

**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В.И.УЛЬЯНОВА-ЛЕНИНА**

**Химический институт им.А.М.Бутлерова
Кафедра аналитической химии**

**ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА.
ЧАСТЬ 2 - БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

Г.А.Евтюгин, Г.К.Будников, Е.Е.Стойкова

Казань - 2007

Печатается по решению Научно-методического совета Химического института им.А.М.Бутлерова Казанского государственного университета

Рецензент: доктор биологических наук, профессор Селивановская С.Ю.

**ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ
ЧЕЛОВЕКА. ЧАСТЬ 2 - БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКТОВ**

ПИТАНИЯ / Г.А. Евтюгин, Г.К. Будников, Е.Е. Стойкова.- Казань,
Казанский государственный университет им.В.И. Ульянова-Ленина,
2007.- 62 с.

Учебное пособие к курсу "Проблемы безопасности среды обитания человека. Часть 2 - Безопасность продуктов питания" для студентов 3 курса дневной формы обучения Химического института им.А.М.Бутлерова, специальность "Химия". Рассмотрены основные факторы, определяющие качество и безопасность продуктов питания: природные загрязнители, характеристика отдельных стадий переработки исходного пищевого сырья, микробиологическое загрязнение продуктов питания. Рассмотрено также влияние пищевых добавок на качество продуктов питания и организм человека.

Содержание

Введение	4
Глава 1. Общая характеристика пищевого сырья и методов его переработки	6
1.1. <i>Исторические аспекты</i>	6
1.2. <i>Основные этапы переработки пищевого сырья</i>	9
Глава 2. Природные непищевые компоненты	15
2.1. <i>Эндогенные токсины растительного происхождения</i>	15
2.2. <i>Природные загрязняющие вещества</i>	22
2.3. <i>Микробиальные токсины</i>	23
2.4. <i>Антипитательные вещества</i>	29
Глава 3. Пищевые добавки	36
Глава 4. Питательные вещества	48
4.1. <i>Макропитательные вещества</i>	48
4.2. <i>Микропитательные вещества</i>	55
Глава 5. Пищевая аллергия	58
Заключение	62
Литература	63

ВВЕДЕНИЕ

Продукты питания имеют фундаментальное значение для жизни человека. В среднем за свою жизнь человек съедает около 30 тонн пищи. Они могут составлять различные диеты в соответствии с региональными, религиозными и социальными предпочтениями потребителей, но в организме человека распадаются на одни и те же метаболиты - основу процессов жизнедеятельности, развития организма и его репродукции. 99.9% всех веществ пищи составляют так называемые питательные вещества - это белки, жиры и углеводы. К ним же, с определенными допущениями, часто относят жизненно необходимые витамины и минералы. Несмотря на свое определение, питательные вещества при определенных условиях, таких как избыточное или недостаточное поступление, неправильная кулинарная обработка, использование плохо сочетаемых продуктов, могут наносить вред здоровью человека. В процессе длительной эволюции человек научился приемам обработки пищевого сырья, в значительной степени уменьшающим или исключаящим подобный вред. Тем не менее, сталкиваясь с экзотическими рецептами и незнакомыми пищевыми продуктами, нарушая правила кулинарной обработки полуфабрикатов, используя новые не до конца понятные технологические приемы обработки пищи, человек рискует. Рискует своим здоровьем, здоровьем близких и знакомых.

В некоторых случаях такой риск связан также с социокультурными и этническими особенностями, определяющими, помимо других факторов, технологии переработки продуктов и их воплощение в конкретном доме. Использование открытого пламени, избыточное применение специй, холодные способы переработки мяса (соление, вяление) были оправданы в те времена, когда отсутствовали холодильники и вакуумная упаковка. Сейчас эти не самые безопасные для здоровья продукты являются скорее элементом этнической и культурной самоидентификации. Они вкусны и отождествляются человеком с принадлежностью к определенному социальному или культурно-историческому слою, но не полезны, а в ряде случаев - просто вредны для здоровья. Осознание рисков, связанных с традициями кулинарной обработки и использования определенных пищевых продуктов, - такая же неотъемлемая часть пищевой безопасности, как пестициды или случайное употребление ядовитых растений.

В данной части пособия не будут рассматриваться вопросы пищевой безопасности, связанные с поступлением в пищевое сырье и продукты питания антропогенных токсикантов - пестицидов, тяжелых металлов или пластификаторов пластмасс. Эта тема, безусловно, является важной, но она решается в основном на поле традиционной аналитической химии. Снижение концентрации антропогенных токсикантов в продуктах питания достигается, прежде всего, на этапе выращивания, сбора и хранения урожая - это соблюдение норм внесения пестицидов, снижение общей антропогенной нагрузки на сельскохозяйственные районы (уменьшение загрязнения почв тяжелыми металлами, сокращение поступления загрязнителей с атмосферными осадками), переход на менее токсичные для человека средства защиты растений. Кроме того, обработка сырья, как и собственно приготовление пищи, способствуют

снижению содержания антропогенных токсикантов. Поскольку антропогенные токсиканты находятся в пищевых продуктах в следовых концентрациях, они достаточно редко участвуют во вторичных биохимических процессах, усугубляющих их действие на человека.

Несколько иначе обстоит дело с питательными веществами. Понимание их значения в обеспечении пищевой безопасности было достигнуто относительно недавно. Казалось, съедобный продукт, тем более, традиционный, используемый в пищу столетиями, не может нанести вреда человеку, естественно, при разумном употреблении. Тот факт, что тепловая обработка и контакт с другими продуктами могут привести к образованию несъедобных или токсичных соединений, был установлен только в 70-х годах 19 века. А точный механизм многих реакций, сопровождающих приготовление пищи, - и еще позднее. Например, реакция Мейларда, отвечающая за появление окрашенных в коричневый цвет веществ в процессе жарки, была окончательно изучена только в 70-х годах 20 века.

Существует еще один аспект пищевой безопасности, связанный с интернационализацией кулинарии и пищевых предпочтений человека. Многие народы, развиваясь в условиях относительной изоляции, оказались носителями определенных биохимических аномалий, ограничивающих их способность к перевариванию отдельных питательных веществ. Классический пример - исландская сельдь - блюдо, которое часто предлагают в шутку туристам, посещающим Исландию. Оно включает рыбу, частично затронутую микробной культурой, проще говоря, "с душком". Ее употребление в Исландии связано с повсеместным недостатком у коренных жителей протеолитических ферментов, расщепляющих белки. Поэтому эту функцию "передали" микроорганизмам. Каждый шестой европеец не может перерабатывать молочный сахар в связи с низкой активностью фермента лактазы, многие люди не могут полностью усваивать бананы. Примеры можно продолжить. Их много экзотических продукты, ранее в пищевом рационе не встречавшиеся и не имеющие адекватных биохимических механизмов усвоения у аборигенов.

Наконец, третий аспект пищевой безопасности - сами технологии современной переработки пищевых продуктов. Они не только продлевают срок хранения пищевых запасов, но и повышают их пищевую привлекательность, предлагают новые способы употребления привычных продуктов. С другой стороны, искусственные добавки и современные технологии могут замаскировать включение в полуфабрикат малоценных ингредиентов, повышают возможность аллергических реакций и обострения хронических заболеваний желудочно-кишечного тракта.

Таким образом, современная пищевая безопасность рассматривает как вопросы токсикологии отдельных природных компонентов пищевого сырья, так и риски, связанные с процессами его переработки и использования, в том числе, с применением искусственных пищевых добавок. В настоящем пособии рассмотрены основные факторы, связанные с химическим составом продуктов питания и некоторых способов его обработки.

Глава 1. Общая характеристика пищевого сырья и методов его переработки

1.1. Исторические аспекты

Пищевая промышленность прошла долгий путь развития, от примитивных и несистематизированных приемов простейшей кулинарной обработки до современных предприятий по переработке миллионов тонн растительных и животных продуктов на предприятиях с десятками тысяч рабочих и миллиардными годовыми оборотами. Современная пищевая индустрия занимает одно из первых мест в мировой экономике по скорости оборота капитала и окупаемости вложений. Многие современные агрегаты, применяемые для переработки пищевого сырья и упаковки полуфабрикатов, по сложности нимало не уступают оборудованию машиностроительных отраслей. И, тем не менее, основы большинства современных технологий пищевых производств уходят корнями в глубокое прошлое, базируются на традиционных представлениях о способах заготовки растительного или животного сырья и его запасания до следующего урожая, связанных с историко-культурными особенностями развития социума.

Развитие современной пищевой промышленности во многом предопределилось двумя качественными скачками уклада человека, связанными, в том числе, с изменениями в пищевых потребностях человека.

Первый такой скачок - это переход от кочевого к преимущественно оседлому образу жизни. Кочевники и собиратели практически не нуждались в технологиях запасания пищи. Малочисленные группы мигрировали по равнинам, следуя за животными или созревающим урожаем диких съедобных растений, потребляя практически все собранное. Численность племен жестко контролировалась ограниченностью пищевой базы, и любые стихийные причины ее сокращения, будь это пожары или наводнения, часто были фатальны и приводили к уменьшению численности племени или его полному исчезновению. Разумеется, это не значит, что кочевые племена не имели каких-то приемов первичной обработки мяса или зерна. Уже имелись приемы вяления мяса, сгущения растительных и мясных отваров, обеспечивающие независимость от источника питания в течение ограниченного периода времени - например, миграции к более продуктивным территориям или на период сезонных дождей. Просто количество доступных пищевых ресурсов было настолько мало, что приемы их консервации не расширяли кормовую базу племени.

Переход к оседлому образу жизни стал возможен, прежде всего, в связи с отказом от собирательства и переходом к оседлому земледелию. Увеличение сбора растительных ресурсов (зерна, корнеплодов, овощей и фруктов) позволило создать некоторые излишки, в том числе, направленные на развитие животноводства. Однако производство продовольствия в силу понятных причин имело сезонный характер, и период сбора урожая или забоя скота чередовался с достаточно длительными периодами бескормицы. Племя стало добывать достаточно пищи для самоподдержания и увеличения численности, но появилась насущная потребность переработки сезонных излишков продовольствия. Даже

зерно и корнеплоды, которые достаточно хорошо хранятся в течение зимы, требуют специального обращения для сохранения своих качеств - просушивания, борьбы с плесенью и грызунами. Овощи, фрукты и мясо вообще не переносят длительного хранения без переработки. Именно в период развития оседлого образа жизни появились основные приемы обработки пищевого сырья, дошедшие до наших дней. Это высушивание, вяление, копчение, несколько позднее засаливание и маринование. Некоторые из них были достаточно сложны для того, чтобы стимулировать сопутствующие производства (добыча соли, селитры, угля, получение уксуса, переработка меда и воска), а впоследствии - разделение труда. Появились селения, специализирующиеся на производстве определенных видов продовольствия (морепродукты, зерновая продукция, мясо, молоко и мясомолочная продукция), а значит, дополнительный толчок получила и меновая торговля таким продовольствием. Интересно, что такая специализация в определенной степени существует и в наши дни, хотя, конечно, причины, ее вызвавшие, уже в прошлом. В любой области есть села или деревни, "специализирующиеся" на квашеной капусте, семечках, каких-то других сельскохозяйственных продуктах. Такой "бизнес" носит семейный характер и опирается на местные традиции и фирменные приемы, скрываемые от конкурентов. Особенно много таких специализаций в южных странах в традиционных регионах виноделия и сыроварения.

Появление первых технологий переработки пищевого сырья и их последующее развитие было эмпирическим интуитивным процессом. Их биохимические основы оставались поначалу совершенно непонятными. Только в 1857 г. Пастер опубликовал первые результаты, связывающие метаболические реакции микроорганизмов с процессом созревания сыра. И только в 1912 г. была открыта реакция между сахарами и аминокислотами, протекающая при жарке продуктов. Тем не менее, постепенное совершенствование процесса переработки пищевого сырья значительно разнообразило меню человека, особенно с началом процесса активной урбанизации в начале 19 века.

Наибольший импульс развития технологиям переработки пищевого сырья дала промышленная революция в середине 19 века. Она ознаменовалась резким увеличением численности населения промышленных центров, отвлечением части населения сельскохозяйственных районов, а главное - вовлечением женщин в профессиональную деятельность. Раньше процесс приготовления пищи был уделом неработающей женщины, имевшей достаточно времени для длительной глубокой переработки пищевого сырья. Это частично компенсировало недостаточное развитие индустрии первичной переработки. Например, домашнее хлебопечение начиналось с помола зерна, приготовление мясных блюд - с забоя и разделки туши животного. Сокращение числа профессиональных сельскохозяйственных рабочих и переход на полный рабочий день жен и матерей в городских семьях привели к необходимости резкой интенсификации первичной переработки сырья. С одной стороны, промышленное производство полуфабрикатов позволило сократить время на приготовление пищи в домашних условиях после рабочего дня, с другой - расширило пищевую базу. Промышленные технологии позволили реализовать способы переработки продукции, в домашних условиях малодоступные,

например, автоклавирование, стерилизацию, вакуумное сгущение жидкостей. Начало положила кампания "Нестле", реализовавшая в 1860 г. в промышленном масштабе способ получения сухого и концентрированного молока, предложенный еще в 1809 г. Также в 19 веке были реализованы промышленные технологии выпаривания сахара и его извлечения из меда, а также получение маслоподобной субстанции из растительного масла (маргарин). Первоначально промышленные процессы получения полуфабрикатов были слабо управляемы и мало предсказуемы. Практически полностью отсутствовал технологический контроль самого процесса и химического анализа продукта. Тем не менее, результатом второго скачка явилось практически полное исключение первичной переработки сырья из сферы домашнего хозяйства. Современная хозяйка, даже покупая в супермаркете мясо, получает достаточно подготовленный для использования продукт, отделенный от костей, отсортированный в соответствии с предлагаемыми особенностями тепловой обработки, частично дезинфицированный, охлажденный или замороженный. Чем более развита страна, тем дальше зашел процесс отделения конечного потребителя от исходного первичного продукта. Вторым важным следствием промышленной революции является развитие системы общественного питания, характеризующееся приготовлением достаточно большого объема пищи в специализированных помещениях - столовых или комбинатах.

