

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ КСЕНОБИОТИКАМИ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

1. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Токсичные элементы (в частности, некоторые тяжелые металлы) составляют обширную и весьма опасную в токсикологическом отношении группу веществ. К ним относятся: ртуть, свинец, кадмий, цинк, мышьяк, алюминий, медь, железо, стронций и др.

Разумеется, не все перечисленные элементы являются ядовитыми, некоторые из них необходимы для нормальной жизнедеятельности человека и животных. Поэтому часто трудно провести четкую границу между биологически необходимыми и вредными для здоровья человека веществами.

В большинстве случаев реализация того или иного эффекта зависит от концентрации. При повышении оптимальной физиологической концентрации элемента в организме может наступить интоксикация, а дефицит многих элементов в пище и воде может привести к достаточно тяжелым и трудно распознаваемым явлениям недостаточности.

Загрязнение водоемов, атмосферы, почвы, сельскохозяйственных растений и пищевых продуктов токсичными металлами происходит за счет:

- выбросов промышленных предприятий (особенно угольной, металлургической и химической промышленности);
- выбросов городского транспорта (имеется в виду загрязнение свинцом от сгорания этилированного бензина);
- применения в консервном производстве некачественных внутренних покрытий, технологии припоев;
- контакта с оборудованием (для пищевых целей допускается весьма ограниченное число сталей и других сплавов).

Для большинства продуктов установлены предельно – допустимые концентрации (ПДК) токсичных элементов, к детским и диетическим продуктам предъявляются более жесткие требования.

Наибольшую опасность из вышеназванных элементов представляют ртуть, свинец, кадмий.

Ртуть – один из самых опасных и высокотоксичных элементов, обладающих способностью накапливаться в растениях и в организме животных и человека, т. е. является ядом кумулятивного действия.

Токсичность ртути зависит от вида ее соединений, которые по-разному всасываются, метаболизируются и выводятся из организма. Наиболее токсичны алкилртутные соединения с короткой цепью – метилртуть, этилртуть, диметилртуть. Механизм токсичного действия ртути связан с ее взаимодействием с сульфгидрильными группами белков. Блокируя их, ртуть изменяет свойства или инактивирует ряд жизненно важных ферментов. Неорганические соединения ртути нарушают обмен аскорбиновой кислоты, пиридоксина, кальция меди, цинка, селена; органические – обмен белков, цистеина, аскорбиновой кислоты, токоферолов, железа, меди, марганца, селена. Защитным эффектом при воздействии ртути на организм человека обладают цинк и, особенно, селен. Предполагают, что защитное действие селена обусловлено деметилированием ртути и образованием нетоксичного соединения – селено – ртутного комплекса. О высокой токсичности ртути свидетельствуют и очень низкие значения ПДК: 0,0003 мг/м³ в воздухе и 0,0005 мг/л в воде.

В организм человека ртуть поступает в наибольшей степени с рыбопродуктами (80-600 мкг/кг), в которых ее содержание может многократно превышать ПДК. Мясо рыбы отличается наибольшей концентрацией ртути и ее соединений, поскольку активно

аккумулирует их из воды и корма, в который входят различные гидробионты, богатые ртутью. Организм рыб способен синтезировать метилртуть, которая накапливается в печени. У некоторых рыб в мышцах содержится белок – металлотионеин, который с различными металлами, в том числе и с ртутью, образует комплексные соединения, способствуя тем самым накоплению ртути в организме и передаче ее по пищевым цепям.

Из других пищевых продуктов характерно содержание ртути: в продуктах животноводства: мясо, печень, почки, молоко, сливочное масло, яйца (от 2 до 20 мкг/кг); в съедобных частях сельскохозяйственных растений: овощи, фрукты, бобовые, зерновые в шляпочных грибах (6-447 мкг/кг), причем в отличие от растений в грибах может синтезироваться метилртуть. При варке рыбы и мяса концентрация ртути в них снижается, при аналогичной обработке грибов остается неизменной. Это различие объясняется тем, что в грибах ртуть связана с аминокруппами азотсодержащих соединений, в рыбе и мясе – с серосодержащими аминокислотами.

Свинец – один из самых распространенных и опасных токсикантов. История его применения очень древняя, что связано с относительной простотой его получения и большой распространенностью в земной коре ($1,6 \times 10^{-3}\%$). Соединения свинца – Pb_3O_4 и $PbSO_4$ – основа широко применяемых пигментов: сурика и свинцовых белил. Глазури, которые используются для покрытия керамической посуды, также содержат соединения Pb. Металлический свинец со времен Древнего Рима применяют при прокладке водопроводов. В настоящее время перечень областей его применения очень широк: производство аккумуляторов, электрических кабелей, химическое машиностроение, атомная промышленность, производство эмалей, лаков, хрусталя, пиротехнических изделий, спичек, пластмасс и т.п. Мировое производство свинца составляет более $3,5 \times 10^6$ т в год. В результате производственной деятельности человека в природные воды ежегодно попадает 500-600 тыс. т, а в атмосферу в переработанном и мелкодисперсном состоянии выбрасывается около 450 тыс. тонн, подавляющее большинство которого оседает на поверхности Земли. Основными источниками загрязнения атмосферы свинцом являются выхлопные газы автотранспорта (260 тыс. тонн) и сжигание каменного угля (около 30 тыс. тонн). В тех странах, где использование бензина с добавлением тетраэтилсвинца сведено к минимуму, содержание свинца в воздухе удалось многократно снизить. Следует подчеркнуть, что многие растения накапливают свинец, который передается по пищевым цепям и обнаруживается в мясе и молоке сельскохозяйственных животных, особенно активное накопление свинца происходит вблизи промышленных центров и крупных автомагистралей.

Ежедневное поступление свинца в организм человека с пищей – 0,1-0,5 мг; с водой – 0,02 мг. Содержание свинца в мг/кг в различных продуктах составляет от 0,01 до 3,0.

В организме человека усваивается в среднем 10 % поступившего свинца, у детей – 30-40 %. Из крови свинец поступает в мягкие ткани и кости, где депонируется в виде трифосфата.

Механизм токсического действия свинца имеет двойную направленность. Во-первых, блокада SH – групп белков и, как следствие, инактивация ферментов, во – вторых, проникновение Pb в нервные и мышечные клетки, образование лактата свинца, затем фосфата свинца, которые создают клеточный барьер для проникновения ионов Ca^{2+} .

Основными мишенями при воздействии свинца являются кроветворная, нервная и пищеварительная системы, а также почки. Свинцовая интоксикация может приводить к серьезным нарушениям здоровья, проявляющихся в частых головных болях, головокружениях, повышенной утомляемости, раздражительности, ухудшениях сна, гипотонии, а наиболее тяжелых случаях к параличам, умственной отсталости. Неполноценное питание, дефицит в рационе кальция, фосфора, железа, пектинов, белков, увеличивает усвоение свинца, а следовательно – его токсичность. Допустимая суточная доза (ДСД) свинца составляет 0,007 мг/кг; величина ПДК в питьевой воде – 0,05 мг/л.

Мероприятия по профилактике загрязнения свинцом сырья и пищевых продуктов должны включать государственный и ведомственный контроль за промышленными выбросами свинца в атмосферу, водоемы и почву. Необходимо существенно снизить или полностью исключить применение тетраэтилсвинца в бензине, красителях, упаковочных материалах и т.п.

