть согласована с широким кругом специалистов, государственными органами и частным сектором*.

Известный советский специалист по гигиене питания В.А.Тутельян в статье "Как пообедать без риска"*** отмечает, что общее положение контроля безопасности пищевых продуктов в нашей стране никого не может удовлетворить. Сказывается общее техническое отставание нашего приборостроения, трудности тиражирования разнообразных методик, не хватает высокочувствительной аппаратуры для арбитражных исследований.

У нас давно назрела потребность в создании Межведомственного контролирующего центра (на хозрасчетной основе), возможно, под эгидой Минздрава и Госстандарта. Этот центр, оснащенный современной высокочувствительной аппаратурой, мог бы оперативно выполнять заказы по контролю за безопасностью продуктов питания для всех заинтересованных организаций и ведомств, в том числе обществ потребителей и отдельных граждан.

В стране должно быть принято законодательство по пищевым продуктам.

Однако, как отмечает В.А. Тутельян: "сам по себе закон не панацея. Должны срабатывать гражданские побуждения. Все мы связаны друг с другом круговой ответственностью перед кормящей нас природой и в этой цепи нет обособленных звеньев".

* National Food Review. - 1988. - Vol. 11. - № 2. - P. 1-11.

*** Советская Россия. - 1989. - № 49. - 28 февр.

ЛИТЕРАТУРА

1. Химический состав пищевых продуктов. Кн.2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов /Под ред. Скурихина И.М., Волгарева М.Н. - 2-е изд. перераб. и доп. -М.: Агропромиздат, 1987.-360 с.
2. Эйхлер В. Яды в нашей пище: Пер. с нем.-М.: Мир, 1986. - 202 с.
3. Микробиологические аспекты гигиены пищевых продуктов: Докл. комитета экспертов ВОЗ с участием ФАО.-М.: Медицина, 1978.-110 с. -(ВОЗ. Серия технических докладов № 598).
4. Lebensmitteltoxicologie.-Berlin: Akademie Verlag, 1989. - 664 S.
5. Габофич Р.Д., Припутина Л.С. Гигиенические основы охраны продуктов питания от вредных химических веществ.- Киев: Здоровья, 1987.-248 с.
6. Тутельян В.А. Вредные вещества пищевых продуктов и степень их опасности для здоровья человека // Оценка загрязнения пищевых продуктов микотоксинами: Сб. учебн.-метод.материалов. -М.: Центр международных проектов ГИИТ, 1985.-229 с.
7. Тутельян В.А., Бондарев Г.П., Мартинчик А.Н. Питание и процессы биотрансформации чужеродных веществ.- М.: ВИНТИ, 1987.-210 с. (Итоги науки и техники/ВИНТИ. Сер. Токсикология. Т.15).
8. Покровский А.А. Метаболические аспекты фармакологии и токсикологии пищи.-М.: Медицина, 1979.-181 с.
9. Росивал Л., Энгст Р., Соколай А. Посторонние вещества и пищевые добавки в продуктах: Пер. с нем. /Под ред. Зайцева А.Н., Скурихина И.М. -М.: Лег. пром-сть, 1982.-264 с.
10. Курляндский Б.А., Шитиков В.К., Тихонов В.Н. Прогнозирование значений ПДК других нормативов методом регрессивного анализа с использованием информационно-поисковой системы // Гигиена и санитария.-1986.-№8.-С.63-65.

II. Химические мутагены окружающей среды / Пашин Ю.В., Козаченко В.Н., Зацепилова Т.А., Бахитова Л.М. - М.: Наука, 1983.- 183 с.

12. Рейли К. Металлические загрязнения пищевых продуктов. - М.: Агропромиздат, 1985. - 183 с.

13. Phipps D.A. *Metals and Metabolism*. - Oxford: Clarendon press, 1976. - 134 p.

14. Глобальное загрязнение среды микроэлементами // Природа. - 1989. - № 1. -С. 116.

15. Nriagu J.O., Pacyna J.M. *Quantitative assesment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals* // *Nature*.-1988.-Vol.333, № 6169.-P.134-139.