Промышленная переработка исходного пищевого сырья заметно разнообразила доступные продукты питания. Появилась возможность более широкого использования продуктов, не способных пережить длительную транспортировку или недостаточно устойчивых в отношении традиционных приемов кулинарной обработки. Появились новые технологии - глубокая заморозка, низкотемпературная стерилизация ионизирующим излучением, микроволновые и индукторные печи, а также специальные пищевые полуфабрикаты, ориентированные на их использование в домашних условиях. Промышленная переработка взяла на себя трудоемкие и технически достаточно сложные операции обжарки кофе, изготовления шоколада и мороженого, обработки зерна острым паром, сделав такие продукты доступными широким слоям населения. Современная пищевая промышленность дает потребителю диетические продукты с пониженным содержанием жиров, лактозы, кофеина, насыщает витаминами и минералами традиционное молоко и молокопродукты, готовит полуфабрикаты ранее недоступных блюд этнической кухни.

Несмотря на очевидные достоинства современного уровня первичной промышленной переработки пищевого сырья, в нем есть свои недостатки. Прежде всего, они связаны с использованием средств маскирования - пищевых красителей, отдушек, консервантов, специальных технологических приемов, - позволяющих повысить привлекательность продукта и скрыть его недостатки. Это в большей степени относится к продуктам глубокой переработки, например, колбасным изделиям, где доля немясных компонентов (соевый белок, крахмал) может составлять до половины массы. К распространенной практике относится смешение полноценного мясного фарша с субпродуктами, использование искусственных подсластителей и дешевых синтетических заменителей натуральных специй. Полуфабрикаты из овощей и фруктов могут желировать

для сохранения естественного цвета и снижения потерь влаги, подкрашивать синтетическими красителями, обрабатывать усилителями вкуса и т.д.

Следует иметь в виду, что многие методы промышленной обработки первичного сырья заставляют менять устоявшиеся привычки приготовления пищи. Мясо глубокой заморозки готовится дольше, чем охлажденное. Применение стабилизаторов и глубокая стерилизация затрудняет получение кисломолочных продуктов из молока. Современное масло ведет себя при температурной обработке иначе, чем продукт наших бабушек. Следует адаптировать к современным реалиям многие старые кулинарные рецепты и рекомендации по приготовлению традиционных продуктов. Иногда применение привычных кулинарных рецептов к новым продуктам небезопасно. Например, соевый белок небезразличен к жарке и другим вариантам высокотемпературной обработки. Так тенденция интернационализации нашего стола входит в противоречие с традиционными навыками питания.

Безусловно, пищевая промышленность во многом изменила наш стол и, в целом, следует признать, повысила пищевую безопасность человека. Строгий контроль технологии и применение автоматизированных систем позволили снизить риски, связанные с первичной переработкой пищевого сырья, его хранением и последующим использованием. Это касается микробиологического загрязнения продуктов питания, а также присутствия в них ряда экотоксикантов - пестицидов и тяжелых металлов. Но, с другой стороны, современные технологии в значительной степени увеличивают число химических соединений, не свойственных натуральному сырью. Поэтому одной из тенденций развития современной пищевой промышленности является возврат к прежним продуктам, не содержащим искусственных консервантов и других чужеродных веществ. Это достигается за счет использования более совершенных процессов переработки, повышения требований к исходному сырью и сокращению сроков реализации полуфабрикатов и готовой продукции. Такие продукты, несомненно, дороже обычного ассортимента супермаркетов, но имеют своих покупателей.

1.2. Основные этапы переработки пищевого сырья

Все этапы развития технологии переработки пищевого сырья и подготовки готовых пищевых продуктов имеют свои преобладающие риски и опасности. В первую очередь, речь идет о рисках, связанных с неправильным хранением продуктов - это накопление токсичных продуктов разложения основных питательных веществ и развитие болезнетворных микроорганизмов. Кроме того, на ранних этапах значительный риск представлял занос чужеродных природных компонентов - например, загрязнение зерна ядовитыми сорняками. К числу основных опасностей следует также отнести отклонения в технологии удаления несъедобных компонентов, если таковые имеются. Бытовой пример - разлитие желчи при неаккуратном потрошении рыбы. Это не опасно, но может придать горький вкус готовому блюду. Более опасно поступление в зерно пшеницы спорыньи, содержащей галлюциногены, или отравление токсинами сине-зеленых водорослей, накапливающимися в некоторых морских организмах. Кроме того, существует значительная группа условно съедобных продуктов,

безопасное использование которых связано с определенными приемами удаления несъедобных компонентов - высушиванием на солнце, вымачиванием или вывариванием. На современных этапах к таким опасностям добавляются загрязнения, связанные с контактом пищевого сырья с производственными агрегатами, упаковочными материалами, а также в связи с неправильным использованием современных кулинарных технологий, таких как микроволновые печи. Хотя вероятность реализации таких опасностей не слишком высока, современный потребитель не имеет опыта предыдущих поколений по исключению подобных рисков, и поэтому более подвержен рискам, связанным с современными технологиями переработки сырья и кулинарной подготовки продуктов.

Процесс промышленной переработки пищевого сырья может рассматриваться как превращение исходного сырья растительного или животного происхождения в съедобный продукт. Он весьма разнообразен и может включать значительное число отдельных стадий, которые, как правило, обозначают, исходя из существа изменения сырья и места его обработки. Чаще всего выделяют следующие стадии.

√ *Сбор исходного сырья* - задача производителя сельскохозяйственной продукции. Сбор, как правило, предполагает сепарирование сырья от несъедобного растительного или животного материала, что позволяет сократить последующие расходы на его транспортировку. Сам по себе сбор не является источником опасности, связанной с последующим потреблением пищевого продукта, если проводится с соблюдением основных требований, определяемых природой сырья. Такими требованиями являются сохранение в максимальной степени исходного состояния продукта, исключение или минимизация его механического повреждения, смешения с другими веществами, растительными или животными тканями, которые в дальнейшем подлежат удалению. Одной из причин такого требования является уменьшение вероятности микробиологического загрязнения сырья и развития на нем плесневых грибов или патогенных микроорганизмов. Механическое повреждение тканей ускоряет разложение витаминов и других полезных биологически активных веществ. Важен правильный выбор срока сбора сырья, выбираемый исходя из требований достижения товарных кондиций (состав питательных веществ, внешняя привлекательность, устойчивость при хранении и транспортировке). Как правило, сбор не меняет содержания в сырье природных токсикантов и несъедобных компонентов, но является основной стадией потенциального загрязнения пищевого сырья природными непищевыми компонентами (сорняки, компоненты почвы и др.).

√ *Транспортировка*. Сырье должно направляться к месту переработки и продажи с максимально возможной скоростью, чтобы оно испытало наименьшие изменения. Транспортировка всегда является фактором риска, связанным с механическим повреждением пищевого сырья, его микробиологическим, биологическим и химическим загрязнением. Поскольку вероятность загрязнения возрастает с числом стадий перевалки и

транспортировки сырья, транспортировку планируют таким образом, чтобы максимально сократить время в пути и число перевалок продукта. По мере переработки исходного сырья вклад транспортировки в изменение свойств сырья сокращается. На этапе подготовки первичного полуфабриката он максимален, на этапе доставки продукта в розничную сеть - минимален. Специализированные средства транспортировки - вагоны - рефрижераторы, контейнеры из определенных материалов - уменьшают потери качества пищевого сырья и промежуточного продукта, но не исключают их в полной мере. То же касается выбора упаковки полуфабрикатов, поступающих в розничную сеть, а также конечного пищевого продукта.

√ *Первичная переработка* включает отделение основных пищевых компонентов от менее ценных или от неперерабатываемых (несъедобных). Назначение первичной переработки - увеличение сохранности получаемого первичного продукта для дальнейшей транспортировки и более глубокой переработки, уменьшение расходов, связанных с хранением и транспортировкой (в связи с общим уменьшением веса), а также отделение компонентов, мешающих последующему использованию и переработке первичного концентрата. Примерами первичной переработки сырья являются такие многотоннажные процессы, как выварка сахара и крахмала, отжим растительного масла, разделка и замораживание рыбы, отделение скорлупы некоторых зерновых культур (шелушение и веяние). К первичной переработке относится также сушка (уменьшение влажности сырья), его обработка консервантами (фунгициды, средства от грызунов) и механическая переборка (удаление некондиционной или поврежденной части сырья, разделение сырья на отдельные категории качества в соответствии с потребительскими или иными характеристиками). Некоторые стадии первичной переработки являются неотъемлемой частью хранения сырья и могут повторяться многократно. Например, зерно на элеваторе периодически просушивается, корнеплоды в течение всего срока хранения перебирают для удаления поврежденных или загнивших клубней, фрукты освобождают от созревших и перезревших плодов. Первичная переработка пищевого сырья в настоящее время выполняется практически полностью в промышленных условиях.

√ *Переработка сырья в конечный продукт.* Под конечным понимают пищевой продукт, произведенный из собранного или первично переработанного сырья, годный в пищу и удовлетворяющий запросам потенциального покупателя. Данная стадия решает несколько задач: придание продукту определенных потребительских качеств (однородность свойств, устойчивость при хранении, внешняя и пищевая привлекательность, адаптация к определенным технологиям приготовления); повышение содержания наиболее полезных питательных веществ; облегчение последующей кулинарной подготовки; улучшение природных свойств путем внесения дополнительных химических веществ - улучшителей; смешение с дополнительными съедобными компонентами и др. Если конечный продукт переработки требует дополнительных операций, связанных с изменением его вкусовых характеристик и состава

(нагрев, обработка кипятком, микроволновым излучением), его называют полуфабрикатом. Если таковая обработка не требуется или не обязательна, продукт готов к употреблению. При соблюдении технологий данная стадия, безусловно, снижает риски, связанные с пищевой безопасностью, поскольку позволяет в значительной степени нивелировать огрехи предыдущих стадий обработки пищевого сырья или субъективные ошибки потребителя. Например, снижается риск микробиологического загрязнения готового продукта, производится его стерилизация, отделяются или обезвреживаются природные несъедобные компоненты. Переработка первичного концентрата может происходить в несколько стадий, достаточно разделенных в пространстве и времени. Например, зерно перерабатывается в муку, из которой в дальнейшем пекут хлеб и тестяные изделия. В этом случае первичной обработкой сырья можно считать подготовку зерна на элеваторе (сушка, веяние, отделение от семян сорняков), а стадиями переработки - помол, получение теста и выпекание готовых изделий. В других случаях конечная переработка может отсутствовать. Например, при продаже свежих овощей и фруктов в качестве первичной обработки могут выступать операции удаления поврежденных частей растений, обработка их веществами, снижающими потери влаги при транспортировке, а также фунгицидами. Готовый продукт после упаковки обрабатывается уже конечным пользователем - потребителем. Строго говоря, к данной стадии следует отнести и все виды кулинарной обработки продуктов питания, однако это делают лишь в том случае, если такая обработка проводится вне дома - в кафе, ресторане, специализированном отделе супермаркета и т.д.

В настоящее время основная часть продуктов готовится на дому, промышленность поставляет предварительно подготовленный продукт, "история" которого для потребителя неизвестна. Это возлагает дополнительную ответственность на контролирующие органы, которые обеспечивают соответствие потребительских качеств продукта декларируемым. Такое соответствие устанавливается на основе соблюдения установленного регламента обращения с сырьем, промежуточными и конечными продуктами (полуфабрикатами, концентратами), определяемого стандартами качества. Соответствие стандартам устанавливается уполномоченными государственными органами контроля, а также производственными, ведомственными и государственными лабораториями качества по установленному перечню параметров - критериев качества. Одним из средств контроля качества продукта является установление и соблюдение предельного срока его реализации в торговой сети. Также следует обращать внимание на целостность упаковки, особенно промышленно производимых скоропортящихся продуктов, отклонения от привычных внешних характеристик продукта (цвет, консистенция, запах), производителя продукта и сведения на этикетке. Последние, как правило, включают условия хранения, срок употребления, содержание основных питательных веществ, витаминов и минералов, рекомендации по использованию или способу переработки.

Таким образом, выстраивается система качества продуктов питания, обеспечение пищевой безопасности населения. Схематически ее можно представить следующим образом (рис.1). Система включает три аспекта: природу пищевого сырья, способ его подготовки, а также индивидуальные предпочтения потребителя и его предрасположенность к отдельным биологически активным компонентам продукта. Природа сырья определяет присутствующие в нем питательные вещества, витамины и минеральные компоненты. Следует также помнить, что индивидуальность пищевого продукта определяется, в том числе, непищевыми компонентами, включая несъедобные и токсичные. Например, синильная кислота входит как один из компонентов в набор летучих веществ, определяющих запах земляники. Это следует учитывать при подготовке полуфабрикатов, а также при выборе соответствующих пищевых добавок, компенсирующих недостатки исходного сырья или увеличивающих его пищевую привлекательность. Обработка сырья усугубляет опасности, связанные с природными токсинами и загрязнителями растительного и животного происхождения, добавляя к ним опасные продукты разложения наименее устойчивых компонентов (окисление липидов и жиров, разложение белков, дезаминирование аминокислот) или промежуточные продукты их переработки. Они могут накапливаться при производстве и хранении полуфабрикатов, особенно при нарушении регламента и сроков хранения, а также взаимодействовать с биологическими добавками, образуя новые, подчас еще более токсичные соединения.