Кадмий широко применяется в различных отраслях промышленности. В воздух кадмий поступает вместе со свинцом при сжигании топлива на ТЭЦ, с газовыми выбросами предприятий, производящих или использующих кадмий. Загрязнение почвы кадмием происходит при оседании кадмий – аэрозолей из воздуха и дополняется внесением минеральных удобрений (суперфосфата, фосфата калия, селитры).

В некоторых странах соли кадмия применяют в качестве антисептических и антигельминтных препаратов в ветеринарии. Все это определяет основные пути загрязнения кадмием окружающей среды, а, следовательно, продовольственного сырья и пищевых продуктов.

Содержание кадмия (в мкг/кг) в различных продуктах следующее. Растительные продукты: зерновые – 28...95, горох – 15...19, картофель – 12...50, капуста – 2...26, фрукты – 9...42, грибы – 100...500, в продуктах животноводства: молоко – 2,4; творог – 6,0; яйца – 23...250.

Установлено, что приблизительно 80% кадмия поступает в организм человека с пищей, 20% – через легкие из атмосферы и при курении. С рационом взрослый человек получает до 150 мкг/кг и выше кадмия в сутки. В одной сигарете содержится 1,5...2,0 мкг Cd.

Подобно ртути и свинцу, кадмий не является жизненно необходимым металлом. Попадая в организм, кадмий проявляет сильное токсическое действие, главной мишенью которого являются почки.

Механизм токсического действия кадмия связан с блокадой сульфгидрильных групп белков, кроме того, он является антагонистом цинка, кобальта, селена, ингибирует активность ферментов, содержащих указанные металлы.

Известна способность кадмия нарушать обмен железа и кальция. Все это может привести к широкому спектру заболеваний: гипертоническая болезнь, анемия, ишемическая болезнь сердца, почечная недостаточность и другие.

Отмечены канцерогенный, мутагенный и тератогенный эффекты кадмия. По рекомендациям ВОЗ допустимая суточная доза (ДСД) кадмия – 1 мкг/кг массы тела.

Большое значение в профилактике интоксикации кадмием имеет правильное питание (включение в рацион белков, богатых серосодержащими аминокислотами, аскорбиновой кислоты, железа, цинка, селена, кальция), контроль за содержанием кадмия и исключение из рациона продуктов, богатых кадмием.

Алюминий. Первые данные о токсичности алюминия были получены в 70-х годах прошлого века, и это явилось неожиданностью для человечества. Будучи третьим, по распространенности элементом земной коры и обладая ценными качествами, алюминий нашел широкое применение в технике и быту. Поставщиками алюминия в организм человека является алюминиевая посуда, если она контактирует с кислой или щелочной средой, вода, которая обогащается ионами Al^{3+} при обработке ее сульфатом алюминия на водоочистительных станциях.

Существенную роль в загрязнении окружающей среды ионами Al^{3+} играют и кислотные дожди. Не следует злоупотреблять содержащими гидроксид алюминия лекарствами: противогеморроидальными, противоартритными, понижающими кислотность желудочного сока. Как буферную добавку вводят гидроксид алюминия и в губную помаду. Среди пищевых продуктов наивысшей концентрацией алюминия (до 20 мг/г) обладает чай.

Поступающие в организм человека ионы Al^{3+} в форме нерастворимого фосфата выводятся с фекалиями, частично всасываются в кровь и выводятся почками. При

нарушении деятельности почек происходит накопление алюминия, которое приводит к нарушению метаболизма Ca, Mg, P, F, сопровождающееся ростом хрупкости костей, развитием различных форм анемии. Кроме того, были обнаружены: нарушение речи, ориентации, провалы в памяти, нарушение ориентации и т.п. Все это позволяет приблизить «безобидный», считавшийся нетоксичным до недавнего времени алюминий к «мрачной тройке» супертоксикантов: ртуть, свинец, кадмий.

Мышьяк как элемент в чистом виде ядовит только в высоких концентрациях. Он принадлежит к тем микроэлементам, необходимость которых для жизнедеятельности организма человека не доказана, за исключением его стимулирующего действия на процесс кроветворения. Соединения же мышьяка, такие как мышьяковистый ангидрид, арсениты и арсенаты, сильно токсичны.

Мышьяк содержится во всех объектах биосферы (в земной коре – 2 мг/кг, в морской воде – 5 мкг/кг).

Известными источниками загрязнения окружающей среды мышьяком являются электростанции, использующие бурый уголь, медеплавильные заводы. Мышьяк используется при производстве полупроводников, стекла, красителей, инсектицидов, фунгицидов и т.д.

Нормальный уровень содержания мышьяка в продуктах питания не должен превышать 1 мг/кг. Так, например, фоновое содержание мышьяка (мг/кг): в овощах и фруктах 0,01...0,2; в зерновых 0,006...1,2; в говядине 0,005...0,05; в печени 2,0; яйцах 0,003...0,03.

Повышенное содержание мышьяка отмечается в рыбе и других гидробионтах, в частности в ракообразных и моллюсках. По данным FAO/ВОЗ, в организм человека с суточным рационом поступает в среднем 0,05...0,45 мг мышьяка. ДСД мышьяка составляет 0,05 мг/кг массы тела. В зависимости от дозы мышьяк может вызывать острое и хроническое отравление. Разовая доза мышьяка 30 мг – смертельна для человека. Механизм токсического действия мышьяка связан с блокированием SH-групп белков и ферментов, выполняющих в организме самые разнообразные функции.

Медь. Содержание в земной коре составляет 4,5 мг/кг, морской воде – 1...25 мкг/кг, в организме взрослого человека – около 100 мг/кг.

Медь, в отличие от ртути и мышьяка, принимает активное участие в процессах жизнедеятельности, входя в состав ряда ферментных систем. Суточная потребность – 4...5 мг. Дефицит меди приводит к анемии, недостаточности роста, ряду других заболеваний, в отдельных случаях – к смертельному исходу.

В организме присутствуют механизмы биотрансформации меди. При длительном воздействии высоких доз меди наступает «поломка» механизмов адаптации, переходящая в интоксикацию и специфическое заболевание. В этой связи является актуальной проблема охраны окружающей среды и пищевой продукции от загрязнения медью и ее соединениями. Основная опасность исходит от промышленных выбросов, передозировки инсектицидами, другими токсичными солями меди, потребления напитков, пищевых продуктов, соприкасающихся в процессе производства с медными деталями оборудования или медной тары.

Цинк. Содержится в земной коре в количестве 65 мг/кг, морской воде – 9...21 мкг/кг, организме взрослого человека – 1,4...2,3 г/кг.

Цинк как кофактор входит в состав около 80 ферментов, участвуя тем самым в многочисленных реакциях обмена веществ. Типичными симптомами недостаточности цинка являются замедление роста у детей, половой инфантилизм у подростков, нарушения вкуса (гипогезия) и обоняния (гипосмия) и др.

Суточная потребность в цинке взрослого человека составляет 15 мг, при беременности и лактации – 20...25 мг. Цинк, содержащийся в растительных продуктах, менее доступен для организма, поскольку фитин растений и овощей связывает цинк (10% усвояемости). Цинк из продуктов животного происхождения усваивается на 40%.