16. Сталтс В. Дж. Опасности питательных веществ //Безвредность пищевых продуктов. - М.: Агропромиздат, 1986. -С. 66-134.

17. *Evaluation of mercury, lead, cadmium and food additives, amarauth, diethylpyrocarbonate and octyl gallate*. - Geneva: WHO, 1972.- P.58.

18. Ртуть: Докл. ООН, ВОЗ. - Женева: ВОЗ, 1979. -149 с. (Критерии санитарно-гигиенического состояния окружающей среды. Вып. 1).

19. Свинец: Докл. ООН, ВОЗ.- Женева: ВОЗ, 1980. -193 с. (Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Вып.3).

20. Влияние окружающей среды на здоровье человека. - Женева: ВОЗ, 1974. - 62 с.

21. Микроэлементы в питании человека: Докл. комис. экспертов ВОЗ. - М.: Медицина, 1975. -74 с.

22. ГОСТ 26927-86 - ГОСТ 26935-86. Сырье и продукты пищевые: методы определения токсичных элементов. - М.: Изд-во стандартов, 1986. -85 с.

23. Пределно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах. - М.: Минздрав СССР, 1986. - II с.

24. Методы анализа пищевых продуктов / АН СССР. Науч. совет по аналит. химии; Ин-т геохимии и аналит. химии им. В.И. Вернадского; Отв. ред.: Клячко Ю.А., Беленький С.М. - М.: Наука, 1988. - 270 с.

25. Морозов Н.П., Петухов С.А. Микроэлементы в промышленной ихтиофауне мирового океана. - М.: Агропромиздат, 1986. -159 с.

26. Богомолова З.Н., Штенберг А.И., Акиничева М.Я. Продукты Питания как возможные носители соединений ртути // *Вопр. питания.*-1983.-№ 2.- С.16-23.
27. Богомолова З.Н., Иваницкий А.М., Акиничева М.Я. Контаминация пищевых продуктов ртутью // *Металлы. Гигиенические аспекты оценки и оздоровления окружающей среды: Сб. науч. тр. М., 1983.-С.58-65.*
28. Мур Дж., Рамамутри С. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния. -М.: Мир, 1987.-288 с.
29. Matida J., Kumada H. Distribution of mercury in water, bottom, sediments and aquatic organisms of Minamata Bay, the River Azano and other water bodies in Japan//*Bull.of Freshwater Fisheries Research Lab.-1969.-№ 19.-P.73.*
30. Мапро А.К., Шарбоно С.М. Опасности, связанные с загрязнениями из внешней среды // *Безвредность пищевых продуктов.*- М.: Агропромиздат, 1986.-С.134-170.
31. National Research Council of Kanada, Effect of mercury in the Canadian environmental / Associate Commitee on Scientific Criteria for Environmental Quality. - Ottawa, Kanada NRC Publication, 1979. - № 16379. - 290 p.
32. Коваленко Л.И. Радиометрический ветеринарно-санитарный контроль кормов, животных и продуктов животноводства.-Киев:Урожай , 1987.-192 с.
33. Степанов В.Н. Радиоактивные нуклиды в пищевых продуктах. -М.: ЦНИИАтоминформ, 1984.-59 с.
34. Lukas J. Our Polluted Food/ Ed. Knigh C. -London, 1975. - 132 p.
35. Медицинские аспекты аварии на Чернобыльской атомной электростанции /Материалы науч. конф. II-13 мая 1988, г. Киев. Киев: Здоровья, 1988.-231 с.
36. Полноценность облученных продуктов: Докл. Объед.комитета экспертов ФАО/МАГАТЭ/ВОЗ.- Женева:ВОЗ, 1978.-48 с.
37. Использование радиационной обработки пищевых продуктов в мире / *Food Manufacturing.* - 1986.-Vol. 61, № 2.-P.51,53,55.
38. Acceptance, Control and Trade in irradiated food / Proc. of an Intern.Conf. organiz. FAD, WHO, IAEA, ITC, INCTAD / GATT, Geneva 12-16 Dec.-1988. -Vienna, Intern. Atomic Energy Agency, 1989. - 230 p.