Рисунок 1. Факторы, определяющие пищевую безопасность человека

Наконец, индивидуальные характеристики метаболизма человека, как и региональные, расовые или национальные генетические особенности, определяют конкретные риски, связанные с отдельными продуктами питания и естественными несъедобными компонентами. Один из наиболее известных примеров - знаменитая сельдь по-исландски, национальное блюдо, которым так любят угощать туристов. Коренные жители Исландии в силу обособленности популяции в течение достаточно длительного исторического промежутка времени страдают от недостатка протеолитических ферментов. Это затрудняет процесс переваривания животных белков. В старину нашли оригинальный способ ускорить этот процесс, выдерживая рыбу в теплом месте до начала ее микробиологического разложения. Такая сельдь кажется совершенно несъедобной жителям континента в силу специфического тухлого запаха и привкуса, но в свое время была абсолютно необходима коренным обитателям для восполнения дефицита белков. К числу географических аномалий относятся недостаток алкогольоксидазы у малых народов Севера - причина повального алкоголизма, а также неспособность многих европейцев к полноценному перевариванию бананов и других высококрахмалистых тропических фруктов. Все эти факторы выходят за рамки пищевой индустрии, но с ними приходится считаться при производстве пищевых продуктов и их разумном употреблении.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы предпосылки развития современной пищевой промышленности?
2. Перечислите исторически первые приемы обработки пищевого сырья.
3. Перечислите промышленные способы первичной переработки пищевого сырья, недоступные в домашних условиях.
4. Перечислите достоинства и недостатки промышленной переработки исходного пищевого сырья.
5. Позволило ли развитие пищевой промышленности снизить риски, связанные с первичной переработкой пищевого сырья, его хранением и последующим использованием? Объясните свой ответ.
6. Каковы, на ваш взгляд, тенденции развития современной пищевой промышленности?
7. Охарактеризуйте основные этапы переработки пищевого сырья.
8. Перечислите риски, связанные с неправильным хранением продуктов.
9. Перечислите риски, связанные со сбором пищевого сырья.
10. Перечислите риски, связанные с первичной переработкой пищевого сырья.
11. Охарактеризуйте основные стадии промышленной переработки пищевого сырья.
12. В каком случае риски загрязнения и повреждения пищевого сырья меньше - на этапе подготовки первичного полуфабриката или на этапе доставки продукта в розничную сеть? Объясните свой ответ.
13. Каким образом можно уменьшить потери качества пищевого сырья и промежуточного продукта в процессе транспортировки?
14. В чем заключается назначение первичной переработки?

15. Какие процессы включает первичная переработка пищевого сырья?
16. Что такое конечный продукт?
17. Что такое полуфабрикат?
18. Назовите основные задачи переработки сырья в конечный продукт.
19. Назовите основные средства контроля качества продукта.
20. Какие государственные органы устанавливают соответствие стандартам качества продуктов?
21. Что представляет собой система качества продуктов питания?
22. Назовите факторы, определяющие пищевую безопасность человека.

Глава 2. Природные непищевые компоненты

Из тысяч органических соединений, присутствующих в пищевом сырье, лишь малая толика действительно необходима человеку. Многие соединения, присутствующие в малых и микроколичествах, определяют идентичность продукта - то, что мы называем характерным запахом или вкусом. Наконец, многие компоненты, не влияя непосредственно на его органолептические характеристики, являются несъедобными или даже токсичными. Впрочем, категории потенциального вреда скорее относятся не к природе вещества, а к его количеству: фенолы, токсичные даже в малых концентрациях, незаменимы в специях, а незаменимые аминокислоты, присутствуя в избытке, провоцируют развитие некоторых заболеваний печени. Картофель содержит до 250 соединений, токсичных для человека, в том числе соланин, образующийся в клубнях на свету, который более токсичен, чем фосфорорганические пестициды. Рассмотрим некоторые из природных соединений, воздействие которых на организм человека неблагоприятно.

2.1. Эндогенные токсины растительного происхождения

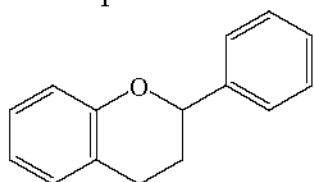
К данной группе соединений относят природные соединения, образующиеся в растениях и животных, употребляемых в пищу, и токсичные для человека. Если вещество находится в пищевом сырье в количестве, не опасном для здоровья, но влияющем на его вкус или запах, иногда используется термин "пищевой детергент". Следует помнить, что детергенты могут накапливаться при неумеренном употреблении соответствующего продукта или при переработке сырья, особенно при получении пищевых концентратов или экстрактов из пряных трав. Пищевые токсины - вещества, оказывающие неблагоприятное действие на здоровье человека в концентрациях, присущих соответствующим природным источникам. В принципе, источники таких токсинов не пригодны в пищу, но иногда их используют для получения продуктов питания после удаления токсинов. Обычно это характерно для регионов с ограниченной пищевой базой - в аридных зонах, на морских островах и т.д. Хотя сейчас обязательность употребления в пищу таких продуктов в большинстве стран отпала, они сохраняют свое значение как элемент этносоциокультурной идентификации, входя в меню национальной кухни или

определенных религиозных отправлениях. Например, употребление в пищу стручков в весенний период исторически оправдано дефицитом белка в этот период года. Удаление горьких, вяжущих и токсичных компонентов производится вывариванием грибов. Аналогично поступают при солении некоторых видов груздей. Граница между пищевыми детеррентами и токсинами достаточно условна, так как некоторые соединения могут менять свою биологическую функцию, например, избыточно накапливаясь в сухой период года и снижая концентрацию при увеличении влажности климата.

Обычно эндогенные токсины классифицируют по особенностям строения (наличие определенных функциональных групп, молекулярная масса, жирорастворимость), происхождению и природному биохимическому назначению. Рассмотрим кратко наиболее типичных представителей.

Фенолы. Всего в растениях обнаружено более 800 различных фенолов, часть из которых "отвечает" за горький вкус, цвет или специфический запах. По распространенности все растительные фенолы можно условно разделить на две группы. Первую формируют широко распространенные соединения, которые встречаются во многих растениях и часто добавляются к растительному сырью в процессе его переработки или кулинарной обработки. Представителями этой группы фенолов являются флавоноиды, танины, галловая кислота и лигнин. В количествах, обычно встречающихся в природе, такие фенолы не вызывают токсического эффекта, во многом благодаря тому, что животные имеют врожденные механизмы детоксикации, эффективные, опять же, в силу распространенности этой группы соединений. Вторая группа - редко встречающиеся фенолы, характерные для определенных видов растений и отсутствующие в других. Они обладают часто выраженным физиологическим действием и могут быть достаточно токсичными. Пример - кумарины, госсипол, катехоламины и другие аминифенолы.

Флавоноиды - пигменты, широко представленные в продуктах питания. Многие яркие краски растительного мира обусловлены флавоноидами. Их отличительной чертой является наличие общего элемента структуры.



Общий элемент структуры
флавоноидов

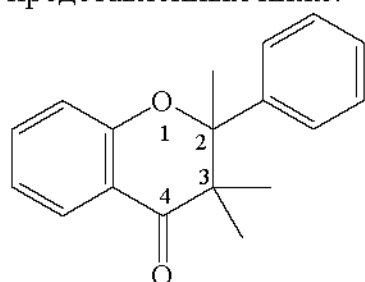
В природных источниках в большинстве случаев флавоноиды существуют в виде гликозидов. Освобождаются они от углеводной части достаточно легко: либо химическим (кислотным), либо ферментативным гидролизом. Например, кумарин, находящийся в растениях в виде гликозида, при сушке срезанной травы высвобождается в свободном виде и придает селу характерный запах. Кверцетин, связанный гликозидной связью с дисахаридом, образует рутин, относящийся к витаминам группы Р, регулирующим проницаемость капилляров, свертываемость крови. Кверцетин относится к числу флавонолов. Он содержится в листьях многих растений, но обычно его желтый цвет маскируется хлорофиллом и проявляется только после разложения последнего осенью. Некоторые бесцветные флавонолы в этот период года теряют атом кислорода,

связанный с кольцом, превращаясь в антоцианидины, например, в алый пеларгонидин. Антоцианидины обуславливают и цвет красного вина. При выдерживании вина антоцианидины реагируют с танинами, которые в результате такой реакции связываются. Вино теряет терпкость и вяжущий привкус, что считается важным фактором созревания виноматериалов.

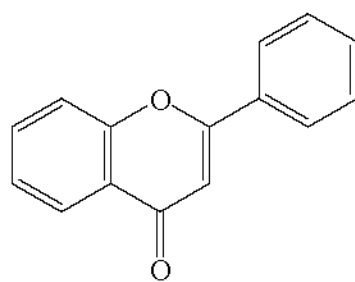
Находящиеся в листьях флавоноиды поглощают ультрафиолетовое излучение, выполняя важную функцию защиты генетического материала и белков клетки от разрушения. Если же животные (например, крупнорогатый скот) вместе с кормом поглощают цветочные пигменты, то иногда эти пигменты могут концентрироваться в верхнем слое кожного покрова, где они активно поглощают УФ-излучение и инициируют химическую реакцию, приводящую к воспалению кожи. Такое действие флавоноидов называется фотосенсибилизирующим эффектом. Им же обусловлено лекарственное действие малых количеств флавоноидов в составе мазей и составов, применяемых при лечении рака кожи.

Флавоноиды чаще всего концентрируются в масле, поскольку они малополярны и малорастворимы в воде. По причине широкой распространенности флавоноиды относятся к числу одних из наиболее изученных биологически активных компонентов растительного сырья. Как показано, антиоксидантное действие флавоноидов определяет целебные свойства зеленого чая, вина, некоторых продуктов брожения. Но в избыточных количествах те же соединения могут оказывать мутагенное действие, провоцируя образование в клеточных структурах реакционноспособных форм кислорода, таких как супероксидный анион-радикал и пероксид водорода. Природные защитные механизмы, представленные ферментами супероксид дисмутазой, каталазой и пероксидазой, контролируют внутриклеточную концентрацию этих соединений, однако неумеренное использование флавоноидов в составе биологически активных добавок представляет некоторую опасность. Мутагенное действие (единственного флавона при пероральном введении) установлено при испытании некоторых сортов растительного масла.

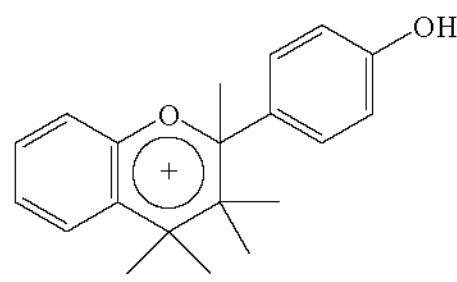
По структуре основного скелета флавоноиды делятся на шесть классов, представленных ниже.



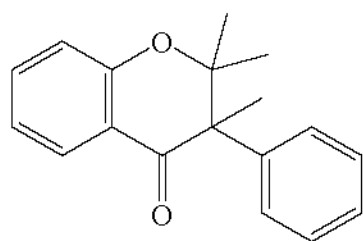
Флаванон
3-ОН: флаванол



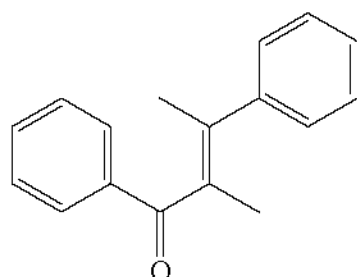
Флафон
3-ОН: флавонол



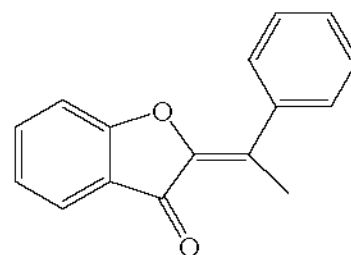
Антоцианидин
3-ОН: катехин,
3-ОН: конденсированные
танины



Изофлаванон



Халкон

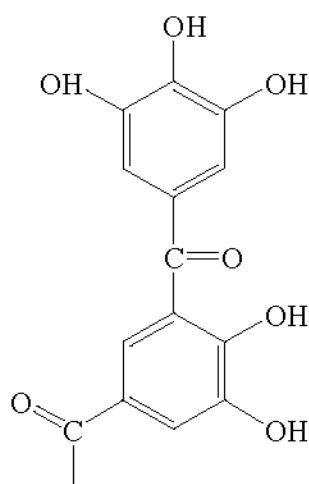


Аурон

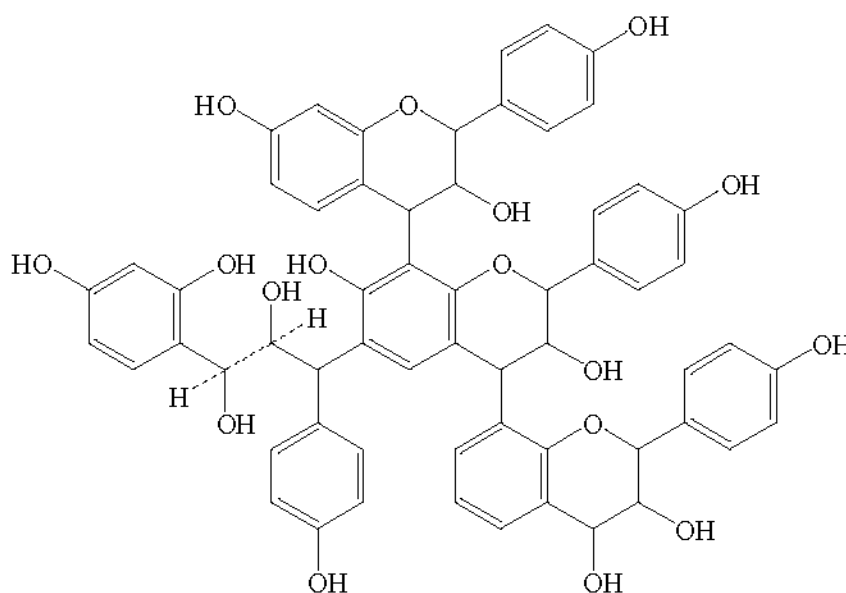
Человек в среднем в день потребляет вместе с пищей до 1 г флавоноидов. Интересно, что ферменты, ответственные за их превращение в другие активные компоненты, до сих пор полностью не идентифицированы.

Танины - широкая группа фенолов, частично гидрированных и имеющих молекулярную массу более 500 Д. Они делятся по своему отношению к гидролизу. К гидролизующимся танинам относятся галловая и дигалловая кислоты и их эфиры с глюкозой. Конденсированные танины - флавоноиды, полимеры лейкоантоцианидинов.

Танины присутствуют в тропических фруктах, но основным источником их поступления в организм человека - это чай и кофе. В чашке кофе, сваренного из молотых зерен средней обжарки, присутствует 70-110 мг танинов, в растворимом кофе - до 140 мг, в декофеинизированном кофе - до 190 мг танинов. В какао содержание танинов еще выше - до 210 мг на чашку. В условиях максимальной экстракции черный чай содержит до 410 мг танинов, зеленый чай еще больше, но он содержит в основном растворимые танины, а черный - более тяжелые конденсированные, образующиеся в специфических условиях ферментации чайного листа. Другой важный источник танинов - виноград и продукты виноделия (сок, сусло, вино). Стенки виноградин содержат в основном конденсированные танины. Виноградный сок содержит в среднем 400 мг танинов на 1 л, вино - до 4 г.