Содержание цинка в пищевых продуктах составляет, мг/кг: мясо – 20...40, рыбопродукты – 15...30, устрицы – 60...1000, яйца – 15...20, фрукты и овощи – 5, картофель, морковь – около 10, орехи, зерновые – 25...30, мука высшего сорта – 5...8, молоко – 2...6 мг/л. В суточном рационе взрослого человека содержание цинка составляет 13...25 мг. Цинк и его соединения малотоксичны. Содержание цинка в воде в концентрации 40 мг/л безвредно для человека.

Вместе с тем возможны случаи интоксикации при нарушении использования пестицидов, небрежного терапевтического применения препаратов цинка. Признаками интоксикации являются тошнота, рвота, боль в животе, диарея. Отмечено, что цинк в присутствии сопутствующих мышьяка, кадмия, марганца, свинца в воздухе на цинковых предприятиях вызывает у рабочих «металлургическую» лихорадку.

Известны случаи отравлений пищей или напитками, хранившимися в железной оцинкованной посуде. Такие продукты содержали 200...600 мг/кг и более цинка. В этой связи приготовление и хранение пищевых продуктов в оцинкованной посуде запрещено. ПДК цинка в питьевой воде – 5 мг/л, для водоемов рыбохозяйственного назначения – 0,01 мг/л.

Олово. Биологическая роль олова в организме до конца не изучена. Олово входит в состав желудочного фермента гастриина, влияет на активность флавиновых ферментов, способно усиливать процессы роста. В организме человека больше олова накапливается в эмали зубов, ногтях и костях.

Вместе с тем пищевые продукты содержат этот элемент до 1...2 мг/кг, организм взрослого человека – около 17 мг олова, что указывает на возможность его участия в обменных процессах.

Количество олова в земной коре относительно невелико. При поступлении олова с пищей всасывается около 1%. Олово выводится из организма с мочой и желчью.

При избыточном поступлении олово накапливается в печени, почках, скелете и мышцах. Органические соединения олова при введении в желудочно-кишечный тракт проявляют выраженный кумулятивный эффект с последующим развитием хромосомных aberrаций в клетках костного мозга.

Избыток олова вызывает нарушение некоторых функций мозга, причем больше других страдают дети и жители городов, которые не имеют возможности выезжать за город, или живут поблизости от автодорог.

Неорганические соединения олова малотоксичны, органические – более токсичны, находят применение в сельском хозяйстве в качестве фунгицидов, в химической промышленности – как стабилизаторы поливинилхлоридных полимеров. Основным источником загрязнения пищевых продуктов оловом являются консервные банки, фляги, железные и медные кухонные котлы, другая тара и оборудование, которые изготавливаются с применением лужения и гальванизации. Активность перехода олова в пищевой продукт возрастает при температуре хранения выше 20°C, высоком содержании в продукте органических кислот, нитратов и окислителей, которые усиливают растворимость олова.

Опасность отравления оловом увеличивается при постоянном присутствии его спутника – свинца. Не исключено взаимодействие олова с отдельными веществами пищи и образование более токсичных органических соединений. Повышенная концентрация олова в продуктах придает им неприятный металлический привкус, изменяет цвет. Имеются данные, что токсичная доза олова при его однократном поступлении – 5...7 мг/кг массы тела, т.е. 300...500 мг. Отравление оловом может вызвать признаки острого гастрита (тошнота, рвота и др.), отрицательно влияет на активность пищеварительных ферментов.

Основные проявления избытка олова: постоянные головные боли расстройства зрения; раздражение кожи; стениоз (изменения в легких), снижение аппетита, металлический привкус во рту, тошнота, боли в животе, кишечнике, диарея, увеличение печени, повышение уровня трансаминаз в крови, гипергликемия, снижение содержания в организме цинка и меди.

Действенной мерой предупреждения загрязнения пищи оловом является покрытие внутренней поверхности тары и оборудования стойким, гигиенически безопасным лаком или полимерным материалом, соблюдение сроков хранения баночных консервов, особенно продуктов детского питания, использование для некоторых консервов (в зависимости от рецептуры и физико-химических свойств) стеклянной тары.

Железо занимает четвертое место среди наиболее распространенных в земной коре элементов (5% земной коры по массе).

Этот элемент необходим для жизнедеятельности как растительного, так и животного организма. У растений дефицит железа проявляется в желтизне листьев и называется хлорозом, у человека вызывает железодефицитную анемию, поскольку двухвалентное железо – кофактор в гемсодержащих ферментах, участвует в образовании гемоглобина. Железо выполняет целый ряд других жизненно важных функций: перенос кислорода, образование эритроцитов, обеспечивает активность негемовых ферментов – альдолазы, триптофаноксигеназы и т.д.

В организме взрослого человека содержится около 4,5 г железа. Содержание железа в пищевых продуктах колеблется в пределах 0,07...4 мг/100 г. Основным источником железа в питании являются печень, почки, бобовые культуры (6...20 мг/100 г). Потребность взрослого человека в железе составляет около 14 мг/сут., у женщин в период беременности и лактации она возрастает.

Железо из мясных продуктов усваивается организмом на 30%, из растений – 10%. Последнее объясняется тем, что растительные продукты содержат фосфаты и фитин, которые образуют с железом труднорастворимые соли, что препятствует его усвояемости. Чай также снижает усвояемость железа в результате связывания его с дубильными веществами в труднорастворимый комплекс.

Несмотря на активное участие железа в обмене веществ, этот элемент может оказывать токсическое действие при поступлении в организм в больших количествах. Так, у детей после случайного приема 0,5 г железа или 2,5 г сульфата железа наблюдали состояние шока. Широкое промышленное применение железа, распространение его в окружающей среде повышает вероятность хронической интоксикации. Загрязнение пищевых продуктов железом может происходить через сырье, при контакте с металлическим оборудованием и тарой, что определяет соответствующие меры профилактики.

2. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВЕЩЕСТВАМИ И СОЕДИНЕНИЯМИ, ПРИМЕНЯЕМЫМИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Остатки сельскохозяйственных ядохимикатов представляют наиболее значительную группу загрязнителей, так как присутствуют почти во всех пищевых продуктах. В эту группу загрязнителей входят:

- пестициды;
- удобрения;
- регуляторы роста растений;
- средства против прорастания;
- средства, ускоряющие созревание плодов.

К числу наиболее опасных химических средств, с точки зрения загрязнения продуктов питания, относят пестициды.

Пестициды – вещества химического и биологического происхождения, применяемые для уничтожения сорняков (гербициды), насекомых (инсектициды), грызунов (зооциды), возбудителей болезней растений, в качестве дефолиантов (для уничтожения листьев), десикантов (для обезвоживания растений) и регуляторов роста растений и т.д.

В настоящее время предусмотрено использование около 600 препаратов на основе 300 действующих веществ, относящихся к различным группам химических соединений.

Пестициды подразделяются на хлор-, ртуть-, и фосфорорганические соединения, синтетические пиретроиды, медьсодержащие фунгициды и т. д.

С гигиенической позиции принята следующая классификация пестицидов:

По токсичности при однократном поступлении в организм через желудочно-кишечный тракт пестициды делятся на:

- сильнодействующие ядовитые вещества – ЛД₅₀ до 50 мг/кг, (ЛД₅₀ наименьшая доза, вызывающая смерть 50 % подопытных животных);
- высокотоксичные – ЛД₅₀ 50...200 мг/кг;
- среднетоксичные – ЛД₅₀ 200...1000 мг/кг;
- малотоксичные – ЛД₅₀ более 1000 мг/кг.