39. Канцерогенные вещества: Справочник (Материалы международного агентства по изучению рака). - М.: Медицина, 1987.-336 с.
40. Канцерогены в окружающей среде: Науч. обзор/ Под ред. акад. Шабада Л.М. -М.: ВНИИМИ, 1975.-94 с.
41. Горелова Н.Д., Дикун П.П. К методу определения суммарного содержания нитрозаминов в рыбе // Вопр. онкологии.- 1974. -Т.10, № 2.-С.3-5.
42. Шабад Л.М. О циркуляции канцерогенов в окружающей среде.-М.: Медицина, 1972.-365 с.
43. Нейман И.М. Канцерогены и пищевые продукты.- М.: Медицина, 1972.-152 с.
44. Долл Р., Пито Р. Причины рака: количественная оценка устранимых факторов риска онкологических заболеваний в США: Пер. с англ./ Под ред. Бькореза А.Н. - Киев: Наук. думка, 1984.-256 с.
45. Spingarn N.E., Slogum L.A., Weisburger J.H. Formation of mutagens in cooked foods. Foods with high starch content // *Cancer Lett.* -1980.-Vol.9.-P.7-12.
46. Рубенчик Б.Л., Костюковский Я.Л., Меламед Д.Б. Профилактика загрязнения пищевых продуктов канцерогенными веществами. - Киев : Здоровья, 1983. -160 с.
47. Фритц В. Определение и оценка канцерогенных ароматических полициклических углеводов // Гигиена и санитария.- 1986. - № 10.- С.54.
48. Канцерогенные вещества во внешней среде / Под ред. Шабада Л.М. - М.: Медицина, 1971. - 91 с.
49. Каримов М.А. О содержании бенз(а)пирена в зерне и продуктах его переработки // Вопр. питания.-1988. - № 1.- С.57-60.
50. Fritz W. // *Nahrung.*-1968.-№ 12.-S.799,805,809.
51. Гигиенические проблемы охраны окружающей среды от загрязнения канцерогенами / Янышева Н.Я., Киреева И.С., Черниченко И. и др. - Киев: Здоровья, 1985.-103 с.
52. Ушакова Т.М., Воробьева Л.Ш., Аксюк Л.Н. Экспресс-анализ ароматических углеводов в пищевых продуктах // Вопр. питания.- 1988.-№ 5. - С.66-68.

53. Preston-Martin S., Henderson B.E. // IARC Scientific Publication. - Lyon, 1984.-№ 57.-P.887.

54. Бькорез А.П., Рубенчик Б.Л. Причины рака. Факты и гипотезы. - Киев: Наук. думка, 1987. -116 с.

55. Druckey H., Preussmann R., Ivancovic S. Organotrope carcinogene Wirkungen bei 65 verschiedenen N-nitroso Verbindungen in BD-ratten//Z.Krebsforschung.-1967.-№ 69.-S.103-201.

56. Жукова Г.Ф. N -нитрозамины в пищевых продуктах. Содержание и способы снижения загрязненности //Канцерогенные N-нитрозосоединения и их предшественники - образование и определение в окружающей среде. - Таллинн, 1987. -С.35-37.

57. Боговский П.А., Веттинг К. Гигиенические аспекты изучения канцерогенных N-нитрозосоединений // Гигиена и санитария.-1988.-№ 4.-С.58-63.

58. Цыганенко О.И. Содержание нитратов в некоторых пищевых продуктах растительного и животного происхождения, для которых еще не разработаны допустимые уровни их содержания // Канцерогенные N -нитрозосоединения и их предшественники - образование и определение в окружающей среде.- Таллинн, 1987. - С.186-187.

59. Митченков В.Г., Ильницкий А.П. О регламентации нитратов в растительных продуктах // Там же. -С.172-173.

60. Роома М.Я. Содержание нитратов в картофеле и овощах // Гигиена и санитария. -1988.-№ 5. -С.18-20.

61. Еще раз о злополучных солях - нитратах и нитритах // Химия и жизнь. -1988.-№ 8.-С.50-53.

