



ВЛИЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Насирова Н.К¹, Мухамедов К.Г²,

1.Ташкентский государственный аграрный университет

2.Ташкентский государственный технический университет

имени

Ислама Каримова

Аннотация: В статье рассматривается влияние факторов окружающей среды на безопасность пищевых продуктов. Акцент сделан на загрязнение продуктов питания токсичными веществами, поступающими из атмосферы, почвы и воды, в том числе на фоне техногенных катастроф и использования химикатов в сельском хозяйстве. Особое внимание уделено таким загрязнителям, как полихлорбифенилы (ПХБ), диоксины, пестициды, тяжёлые металлы (свинец, ртуть, кадмий и др.). Проанализированы пути их попадания в пищевые цепи, степень кумуляции, токсическое действие и санитарные нормы. Отмечена необходимость контроля содержания этих веществ в продуктах питания в целях предотвращения угрозы здоровью человека.

Ключевые слова безопасность пищевых продуктов, загрязнение окружающей среды, токсичные вещества, полихлорбифенилы (ПХБ), диоксины, пестициды, тяжёлые металлы, санитарные нормы, кумуляция, устойчивые загрязнители

Рост числа экологических катастроф, увеличение промышленных отходов, постоянно расширяющееся применение химических средств в сельском хозяйстве приводят к загрязнению пищевых продуктов различного рода токсичными веществами. Загрязнения из окружающей среды представляют наибольшую потенциальную опасность для здоровья человека. В эту группу загрязнений входит большое количество разнообразных по химической структуре веществ. Это минеральные элементы и металл, органические



соединения, а также некоторые органические вещества, среди которых наибольшую опасность представляют галогенизированные ароматические углеводороды.

Несмотря на значительные различия в химической структуре, все эти вещества характеризуются некоторыми общими признаками, которые увеличивают их потенциальную опасность для здоровья человека. Они довольно стабильны и химически устойчивы, имеют тенденцию к трансформации с увеличением их токсичности. Токсичность этих веществ для человека значительно выше, чем для представителей более низкого филогенетического порядка - рыб, тюленей, ракообразных. Кроме того, малая скорость удаления и обмена приводят к накоплению этих веществ в организме. Они способны накапливаться и в пищевых продуктах, особенно в рыбе.

Загрязнения из окружающей среды поступают в продукты питания в основном через сброс в среду химических отходов промышленных производств. Кроме того, важным источником загрязнения является высвобождение загрязнений из естественных источников. Пищевые продукты могут также загрязняться и при неправильном использовании химических препаратов.

К загрязнениям продуктов питания промышленного происхождения относятся в основном сложные органические вещества, представляющие собой конечные или побочные продукты химических процессов. Иногда неорганические или металлоорганические соединения попадают в пищевые продукты в результате деятельности человека.

Полихлорбифенилы (ПХБ) - сложная смесь хлорированных изомеров бифенила. Используются в основном в электротехнической промышленности в качестве диэлектриков. В окружающую среду попадают при разрушении приборов, их содержащих, с последующей утечкой содержимого в почву и грунтовые воды. Пищевые продукты могут загрязняться и через упаковочные материалы, содержащие ПХБ. Рыба способна накапливать ПХБ до уровня, в 100 тысяч раз превышающего его содержание в воде.



В биологических объектах происходит избирательное накапливание более высокохлорированных компонентов промышленных смесей. Низшие гомологи ПХБ метаболизируются или выделяются быстрее, чем высшие, в результате чего увеличивается содержание последних при прохождении через пищевую цепь. Так, рыба, находящаяся на низшем и промежуточном уровнях пищевой цепи, содержит меньше гексахлористых и больше тетра- и пентахлористых соединений, чем виды, находящиеся на более высоком трофическом уровне.

Отношение содержания остатка в пищевых продуктах к содержанию в корме животных наиболее высокое у ПХБ со степенью хлорирования 54 %. Содержание ПХБ в молоке в 4 раза превышает его содержание в корме, а содержание в курином яйце примерно равно его содержанию в корме. Однако содержание остатка ПХБ в тканях кур примерно в 6 раз выше его уровня в корме. ПХБ длительное время сохраняются в жировой ткани и коже.