По кумулятивным свойствам – на вещества, обладающие:

- сверхкумуляцией – коэффициент кумуляции меньше 1;
- выраженной кумуляцией – 1-3;
- умеренной кумуляцией – 3-5;
- слабовыраженной кумуляцией – более 5.

Коэффициент кумуляции – отношение суммарной дозы препарата при многократном введении к дозе, вызывающей гибель животных при однократном введении.

По стойкости:

- очень стойкие – время разложения на нетоксичные компоненты свыше 2 лет;
- стойкие – время разложения составляет от 6 мес. до 1 года;
- умеренно стойкие – разлагаются за 1-6 мес.;
- малостойкие – до 1 мес.

Нарушение гигиенических норм хранения, транспортировки и применения пестицидов, низкая культура работы с ними приводят к накоплению их в кормах, продовольственном сырье и пищевых продуктах. Попадая в организм человека, пестициды оказывают разностороннее токсическое действие, в зависимости от особенностей химической структуры и дозы поступления.

Применение химических средств защиты растений создает три основные проблемы. *Первая* из них связана с тем, что определенные пестициды, например ДДТ (хлорированные углеводороды) и ртутьорганические соединения, имеют тенденцию накапливаться в живых организмах. Это явление называют эффектом биологического усиления.

Вторая проблема связана с продолжительностью сохранения пестицидов в почве или на культурных растениях после обработки. Хлорированные углеводороды, такие, как ДДТ, и пестициды, содержащие мышьяк, свинец или ртуть, относятся к группе устойчивых, они не разрушаются за время одного вегетационного сезона под действием солнца, экзоферментов или микроорганизмов.

Период полужизни у ДДТ, например, может продолжаться до 20 лет. За этот период только половина первоначально использованного ДДТ разложится до простых соединений.

Длительная устойчивость пестицидов является основным фактором в процессе вторичного загрязнения, когда продукты питания никогда не подвергавшиеся обработке пестицидами, тем не менее, их содержат.

Циркуляция пестицидов может происходить по следующим схемам:

- 1) воздух – растения – почва – растения – травоядные животные – человек;
- 2) почва – вода – зоофитопланктон – рыба – человек.

По данным ООН, из общего числа отравлений химическими средствами со смертельным исходом в мире на долю пестицидов приходится лишь 2,6%.

Таким образом, пестициды, казалось бы, нельзя отнести к химическим средствам, представляющим ощутимую реальную опасность в повседневной жизни человека. В то же время существует опасность косвенного (через трофические, пищевые цепи) влияния пестицидов на здоровье человека и его наследственный аппарат.

Попавшее в организм постороннее вещество становится физиологически активным в том случае, когда оно предварительно соединяется с рецептором. В качестве рецептора могут служить белки клеточных мембран, ферменты и другие белки, способные встраиваться в биологические процессы. Основные данные относятся к накоплению препаратов в жировых клетках и материнском молоке.

Третья проблема – это способность вредителей становиться устойчивыми к пестицидам: пестициды перестают их убивать. Устойчивость организма к пестициду, или *резистентность*, – это биологическое свойство организма сопротивляться отравляющему действию пестицида, способность выживать и размножаться в присутствии химического вещества, которое раньше подавляло это развитие.

Это приводит к необходимости увеличения кратности химических обработок, повышению концентрации применяемых пестицидов, что, в свою очередь, приводит к увеличению остаточных их количеств в продуктах питания.

Кроме того, развитие устойчивости у насекомых поставило под угрозу успешное использование пестицидов для борьбы с насекомыми-переносчиками заболеваний. Например, комары стали невосприимчивы сначала к ДДТ, а потом к пропоксуру, который заменил ДДТ. Сейчас снова наблюдается рост числа заболеваний малярией.

Еще с одной проблемой столкнулись сравнительно недавно. Было установлено, что почвенные микроорганизмы адаптируются к пестицидам и начинают разрушать или использовать их, либо угнетаются и погибают.

Характеристика основных групп пестицидов:

1. *Хлорорганические пестициды (ХОП)*. Применяют в сельском хозяйстве в качестве активных инсектицидов, акарицидов и фумигантов в борьбе с вредителями зерновых и технических культур. По химической природе пестициды этого класса представляют собой хлорпроизводные ароматических углеводородов, циклопарафинов, терпенов. К ним относятся гексахлорбензол, гексахлорбутадиен, гамма-изомер ГХЦГ, ДДТ, ДД и др. Эти пестициды могут длительно (до 10 лет и более) сохраняться в почве, воздействовать на почвенную фауну и переходить в произрастающие растения, включаясь, таким образом, в пищевые цепи. ХОП чаще встречаются в листовых овощах (60%) по сравнению с остальными овощными культурами. Наибольшие концентрации ХОП установлены у капусты, картофеля, тыквы, фасоли обыкновенной, наименьшие в баклажане, редисе. В овощах, собранных поздней осенью, содержание ХОП значительно ниже, чем собранных в сентябре. При этом растения, выращиваемые при высоком увлажнении почвы, более интенсивно и быстро усваивают пестициды, чем растущие на суше.

ХОП обладают эмбриотоксическим действием; вызывают пороки развития и мутагенные изменения. Некоторые из ХОП являются канцерогенами и аллергенами, что явилось основанием для ограничения либо запрещения их применения в отдельных регионах России.

2. *Фосфорорганические пестициды (ФОП)*. ФОП – одна из наиболее распространенных и многочисленных групп пестицидов. К ним относятся афуган, актеллик, дибром, карбофос, бромфос, фталфос, хлорофос, цидиал и др. Большинство ФОП слаборастворимы в воде, по стойкости в окружающей среде ФОП значительно уступают ХОП. Однако некоторые из них сохраняют свои токсические свойства в почве и на растениях в течение нескольких месяцев и более, в результате чего, возможно их поступление в организм человека с продуктами питания, воздухом и водой. Более устойчивы остаточные количества ФОП в плодах цитрусовых. Это объясняется их растворением в маслах кожуры плодов. Кроме того, ФОП присутствуют в течение довольно длительного времени хранящихся продуктах питания, например, в зерне.

Хотя ФОП не накапливаются в организме так интенсивно, как ХОП, они все же обладают кумулятивными свойствами.

Симптомы хронических отравлений и острой интоксикации ФОП сходны между собой. Они выражаются в головной боли, ухудшении памяти, нарушении сна, дезориентации в пространстве, снижении роговичных рефлексов. Для некоторых ФОП характерны невриты и парезы.

3. *Ртутьорганические пестициды (РОП)*. Они относятся к сильно действующим ядовитым веществам или высокотоксичным препаратам для теплокровных животных и человека. Их применяют ограниченно – только для обработки семян в борьбе с бактериальными и грибными заболеваниями.

В некоторых странах, например, в России, Германии и Японии, их применение запрещено. Опасность этих препаратов для людей связана не только с их высокой токсичностью, но и с летучестью, вследствие которой пары ртути образуются при комнатной и более низкой температуре, что может привести к тяжелым отравлениям.