Дигалловая кислота

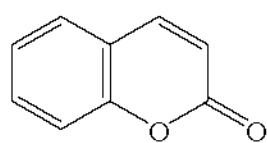


Предполагаемая структура конденсированных танинов

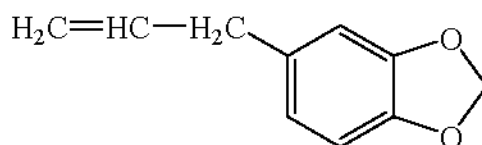
Как отмечалось выше, флавоноиды в их естественном содержании не оказывают неблагоприятного действия на человека, вызывая лишь незначительные побочные реакции, связанные с возбуждением центральной нервной системы. Более того, многие из них оказывают тонизирующее и омолаживающее действие, подавляя свободнорадикальные реакции с участием активных форм кислорода и свободных радикалов в клетках. По этой причине растительные экстракты, содержащие танины и другие флавоноиды, часто применяют в косметике и биологических добавках. Они же придают чаю и кофе характерный горьковатый и вяжущий вкус. Содержание танинов - один из показателей качества упомянутых пищевых продуктов, влияющих на их сортность и цену.

Специфичные фенолы более активны и как следствие - чаще оказывают токсичный эффект на человека. Так, кумарин (структурная формула приведена ниже) присутствует в лаванде, кассии и - в следовых количествах - в цитрусовом масле. Вместе с подсластителями его иногда добавляют в ликеры и сладкие настойки как заменитель цедры и других природных компонентов и специй. Сафрол - один из основных компонентов, определяющих характерный жгучий вкус черного перца. Синтетические кумарин и сафрол разрешены в качестве пищевых добавок в Европе, но запрещены в США. Одна из причин этого - положительные результаты теста на канцерогенность, полученные на мышах. Такое различие не является свидетельством меньшего внимания здоровью населения, уделяемому в Европе. Просто в США принимаются во внимание результаты всех тестов, независимо от реалистичности используемых концентраций потенциального токсиканта. Сафрол вызывал увеличение частоты рака печени мышей в количествах, заведомо превышающих те, которые может получить человек, потребляя каждодневную пищу. По тем же причинам Европа и США по-разному решали проблему сахараина, о чем пойдет речь ниже.

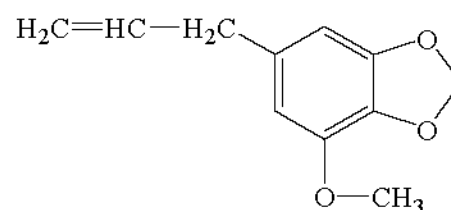
Миристицин присутствует во многих специях и кулинарных травах, в мускатном орехе, сельдерее, укропе. Он обуславливает токсичность избыточных количеств мускатного ореха, применение которого в кулинарных изделиях должно быть ограниченным.



Кумарин

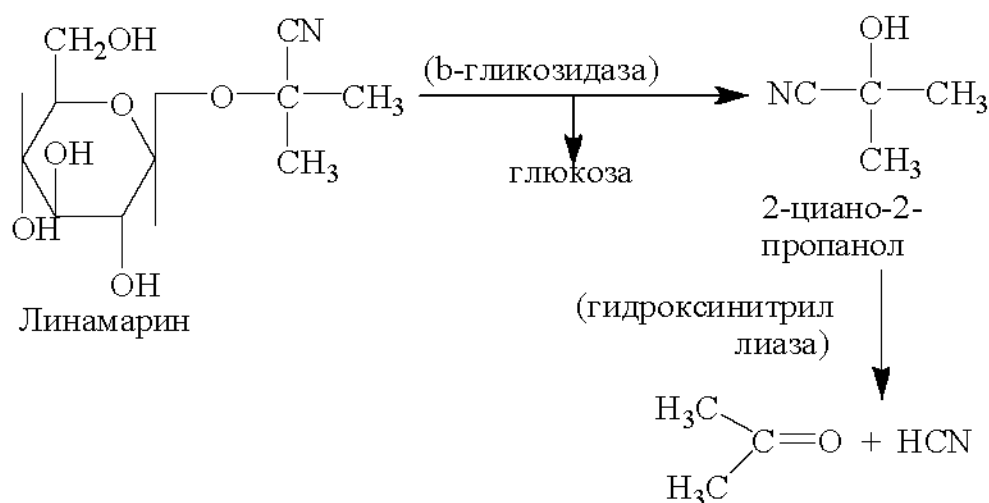


Сафрол



Миристицин

Цианогенные гликозиды - продукты взаимодействия моносахаридов и синильной кислоты, способные при определенных условиях гидролизироваться с образованием исходных соединений. Простейший гликозид - амигдалин - присутствует в большинстве распространенных косточковых культур, таких как вишня, слива, миндаль, яблоко, персик, абрикос. Амигдалин определяет характерный миндальный привкус косточек этих растений.



В отсутствие тепловой обработки амигдалин вполне безвреден: чтобы получить даже легкое отравление, необходимо съесть чуть ли не килограмм косточек вишни. В некоторых случаях, например, при мариновании или изготовлении варенья без удаления косточек амигдалин может накапливаться, выделяя под действием гидролитических ферментов слюны небольшие количества синильной кислоты. Но и в этом случае максимум, что грозит - легкое недомогание. Но не все цианогенные гликозиды так безопасны. Линамарин может накапливаться в некоторых растениях в концентрациях до нескольких мг / 100 г.

Рекордсменом служит лимская фасоль, которая при летальной дозе синильной кислоты в 0.5-3.5 мг/кг живого веса содержит до 200 мг гликозидов на 100 г продукта! Это одна из причин, по которой бобовые культуры часто рекомендуется отваривать или обдавать кипятком до кулинарной обработки. Всего же цианогенные гликозиды обнаружены более чем у 1000 растений, некоторые из которых относятся к лекарственным или употребляются в пищу.

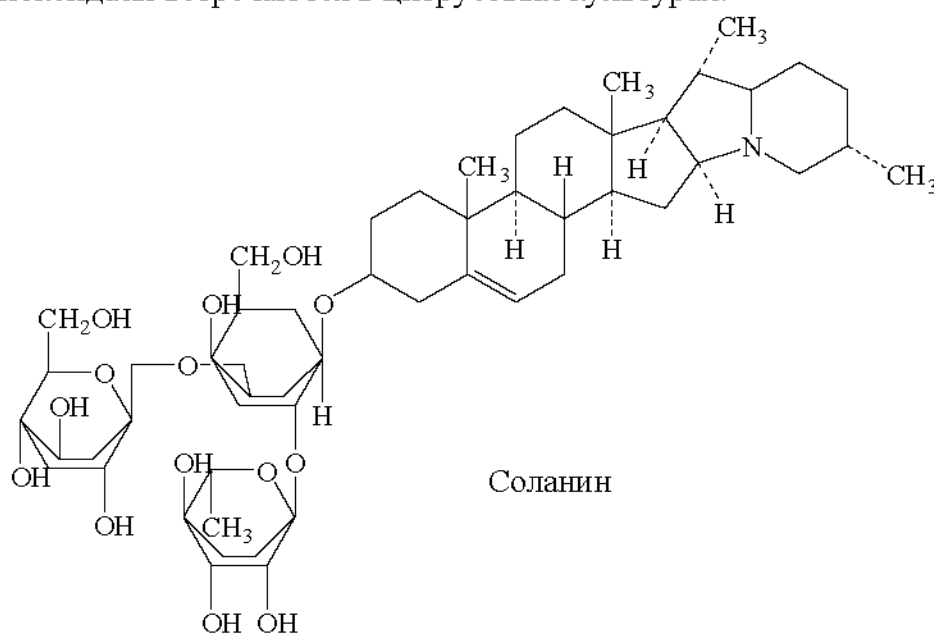
Например, маниока в Азии, Африке и Латинской Америке является одним из основных источников пищевого крахмала. Для удаления гликозидов мякоть маниоки сначала вымачивают в воде в течение нескольких дней до начала брожения, после чего высушивается на солнце и перемалывается в крупу.

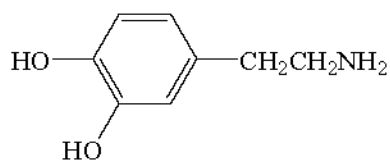
Цианогенные гликозиды являются интересным примером биохимической эволюции, выработавшей защитный механизм растений пастбищного комплекса, помогающий им противостоять растительноядным животным - насекомым и копытным животным. Дело в том, что гидролиз цианогенов ускоряется ферментом гликозидазой, содержащемся в стенках сосудистых растений. Когда происходит механическое повреждение растения, фермент соединяется с гликозидом, в результате чего в месте повреждения выделяется синильная кислота. Интересно, что некоторые животные, например овцы, выработали биохимическое противоядие. Фермент роданеза, присутствующий в рубце, переводит токсичный цианид в относительно безопасный роданид. Источником серы выступает цистеин и глутатион.

Ингибиторы холинэстеразы - тоже пример защитной биохимической реакции. Фермент холинэстераза встречается исключительно у животных, где он

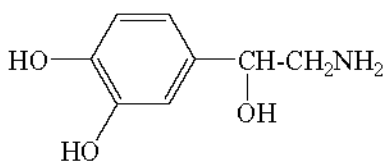
выполняет функцию обеспечения функционирования нервной системы, гидролизуя нейротрансмиттер - ацетилхолин. Поскольку холинэстераза относится к числу старейших в эволюционном плане ферментов, а механизм передачи нервных импульсов у различных животных весьма сходен, ингибиторы холинэстеразы выступают в качестве универсального токсиканта, действующего и на человека, и на насекомых-вредителей. Ингибирующее действие оказывают некоторые алкалоиды, содержащиеся в съедобных овощах и фруктах, таких как брокколи, кабачки, картофель, яблоки, фасоль и др. Наиболее яркий пример - гликоалкалоид соланин, накапливающийся в клубнях картофеля под действием солнечного света. Индикатором накопления соланина выступает зеленый цвет, который клубни картофеля приобретают при хранении на свету. Токсичность соланина чрезвычайно высока - он опаснее фосфорорганических пестицидов и к тому же устойчив к термической обработке. Безопасное содержание соланина регламентируется на уровне 20 мг на 100 г. Массовое отравление соланином было одной из причин картофельных бунтов, прокатившихся по Европе в начале освоения данной культуры после открытия Америки, родины дикого картофеля. Не миновало это и Россию, но несколько позднее, при Николае I.

Биогенные амины растительного и микробиального происхождения проявляют значительную биологическую активность. Их содержание в организме контролируется реакциями дезаминирования, катализируемыми ферментами моноаминоксидазой, аминотрансферазой и некоторыми другими. Постоянный прием высоких концентраций аминов может вызывать гипертонию. Особенно часто упоминаются допамин, норэпинефрин и тирамин, содержание которых варьирует в широких пределах в зависимости от природы источника и способа его обработки (см. табл.1). Риск возрастает при одновременном приеме некоторых лекарственных препаратов - производных гидразина, относящихся к классу ингибиторов моноаминоксидазы. Природные ингибиторы моноаминоксидазы встречаются в цитрусовых культурах.

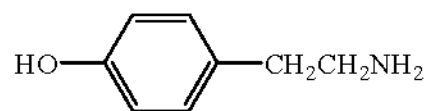




Допамин



Норэпинефрин

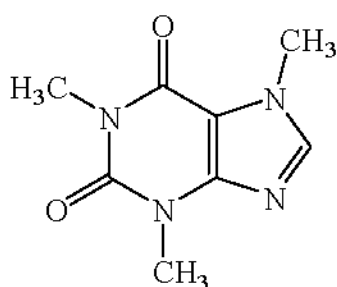


Тирамин

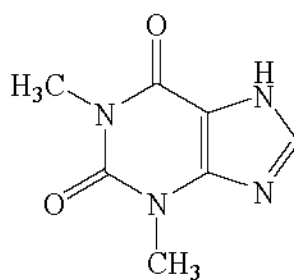
Таблица 1. Содержание биогенных аминов в некоторых фруктах и овощах (мг на 100 г свежего веса)

Амины	Авокадо	Банан	Баклажан	Апельсин	Красная слива	Спелые томаты	Картофель
Допамин	0.4-0.5	66-70		0.1			
Норэпинефрин		10.8					0.01-0.02
Серотонин	1.0	2.5-8.0	0.2		1.0	1.2	
Тирамин	2.3	6.5-9.4	0.3	1.0	0.6	0.4	0.1
	Ананас			Банан			
	зеленый	спелый	сок	зеленый	спелый	печеный	
Серотонин	5.0-6.0	2.0	2.5-3.5	2.0-6.0	4.0-10	4.7	

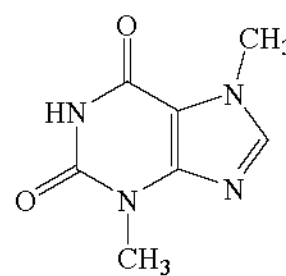
Сходным физиологическим действием обладают **стимуляторы центральной нервной системы**, относящиеся к классу метилксантинов (кофеин, теofilлин и теобромин). Кофеин содержится в бобах какао, листья чая, орехах колы. Главный поставщик кофеина – кофе. Каждая чашка кофе содержит 100-120 мг кофеина. В напитках типа колы - 0.1-0.15 мг/мл. Теофиллин в небольших количествах присутствует в чае, теобромин - в какао бобах. В основном они действуют на периферическую нервную систему, но стимулируют и центральную.