Диоксины присутствуют в небольших количествах в некоторых гербицидах и химических соединениях. Наиболее токсичной формой является изомер 2,3,7,8-тетрахлордибензо-п-диоксин (ТХДД). Он обнаружен в коровьем молоке на фермах вблизи химического предприятия в Севезо в Италии. Хотя этот изомер не обнаруживается в 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоте, присутствие этой кислоты, ее солей и эфиров не допускается в молочных продуктах и рыбе.

Пентахлорфенол используется в качестве пестицида и консерванта древесины. Поскольку это вещество неустойчиво во внешней среде, оно имеет небольшое токсическое значение. Однако в нем могут присутствовать токсичные изомеры диоксина.

Полихлордибензофураны (ПХДФ) присутствуют в различных полихлорфенилах и пентахлорфеноле. Обнаружены в рыбе некоторых рек и озер США. Обладают токсическим эффектом. Источником ПХДФ могут быть зола и пиролиз технических смесей ПХБ.

Гексахлорбензол - фунгицид, используемый для борьбы с головней зерновых культур. В последнее время применение его для обработки семян

сократилось, и поэтому содержание гексахлорбензола в пищевых продуктах невелико и токсикологическое его значение ограничено.

Мирекс - средство для борьбы с муравьями. Применяется он и в качестве средства огнетушения. Исключительно устойчив в окружающей среде. Широко распространен и легко аккумулируется в пищевой цепи.

Дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ) и его метаболиты состоят в основном из дихлордифенилтрихлорэтана. Это хлорированные углеводородные инсектициды, устойчивые во внешней среде. Несмотря на ограничения и даже на запрет использования ДДТ, этот пестицид и его метаболиты находятся еще в значительном количестве в рыбе, молочных продуктах и молоке кормящих женщин.

Согласно санитарным правилам, во всех видах продовольственного сырья и пищевых продуктов нормируются глобальные загрязнители пестициды - гексахлорциклогексан и его изомеры, ДДТ и его метаболиты. В некоторых продуктах (рыба, зерно) регламентируются наиболее часто встречающиеся пестициды: ртутьорганические, 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота, ее соли и эфиры.

По гигиенической классификации пестициды подразделяются по токсичности, кумулятивным свойствам и стойкости. По токсичности при однократном поступлении в организм через пищевой тракт пестициды делят на сильнодействующие ядовитые вещества (LD_{50} до 50 мг/кг), высокотоксичные (LD_{50} 50-200 мг/кг), среднетоксичные (LD_{50} 200-1000 мг/кг) и малотоксичные (LD_{50} более 1000 мг/кг).

Коэффициент кумуляции (КК) - это отношение суммарной дозы препарата, вызывающей гибель животных при многократном введении, к дозе, вызывающей гибель животных при однократном введении.

По кумулятивным свойствам различают пестициды, вызывающие сверхкумуляцию ($КК < 1$), выраженную кумуляцию ($КК = 1-3$), умеренную кумуляцию ($КК = 3-5$) и слабую кумуляцию ($КК > 5$). По стойкости: очень



стойкие - время разложения на нетоксичные компоненты свыше 2 лет; стойкие - 0,5-1 год; умеренно стойкие - 1-6 месяцев; малостойкие - месяц и менее.

Некоторые пестициды способны не только вызывать нарушения генетических свойств организма, но и злокачественные заболевания. При длительном поступлении в организм человека, в малых количествах, они понижают сопротивляемость к инфекционным заболеваниям, обостряют сердечно-сосудистые заболевания и др.

Пути загрязнения продовольственного сырья и пищевых продуктов пестицидами разнообразны. В продукты растительного происхождения они могут попасть непосредственно при обработке сельскохозяйственных культур, продовольственных запасов, в результате загрязнения почвы, воды, воздуха. В продукты животного происхождения пестициды попадают при употреблении корма, содержащего остатки ядохимикатов, а также при обработке ими кожных покровов животных.