Технологические способы снижения остаточных количеств пестицидов в пищевой продукции. На эффективность снижения *остаточных количеств (ОК)* пестицидов влияет характер распределения их в разных частях растения. Известно, что основное количество ФОП и ХОП концентрируется в кожуре плодов и овощей или на ее поверхности, практически не проникая внутрь плода. Следовательно, начальным этапом промышленной и кулинарной переработки фруктов, овощей и ягод является их мойка. Эффективность мойки значительно повышается при использовании салфеток, а также различных моющих средств, удаляющих жиры и воск (детергенты, каустическая сода, спирты). Соотношение между объемами продукта и моющей жидкости должно быть не менее 1:5.

Более эффективным способом снижения ОК пестицидов в пищевых продуктах является очистка от наружных частей растения. Например, при удалении кожуры у цитрусовых, яблок, груш, бананов, персиков и т.д. достигается их максимальное освобождение ОК пестицидов – 90-100 %. Достаточно высоких степеней снижения ОК можно достичь при очистке картофеля, огурцов и томатов, при удалении наружных листьев у капусты и листовых овощей.

Освобождение продуктов питания от ОК пестицидов происходит при использовании традиционных технологий их переработки и кулинарной обработки, таких как варка, жарение, печение, консервирование, изготовление варенья, джема, мармелада и т.д.

В процессе сушки в зависимости от ее характера, вида сырья и свойств препаратов может происходить или концентрирование остатков пестицидов, или их удаление и разрушение.

При переработке зерновых культур ОК пестицидов неравномерно распределяются в различных фракциях помола. Наибольшие количества загрязнителей обнаруживаются обычно в отрубях, наименьшие – в муке тонкого помола.

Скорость деструкции ОК пестицидов в хранящихся продуктах зависит от условий. Температурные параметры, влажность среды, продолжительность хранения могут в значительной мере варьироваться в зависимости от вида продукта, его назначения и других условий.

При низких температурах (минус 18...минус 23°C) снижение ОК обычно бывает незначительным даже в тех случаях, когда длительность хранения превышает 2 года. С повышением температуры и периодом хранения степень деструкции увеличивается.

Остаточное содержание пестицидов в мясных и молочных продуктах можно снизить путем их термической обработки. Наиболее эффективным в этом отношении является отваривание мяса в воде. При этом необходимо помнить о возможности перехода ОК пестицидов в бульон, а также иметь в виду, что некоторые пестициды могут в процессе варки трансформироваться с образованием более токсичных соединений.

Гигиеническое нормирование пестицидов в пищевых продуктах осуществляется в соответствии с СанПиНом 2.3.2.1078-01. Допустимые уровни содержания пестицидов в отдельных группах пищевых продуктов приведены в *приложении 1*.

Удобрения. Применение удобрений в сельском хозяйстве имеет большое значение для управления плодородием почв, повышения урожайности и пищевой ценности сельскохозяйственных культур. Нарушение агрохимических и гигиенических регламентов применения удобрений приводит к чрезмерному накоплению их в почве, растениях они загрязняют продовольственное сырье и пищевые продукты, оказывая тем самым токсическое действие на организм человека. В зависимости от химического состава различают удобрения азотные, фосфорные, калийные, известковые, микроудобрения, бактериальные, комплексные и др. Условно их можно подразделить на *минеральные и органические*.

Необходимость в удобрениях объясняется тем, что естественный круговорот азота, фосфора, калия, других питательных для растений соединений, не может восполнить потерь этих биоэлементов, уносимых из почвы с урожаем.

Азотные удобрения в зависимости от формы соединения азота существуют: аммиачные, аммонийные, нитратные, аммонийно-нитратные, амидные. Азот играет важную роль в жизнедеятельности растений как компонент белков, нуклеиновых кислот, витаминов и других биологически активных веществ.

Нитратная форма удобрений в допустимых дозах способствует образованию в растениях аскорбиновой кислоты и кальция, аммонийная – фосфора.

Фосфорные удобрения различаются количеством, оксида фосфора P_2O_5 , самый распространенный вид – суперфосфат.

Калийные удобрения – калийная соль, калийно-аммиачная селитра и др. Калий не входит в органический состав веществ растений, он активно участвует в углеводном и белковом обменах.

Микроудобрения – необходимы для обогащения почвы микроэлементами. Наибольшее распространение получили борные, молибденовые, медные, марганцевые, цинковые, кобальтовые.

Комплексные удобрения – содержат комплекс питательных для растений элементов (фосфорно-азотные, фосфорно-калийные).

Органические удобрения играют важную роль в улучшении плодородия почв с низким содержанием гумуса, а также тяжелых почв с непрочной структурой.

Нарушение гигиенических правил использования удобрений, особенно неорганической природы, приводит к накоплению большого количества отдельных элементов и их соединений в почве и сельскохозяйственном сырье, создает проблему загрязнения пищевой продукции. Типичным примером может служить проблема нитратов, нитритов и нитрозоаминов при неконтролируемом применении азотных удобрений.

Определенную перспективу имеют микробные биоудобрения, получаемые при помощи биологической очистки сточных вод животноводческих комплексов.

Одним из новых источников удобрений могут быть *отходы флотации угля (ОФУ)*. Каждый год их накапливается огромное количество. ОФУ имеют сложный состав, в них содержатся минеральные вещества, около 2% примесей, обнаружены тяжелые металлы, полициклические ароматические углеводороды, нитрозосоединения.

При неправильном сборе и хранении они могут стать источником загрязнения воздушного бассейна, подземных и поверхностных водоисточников.

При оценке возможности использования отходов в качестве удобрений ведущим компонентом ОФУ, оказывающим вредное воздействие, определен бенз(а)пирен (БП). Суммарная радиоактивность ОФУ для почв в естественных условиях находится в пределах $0,2 \cdot 10^{-8} \dots 2,0 \cdot 10^{-8}$ Ки/кг. Проведение комплексных гигиенических исследований показало, что предельно допустимой дозой внесения ОФУ в почву является 10 т/га. При таком варианте ни один из неблагоприятных компонентов отходов, в том числе БП, не поступает в сельскохозяйственные растения, атмосферный воздух и грунтовые воды в количествах, превышающих ПДК, что исключает загрязнение пищевых продуктов, делает ОФУ ценным и безопасным удобрением.

Регуляторы роста растений (РРР) – это соединения различной химической природы, оказывающие влияние на процессы роста и развития растений и применяемые в сельском хозяйстве с целью увеличения урожайности, улучшения качества растениеводческой продукции, облегчения уборки урожая, а в некоторых случаях для увеличения сроков хранения растительных продуктов. К этой группе можно отнести и некоторые гербициды, которые в зависимости от концентрации могут проявлять и стимулирующее действие.

Регуляторы роста растений можно разделить на две группы: природные и синтетические.

Природные РРР – это естественные компоненты растительных организмов, которые выполняют функцию фитогормонов: ауксины, гибберелины, цитокинины, эндогенный этилен и др. В процессе эволюции в организме человека выработались соответствующие механизмы биотрансформации, и поэтому природные РРР не представляют какой-либо опасности для организма человека.

Синтетические РРР – это соединения, являющиеся с физиологической точки зрения аналогами эндогенных фитогормонов, либо соединения, способные влиять на гормональный статус растений. Их получают химическим или микробиологическим путем. Наиболее важные РРР, выпускаемые промышленно под различными коммерческими названиями, в своей основе являются производными арил- или арилоксиалифатических карбоновых кислот, индола, пиримидина, пиридазина, пирадолола. Например, широко используются препараты – производные сульфанилмочевины.