Кофеин



Теофиллин



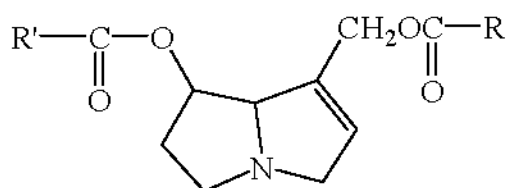
Теобромин

2.2. Природные загрязняющие вещества

К данной группе соединений относятся вещества природного происхождения, отличающегося от происхождения основного сырья. Природные загрязняющие вещества поступают в пищевое сырье, как правило, на этапе сбора. Это могут быть сорняки, присутствующие в злаковых культурах, плесневые грибы, источники микотоксинов, естественные компоненты,

накапливающиеся в тканях животных в результате биоаккумуляции. Поступление природных загрязняющих веществ определяется культурой агропроизводства, в современных условиях массовые отравления встречаются достаточно редко и в основном в развивающихся странах, испытывающих дефицит пищевых ресурсов и не способных отказаться от возделывания низкосортных сельскохозяйственных культур, особо подверженных такому загрязнению. Другой источник поступления загрязняющих веществ природного происхождения - передача токсинов по пищевым цепям. Это относится к таким распространенным случаям, как отравление токсинами сине-зеленых водорослей, микотоксинами, накапливаемыми высшими животными и попадающими на стол человека с мясом и молокопродуктами.

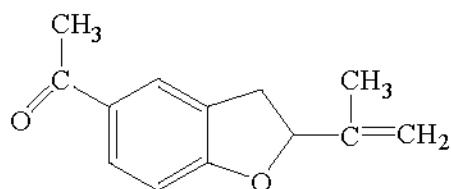
Смесь съедобных и токсичных растений. Пример - обнаружение в злаковых культурах пирролизидиновых алкалоидов, которые повреждают печень и венозные сосуды. Особенно часто встречаются в Индии - одном из основных потребителей злаковых культур. Их источником являются некоторые злаковые - представители родов *Senecio*, *Crotalaria* и *Heliotropium*.



Пирролизидиновые алкалоиды

Содержание алкалоидов может достигать 5.3 мг/г, что достаточно для оказания токсического действия при примесях семян в 0.14%. Описаны случаи массового отравления в Афганистане, причиной которого служил белый хлеб, выпеченной из муки, содержащей семена гелиотропа. Как показало исследование, интоксикация продолжалась, по меньшей мере, два года при среднем потреблении токсина 2 мг на человека в день.

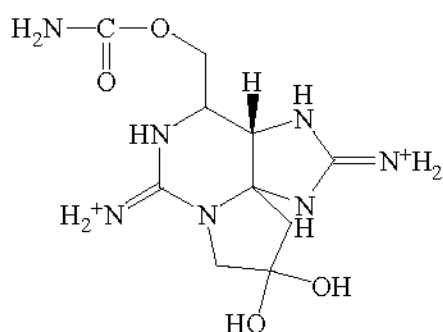
Поступление токсинов животного происхождения. Животные, потребляя высокотоксичные соединения, передают их далее по трофической цепи. Часто токсины обнаруживаются в молоке. Например, в некоторых районах Скалистых гор в США в 50-х годах 20 века обнаружено эндемичное заболевание (так называемая "молочная болезнь"), выражающееся в периодических судорогах, мышечной слабости, в тяжелых случаях наступала смерть. Как оказалось, причиной заболевания был алкалоид треметон, который накапливался в молоке коров, пасущихся на горных пастбищах, где он присутствовал в некоторых травах.



Треметон

Природные токсины водных организмов. Многие моллюски могут быть ядовиты в результате накопления ядов зоопланктона. Отравление выражается в чувстве жжения лица, языка, нарушении координации движений, головной боли,

оцепенении. Симптомы проявляются через 30 мин после приема пищи, максимальный эффект через 12 часов, нередки случаи смерти в результате паралича дыхательных органов. Источником токсинов служат обычно сине-зеленые водоросли, особенно при массовом размножении в период т.н. "красного прилива". Случаи интоксикации паралитическими токсинами редки из-за строгих правил, регулирующих использование моллюсков в эти периоды времени. Многие японские рестораны исключают из своих меню блюда из моллюсков в сезоны, когда вероятность "красного прилива" максимальна.



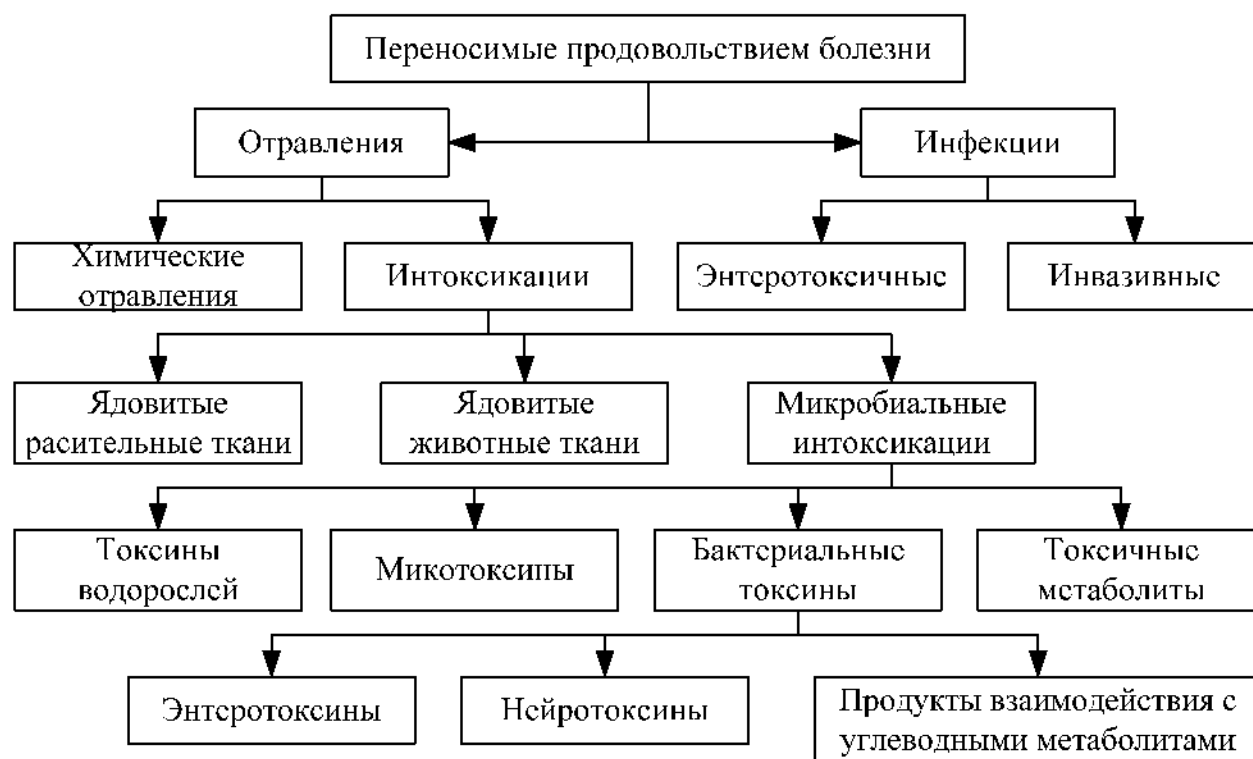
Сакситоксин

2.3. Микробиальные токсины

Все исходные продукты, так или иначе, загрязнены микроорганизмами. Условия их роста определяются доступностью воды, кислорода, наличием питательной среды и определенным диапазоном pH. Но даже в том случае, когда рост микроорганизмов невозможен, продукт питания может служить мостом переноса их в организм человека. В ряде случаев микроорганизмы специально добавляют в процессе переработки сырья для достижения определенного вкуса, аромата, облегчения пищеварения и т.д.

По социологическим данным, проблема микробиального загрязнения пищи упоминается 22% пользователей, тогда как реальный вклад данной проблемы в общем числе дисфункций приближается к 50%. Это означает, что проблема в целом недооценивается потребителем пищевой продукции.

Говоря о влиянии микроорганизмов, следует дать некоторые определения. Среди общего числа заболеваний, связанных с пищевыми продуктами, не все обусловлены микроорганизмами. Помимо собственно инфекций (лидирует сальмонеллез, на долю которого приходится 2/3 всех инфекций, связанных с потреблением продуктов питания), выделяют еще отравления, связанные с действием химических и биологических факторов. Последние, называемые также интоксикациями, связаны с действием веществ, выделяемых микроорганизмами. Поскольку такие токсины сохраняют свое действие после гибели организмов - продуцентов, обычные меры стерилизации пищевого продукта от интоксикации не спасают. Примером может служить токсин ботулизма, причина до 15% пищевых отравлений, который в отсутствие кислорода сохраняется, в том числе, в домашних консервах. Также широко распространены интоксикации, связанные с действием токсинов, выделяемых стрептококками. Общая схема действующих факторов, связанных с микробиальным загрязнением продуктов питания, приведена ниже на схеме.



Токсины классифицируют в соответствии с их источником и характером действия. Так, выделяют токсины водорослей, грибов (микотоксины), бактериальные токсины, а также токсичные метаболиты. Последние, в отличие от токсинов, не имеют специализации и действуют на организмы только при значительном накоплении в питательной среде, т.е. при массовом размножении микроорганизмов.

Бактериальные токсины классифицируют по следующим признакам.

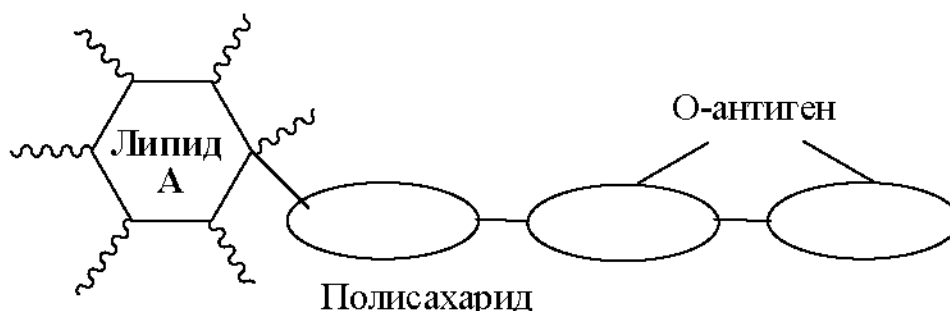
1). Субъединичные - например, токсин *Clostridium botulinum*. Это группа, включающая грамм-положительные анаэробные бактерии, вырабатывающие нейротоксины восьми типов. Токсин А смертелен для человека, три других менее опасны, остальные токсичны для скота и птицы. Симптомы проявляются через 12 часов, выражаются в болях, параличе мышц, смертность составляет 30-65%. Споры не выделяют токсинов и начинают развиваться только в анаэробных условиях. Клетки содержат протоксин, который "активируется" при гидролизе ферментами. Это гемагглютинин (150 000 Д), который чувствителен к температуре и выделяется из клеток в основном при их лизисе. Риск связан с продуктами, в которых поддерживается низкая или нейтральная кислотность (рН <4.5) и отсутствует должный прогрев. В Европе часто встречается при неправильном приготовлении и хранении продуктов в вакуумных упаковках. В странах ЕС фиксируется до 10 смертей в год, связанных с токсинами ботулизма. В нашей стране смертельные отравления наблюдаются при употреблении маринованных грибов при нарушении технологий стерилизации (недостаточный прогрев, низкое содержание уксуса), а также других домашних консервов. Поскольку токсин неустойчив при повышенной температуре, профилактика

отравления включает кратковременный нагрев до 80-110°C (в зависимости от продукта) на 1-5 мин. Такая процедура, как правило, не влияет на вкусовые качества продукта.

2). Токсины, действующие на мембраны - в основном выделяются стафилококками. Золотистый стафилококк - грамм-положительная неспорообразующая бактерия, которая может выделять токсин при развитии. Токсины проявляют антигенную активность, в соответствии с которой подразделяются на несколько типов. Действующие количества весьма невелики - 1-25 мкг. Инкубационный период - от 1 до 6 часов. Действие токсинов выражается в рвоте, диарее, иногда в шоке, но не в повышении температуры. Длительность действия 1-3 суток, смертность очень мала, но каждый поевший зараженный продукт заболевает. Часто интоксикации такого рода называют "буфетной болезнью", поскольку мясopодукты и рыба, используемая для приготовления бутербродов, - объекты повышенного риска развития стафилококков. Токсины представляют собой глобулярные белки с линейными полипептидными цепями, устойчивые к нагреванию (более 1 часа при 100°C). Золотистый стафилококк хорошо развивается при немного повышенной температуре, около 30°C. Он слабый конкурент и не развивается в присутствии других микроорганизмов. Благоприятная среда - мясо, в том числе отварное и жареное, открытые мясные консервы, сметана и мороженое. Стафилококк очень распространен, в тестах с ладонью человека на площадку 25 см² при рукопожатии переходит от 1000 до 25000 микроорганизмов. Предосторожности достаточно элементарны - это правильное хранение готовых продуктов и полуфабрикатов, соблюдение личной гигиены, грамотная термическая обработка продуктов. Впрочем, высокие температуры не разлагают токсин, поэтому жарка подпорченного мяса не исключает последующей интоксикации.

3). Токсины, вызывающие поражение органов. Два примера - *Clostridium perfringens* и *Bacillus cereus*. *Clostridium perfringens* - анаэробная грамм-положительная спорообразующая бактерия. Для продукции токсина требуется достаточно много клеток - интоксикация наступает, если токсин вырабатывается более 100 млн. бактерий. Через 8-12 часов возникает диарея, тошнота. Поражаются стенки кишечника. Меры предосторожности - адекватная тепловая обработка мяса. *Bacillus cereus* - аэробные грамм-положительные бактерии. Токсины представляют собой глобулярные белки, устойчивые к действию температур и щелочной среды. Выделяют два типа токсинов - тип I и тип II. Тип I действует мягко, примерно через 6 часов, вызывает диарею в течение 24 часов, от него страдает до 80% поевших. Тип II менее распространен, его токсическое действие выражается в тяжелой рвоте, действие сохраняется в течение 8-10 часов, инкубационный период составляет до 6 часов. Риск связан в основном со злаковыми культурами. Недостаточная тепловая обработка и последующее охлаждение вызывают спорообразование бактерий, а споры устойчивы к последующей температурной обработке. Применительно к продуктам питания интоксикация токсином I в основном связана с употреблением соусов и выпечки, типа II - с продуктами из риса.

4). Иммуноактивные бактериальные эндотоксины - сальмонелла или кишечная палочка, представляют собой липосахариды или липиды, соединенные с белковой частью.