62. Цыганенков О.И., Емченко Н.И. и др. Содержание нитратов в основных пищевых продуктах и уровень их поступления с рационом в организм человека //Рац. питание.- Киев, 1988.- Вып. 23.-С.56-58.

63. Опополь Н.И., Добрянская В.В., Чернолан В.Г. и др. Определение допустимой суточной дозы нитратов в рационе питания человека // Проблемы гигиены труда и окружающей среды.- Кишинев, 1987.-С.59-66.

64. Опополь Н.И., Добрянская Е.В. Нитраты: гигиенические аспекты проблемы.- Кишинев, 1987.-114 с.

65. Летучие N -нитроамины в колбасных изделиях / Кармлицева Л.Ф., Жукова Г.Ф., Сафронова Г.А., Сомина и др. //Вопр. питания.-1985.-№ 1.-С.51-54.

66. Меламед Д.Б., Костюковский Я.Л. N-нитрозамины в молочных продуктах // Вопр. питания.-1980.-№4.-С.70-71.
67. Spiegelhalder B., Eisenbrand G., Preussmann R. Volatile nitrosamines in food // Oncology.-1980.-Vol.37,-№ 4.-P.211-217.
68. Временные гигиенические нормативы содержания N-нитроаминов в пищевых продуктах. -М.: МЗ СССР, 1986.-18 с.
69. Жукова Г.Ф. Содержание N-нитроаминов в отечественных пищевых продуктах // Вопр. питания.-1988.-№ 6.- С. 54-59.
70. Пищевые ингибиторы образования канцерогенных нитрозо-соединений / Рубенчик В.Л., Карпиловская Е.Д., Тиктин Л.А., Горбань Г.П. и др. // Вопр. питания.-1985.- № I.- С.48-51.
71. Sebranek J. Nitrosamines // Food Technol.-1979.-№ 33.- P. 58-65.
72. Таутс О.В. Разработка методики анализа и изучение содержания N-нитроаминов и их предшественников в мясных и рыбных товарах: Автореф. дис... канд. техн. наук. - М.: 1977.- 16 с.
73. Assao T., Büch Q., Abdel-Kader M.M., Chang S.B. // J. Amer. Chem. Soc.-1963.-Vol.85.-P.1706.
74. Нестерин М.Ф., Виссарионова В.Я. Афлатоксины // Прикл. биохим. и микробиол. - 1969.- № I.- С.124-125.
75. Покровский А.А., Кравченко Л.В., Тутельян В.А. Афлатоксины // Наука и техника. Токсикология. - М.: ВИНТИ, 1977.- Т.8. -С.15-29, 45-81, 83-91.
76. WHO Environmental Health Criteria, Geneva, Nitrates, nitrites and N-nitroso compound.-1978.-Mycotoxins.-1979.-№ 11.- P.21-85.
77. Some N-nitroso compounds.-Lyon, 1979. -IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenicity of chemicals to Man.-Vol.17.
78. Frank H.K. Aflatoxine, Bildungsbedingungen, Eigenschaft. - Hamburg: B. Behr's Verlag, 1974.
79. Mycotoxins in Human and Animal Health / Eds, Rodricks J., Hesseldine C. -1977. -P.7-155.