Синтетические РРР, в отличие от природных оказывают негативное влияние на организм человека как ксенобиотики. Однако степень опасности большинства РРР до конца не изучена, предполагается возможность их отрицательного влияния на внутриклеточный обмен за счет образования токсичных промежуточных соединений. Кроме того, некоторые синтетические РРР сами могут проявлять токсические свойства. Они обладают повышенной стойкостью в окружающей среде и сельскохозяйственной продукции, где обнаруживаются в остаточных количествах. Это, в свою очередь, увеличивает их потенциальную опасность для здоровья человека.

3. ЗАГРЯЗНЕНИЯ НИТРАТАМИ, НИТРИТАМИ И НИТРОЗОСОЕДИНЕНИЯМИ

Нитраты – соли азотной кислоты с радикалом (NO_3^-). Они широко распространены в почве и воде, а также являются естественным компонентом пищевых продуктов растительного происхождения.

В больших количествах нитраты опасны для здоровья человека. Человек относительно легко переносит дозу в 150-200 мг нитратов в сутки, 500 мг считается предельно допустимой дозой, а 600 мг в сутки – доза, токсичная для взрослого человека. Для грудных детей токсичной является доза 10 мг/сут.

Министерством здравоохранения России утверждена суточная допустимая доза нитратов – 5 мг на 1 кг массы тела человека. Следовательно, взрослый человек может получать с продуктами питания 300-350 мг нитратов ежедневно. Поступление такого количества нитратов не вызывает никаких изменений ни у человека, ни у его потомков. Эта доза нитратов соответствует рекомендациям Всемирной организации здравоохранения.

Основные источники нитратов и нитритов в пищевом сырье и продуктах питания:

1. Азотсодержащие удобрения, используемые в сельском хозяйстве для повышения урожайности (агрохимическая технология часто нарушается – в почву вносят повышенное количество азотсодержащих удобрений, это приводит к увеличению содержания нитратов в растительном сырье и продуктах).

2. В пищевой промышленности используются:

- для улучшения органолептических показателей (фиксации цвета, улучшения вкуса и аромата) мясных и рыбных изделий;

- в качестве консервантов для подавления размножения некоторых патогенных микроорганизмов.

Причины повышенного содержания нитратов и нитритов в овощах:

- вид и сорт, способ и условия подкормки растений;
- возраст растения (в молодых растениях накапливаются на 50-70 % больше, чем в зрелых, причем их содержание возрастает ближе к корню);
- условия выращивания (соотношение различных питательных веществ в почве, освещенность, температура, влажность и др., выращивание в открытом или закрытом грунте);
- сроки уборки урожая (увеличение продолжительности вегетации в весенний период положительно сказывается на снижении содержания нитратов в овощах);
- условия транспортировки, хранения овощей, свежесть овощей (при хранении содержание увеличивается на 50-60 %; чем свежее овощ, тем меньше содержится нитратов).

Особенно опасно хранение готовых овощных блюд, содержащих нитраты при повышенной температуре и в течение длительного времени. Это же относится к мясным продуктам, в которые добавляют нитрит натрия или калия.

Биологическое действие нитратов и нитритов на человеческий организм.

Потенциальная токсичность нитратов, содержащихся в повышенной концентрации в пищевом сырье и продуктах питания, заключается в том, что они при определенных условиях могут окисляться до нитритов, которые обуславливают серьезное нарушение здоровья не только детей, но и взрослых.

В организме человека нитриты из нитратов образуются в пищеварительном тракте (желудке и кишечнике) или уже непосредственно в полости рта. Поступающие с пищей нитраты всасываются в пищеварительном тракте, попадают в кровь и с ней в ткани. Через 4-12 час большая их часть (80 % у молодых и 50 % у пожилых людей) выводится из организма через почки. Остальное их количество остается в организме.

Концентрация нитратов в слюне пропорциональна их количеству, потребляемому с пищей. Величина этой концентрации влияет на образование нитритов.

Особенно чувствительны к действию нитратов и нитритов маленькие дети. Это связано со слабой активностью у них ферментов.

Механизм токсического действия нитритов на организм заключается в их взаимодействии с гемоглобином крови. В результате окисления двухвалентного железа до трехвалентного образуется метгемоглобин, который в отличие от гемоглобина не способен связывать и переносить кислород. Развивается клиническая картина гипоксии. 1 мг нитрита натрия может перевести в метгемоглобин около 2000 мг гемоглобина.

Наряду с клиническими проявлениями интоксикации (обильное потение, синюшность кожи, одышка, головокружение) хроническое воздействие нитритов приводит к снижению содержания в организме витаминов А, Е, С, В₁, В₆. С этим связывают снижение устойчивости организма к воздействию различных факторов, в том числе онкогенных.

Первые признаки – головокружение, одышка – наблюдаются при содержании в крови 6-7% метгемоглобина. Легкая форма заболевания проявляется при содержании в крови 10-20% метгемоглобина, средняя – при содержании 20-40%, а тяжелая – при содержании более 40% метгемоглобина. При тяжелой форме возможен летальный исход, так как метгемоглобин не способен переносить кислород.

Нитраты и нитриты способны изменять активность обменных процессов в организме. Это обстоятельство используют в животноводстве. При добавлении в рацион определенных количеств нитритов при откорме свиней снижается интенсивность обмена и происходит отложение питательных веществ в запасных тканях животного.

Установлено, что нитраты могут угнетать активность иммунной системы организма, снижать устойчивость организма к отрицательному воздействию факторов окружающей среды. При избытке нитратов чаще возникают простудные заболевания, а сами болезни приобретают затяжное течение.

В каждой стране, в том числе и в Российской Федерации, установлены предельно допустимые уровни нитратов в растительных продуктах (*приложение 1*). Для продуктов детского питания СанПиНом предусмотрены более жесткие требования безопасности.

Нормирование нитратов, нитритов как пищевых добавок. Осуществляется в связи с их использованием в производстве некоторых продуктов питания. Содержание нитритов в пищевых продуктах допускается до 50 мг/кг, в солонине из говядины и баранины – до 200 мг/кг, в экспортируемых – до 30 мг/кг. Для обеспечения указанных нормативов нитриты используют в следующих количествах: засолка говядины, баранины и конины – 0,1...0,12% от массы рассола; для свинины – 0,06...0,08%; колбасных изделий – 0,003...0,005 % от массы мяса.

Нитрит натрия или калия используется в качестве консерванта сыра и брынзы – 300 мг на 1 л молока.

Допустимые концентрации в рационе и продуктах питания. ДСД нитратов для человека составляет 300...325 мг. ПДК в питьевой воде – 45 мг/л или 10 мг нитратного азота в 1 л. Если учитывать потребление питьевой воды в размере 2 л в сутки, то на долю ДСП через пищевые продукты приходится 210 мг нитратов.

Основным источником поступления нитратов в организм человека являются продукты растительного происхождения, в частности овощи, а нитритов – мясные продукты, на долю которых приходится 53-60% от общего поступления нитритов в организм человека.

Технологические способы снижения нитратов в пищевом сырье. Современные научные достижения и практический опыт позволяют дать рекомендации, направленные на снижение содержания нитратов, прежде всего в овощах.