В группу загрязнений пищевых продуктов из окружающей среды входят и некоторые минеральные элементы: свинец, мышьяк, кадмий, ртуть, медь, цинк, сурьма, фтор, никель и др. Минеральные элементы, в том числе некоторые из перечисленных, в определенных количествах играют важную физиологическую роль в организме. Однако избыток даже нетоксичных элементов может представлять опасность для здоровья человека.

В действующих в настоящее время санитарных правилах и нормах (СанПиН 11-63 РБ 98) регламентируется содержание в продовольственном сырье и пищевых продуктах следующих токсичных элементов: свинца, мышьяка, кадмия, ртути, меди и цинка. Соответствующие нормативы для отдельных групп пищевых продуктов.

Свинец (РЬ) относится к типичным токсичным элементам. Отравления свинцом существуют с незапамятных времен. В естественном состоянии он присутствует в воде и почве и находится во всех живых организмах. Дополнительные количества свинца попадают в пищевые продукты из загрязненной окружающей среды, при выплавке свинца и сбросе вод с рудников,



использовании пестицидов, содержащих свинец. Значительный выброс свинца в окружающую среду связан с автотранспортом, работающим на бензине, к которому в качестве антидетонатора добавляют соединения свинца. При обработке продуктов основным источником свинца является жестяная консервная банка. До 99,5% свинца в тунце, консервированном в банках со свинцовым привкусом, поступает из припоя. Присутствует свинец и в сгущенных молочных продуктах, в которые он попадает из свинцового припоя в швах банок.

В настоящее время практически все пищевые продукты, вода и другие объекты окружающей среды загрязнены свинцом, и тенденция к загрязнению возрастает.

Свинец попадает в человеческий организм через легкие и желудочно-кишечный тракт. Токсическое действие свинца связывают в первую очередь с тем, что его ионы образуют с сульфгидрильными группами SH-содержащих ферментов устойчивые меркаптиды и таким образом приводят к блокировке ферментных систем. Он влияет на биосинтез гемоглобина, нуклеиновых кислот, протеинов, гормонов. Особенно чувствительны к интоксикации свинцом дети. Это может вызвать у них энцефалопатию, судороги, умственную отсталость и т.д. Имеются данные и о том, что интоксикация свинцом влияет не только на общий интеллект, но и на зрительное восприятие и двигательные реакции.

Ежедневное поступление в организм 2 мг свинца через несколько месяцев может привести к отравлению, а прием 10 мг - через несколько недель. Ввиду того что до 95% накопленного в человеческом организме свинца «депонируется» в костях и быстро переходит в кровь, может наступить острое отравление даже без дополнительного его поступления.

По данным FAO/ВОЗ среднее количество свинца, попадающего в организм человека с пищевыми продуктами, составляет 230-350 мкг в день. Кроме того, из воздуха поступает до 90 мкг свинца в день. Допустимое недельное поступление свинца с продуктами и водой - 0,05 мг/кг массы тела человека.



В норме содержание свинца в продуктах должно составлять не более 0,1-1,0 мг/кг. Более высоким его содержанием отличаются устрицы (до 100 мг/кг), чай (до 43 мг/кг) и растения, выращенные в условиях высоких атмосферных загрязнений свинцом.

Конечной целью защиты здоровья населения является снижение поступления свинца из всех источников - воздуха, воды и пищевых продуктов.

Мышьяк (As) в небольших количествах содержится в продуктах питания, в органах и тканях человека. Однако некоторые соединения мышьяка обладают токсическими свойствами. Употребление пищи, содержащей 15 мг/кг мышьяка и более, может привести к летальному исходу. Острая форма отравления сопровождается рвотой, болями в поджелудочной области, спазмами кишечника, поносом. При хронической интоксикации наблюдаются потеря массы тела, расстройства желудочно-кишечного тракта, периферические невриты, поражения кожи, цирроз печени. Наиболее токсичны соединения мышьяка - мышьяковистый ангидрид, галаид арсины.

Токсичность мышьяка для человека колеблется в значительных пределах, что зависит от индивидуальной чувствительности и токсичности его различных форм. Неорганический мышьяк более токсичен, чем органические формы. Из-за сродства к кератину концентрация мышьяка в волосах и ногтях гораздо выше, чем в других тканях.

