

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Ивановский государственный химико-технологический университет

Т.Е. НИКИФОРОВА

БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Учебное пособие

Иваново 2009

Никифорова, Т.Е. Биологическая безопасность продуктов питания: учеб. пособие / Т.Е. Никифорова; ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. - Иваново, 2009. - 179 с. ISBN 978-5-9616-0302-4

Учебное пособие представляет собой расширенный лекционный курс по дисциплине «Биологическая безопасность продуктов питания», входящей в цикл предметов специальной подготовки студентов по направлению 240100 – Химическая технология и биотехнология и специальности 240902 – Пищевая биотехнология.

Содержание пособия изложено в следующих разделах. В разделе «Основные принципы формирования и управления качеством пищевых продуктов» изложены основные подходы к оценке качества и безопасности продуктов питания, представлены Европейская система HACCP и ISO; нормативно-законодательная основа безопасности пищевой продукции в России; приведены методологические принципы создания биологически безопасных продуктов питания.

Раздел «Опасные природные компоненты пищевой продукции» рассматривает потенциально опасные вещества пищи, включая антиалиментарные факторы питания (токсичные компоненты пищевых продуктов), а также особенности использования и контроля трансгенного сырья.

В разделе «Загрязнения продовольственного сырья и продуктов питания ксенобиотиками биологического и химического происхождения» представлены различные виды чужеродных веществ (токсины микроорганизмов, микотоксины, токсические элементы, антибиотики, гормональные препараты, регуляторы роста растений, пестициды, удобрения, радионуклиды). Завершается данный раздел рассмотрением метаболизма чужеродных веществ в продовольственном сырье и пищевых продуктах.

Табл. 24. Ил. 28. Библиогр.: 27 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета ГОУ ВПО Ивановского государственного химико-технологического университета

Рецензенты:

лаборатория №1-3 Института химии растворов РАН; кандидат технических наук Ю.П. Осадчий (Ивановский филиал ГОУ ВПО Российского государственного торгово-экономического университета).

ISBN 978-5-9616-0302-4 © Никифорова Т.Е., 2009
© ГОУ ВПО Ивановский государственный химико-технологический университет, 2009.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из действенных средств поддержания здоровья человека в условиях возросшей экологической нагрузки является качественное питание. Вместе с тем, пищевое сырье и продукты питания содержат достаточно обширный перечень чужеродных веществ (токсины микроорганизмов, микотоксины, тяжелые металлы, антибиотики, гормональные препараты, регуляторы роста растений, пестициды, удобрения, радионуклиды и др.). Они усиливают химическую нагрузку пищи и могут оказывать влияние на питательный гомеостаз.

Чужеродные химические вещества включают соединения, которые по своему характеру и количеству не присущи натуральному продукту, но иногда их вводят специально в виде пищевых добавок, когда это связано с технологической необходимостью, или же они могут попасть в пищу случайно в виде контаминантов - загрязнителей. Из общего количества чужеродных химических веществ, проникающих из окружающей среды в организм людей, 30-80 % поступает с пищей. Спектр их возможного патогенного воздействия широк: неблагоприятное влияние на пищеварение и усвоение пищевых веществ; снижение иммунитета и сенсибилизирование организма; оказание общетоксического действия; гонадотоксический, эмбриотоксический, тератогенный и канцерогенный эффекты; ускорение процессов старения; нарушение функции воспроизводства.

Вредное воздействие на организм могут оказывать: непроверенные пищевые добавки; продукты или отдельные пищевые вещества, полученные по новой технологии, в том числе путем химического или микробиологического синтеза, изготовленные с нарушением установленной технологии или из некондиционного сырья; продукты растениеводства, полученные с использованием неразрешенных или нерационально применяемых удобрений; продукты животноводства и птицеводства, полученные с использованием неразрешенных или неправильно примененных кормовых добавок и консервантов; токсиканты, мигрировавшие в продукты из оборудования, посуды, тары, упаковок; токсические вещества, образующиеся в пищевых продуктах вследствие тепловой обработки, копчения, жаренья, облучения ионизирующей радиацией, ферментной и других методов технологической обработки; пищевые продукты, содержащие токсические вещества, попавшие из загрязненной окружающей среды, атмосферного воздуха, почвы, водоемов.