При промышленном производстве овощей следует учитывать *вид и сорт овощей*. Предпочтение целесообразно отдавать тем сортам, которые обладают меньшей способностью аккумулировать нитраты. Для растений, у которых способность накапливать нитраты, особенно сильно выражена, например, у листовой зелени, кольраби, редиса, необходимо пересмотреть агротехнику.

Повышенное содержание нитратов обычно бывает у растений, получающих избыточное количество азота, которое они не в состоянии использовать. Поэтому необходимо *систематически контролировать содержание азота в почве*. Большое значение имеет соотношение в почве азота и отдельных микроэлементов. Следует отметить, что рекомендуемые до последнего времени дозы азотных удобрений были сделаны без учета содержания нитратов в почве. Очевидно, что при этом необходимо ориентироваться на минимальные значения рекомендуемых доз, а при использовании почв, богатых питательными веществами, уменьшать эти дозы на 30-40%.

Необходимо *ограничивать рыхление почвы* при выращивании листовых овощей под пленкой, это может также способствовать повышению содержания нитратов в овощах.

Следует правильно выбирать участки для выращивания овощей, *исключая затемненные места*.

Сбор урожая желательно проводить *во второй половине дня*. При этом собирать следует только созревшие плоды, обеспечивая их хранение в оптимальных для них условиях.

При *технологической переработке овощей* следует учитывать, что:

- очистка, мытье и удаление наиболее нитратных частей, вымачивание снижает содержание нитратов на 5-15%;
- предварительное отваривание – на 30-40%;
- варка приводит к снижению содержания нитратов на 20-80%, однако отвары должны быстро сливаться, так как может произойти выравнивание нитратов в продукте и отваре;
- варка на пару почти не снижает содержание нитратов;
- жарение – на 15%, во фритюре – на 60%.

В консервируемых овощах, обладающих повышенной способностью аккумулировать нитраты (например, быстрозамороженное пюре из шпината), возможно восстановление нитратов в нитриты при хранении размороженной продукции или повторном их нагревании. Это следует учитывать при потреблении таких овощных консервов.

При производстве мясоовощных консервов необходимым условием безопасности служит предотвращение комбинирования нитрофильных овощей с копченостями.

Нитрозосоединения и их токсическая характеристика. Большое внимание уделяют нитратам и нитритам еще и потому, что они превращаются в организме в конечном итоге в нитрозосоединения, многие из которых являются канцерогенными. Так, из известных в настоящее время нитрозосоединений 80 нитрозаминов и 23 нитрозамида являются активными канцерогенами.

N-нитрозосоединения (НС) – вещества, у которых нитрогруппа связана с атомом азота. Они образуются при определенных условиях из предшественников: нитратов, нитритов с вторичными, третичными и четвертичными аминами.

Наибольшее распространение получили следующие нитрозосоединения: *N*-нитрозодиметиламин (НДМА), *N*-нитрозодиэтиламин (НДЭА), *N*-нитрозоди-пропиламин (НДПА), *N*-нитрозодибутиламин (НДБА) и др.

НС оказывают на организм человека выраженное токсическое действие, поражают печень, кроветворную, лимфатическую, пищеварительную системы, являются иммунодепрессантами, обладают эмбриотоксическим, тератогенным и канцерогенным действиями.

Канцерогенный эффект нитрозосоединений зависит от дозы и времени их влияния на организм, низкие однократные дозы суммируются и затем вызывают злокачественные опухоли.

Нитрозирование протекает при pH 2-3, а в присутствии катализаторов и при более низком значении pH, которое, как правило, поддерживается в желудке человека. Такими катализаторами служат ионы галогенов и тиоционат (роданид). Последний содержится в слюне, причем у курящих людей в 3-4 раза большей концентрации, чем у некурящих.

В желудке нитраты образуют с биогенными аминами, содержащимися, например, в мясе, *нитрозамины* и *нитрозамиды*. У людей с пониженной кислотностью желудочного сока из нитратов образуется большое количество нитрозаминов, вызывая более высокую частоту рака желудка.

Нитрозамины образуются не только в желудочно-кишечном тракте, но и вне живого организма. Доказано их наличие в воздухе, в различном сырье и продуктах питания.

В общей схеме экзогенного воздействия на человека нитрозосоединений пищевым продуктам отводится основное место, что обусловлено широким применением в технологии их производства нитритов и копильного дыма, содержащего окислы азота. НС могут образовываться в результате технологической обработки сельскохозяйственного сырья и полуфабрикатов, варки, жарения, соления, длительного хранения. При этом, чем интенсивнее термическая обработка и продолжительнее хранение пищевых продуктов, тем больше вероятность образования в них НС. В свежих продуктах НС содержатся в незначительных количествах, за исключением тех случаев, когда эти продукты изготовлены с нарушением технологических режимов и из сырья с высоким исходным уровнем предшественников реакций нитроирования.

Например, свежее мясо почти не содержит НС, их концентрация возрастает в следующей последовательности: свежее мясо – вареное мясо – полукопченое мясо – копченое мясо – сосиски. НС обнаруживают в пиве особенно темном в 70-75 % случаев, из молочных продуктов иногда в сырах твердых и плавленых.

Безопасная суточная доза низкомолекулярных нитрозаминов для человека составляет 10 мкг/сут. или 5 мкг/кг пищевого продукта. Рекомендованная ПДК нитрозосоединений в воде хозяйственно-пищевого назначения – 0,03 мкг/л.

Установлено, что реакция нитрозирования в человеческом организме подавляется аскорбиновой кислотой. Подобным действием обладают также токоферолы (витамин Е), полифенолы, танин и пектиновые вещества.

Отсюда следует, что постоянное потребление витамина С может воспрепятствовать образованию канцерогенных нитрозаминов, и наоборот, постоянная низкая его концентрация в организме повышает вероятность заболевания раком. Установлено, что при соотношении витамина С к нитратам 2:1 и более нитроамины не образуются. Кроме того, наличие в организме высокого содержания клетчатки и пектиновых веществ подавляет всасывание нитроаминов в толстой кишке.

Профилактика загрязнений пищевых продуктов НС:

1. Контроль за содержанием нитратов и нитритов, НС в пищевом сырье и пищевых продуктах.

2. Использование как можно меньшего количества нитратов и нитритов в качестве пищевых добавок, замена их на другие вещества.

3. Соблюдение оптимальных технологических режимов обработки пищевых продуктов с целью уменьшения процессов нитрозирования.

4. Соблюдение оптимальных режимов хранения пищевых продуктов.

5. Не следует применять повторный разогрев подкисших пищевых продуктов, содержащих нитраты и нитриты, т.к. в кислой среде при повышенной температуре усиливаются процессы нитрозирования амидов и аминов.

6. Не рекомендуется длительное хранение продуктов с высоким уровнем предшественников НС, даже в холодильных условиях.

7. Использование ингибиторов образования НС, таких как аскорбиновая кислота, токоферол, йодид калия, цистеин, кофеин, сульфаниловая кислота и др. Возможна комбинация этих веществ. При чем рекомендуется перед приемом высоконитратной пищи принимать витамин С или выпивать фруктовый сок. Витамин С уменьшает образование НС в желудке на 26-76 %.

8. Рекомендуется варку и тушение овощей проводить с открытой крышкой, для того, чтобы улетучивались НС.