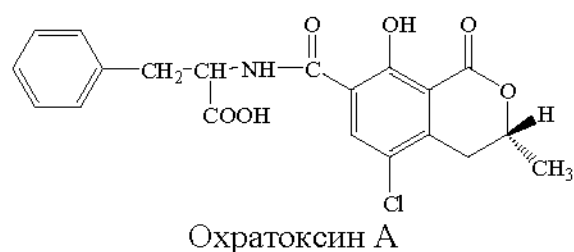
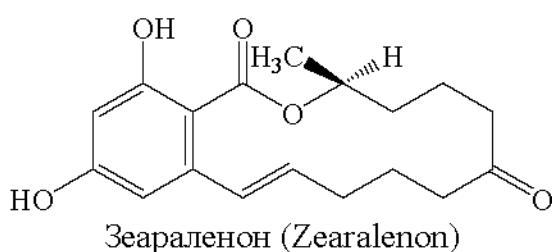


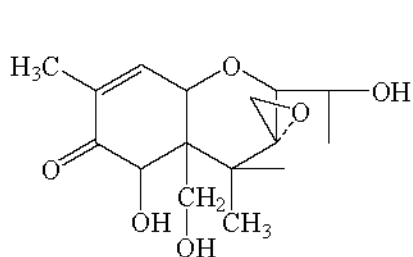
Эндотоксины выделяются в конце развития, т.е. при гибели бактерий, обычно для их накопления благоприятна слабокислая среда и умеренные температуры. Предосторожность - не допускать контакта сырых и приготовленных продуктов, личная гигиена, адекватный нагрев при готовке и охлаждение при хранении.

Микотоксины - вторичные метаболиты, оказывающие хроническое и острое токсическое действие. Известно несколько сот микотоксинов, в основном выделяемых представителями родов *Aspergillus*, *Penicillium* и *Fusarium*. Совокупность симптомов отравления микотоксинами называют микотоксикозом, тот же термин используют при отравлении животных. Большинство микотоксинов устойчиво к нагреву и не разлагается при кулинарной обработке продуктов. Продукция афлатоксинов может протекать как в период созревания урожая, так и при его хранении и требует повышенной влажности и температур, чаще всего загрязнение зерновых (маис), арахиса, инжира.

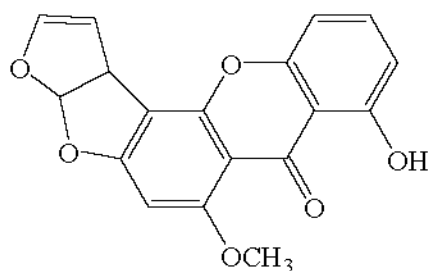
Строение наиболее распространенных микотоксинов приведено ниже.

Афлатоксины (производные кумарина) выделяются бактериями рода *Aspergillus* и хорошо известны благодаря своей высокой канцерогенности. Предположительно для проявления токсического эффекта афлатоксины требуют метаболической активации. Наиболее известное последствие хронического отравления афлатоксинами - рак печени. Афлатоксин М1 часто присутствует в молоке, а в процессе молочнокислого брожения образует продукты, токсичность которых в 18 раз выше, чем у исходного афлатоксина. Считается, что до 10% мирового урожая арахиса теряется вследствие заражения оболочки ореха бактериями, вырабатывающими афлатоксины. Часть токсинов поступает в организм человека опосредовано. Например, в Юго-Восточной Азии это происходит при выкармливании свиней отходами переработки арахиса.

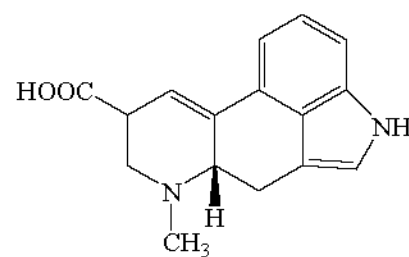




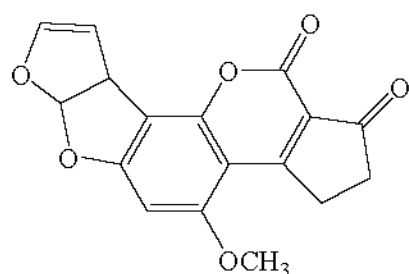
Деоксиниваленол



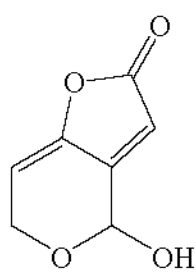
Стеригматоцистин



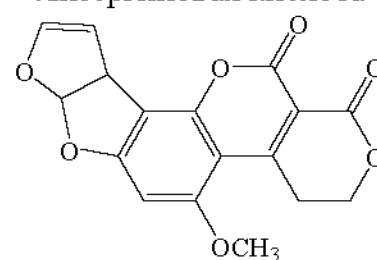
Лизергиновая кислота



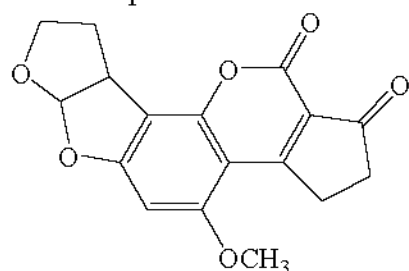
Афлатоксин В1



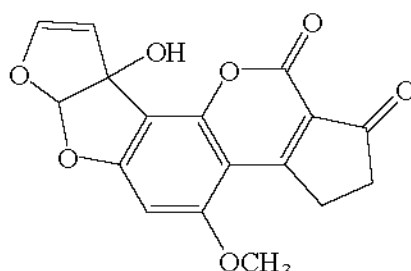
Патулин



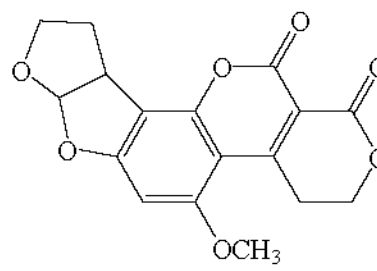
Афлатоксин G1



Афлатоксин В2

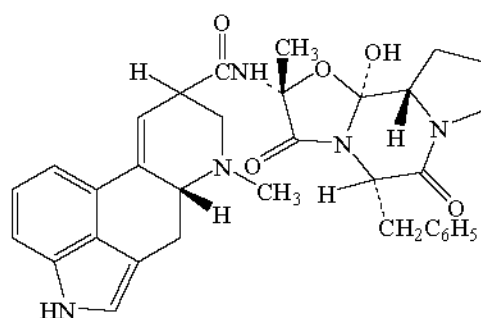


Афлатоксин М1



Афлатоксин G2

Алкалоиды спорыньи - лизергиновая кислота и эргоминоподобные алкалоиды. Спорынья образует плодовые тела в пазухах злаковых и трав размером 2-4 см, оказывает воздействие на гладкую мускулатуру. Алкалоиды спорыньи вызывают судороги, гангрену, поражение артерий, психические расстройства.



Алкалоид спорыньи

Синтетический наркотик ЛСД - диэтиламин лизергиновой кислоты. Профилактика отравлений включает тщательный перебор семян перед их закладкой на хранение, а главное - перед помолом, поскольку спорынья развивается только на живых растениях, формируя плодовые тела в пазухах листьев пшеницы и других злаков в период созревания урожая.

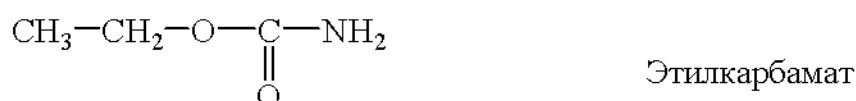
Охратоксин А вырабатывается *Aspergillus ochraceus* и *Penicillium viridicatum*. Он обладает нефротоксичным и тератогенным действием. Особенно

распространен в балканских странах. Первичный объект воздействия - центральная нервная система. Охратоксин А очень стабилен и поэтому помимо зерна может передаваться человеку по пищевой цепи с мясом животных, в первую очередь свиней.

Токсичные бактериальные метаболиты, как отмечалось, отличаются от токсинов тем, что способны оказывать свое действие только в период увеличения численности микроорганизмов, хотя многие из них достаточно стабильны и могут сохраняться в продуктах питания даже после применения различных способов стерилизации.

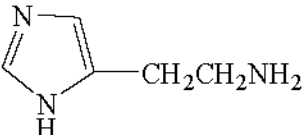
Биогенные амины выделяются энтеробактериями и энтерококками, но не бактериями молочнокислого брожения. В зависимости от дозы воздействия и природы амины могут оказывать как стимулирующий, так и токсический эффект. Симптомы - воспаление гортани, тошнота, головная боль, учащение пульса, онемение и покалывание губ. Они наблюдаются при дозе в 1000 мг/кг, но содержание биогенных аминов нормируется на более низком уровне - 50-100, 100-200 и 30 мг/кг для гистамина, тирамина и фенилэтиламина, соответственно. В таблице 2 приведены наиболее распространенные биогенные амины и вещества - прекурсоры, из которых они образуются.

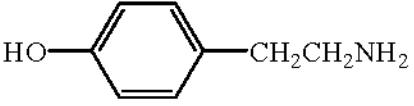
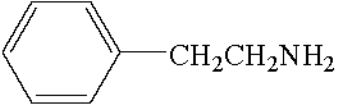
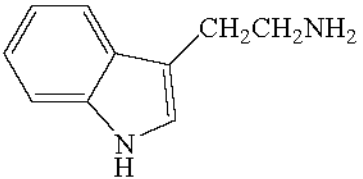
Этилкарбамат (уретан) - образуется в продуктах дрожжевого брожения. Этилкарбамат образуется при метаболизме аспарагина и аргинина с одной стороны и этанола - с другой. Обладает мутагенным и канцерогенным действием.



Его содержание лимитируется на уровне не более 10 мкг/кг в детских напитках и йогуртах, до 400 10 мкг/кг - в алкогольных напитках. Этилкарбамат практически неизбежно образуется в процессах молочнокислого брожения, но его накопление можно ограничить, особенно если касается диетической продукции. Поддержание низкого уровня этилкарбамата достигается путем специальной ферментации сырья, контроля pH в процессе ферментации, а также путем обработки суслу медным купоросом.

Таблица 2. Основные биогенные амины и их предшественники

Амин	Формула	Прекурсор
Этиламин	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$	Аланин
Путресцин	$\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$	Орнитин
Гистамин		Гистидин
Кадаверин	$\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_5\text{NH}_2$	Лизин

Тирамин		Тирозин
Фенилэтиламин		Фенилаланин
Триптамин		Триптофан

2.4. Антипитательные вещества

К данной группе соединений относятся естественные компоненты продуктов питания, не токсичные для человека, но создающие дефицит необходимых организму питательных веществ, т.е. снижающие пищевую ценность продукта питания. Действие антипитательных веществ может проявляться постоянно, т.е. до поступления пищевого продукта в организм человека, в процессе переваривания пищи или после ее усвоения. Антипитательным действием обладают также некоторые пищевые добавки.

В зависимости от механизма действия выделяют три группы антипитательных веществ:

- тип А, вещества, препятствующие перевариванию белков, усвоению аминокислот (антипротеины);
- тип В, вещества, препятствующие поглощению или усвоению минералов (антиминералы);
- тип С, вещества, препятствующие усвоению витаминов, инактивирующие витамины или увеличивающие потребность в них организма (антивитамины).

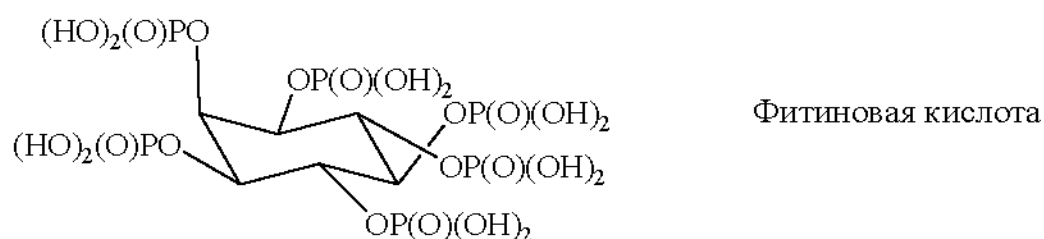
Чаще всего антипитательные вещества содержатся в растениях, но такими свойствами обладают также некоторые пестициды, гормоны, лекарственные препараты. Далее мы рассмотрим только вещества природного происхождения. Следует отметить, что действие антипитательных веществ в целом намного мягче, чем природных токсинов, и проявляется лишь при очевидной разбалансированности диеты. Поскольку неполноценное питание характерно для стран с дефицитом пищевых ресурсов, отрицательные последствия воздействия антипитательных веществ описаны в основном в странах третьего мира. Не стоит и преуменьшать опасности антипитательных веществ для здорового человека, т.к. она связана с неправильным или чрезмерным увлечением диетами и пищевыми добавками, а также с экстремальными условиями питания, региональными, религиозными или сезонными ограничениями потребления определенных видов продуктов питания.

Антипротеины растительного происхождения включают ингибиторы протеаз и лектины.

Ингибиторы протеаз - белки, связывающиеся с активным центром протеолитических ферментов, обеспечивающих начальные стадии переваривания белков. Связывание приводит к снижению активности протеаз (ингибированию фермента). Сначала антипротеины были обнаружены в яйцах. Так был выделен оваингибитор, снижающий активность трипсина. Сходные по строению белки присутствуют в сое, молоке, картофеле, пшенице, люцерне. Соевый ингибитор трипсина - типичная модель во многих исследованиях, проводимых с белками в молекулярной биологии и медицине. Он действует также на эластазу - фермент, катализирующий распад эластина, нерастворимого белка мяса. Обычно ингибиторы протеаз можно инактивировать, термически обрабатывая мясопродукты в течение 30-60 мин.

Лектины - в основном растительные белки, способные связываться с углеводами. Они присутствуют в стручковых, таких как соя, арахис, фасоль, чечевица и горох. Лектины снижают скорость всасывания белков, аминокислот, витамина А и Д через тонкую стенку кишечника, т.е. они относятся не только к типу А, но и к типам В и С. Наиболее токсичен лектин, содержащийся в клецевине - это рицин, вызывающий поражение клеток печени. Действие лектинов можно снизить повышенным потреблением йода. Лектины классифицируют по селективности связывания моносахаров. В соответствии с этим выделяют лектины, взаимодействующие с D-маннозой и D-глюкозой и галактозой. Отравление лектин-содержащими бобовыми - достаточно распространенное явление. Симптомы включают рвоту и диарею и проявляются после употребления сырой фасоли и некоторых других продуктов. По этой причине перед включением в салат бобовые рекомендуется обдавать кипятком. Кулинарная обработка практически полностью исключает лектины из готового продукта. Например, в соевом молоке содержится 0.1% от того количества лектина, которое присутствовало в сырой сое.