Для эффективной профилактики так называемых «химических болезней» алиментарного происхождения необходимо проводить регулярный ветеринарно-санитарный и технологический мониторинг получения экологически чистой продукции, знать источники и основные пути поступления и метаболизма важнейших групп чужеродных химических веществ в продовольственном сырье и продуктах питания, а также вести активную работу в направлениях формирования и управления качеством продовольственных продуктов.

1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

1.1. Продовольственная безопасность и основные критерии ее оценки

Проблема безопасности продуктов питания - сложная комплексная проблема, требующая многочисленных усилий для ее решения как со стороны ученых - биохимиков, микробиологов, токсикологов, так и со стороны производителей, санитарно-эпидемиологических служб, государственных органов и, наконец, потребителей. Актуальность проблемы безопасности продуктов питания с каждым годом возрастает, поскольку именно обеспечение безопасности продовольственного сырья и продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих здоровье людей и сохранение генофонда.

Под **безопасностью продуктов питания** следует понимать отсутствие опасности для здоровья человека при их употреблении как с точки зрения острого негативного воздействия (пищевые отравления и пищевые инфекции), так и с точки зрения опасности отдаленных последствий (канцерогенное, мутагенное и тератогенное действие). Иными словами, безопасными можно считать продукты питания, не оказывающие вредного, неблагоприятного воздействия на здоровье настоящего и будущих поколений.

С продуктами питания в организм человека могут поступать значительные количества веществ, опасных для его здоровья. Поэтому остро стоят проблемы, связанные с повышением ответственности за эффективность и объективность контроля качества пищевых продуктов, гарантирующих их безопасность для здоровья потребителя.

Безопасность пищевых продуктов оценивается по гигиеническим нормативам, которые включают биологические объекты, потенциально опасные химические соединения, радионуклиды и вредные растительные примеси. Присутствие их в пищевых продуктах не должно превышать допустимых уровней содержания в заданной массе (объеме) исследуемой продукции. Указанные показатели безопасности установлены для 11 групп продуктов:

- 1) мясо и мясопродукты; птица, яйца и продукты их переработки;
- 2) молоко и молочные продукты;
- 3) рыба, нерыбные продукты промысла и продукты, вырабатываемые из них;
- 4) зерно (семена), мукомольно-крупяные и хлебобулочные изделия;
- 5) сахар и кондитерские изделия;
- 6) плодоовощная продукция;
- 7) масличное сырье и жировые продукты;
- 8) напитки;
- 9) другие продукты;
- 10) биологически активные добавки к пище;
- 11) продукты детского питания.

Показатели безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов должны соответствовать гигиеническим нормативам, установленным Санитарными правилами и нормами (СанПиН) 2.3.2.-1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов», ГОСТ и другими действующими нормативными документами для конкретных видов продуктов. При этом производственный контроль за соответствием пищевых продуктов требованиям безопасности и пищевой ценности должны осуществлять предприятия-изготовители. Государственный санитарно-эпидемиологический надзор осуществляется учреждениями Госсанэпиднадзора.

Таким образом, обеспечение структуры, безопасности и качества питания является важнейшей стратегической задачей государства на современном этапе развития РФ, которая должна реализовываться по следующим направлениям:

- обеспечение разнообразного рациона питания;
- доступность продуктов питания для всего населения;
- обеспечение сохранности пищевой продукции;
- создание образовательных программ в области питания;
- обогащение продуктов питания функциональными добавками.

1.1.1. Качество и безопасность пищевых продуктов

Целесообразно рассмотреть некоторые основные термины и определения, принятые экспертами Международной организации по стандартизации - ISO (ИСО).