Гигиенические нормативы установлены в СанПиН 2.3.2.1078-01. Содержание нитрозосоединений в отдельных группах пищевых продуктов представлено в *приложении 1*.

С суточным рационом человек получает ориентировочно 1 мкг НС, с питьевой водой – 0,01 мкг, с вдыхаемым воздухом – 0,3 мкг. В зависимости от степени загрязнения объектов окружающей среды эти цифры могут существенно колебаться. Половину всех НС человек получает с солено-копчеными продуктами.

4. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВЕЩЕСТВАМИ, ПРИМЕНЯЕМЫМИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

С целью повышения продуктивности сельскохозяйственных животных, профилактики заболеваний, сохранения качества кормов в животноводстве широко применяются различные лекарственные и химические препараты. Это антибактериальные вещества (антибиотики, сульфаниламиды, нитрофураны), гормональные препараты, транквилизаторы, антиоксиданты и другие.

Антибиотики. Встречающиеся в пищевых продуктах антибиотики могут иметь следующее происхождение:

- естественные антибиотики;
- образующиеся в результате производства пищевых продуктов;

- попадающие в пищевые продукты в результате лечебно-ветеринарных мероприятий;
- попадающие в пищевые продукты при использовании их в качестве биостимуляторов;
- применяемые в качестве консервирующих веществ.

К *первой группе* относятся природные компоненты некоторых пищевых продуктов с выраженным антибиотическим действием. Например, яичный белок, молоко, мед, лук, чеснок, фрукты, пряности содержат естественные антибиотики. Эти вещества могут быть выделены, очищены и использованы для консервирования пищевых продуктов и для лечебных целей.

Ко *второй группе* относятся вещества с антибиотическим действием, образующиеся при микробно-ферментативных процессах. Например, при ферментации некоторых видов сыра.

Третья группа – антибиотики, попадающие в пищевые продукты в результате лечебно-ветеринарных мероприятий. В настоящее время около половины производимых в мире антибиотиков применяются в животноводстве.

Антибиотики способны переходить в мясо животных, яйца птиц, другие продукты и оказывать токсическое действие на организм человека. Особое значение имеет загрязнение молока пенициллином, который очень широко используется для терапевтических целей в борьбе со стафилококковой инфекцией.

Четвертая группа – антибиотики-биостимуляторы, которые добавляют в корм для улучшения усвояемости кормов и стимуляции роста.

При этом улучшается баланс азота и выравнивается дефицит витаминов группы В.

В качестве биостимуляторов чаще всего используют хлортетрациклин и окситетрациклин.

Действие антибиотиков заключается не в прямой стимуляции роста, а в снижении различных факторов, препятствующих росту, например, в подавлении бактерий, мешающих усвоению кормов.

К *пятой группе* относятся антибиотики – консерванты, которые добавляют в пищевые продукты с целью предупреждения порчи последних. Для этой цели наиболее приемлемы антибиотики из группы тетрациклинов. Кроме того, предлагается использовать пенициллин, стрептомицин, левомицетин, грамицидин при следующих видах обработки:

- орошение или погружение мяса в раствор антибиотика (так называемая акронизация);
- инъекции (внутривенно и внутримышечно);
- использование льда, содержащего антибиотик – при транспортировке и хранении (используется в основном для рыбной продукции);
- добавка растворов антибиотиков к различным пищевым продуктам (молоку, сыру, овощным консервам, сокам, пиву);
- опрыскивание свежих овощей.

Сульфаниламиды. Антимикробное действие сульфаниламидов менее эффективно, чем действие антибиотиков, но они дешевы и более доступны для борьбы с инфекционными заболеваниями животных. Сульфаниламиды способны накапливаться в организме животных и птицы и загрязнять животноводческую продукцию: мясо, молоко, яйца.

Наиболее часто обнаруживаются следующие сульфаниламиды: сульфадиметоксин, сульфаметозин. Допустимый уровень загрязнения мясных продуктов препаратами этого класса – менее 0,1 мг/кг, молока и молочных продуктов – 0,01 мг/кг.

Нитрофураны. Наибольшую антибактериальную активность проявляют 5-нитро-2-замещенные фураны. Считается, что остатки этих лекарственных препаратов не должны содержаться в пище человека. В связи с этим отсутствуют ПДК этих препаратов. Однако имеются данные о загрязнении продуктов животноводства такими препаратами.

Гормональные препараты используют в ветеринарии и животноводстве для улучшения усвояемости кормов, стимуляции роста животных, ускорения полового созревания. Естественным следствием применения гормонов в животноводстве является проблема загрязнения ими продовольственного сырья и пищевых продуктов.

В настоящее время созданы синтетические гормональные препараты, которые по анаболическому действию значительно эффективнее природных гормонов. Этот факт, а также дешевизна их синтеза определили интенсивное внедрение этих препаратов в практику животноводства. Однако, в отличие от природных аналогов, многие синтетические гормоны оказались более устойчивыми, они плохо метаболизируются, накапливаются в организме животных в больших количествах и передаются по пищевым цепям.

Следует особо отметить, что синтетические гормональные препараты стабильны при приготовлении пищи и способны вызывать дисбаланс в обмене веществ и физиологических функций организма человека.

Медико-биологическими требованиями определены следующие допустимые уровни содержания гормональных препаратов в продуктах питания (мг/кг, не более): мясо сельскохозяйственных животных, птицы (продукты их переработки) – эстрадиол 17β -0,0005; тестостерон – 0,015; молоко, молочные продукты, казеин – эстрадиол 17β -0,0002; масло коровье – эстрадиол 17β -0,0005.

Транквилизаторы. Успокаивающие средства, бензгидрильные и бензгидроловые транквилизаторы, седативные и гипнотические препараты применяются с целью предупреждения стрессовых состояний у животных, например, при транспортировке или перед забоем. Их применение должно проводиться под строгим контролем, т.к. они способны оказывать негативное воздействие на организм человека.

Для того, чтобы мясо не содержало остатков этих препаратов, они должны быть отменены не менее, чем за 6 дней до забоя животного.

Антиоксиданты в кормах животных. Различные синтетические вещества добавляют в корм животных для защиты окисляемых компонентов, причем в каждом конкретном случае их выбирают специально в зависимости от особенностей корма и степени окислительных процессов. Например, бутилогидроксианизол является наиболее применяемым антиоксидантом в неевропейских странах. Так, 50% производимого в США свиного жира содержит это вещество; его используют в качестве пропитывающего вещества упаковочных материалов для хлопьев из зерновых, шоколадных изделий, кексов и др. (0,5 г на 1 кг упаковочного материала). Нередко бутилгидрооксанизол применяют в смеси с другими антиокислителями: бутилгидроокситолуолом, пропилгаллатом, лимонной кислотой. Экспертный комитет ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам установил ДСП (для группы из 4 антиоксидантов) – 3 г/кг массы тела.

Систематическое употребление продуктов питания, загрязненных антибиотиками, сульфамидами, гормональными препаратами, транквилизаторами и другими препаратами, ухудшает их качество, затрудняет проведение санитарно-ветеринарной экспертизы этих продуктов, приводит к возникновению резистентных форм микроорганизмов, является причиной дисбактериозов. Поэтому очень важно обеспечить необходимый контроль остаточных количеств этих загрязнителей в продуктах питания, используя для этого быстрые и надежные методы.