Антиминералы присутствуют во фруктах и злаках, их действие проявляется при несбалансированности диеты. Фитиновая кислота - гексафосфат миоинозитола, сильная кислота. Образует нерастворимые соли с большинством двух- и четырехвалентных металлов.



Кроме того, биодоступность металлов снижается вследствие образования смешанных эфиров фитиновой кислоты с участием крахмала. Особенно фитат влияет на поглощение железа, что важно при развитии малокровия и анемии. Фитат железа нерастворим в желудке, а при pH двенадцатиперстной кишки превращается в гидроксид железа. Кроме того, фитиновая кислота мешает поглощению и усвоению ионов цинка, магния, марганца, меди. Важным фактором осаждения солей фитиновой кислоты является совместное действие

нескольких ионов металлов. Например, соли цинка и кальция выпадают при рН 6 (особенно это проявляется в двенадцатиперстной кишке - основном месте поглощения ионов металлов в организме человека). В растениях фитиновая кислота содержится в основном в оболочках семян, т.е. в черном хлебе ее больше, чем в белом. Влияние фитиновой кислоты на поглощение кальция зависит также от витамина Д и липидов. Во многих случаях неблагоприятное влияние фитиновой кислоты снижается под действием фермента фитазы. Он ускоряет реакцию дефосфорилирования фитиновой кислоты. Наиболее высок уровень активности фитазы во ржи. Благодаря фитазе и дрожжам уровень фитиновой кислоты при выпечке хлеба понижается практически до нуля. Фитаза и содержащие фитазу продукты часто добавляют к кормам животных, чтобы восполнить недостаток фосфора и снизить экскрецию фосфатов в окружающую среду. Среднее содержание фитиновой кислоты в ряде пищевых продуктов приведено в табл.3.

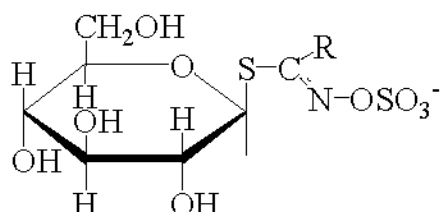
Щавелевая кислота ($H_2C_2O_4$) способна оказывать и токсическое, и антипитательное действие на человека, однако острая токсичность оксалатов проявляется при их суточном потреблении в количестве 4-5 г, что намного выше, чем возможно при естественных уровнях содержания данного вещества в продуктах питания. Более актуально связывание щавелевой кислотой бивалентных катионов металлов. Например, оксалат кальция нерастворим в нейтральной и щелочной средах, хотя и способен к частичному растворению в кислой. Антипитательное действие оксалатов можно предсказать, исходя из соотношения оксалат/кальций в продукте (оксалатный индекс). Если он больше единицы, оксалаты способны оказывать антипитательное действие. Рекордсменом по содержанию оксалата является ревень (8.5), далее по убыванию оксалатного индекса следуют дикий и садовый щавель (5.6 и 5.0), шпинат (4.3), кофе (3.9) и какао (2.6). Для сравнения - чай имеет оксалатный индекс, равный 1.0, картофель - 1.6. Действие оксалатов усугубляется недостатком фосфора, витамина Д и кальция в пище.

Гликозинолаты относятся к классу тиогликозидов. Они могут быть причиной развития заболеваний щитовидной железы в связи с ингибированием переноса йода, необходимого железам внутренней секреции человека.

Таблица 3. Содержание фитиновой кислоты в некоторых пищевых продуктах

Продукт	мг%	Продукт	мг%
<i>Зерновые</i>		<i>Бобовые и овощи</i>	
пшеница	170-280	зеленые бобы	52
рожь	247	бобы	269
кукуруза	146-353	соя	402
рис	157-240	чечевица	295
ячмень	70-300	зеленый горох	12
овес	208-355	горох	82-117
сорго	206-280	цыплячий горох	140-354
гречиха	322	вика	500

просо	83	картофель	14
пшеничные отруби	1170-1439	морковь	0-4
<i>Орехи</i>		<i>Специи</i>	
грецкий орех	120	тмин	153-297
лесной орех	104	кориандр	320
миндаль	189	горчица	392
арахис	205	мускатный орех	162
какао-бобы	169	черный перец	115
фисташки	176	паприка	71



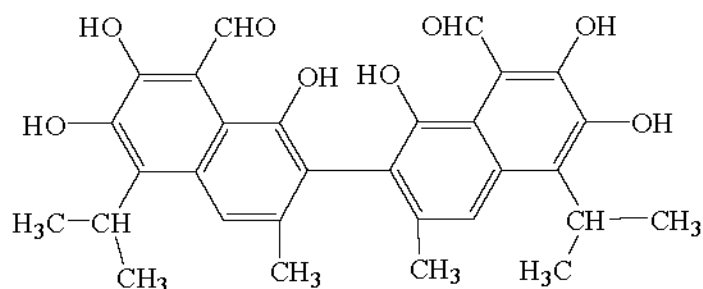
Гликозинолаты

Максимальное содержание гликозинолатов зафиксировано в брюссельской капусте и арахисе. Их много также в капусте, брюкве, они есть в моркови, клубнике и персике. При повреждении растительных тканей, в том числе, в процессе пищеварения, гликозинолаты генерируют истинные действующие вещества - тиоцианаты, изотиацианаты и нитрилы.

Тонкие растительные волокна - совокупное название компонентов клетчатки, не переваривающихся в тонком кишечнике. Состав тонких волокон значительно варьирует в зависимости от их источника и способа получения, но все они включают пектины, нерастворимые белки, танины, волокна гемицеллюлозы и др. Начиная с 70-х годов 20 века тонкие растительные волокна стали использоваться в диетических продуктах как средство улучшения перистальтики кишечника и удаления шлаков из организма человека. Действительно, разумное их употребление улучшает работу кишечника и способствует более активному обмену кальция. Кроме того, неперевариваемые формы целлюлозы приглушают чувство голода, что сделало их очень популярными в различных средствах для похудения. Однако следует помнить, что неумеренное использование любого пищевого компонента не может приносить пользу. Как выяснилось, при злоупотреблении тонкими растительными волокнами организм лишается многих аминокислот и металлов, которые выносятся вместе с волокнами, не перевариваясь и не всасываясь в тонком кишечнике. Например, при содержании их в диетическом продукте на уровне 15% потребление азота снижается на 8%. Это может приводить к развитию различных анемий и других заболеваний обмена веществ даже при полноценном поступлении питательных веществ в организм человека.

Госсипол - желтый пигмент, присутствующий в хлопке и нерафинированном хлопковом масле. Влияние госсипола проявляется только в тех регионах и странах, где хлопковое масло используется в пищу. Например, в Средней Азии хлопковое масло издревле считалось доступным заменителем более дорогим подсолнечному и оливковому маслу. Его популярности также

способствовала более высокая температура дымления, что позволяет повышать температуру приготовления пищи и снижать его расход.



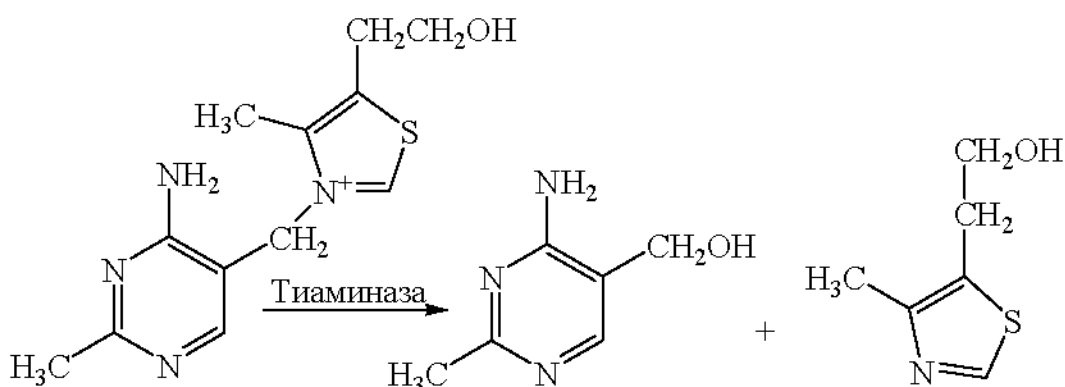
Госсипол

Госсипол проявляет антимиеральные и антипротеиновые свойства, образуя хелатные комплексы со многими ионами металлов и аминокислотами, особенно с лизином. Кроме того, госсипол, связывая кальций, влияет на процессы синтеза половых гормонов, что снижает продуктивную функцию и теоретически может влиять на половую функцию мужчин. Рафинирование хлопкового масла удаляет до 90% содержащегося в нем госсипола. Остаток, порядка 0.8% свободного госсипола, можно удалять, обрабатывая масло известковым молоком.

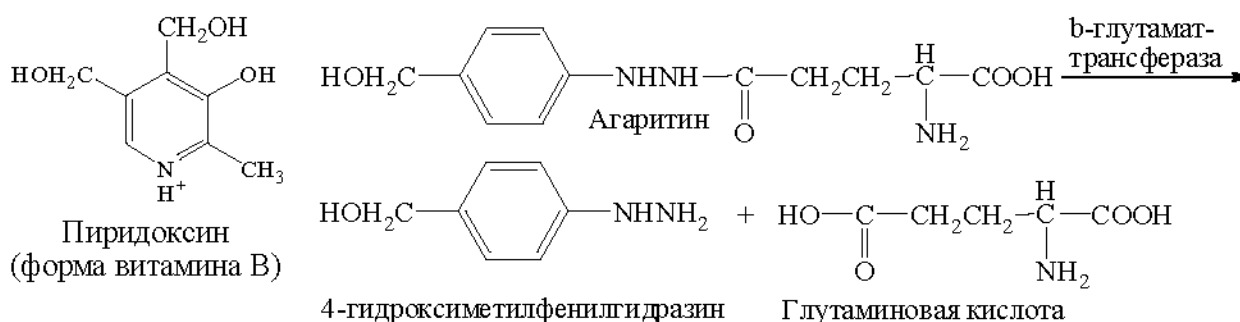
Антивитамины подавляют положительное действие витаминов, либо снижая их устойчивость при хранении и кулинарной подготовке пищевого продукта, либо замедляя всасывание витаминов в желудочно-кишечном тракте человека.

Аскорбатоксидаза - медь-содержащий фермент, ускоряющий окисление витамина С (аскорбиновой кислоты). Аскорбатоксидаза содержится в овощах и фруктах, накапливаясь в основном в стенках сосудов. Механическое повреждение, включая нарезку овощей и фруктов при приготовлении салатов или перед их тепловой обработкой, высвобождает свободную аскорбатоксидазу. Например, содержание витамина С в нарезанном лимоне за час снижается почти вдвое. Защитное действие против аскорбатоксидазы проявляют некоторые природные антиоксиданты, прежде всего, флавоноиды, также присутствующие в растениях, например, кверцетин.

К числу *антиаминовых факторов* относятся природные вещества, ускоряющие разложение витамина В₁ (тиамина). Тиаминазы присутствуют в рыбе, в том числе соленой, крабах и других морепродуктах. Этот фермент содержит небелковый кофактор, близкий по строению к гему гемоглобина. Тиаминазы ускоряют расщепление тиамина. Есть и другие антиаминовые факторы растительного происхождения, например, танины, содержащие галловую кислоту.



Антипиридоксиновый фактор - группа природных соединений, снижающих устойчивость витамина В₆. Это производные гидразина, содержащиеся в повышенных количествах в грибах и некоторых растениях. Действие антипиридоксинового фактора опосредовано некоторыми ферментами, усиливающими их действие.



Например, в грибах содержится агаритин, который под действием фермента глутамат-трансферазы разлагается с выделением действующего начала - 4-гидрокси-метилфенилгидразина. Эффект возрастает при повреждении белков (выделение свободных аминокислот).

Как и в случае других ферментов, снижение влияния антивитаминов достигается кулинарными приемами, направленными на их инактивацию или снижение скорости реакции разложения витаминов. Может помочь кратковременный нагрев нарезанных овощей, например, кипятком или горячим водяным паром, - так называемое бланширование. Такой обработкой пользуются, чтобы сохранить яркий цвет и упругость нарезанных овощей и фруктов, теряющихся в результате окислительных реакций соответствующих пигментов и частичной потери влаги. Тот же прием, оказывается, сохраняет и пищевую ценность продуктов. Также может помочь глясирование - смазывание надрезов и открытой поверхности нарезанных овощей и фруктов густым бульоном или желатином.

Вопросы для самопроверки

1. Какие соединения относятся к эндогенным токсинам растительного происхождения?
2. Что такое "пищевой детергент" ?

3. Что представляют собой пищевые токсины?
4. Приведите классификацию эндогенных токсинов.
5. Приведите примеры природных фенолов.
6. Что представляют собой флавоноиды, в чем заключается их действие на организм человека?
7. Что представляют собой танины, в каких продуктах они содержатся?
8. Приведите примеры специфичных фенолов.
9. Что представляют собой цианогенные гликозиды, в каких продуктах они встречаются и в чем заключается их действие на организм человека?
10. Приведите примеры соединений, являющихся ингибиторами холинэстеразы. Чем обусловлена их токсичность?
11. Чем опасны биогенные амины?
12. Какие вещества относят к природным загрязняющим веществам?
13. Назовите основные источники поступления загрязняющих веществ природного происхождения в продукты питания?
14. Приведите примеры токсинов животного происхождения.
15. Чем опасно микробальное загрязнение продуктов питания?
16. Каким образом происходит загрязнение продуктов микроорганизмами?
17. Назовите основные действующие факторы, связанные с микробальным загрязнением продуктов питания.
18. Приведите классификацию токсинов в соответствии с их источником и характером действия.
19. Приведите классификацию бактериальных токсинов.
20. Каким образом можно обезопасить себя от попадания в пищу бактериальных токсинов?
21. Что представляют собой микотоксины? Назовите основные микотоксины.
22. Чем опасны афлатоксины?
23. Каково биологическое действие алкалоидов спорыньи на организм человека?
24. В чем заключается действие охратоксина А?
25. Приведите примеры токсичных бактериальных метаболитов.
26. Каковы симптомы отравления биогенными аминами?
27. Каким образом можно снизить содержание этилкарбамата в продуктах питания?
28. Что представляют собой антипитательные вещества? Приведите примеры.
29. Приведите классификацию антипитательных веществ по механизму действия.
30. Что представляют собой антипротеины? Каково их действие?
31. Что представляют собой антимиералы? В каких продуктах они содержатся?
32. В чем заключается антипитательное действие оксалатов?
33. Чем опасны гликозинолаты?
34. Каковы последствия употребления тонких растительных волокон?
35. В чем заключается влияние госсипола?
36. Что представляют собой антивитамины? Приведите примеры антивитаминов. Каково их воздействие на организм человека?