Качество - совокупность свойств и характеристик продукции, которая придает ей способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности.

Система качества - совокупность организационной структуры, ответственности, процедур, процессов и ресурсов, обеспечивающих осуществление общего руководства качеством.

Политика в области качества - основные направления, цели и задачи предприятия (фирмы) в области качества, сформулированные его высшим руководством.

Управление качеством - совокупность методов и деятельности, используемых для удовлетворения требований к качеству.

Обеспечение качества - совокупность планируемых и систематически проводимых мероприятий, необходимых для создания уверенности в том, что продукция удовлетворяет определенным требованиям качества.

Одним из основных принципов формирования качества продовольственных товаров является их безопасность. Другой приоритетный принцип - обеспечение пищевой ценности продукта согласно его назначению в питании человека. Немаловажная роль отводится внешнему виду, органолептическим показателям, упаковке, информации для потребителя о качестве и направлении использования продукта.

В экономически развитых странах качество продукции формируется под воздействием следующих основополагающих факторов:

- восприимчивость промышленных предприятий к оперативному использованию последних достижений научно-технического прогресса;
- тщательное изучение требований внутреннего и международного рынка, потребностей различных категорий потребителей;
- использование «человеческого фактора»: обучение рабочих и руководителей, воспитание, систематическое повышение квалификации, применение стимулов материального и морального характера.

В США на переподготовку рабочих и служащих фирмы ежегодно затрачивают 25 млрд долларов - профессиональная компетентность стоит дорого. Большое внимание уделяется подготовке специальных кадров, отвечающих за качество продукции. Как правило, в организации они отвечают за разработку, внедрение, оценивают и обеспечивают функционирование соответствующей системы качества, проводят внутренний аудит (проверку системы качества).

Вопросам качества, в частности разработке систем качества, на отечественных пищевых предприятиях в настоящее время уделяют все большее внимание. Это связано со следующими причинами: обеспечение конкурентоспособности продукции на внутреннем и внешнем рынке, а также стабильности качества; развитие производства и повышение прибыли.

Удовлетворение потребностей в высококачественных продуктах питания - одна из основных социально-экономических проблем сегодняшнего дня. Проблема усугубляется необходимостью быстрее решения вопросов о безопасности этих продуктов в связи с бесконтрольным применением на протяжении десятков лет минеральных удобрений, химических средств защиты растений, кормовых добавок для животных. Особое влияние на качество продуктов питания оказывает ухудшающаяся экологическая обстановка, рассогласованность в работе контролирующих органов, хлынувший на рынок поток недоброкачественного импортного продовольствия, несовершенство решений некоторых вопросов стандартизации и сертификации в агропромышленном комплексе, необходимость адаптации отечественных нормативных документов к международным и европейским стандартам.

Чтобы не оказаться за пределами будущего потребительского рынка, необходимо активно работать в направлениях создания и совершенствования систем качества. Одним из таких направлений может быть деятельность по «петле качества» - международному стандарту ISO (ИСО) 9004-87.

Стандарты ИСО 9000 и 10000 аккумулируют мировой опыт в области управления качеством, отражающий длительный процесс перехода мировой хозяйственной системы к единым принципам рыночной экономики. Эти стандарты действуют в более чем 70 странах мира. К настоящему времени зарегистрированы десятки тысяч систем качества предприятий, ежемесячно сертифицируется около 2 000 систем качества, что свидетельствует о глобальной политике международных и национальных организаций в области качества в начале третьего тысячелетия.

Из токсичных веществ, регулярно попадающих в организм человека, приблизительно 70 % поступают с пищей, в связи с этим обеспечение экологической безопасности пищевой продукции является одной из первоочередных задач как производства, так и обеспечения национальной безопасности. Актуальность этой проблемы особенно возросла в последние годы еще и потому, что получили широкое распространение пищевые добавки и новые упаковочные материалы. Кроме того, появилось большое число малых предприятий, технологический процесс и качество выпускаемых продуктов питания на которых иногда недостаточно контролируется.