80. Мочалов В.И. Афлатоксины в молоке и молочных продуктах: Обзор. информ. - М.: ЦНИИТЭИ Минмясомолпрома, 1980. -16 с.
81. Kiermies F. Einführung in die Mycotoxins Problematik // Z.Lebensmitt.Untersuch.Forsch.-1978.-№ 167.-S.115-127.
82. Метаболизм нитратов в организме человека и животных при их поступлении с питьевой водой и пищей / Цыганенко О.И., Набока М.В., Лапченко В.С., Цыпко М.И и др. //Гигиена и санитария. - 1989. -№ 4. -С.55-59.
83. Оценка некоторых пищевых добавок и контаминантов (Двадцать шестой доклад Объединенного комитета экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам). - М.: Медицина, 1984. -48 с. (ВОЗ. Серия технических докладов № 683).
84. Химическая цена обилия //Наука в СССР.- 1990. -№ 2.- С. 78-87.
85. Тутьельян В.А. Яблочко с "бочком" //Химия и жизнь.- 1989. -№ 1.-С.60-63.
86. Нитраты, нитриты и N-нитрозосоединения.- Женева: ВОЗ, 1981. -118 с.
87. Toxicological aspects of food Safety // Food Chemistry.- 1983.-№ 11. -Р.339-346.
88. Влияние нитратов и нитритов на состояние здоровья населения / Новиков Ю.В., Окладников Н.И., Сайфутдинов М.М. и др. // Гигиена и санитария. -1985. -№ 8. -С.58-62.
89. Жукова Г.Ф. Методы определения нитратов и нитритов в пищевых продуктах: Обзор МС Агроинформ. - М.: ВНИИТЭИАгропром, 1988. -34 с.
90. Покровская С.Ф. Пути снижения содержания нитратов в овощах : Обзор МС Агроинформ. - М.: ВНИИТЭИАгропром, 1988.- 61 с.
91. Смирнов П.М., Базилевич С.Д., Обуховская Л.В. Влияние различных факторов на аккумуляцию нитритов в растениях // Оптимизация питания растений в условиях химизации земледелия. - М., 1987. -С.47-52.
92. Ярван М.Э. Содержание нитратов в продукции овощеводства // Химия в сел. хоз-ве. - 1980. -№ 10. -С. 27-31.

93. Кузнецов В.П., Злотникова Р.А., Киселева Р.М. О санитарной экспертизе растениеводческой продукции //Тез. докл. Всесоюз. науч. конф. "Совершенствование ветеринарно-санитарной экспертизы продуктов животноводства и повышение уровня гигиены производства в перерабатывающей промышленности АПК" 4-6 окт. 1988 г., Казань. -М., 1988. - 150 с.

94. Некоторые токсикологические аспекты, связанные с использованием минеральных удобрений в сельском хозяйстве / Митченков В.Т., Мянник Л.Э., Жадолинский С.И., Ней Ю.К. // Тез. докл. I Всесоюз. съезда токсикологов "Проблемы охраны здоровья населения и защиты окружающей среды от химических вредных факторов". - Ростов н/Д, 1986.-522 с.

95. Чуприкова О.А., Рябых Р.С. О нитратах в тепличных овощах //Плодоовощ. хоз-во. -1985.-№ 9.-С. 10-14.

96. Временные методические рекомендации "Методика определения максимальной недействующей дозы нитратов в пищевом рационе человека"(Утв. ГСЭУ МЗ СССР 31 янв. 1983 г.). - М., 1983.

97. Рубенчик Б.Л. Питание, канцерогены и рак. - Киев: Наук. думка, 1979.-220 с.

98. Digenis G. Some Biochemical aspects of N-nitroso compounds // Bioorg.Chem.-1979.-Vol.8,-№ 1.-P.97-137.

99. Smith R. Nitrosamines: occurrence, chemistry, toxicity and inhibition //Chem.Times Trends.-1980.-Vol.3, № 2.-P.35-42.

100. Mirvish S.S. Effect of vitamins C and E on N-nitroso compound formation, carcinogenesis and cancer // Cancer. - 1986. - Vol. 58, № 8. - P. 631 - 647.

101. Аксенов В.И., Ковалев В.Ф. Антибиотики в продуктах питания.- М.: Колос, 1977. -Т. 8. -107 с.

102. Swann Committee: Report of the use of antibiotics in animal husbandry and veterinary medicine. London: Her Majesty's Stationary office, 1969.

103. Методические указания по применению антибиотиков в ветеринарии / Сост.:Саркисов А.Х., Ежова В.И., Парфенова И.С. и др. - М.: Колос, 1974. - 37 с.

104. Методические рекомендации по санитарному контролю за остаточными количествами антибиотиков в пищевых продуктах / Сост.: Припутина Л.С., Воробьева Т.В., Ольшанская О.Д. и др.- Киев: МЗ УССР, 1980. -25 с.