Источниками загрязнения мышьяком являются медеплавильные заводы, электростанции, использующие бурый уголь, агломерационные установки, оборудование, инвентарь, тара. До 5 мг/кг мышьяка содержится в почве.

За исключением мяса, рыбы и продуктов из птицы, в других пищевых продуктах содержание мышьяка небольшое. Главным источником его поступления в пищу является рыба и некоторые рыбные продукты. Особенно высоким содержанием мышьяка характеризуются морские донные виды - камбала и креветки. Однако в них мышьяк находится в форме арсенобетаинов, фактически в нетоксичном виде.



В норме содержание мышьяка в пищевых продуктах не должно превышать 1 мг/кг. По данным ФАО/ВОЗ, поступление мышьяка в организм человека с пищей не должно превышать 0,05 мг/кг массы тела в день.

По последним данным мышьяк является необходимым микроэлементом, оказывающим регуляторное действие на ферментативные системы, но необходимые дозы низки и составляют не более 10 мкг.

Ртуть (Hg) принадлежит к числу рассеянных в природе микроэлементов. Она легко образует неорганические и органические соединения, подавляющее большинство которых ядовито. Неорганические соединения ртути и элементарная ртуть в одной среде легко переходят в более токсичные алкильные формы. Животные и растительные ткани содержат некоторое количество ртути, так как все живые организмы обладают способностью ее аккумулировать.

Элементарная ртуть и ее неорганические соединения действуют в основном на печень, почки и кишечный тракт. Однако в обычных условиях они сравнительно быстро выводятся из организма и опасное для человека количество не успевает накапливаться. Более опасными являются метилированная ртуть (метилртуть) и другие алкильные соединения. Они выделяются из организма медленно и в основном действуют на центральную нервную систему. Биотрансформация соединений ртути в метилртуть может происходить в результате микробиологических и биохимических процессов.

Метилированная ртуть из-за большой растворимости в липидах легче проходит через биологические мембраны, чем неорганическая, а также через плаценту и воздействует на эмбрион и плод. Плод подвергается большей опасности воздействия метилртути, чем новорожденный ребенок или взрослый человек.

У метилртути большой период полураспада. Если период полувыведения двуххлористой ртути из организма человека равен 40 дням, то для метилртути он составляет 72 дня. Более длительный период полувыведения метилртути означает, что она аккумулируется в организме в большем количестве, чем хлорид ртути, поступающий в сопоставимой дозе в течение длительного времени. Этим,



а также высокой чувствительностью центральной нервной системы к метилртути объясняется чувствительность человека и животных к ее токсическому действию.

Источником загрязнения окружающей среды является использование ртутных соединений в синтезе хлора, гидроксила натрия и ацетальдегида, а источником загрязнения продовольственного сырья и пищевой продукции - прежде всего применение пестицидов, содержащих данный элемент. Морепродукты подвергаются загрязнению через стоки предприятий химической и целлюлозно-бумажной промышленности. Источником загрязнения ртутью являются и энергетические установки, работающие на угле и продуктах переработки нефти. Только за счет сжигания угля в окружающую среду ежегодно выбрасывается около 3000 тонн ртути. В пищевые продукты метилртуть поступает через воду, почву и воздух. Основным источником поступления в организм человека метилртути - продукты питания.

Естественное содержание неорганической ртути в растительных продуктах составляет в среднем 0,01 мг/кг, а метилртути близко к нулю. В мясе, яйцах и молочных продуктах оно несколько выше, что, по-видимому, связано с загрязнением кормов. Повышенное содержание ртути наблюдается в рыбе, особенно выловленной в водоемах, загрязненных промышленными отходами. Так, по некоторым данным, 95% мирового улова рыбы содержит до 0,5 мг/кг ртути, и почти вся ртуть в рыбе находится в метилированной форме.

По данным FAO/ВОЗ, допустимое недельное поступление ртути в организм человека не должно превышать 0,3 мг, из которых метилртути должно быть не более 0,2 мг/кг, что эквивалентно 0,005 мг/кг и 0,0033 мг/кг массы тела. Допустимое содержание ртути в питьевой воде не должно превышать 0,001 мг/л, а в пищевых продуктах - не более 0,05 мг/кг массы тела.