В пищевую продукцию опасные загрязнители могут поступать *на стадии получения* продовольственного сырья из объектов окружающей среды, в результате введения специальных добавок в процессе производства пищевой продукции с целью повышения вкусовых качеств, улучшения внешнего вида и увеличения сроков хранения, а также на стадии упаковки и хранения (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Снижение экологической безопасности пищевой продукции на разных стадиях производства: 1 - тяжелые металлы; 2 - пестициды; 3 - нитраты; 4 - диоксины; 5 - вещества, используемые в ветеринарии; 6 - радионуклиды; 7 - нитриты, нитрозоамины; 8 - полиароматические УВ; 9 - пищевые добавки; 10 - мономеры; 11 - пластификаторы; 12 - микотоксины

Безопасность продукции может снизиться и в результате применения новых технологий производства, например, генной инженерии продовольственных культур и радиационного облучения готовых продуктов для увеличения сроков хранения.

Снижение экологической безопасности на стадии производства сырья растительного и животного происхождения происходит в результате усвоения и накопления химических веществ в организмах. При обсуждении этих вопросов используются понятия:

- *биоконцентрирование* - обогащение химическим соединением организма в результате прямого восприятия из окружающей среды, без учета загрязнения питания;
- *биоумножение* - обогащение организма химическим соединением в результате питания;
- *биоаккумуляция* - обогащение организма химическим веществом путем его потребления из окружающей среды и продуктов питания.

Исследования показали, что коэффициент биоконцентрирования увеличивается с повышением содержания липидов в тканях. Накопленные экспериментальные данные показывают, что рыба и морепродукты имеют коэффициенты биоконцентрирования в десятки тысяч раз превышающие аналогичные величины для мяса, молока и растительных продуктов (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Коэффициенты биоконцентрирования для некоторых опасных веществ

Вещество	Коэффициенты накопления для систем			
	Почва – растения	Вода - рыба	Корм коровы	
			мясо	молоко
Цезий-137	0,002	2000	0,03	0,005
Стронций-90	0,2	30	0,0003	0,0015
Пестицид ДДТ	0,0026	30000	0,028	0,011
Диоксин	0,0013	75000	0,055	0,01
Дизельное топливо	0,057	510	-	-
Мышьяк	0,01	1	0,0015	0,003

Из микроэлементов почвы растения особенно активно накапливают Cu, Mo, Sr, Ni (коэффициент накопления 1-10). Изучение микроэлементного состава культурных растений, возделываемых в Центральном Черноземье, показало, что наибольшее количество соединений титана, хрома и никеля накоплено в бобовых, марганца, меди и ванадия - в кормовой и сахарной свекле, цинка - в подсолнечнике и картофеле.

Уменьшение экологической безопасности пищевой продукции *на стадии переработки* может происходить в процессе измельчения, сушки, тепловой обработки, введения дополнительных компонентов.

Один из видов загрязнения - загрязнение при сушке продуктами сгорания топлива. Важнейшие продукты сгорания топлива: диоксид и оксид углерода, альдегиды, фенолы, полициклические ароматические углеводороды,

оксиды серы и азота. Окислы азота, например, приводят к образованию на поверхности зерна нитритов и нитратов, которые в большой концентрации оказывают токсическое действие. Отрицательно влияет и диоксид серы. При переходе из зерна в муку он ухудшает свойства мякиша и корки хлеба, уменьшает объем выпечки. Из углеводов следует выделить бенз(а)пирен, который может оказывать канцерогенное действие.

В процессе тепловой обработки в ходе сложных химических реакций с участием креатина, аминокислот, сахаров образуются мутагенные гетероциклические ароматические амины (ГАА). Продуктами, содержащими предшественники ГАА, являются мясо и рыба.

Наиболее важными факторами формирования мутагенных химических веществ являются температура и продолжительность тепловой обработки. Доказано, что мутагенная активность увеличивается пропорционально возрастанию температуры. Мутагенная активность обнаруживается также в мясном соке, образующемся после жарки мясных изделий.