105. Методические указания по определению остаточных количеств антибиотиков в продуктах животноводства / Сост.: Майорова Л.А., Алексеев А.И., Нестерин М.Ф. и др. - М.: МЗ СССР, 1985. - 30 с.

106. Анакина Ю.Г. Регулирование продуктивности животных // Вестн. с.-х. наук. -1986. -№ 1. -С.139-140.

107. Шамберов Ю.Н., Николаев А.С. Влияние гормонов на производство и воспроизводство животных: Обзорн. информ. М.: ВНИИТЭИИформ, 1987. - 60 с.

108. Ferrando R. Methods of measuring hormone levels in animal products.-1982.-P.27-37.(FAO of the United Nations "Hormones in animal products").

109. Михайлов В.И. Мясная продуктивность, клинко-физиологическое состояние и обмен веществ у животных, откармливаемых с использованием солей хлорной кислоты: Автореф. дис.... д-ра биол. наук.- М.: МВА, 1983. -27 с.

110. Инструкция по проведению ветеринарно-токсикологических, медико-биологических исследований стимулятора роста сельскохозяйственных животных и гигиеническая оценка продуктов животноводства. - М.: МЗ СССР, МСХ СССР, 1985. - 16 с.

111. Goldberg I. Single cell protein. -New-York - Heidelberg - Berlin: Springer-Verlag, 1985.-189 p. (Biotechnology monographs, № 1).

112. ОСТ 59.03.045.37-84. Дрожжи кормовые (паприн) / Главмикробиопром. - М., 1985. -78 с.

113. Медико-биологические исследования углеводородных дрожжей 1964-1970. : Сб. статей / Под ред. Покровского А.А. - М.: Наука, 1972. -468 с.

114. Безопасность применения пестицидов: Двадцатый доклад Комитета экспертов ВОЗ по инсектицидам. - М.: Медицина, 1976. - 70 с. (ВОЗ. Серия технических докладов № 513).

115. Остаточные количества пестицидов в пище: Доклад Объединенного совещания ФАО/ВОЗ. -М.: Медицина. -90 с. (ВОЗ. Серия технических докладов № 612).

117. Kurtz F.W., Carey A.E. Pesticides and toxic substances in the environment //J. Azboric.-1986 . - Vol. 12, № 4.- P. 92-95.

117. Методические указания к гигиенической оценке новых пестицидов / Сост.: Медведь Л.И., Каган Ю.С., Четенога О.П. и др. - Киев: ВНИИГИНТОКС, 1969. -100 с.
118. Лунев М.И. Моделирование и прогнозирование поведения пестицидов в окружающей среде: Обзорн. информ. - М.: ВНИИТЭИ - Агрпропром, 1988. - 57 с.
119. Кордаков И.А. Внимание: пестициды! - Алма-Ата: Кайнар, 1988. - 213 с.
120. Современные гигиенические аспекты накопления персистентных хлорорганических пестицидов в биосубстратах человека / Борисенко Н.Ф., Волощенко З.Л., Демиченко В.Р., Клисенко М.А. и др. // Гигиена и санитария. - 1987. - № 12. -С. 59-63.
121. Павлов А.В. Продовольственная программа и проблемы гигиены применения пестицидов // Гигиена и санитария. - 1987. - № 4. - С. 4-6.
122. Роль некоторых пестицидов в канцерогенезе, индуцированном нитрозаминами / Пономарев Л.А., Димант И.Н., Ильина В.А., Таджикибаева Н.С. // Гигиена и санитария. - 1989. - № 5. -С. 7-9.
123. Буслович С.Ю., Валетко И.Н., Русяев А.П. Санитарный контроль за применением пестицидов. - Минск: Беларусь, 1982. - 111 с.
124. Методические аспекты гигиенической регламентации пестицидов в пищевых продуктах / Шицкова А.Л., Павленко С.М., Гусева В.А. и др. // Гигиена и санитария. - 1989. - № 2. -С.4-7.
125. Усиление государственного санитарного надзора за применением пестицидов / Гончарук Е.И., Павлов А.В., Заиченко А.И. // Гигиена и санитария. - 1987. - № 11. -С. 34-38.
126. Королев Б.А. Обезвреживание молока, содержащего остатки пестицидов // Гигиена и санитария. -1987. -№ 7. - С. 29-31.
127. Автоматизированная система контроля за содержанием пестицидов в окружающей среде / Кучах Ю.А., Иванова Л.Н., Волощенко З.Л. - Киев: Здоровья, 1985. -80 с.
128. Робертс Г.Р. Пищевые добавки // Безвредность пищевых продуктов: Пер. с англ. - М.: Агропромиздат, 1986. -С.228-267.
129. Оценка некоторых пищевых добавок: Двадцать четвертый доклад Объединенного комитета экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам. - М.: Медицина, 1982. -39 с. (ВОЗ. Серия технических докладов № 653).