Медь (Cu) относится к числу важнейших биомикроэлементов, характеризующихся выраженной физиологической активностью. Она присутствует во многих ферментах, участвует в синтезе гемоглобина и образовании других железопорфиринов, в развитии костей и эластической



соединительной ткани, в функционировании центральной нервной системы. Медь обладает инсулино-подобным действием. Установлена связь меди с функцией щитовидной железы. Однако высокие концентрации меди в виде ее солей могут вызвать интоксикацию организма, сопровождающуюся рвотой, поносом, головной болью, головокружением и слабостью. В более тяжелых случаях отмечаются тахикардия, гипертензия и кома, вслед за которыми может развиваться желтуха, гемолитическая анемия, гемоглобинурия, уремия и наступить смерть.

Объединенный комитет экспертов по пищевым добавкам ФАО/ВОЗ определил, что смертельной дозой солей меди для человека является 200 мг/кг массы тела, а максимальный допустимый суточный прием меди находится на уровне 0,5 мг/кг.

Источниками отравления медью могут служить медьсодержащие удобрения и пестициды, а также соли меди, применяемые в качестве добавки в корм животным, медная посуда и различная аппаратура консервного производства.

Допустимые уровни содержания меди в пищевых продуктах составляют 1-15 мг/кг массы тела в зависимости от вида продукта.

Цинк (Zn) также относится к биомикроэлементам. Он входит в состав примерно 100 ферментов. Присутствие цинка в таком большом количестве ферментов свидетельствует о его важной роли в обмене белков и углеводов.

При избытке цинка отмечаются случаи интоксикации организма сопровождающейся появлением раздражительности, ноющих болей в мышцах и тошноты. Интоксикация наблюдается также после длительного употребления воды из оцинкованных труб и сосудов, при изготовлении и хранении в цинковой посуде кислых продуктов. Продукты, послужившие причиной интоксикации, содержат свыше 200 мг/кг цинка. Хранение пищевых продуктов, за исключением сыпучих и воды, в оцинкованной посуде запрещено. Допустимые уровни цинка в пищевых продуктах колеблются от 5 мг/кг у некоторых молочных продуктов и до 70 мг/кг - у мясных.



Олово (Sn) в незначительных количествах содержится в большинстве пищевых продуктов. Оно поступает в пищевые продукты в основном при консервировании. Главным источником загрязнения являются консервные банки из обычной белой жести и оловянная фольга, используемая для упаковки некоторых продуктов.

Присутствие олова в пищевых продуктах в повышенных количествах может быть обусловлено применением его в качестве пищевых добавок (например, при консервировании спаржи и зеленого горошка), оловоорганических соединений в сельском хозяйстве в качестве средств борьбы с клещами или в качестве стабилизаторов поливинилхлоридных материалов, используемых для изготовления бутылок.

Концентрация олова в консервированных продуктах зависит от качества внутренней поверхности банки, вида продукта и длительности его нахождения в банке. Содержание олова обычно выше в томатной пасте и консервированных овощах. Обнаружено присутствие метилированных форм олова и его неорганических соединений в воде, воздухе и моче человека.

Внедрение в практику лакированных консервных банок и гофрированных крышек, уменьшающих возможность прямого контакта продукта с посудой, снижает коррозию и вымывание олова. Признаки отравления оловом могут проявиться при его концентрации в пищевых продуктах, превышающей 300 мг/кг. Основные симптомы интоксикации - тошнота, рвота, потеря аппетита и головная боль.

ЛИТЕРАТУРА

1. СанПиН 11-63 РБ 98. «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов».
2. Егорова Н.А., Сафронов В.А. **Токсикология пищевых продуктов.** – М.: Колос, 2010.
3. Кириллов В.А. **Гигиена и санитария в пищевой промышленности.** – СПб.: Профессия, 2012.



4. World Health Organization (WHO). **Food safety and environmental contaminants.** Geneva, 2020.
5. Codex Alimentarius. **General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed (CXS 193-1995).** FAO/WHO.