Измельчение мясной ткани в процессе подготовки полуфабрикатов приводит к увеличению содержания потенциально опасных ГАА вследствие облегчения миграции предшественников мутагенных ГАА к греющей поверхности. Панирование мясных полуфабрикатов значительно уменьшает содержание мутагенных ГАА в готовых жареных изделиях. Введение в изготавливаемую массу лука репчатого приводит к существенному снижению уровня ГАА в готовых изделиях вследствие воздействия ряда химических веществ антиоксидантной природы.

Отдельной проблемой является загрязнение пищевых продуктов *на стадии упаковки и хранения*. Это связано, прежде всего, с тем, что наряду с традиционными материалами, такими, как древесина, бумага, все большее применение находят полимеры, используемые в чистом виде и в сочетании с другими материалами - бумагой, картоном, алюминиевой фольгой, жестью и т.д.

Жестяная банка, которая используется для упаковки от 10 до 15 % пищевых изделий, является основным источником поступления в них свинца, который попадает в продукт из свинцового припоя в швах банки. Установлено, что около 20 % свинца в ежедневном рационе людей (кроме детей до 1 года) поступает из консервированной продукции, в том числе от 13 до 14 % из припоя, а остальные - из самого продукта. В последнее время с внедрением новых методов пайки и закатки банок содержание свинца в консервированной продукции уменьшается.

В последние годы для упаковки широко используются полимерные материалы: полиэтилен, полиэтилентерефталат, поливинилхлорид и др., которые должны обладать необходимыми эксплуатационными свойствами и соответствовать гигиеническим требованиям. При этом материалы не должны изменять органолептических свойств продуктов и выделять вредных для организма человека веществ.

Известно, что поливинилхлорид может содержать остаточные количества винилхлорида, мигрирующего в пищевые продукты и способного

трансформироваться в канцерогенное соединение хлорэпоксидэтилен. Имеются сведения о нахождении винилхлорида в уксусе, фруктовых соках и горчице, которые были упакованы в бутылки из поливинилхлорида.

Для изготовления полимерной упаковки с целью придания ей пластичности добавляются специальные соединения (пластификаторы), в качестве которых часто используют эфиры фталевой кислоты. При хранении эти соединения могут мигрировать в пищевую продукцию, что очень опасно из-за их мутагенного и тератогенного действия.

Возможность, стоимость и легкость утилизации упаковочных материалов влияют на их экологическую безопасность. Об экологичности упаковки позволяет судить показатель UBP, рассчитываемый по специальной методике (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Значение UBP для некоторых типов упаковки

Продукт и тип упаковки	Значение UBP
Молоко, 1 л	90
Тетра Брик	
Полиэтиленовые пакеты	
Стекло	
Полимерные бутылки (100 оборотов с мойкой)	
Апельсиновый сок, 1 л	102
Тетра Брик	
Масло, 125 г	46
Полимерный пакет+картон	
Полимерный пакет	
Пакет из материала полимер-фольга	
Кофе, 250 г	27
Многослойный пакет	
Пакет «Экспрессо» (10 порций)	
	824

По мнению специалистов, нельзя рекомендовать упаковку, если UBP превышает 100.

Для увеличения срока хранения продуктов может применяться облучение продуктов небольшими дозами радиации. Начиная с 1916 г., в Швеции, а затем в 39 других странах ее использовали для обработки картофеля, кукурузы и мяса. Радиация убивает большинство бактерий, насекомых и других вредителей, сокращает риск передачи заболеваний через продукты питания. В 1999 г. Всемирная организация здравоохранения опубликовала данные исследований, проводившихся международной группой специалистов, которые пришли к выводу о безвредности облученных продуктов. Однако противники этого метода считают, что облучение уменьшает питательные свойства продукта и, возможно, оказывает на организм человека вредное, еще не известное нам воздействие. Таким образом, единого мнения у специалистов к на-