130. Изучение пищевых добавок и примесей в продуктах питания. - М.: Медицина, 1968. - 33 с. (ВОЗ. Серия технических докладов № 348).
131. Объединенный комитет экспертов ФАО/ВОЗ по питанию: Сестьмой доклад. - М.: Медицина, 1969. - 96 с. (Серия технических докладов № 377).
132. Johnson R.M. Van manon // J. Biolog. Chem. - 1947. - № 171. - S. 513.
133. Санитарные правила по применению пищевых добавок. - М.: МЗ СССР, 1979. - 47 с.
134. Экологические аспекты экспертизы изобретений. Ч. I. / Рыбальский Н.Г., Жакетов О.Л., Ульянова А.Э., Шепелев Н.П. - М.: ВНИИПИ. - 1989. - С. 386-387.
135. Добавки к пищевым продуктам / Штенберг А.И., Шиллингер Ю.И., Шевченко М.Г. - М.: Медицина, 1969. - 93 с.
136. Эмануэль Н.М., Заиков Г.Е. Химия и пища. - М.: Наука, 1986. - 173 с.
137. Робертс Г.Р. Безопасность питания в перспективе // Безвредность пищевых продуктов: Пер. с англ. - М.: Агропромиздат, 1986. - С. 6-17.
138. Восьмая общая программа работы (на период 1990-1995 гг. включительно) / ВОЗ. - Женева, 1987. - 267 с.
139. Truswell A.S., Asp N.G., James W.P.T., MacMahon B. Conclusions // Proceedings of Marabou Symposium in Food and Cancer - Caslon Press, Stockholm, 1978. - P. 112-113.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Глава I. Чужеродные вещества в пищевых продуктах. Основные понятия, принципы регламентирования	5
Глава 2. Металлические загрязнения пищевых продуктов	12
2.1. Загрязнение пищевых продуктов радиоактивными изотопами	29
Глава 3. Канцерогенные вещества в пищевых продуктах	36
3.1. Полициклические ароматические углеводороды ..	41
3.2. Нитрозамины	44
3.3. Микотоксины	52
Глава 4. Загрязнение пищевых продуктов минеральными удобрениями	62
Глава 5. Загрязнение пищевых продуктов вследствие химизации животноводства	75
5.1. Загрязнение продуктов животноводства антибиотиками	76
5.2. Загрязнение продуктов животноводства гормональными препаратами	79
5.3. Загрязнение продуктов животноводства азотсодержащими кормовыми добавками	81
5.4. Загрязнение продуктов животноводства пестицидами	83
Глава 6. Пищевые добавки	88
6.1. Красители	92
6.2. Консерванты	96
6.3. Ароматизаторы	99
6.4. Эмульгаторы и стабилизаторы	101
Глава 7. Контроль качества пищевых продуктов	104
Заключение	112
Литература	115

Кузубова Людмила Ивановна

Токсиканты в пищевых продуктах

Аналитический обзор

Художник В.Н. Лебедев

Подписано в печать 27.12.90. Формат 60x84/16.

Бумага писчая. Ротапринт. Усл. печ. л. 7,2. Уч.-изд. л. 6,9.

Тираж 500 экз. Заказ № 1640. Цена 2 руб. 50 коп.

ГПНТБ СО АН СССР. Новосибирск, Восход, 15

Типография ГПНТБ СО АН СССР. Новосибирск, пр. К.Маркса, 2