37. Каким образом можно избежать влияния антивитаминов?

Глава 3. Пищевые добавки

Пищевые добавки – природные или искусственные вещества и их соединения, специально вводимые в пищевые продукты в процессе их изготовления в целях придания пищевым продуктам определенных свойств и (или) сохранения качества пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1293-03). Большинство пищевых добавок не имеют, как правило, пищевого назначения и являются биологически инертными для организма. Все пищевые добавки должны удовлетворять строгим критериям пищевой безопасности, связанным не только с самими веществами, но и с потенциальными продуктами их превращения в пищевых продуктах или организме человека. Тем не менее, именно пищевые добавки вызывают самый большой общественный резонанс в связи с пищевой безопасностью человека. Это обусловлено несколькими причинами. Во-первых, присутствие пищевых добавок широко рекламируется, а их содержание определяется стандартами подготовки пищевого продукта и, как правило, известно, что облегчает нормирование их присутствия в продукте. Во-вторых, в западных странах памятен шок 70-х годов, когда в связи с появлением новых тестов канцерогенных свойств химических соединений (тест Эймса), после чего сначала в США, а затем и в Европе из оборота были выведены десятки потенциально опасных пищевых добавок. Длительное время после этого списки разрешенных добавок уточнялись и сокращались. Это процесс продолжается до сих пор, например, недавно из числа разрешенных добавок были исключены консерванты - эфиры *n*-гидроксibenзойной кислоты.

В соответствии с требованиями международных организаций, введение пищевых добавок не может менять естественных характеристик продукта или привносить в него чужеродные биологические материалы, требующие дополнительной обработки. Помимо традиционных целей (улучшение вкуса, аромата, цвета, текстуры), современные пищевые добавки часто преследуют чисто технологические цели, облегчая кулинарную обработку продукта или использование нетрадиционных технологий производства пищи. Например, к ним относятся антипригарные препараты, облегчающие процесс жарения, ферменты, ускоряющие приготовление мяса и рыбы, катализаторы и осветлители, удаляющие взвешенные частицы отваров и бульонов и т.д. Но в основном функции добавок остаются неизменными уже более 10 000 лет - это сохранение продукта или улучшение его пищевой привлекательности.

Число разрешенных к употреблению пищевых добавок достаточно велико. Так, в США разрешено к употреблению порядка 1600 непитательных веществ. В Европе к так называемому списку E в 1995 году относилось около 400 соединений. Расхождение связано с разными подходами к критерию безопасности. Так, в США помимо соединений, прошедших специальные тесты на острую и хроническую токсичность и канцерогенность, разрешены к использованию традиционно употребляемые добавки, если с 1958 г. для них не установлено вредных последствий для здоровья и если они не входят в

специальные списки промышленно выпускаемых токсичных веществ. Кроме того, к пищевым добавкам в США относят крахмал, декстрозу, т.е. природные компоненты, не свойственные продукту, свойства которого улучшаются. В Европе пищевые добавки - обычно индивидуальные соединения, в основном синтезированные искусственно.

В соответствии с технологическим предназначением пищевые добавки можно классифицировать следующим образом:

1). Пищевые добавки, определяющие органолептические свойства продукта, включающие улучшители консистенции (загустители, гелеобразователи, стабилизаторы, эмульгаторы и пенообразователи; вещества, препятствующие слеживанию и комкованию; регуляторы pH пищевых систем); улучшители внешнего вида (пищевые красители, стабилизаторы и фиксаторы цвета); ароматизаторы (эфирные масла и ароматические эссенции); вкусовые вещества (подслащивающие вещества, соленые вещества; добавки, усиливающие и модифицирующие вкус и аромат; пряности; кислоты).

2). Пищевые добавки, замедляющие микробную окислительную порчу продуктов: консерванты, антиокислители, антибиотики.

3). Технологические пищевые добавки: ускорители технологических процессов (ферментные препараты); фиксаторы миоглобина; улучшители муки и хлеба (вещества для отбеливания муки, улучшители качества хлеба); полирующие средства; вспомогательные средства (осветляющие, фильтрующие материалы, флокулянты, сорбенты; катализаторы; растворители; питательные вещества для дрожжей; моющие и очищающие средства, пеногасители и др.)

В соответствие с международной классификацией, в Европейском сообществе изученным пищевым добавкам присваивается единый индекс, состоящий из буквы "Е" и порядкового номера. Номера E100-E199 присвоены пищевым красителям, E200-E299 - консервантам, E300-E399 - антиоксидантам, E400-E599 - стабилизаторам и эмульгаторам, E600-E699 - усилителям вкуса и аромата, E900-E999 - вспомогательным добавкам. Так, к числу наиболее распространенных антиоксидантов относятся аскорбиновая кислота (E300), ее соли и эфиры (E301, E305), лимонная кислота и цитраты (E300-E304), фосфорная кислота (E338) и т.д. Наличие шифра пищевой добавки на этикетке товара является общим требованием к производителю и торговцу и обязательно в нашей стране и за рубежом. Наличие указанных шифров говорит не о потенциальной опасности товара, а скорее свидетельствует о том, что он прошел токсикологический контроль, поскольку шифры присваиваются только тем веществам, физиологическое действие которых, включая острую и хроническую токсичность, исследовано надлежащим образом. Тем не менее, задачи скрининга и замены токсичных компонентов менее опасными аналогами остаются на повестке дня.

История использования пищевых добавок насчитывает столетия. Дым, алкоголь, винный уксус, растительное масло использовали для улучшения сохранности продуктов при хранении более 10 000 лет назад. Наряду с некоторыми химикатами (соль, уголь, соединения меди, мел), они были основными пищевыми добавками вплоть до начала промышленной революции. С этого момента число добавок возрастало лавинообразно, в основном в связи с

попытками производителей сделать продукты более разнообразными и привлекательными. Ситуация изменилась, как отмечалось выше, в связи с осознанием потенциальной опасности добавок. Начиная с 80-х годов, общее число применяемых добавок неуклонно сокращается. В настоящее время используется порядка 2500 различных добавок, большинство из которых введено в оборот начиная с 50-х годов 20 века.

Следует отметить, что количества вносимых в продукт добавок, как правило, очень малы. Они составляют в расчете на суточную дозу потребления продукта десятки миллиграммов. Исключение составляют традиционные компоненты и их аналоги. Например, глутамат натрия - усилитель вкуса - является традиционным компонентом кухни Юго-Восточной Азии и Японии, где его используют в количествах, ненормально больших с точки зрения европейца - до нескольких граммов в расчете на ужин или обед. Это в десятки раз больше, чем количество того же глутамата, присутствующего в пищевых концентратах, доступных в Европе (сухие бульонные кубики, суповые концентраты, полуфабрикаты готовых блюд для приготовления в духовом шкафу или микроволновой печи). То же относится к уксусу, перцу (природный консервант), некоторым другим пряностям. Чем более жаркий климат, тем выше содержание традиционных пищевых добавок в этнической кухне.

Напротив, синтетические добавки отличаются сверхмалым количеством, вносимым в готовый продукт. По этой причине риски, связанные с такими соединениями, распространяются не только на потребителей продукта, но и на рабочих, занятых на их производстве и введении в состав полуфабрикатов. Работа с высококонцентрированными растворами таких добавок, а также их синтез, связаны с рисками проявления прямых и отложенных (долгосрочных) токсических эффектов. К ним относятся не только воздействие добавок на обонятельные и вкусовые рецепторы, но и нефротоксическое действие, подавление иммунитета и повышение риска онкологических заболеваний.

После обнаружения канцерогенов в числе пищевых добавок под давлением общественного мнения требования были ужесточены настолько, что ряд пищевых добавок попал под запрет на основании данных о возможном неблагоприятном влиянии количеств веществ, несопоставимо больших по сравнению с используемыми в продуктах питания. Примером может служить сахарин, который сначала был запрещен в США, а затем реабилитирован на основании уточненных данных о токсичности как исходного вещества, так и побочных продуктов его синтеза. Следует отметить, что контролирующие органы США более жестки в плане ограничения применения пищевых добавок при малейшем сомнении в их безопасности. Европа, а вместе с ней и Россия, более прагматична, учитывая риски, связанные с пищевыми добавками, в контексте конкретных условий их применения. В результате некоторые соединения допущены к производству в США, но их включение в состав пищевых продуктов возможен только для продукции, реализуемой за пределами США.

В настоящее время вопрос приемлемости пищевых добавок является вопросом скорее культурно-историческим или религиозно-культурным. Если человек предпочитает готовить сам, он подвергает себя малому риску

воздействия посторонних веществ, хотя полностью избежать их не удастся - даже поваренная соль может содержать соединения, понижающие ее гигроскопичность и склонность к комкованию. Напротив, люди, питающиеся "фаст-фудом", регулярно использующие полуфабрикаты, в том числе, традиционных для его культуры блюд, принимают значительно больше синтетических соединений, как по ассортименту, так и по абсолютным количествам. Вероятно, часть из них воспринимается как неизбежная плата за снижение трудоемкости процесса приготовления пищи, высвобождение дополнительного свободного времени, но часть таких добавок - попытка воспроизвести устойчивые характеристики блюд, прививаемые теми же культурными стереотипами, которые считают применение пищевых добавок предосудительным. Примером могут служить многочисленные добавки, имитирующие вкус и аромат продуктов копчения ("жидкий дым"). Копчение - один из древнейших способов приготовления запасов скоропортящихся продуктов. Потенциальная опасность соединений, образующихся при этом, стала понятна достаточно поздно. Тем не менее, люди не могут отказаться от привычного вкуса и вида копченых изделий, достигаемых сейчас уже далеко не процессом собственно копчения, а применением имитирующих заменителей. Интересно, что в ряде случаев при использовании "жидкого дыма" токсичность конечного пищевого продукта даже снижается по сравнению с полностью натуральным аналогом.

Если прямой эффект применения пищевых добавок - их острая и хроническая токсичность - уже не представляет значительного интереса в силу принятия жестких нормативов качества, побочный эффект остается достаточно актуальным. Речь идет о появлении в ассортименте продуктов с невысокими пищевыми качествами, в которых пищевые добавки играют маскирующую роль, имитируя более качественный натуральный продукт. Такую же роль пищевые добавки играют в диетических продуктах, пытаясь компенсировать заметную потерю привлекательности при удалении из них жиров, углеводов, других питательных компонентов. Помимо разрешенного использования, пищевые добавки часто употребляют в связи с выпуском контрафактной, менее качественной продукции под марками более дорогих и качественных натуральных продуктов. Примером могут служить спиртные напитки. Одним из самых распространенных случаев фальсификации ликеров и настоек является замена весьма дорогостоящих экстрактов из природного сырья синтетическими аналогами. Даже в благополучной Европе зафиксированы случаи отравления контрафактными ликерами, загущенными этиленгликолем и глицерином, распространены дешевые аналоги вермутов и бренди, не имеющие отношения к полыни или солоду. Все это представляет проблему уже не только с точки зрения здоровья населения, но и с точки зрения экономической безопасности общества.

Рассмотрим некоторые примеры использования синтетических пищевых добавок, неоднозначных с точки зрения их потенциальной опасности для человека.

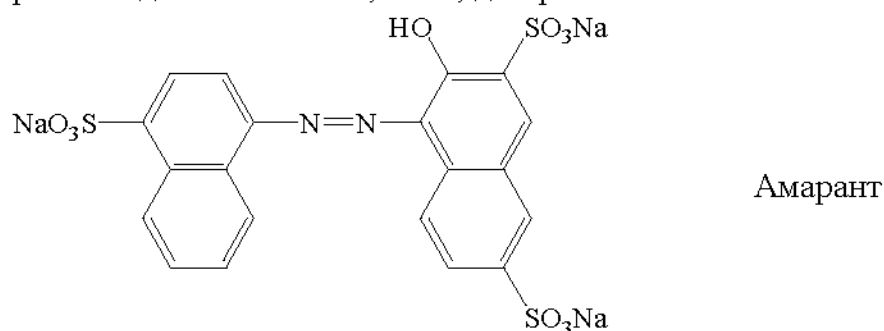
Красители, применяемые в качестве пищевых добавок, могут полностью воспроизводить структуру природного аналога (как говорят, идентичные

натуральному) или иметь совершенно другое строение. Использование пищевых красителей абсолютно неоправданно с точки зрения диетологии. Их единственная цель - сделать продукт более привлекательным с точки зрения внешнего вида. Иногда красители добавляют для маскировки неприятных изменений, происходящих с натуральными цветами при хранении продуктов. Например, нитриты издавна использовали для придания колбасным изделиям коричневого оттенка и маскировки неприятного розоватого цвета натуральных вареных колбас и сосисок. Интересно, что после обнаружения потенциально канцерогенных свойств нитритов даже традиционные поставщики натуральных продуктов стали заменять его менее опасными красителями естественного производства - свекольным соком и некоторыми синтетическими добавками. Некоторые цвета вообще невозможно сохранить на основе природных компонентов. Например, любые способы переработки киви приводят к утрате ярко-зеленого цвета мякоти, а образующаяся буро-коричневая масса настолько неэстетичная, что сдерживает более широкое использование этого ценного фрукта. По той же причине киви собирают недозрелыми, а его созревание в ящиках сопровождается значительными потерями вкусовых качеств. Современные продукты со вкусом киви - мороженое и кондитерские изделия ядовито-зеленого цвета, - не более чем достижения химии пищевых добавок. При этом природные естественные красители зеленого цвета имеются, хотя и не столь яркие, как в случае натурального киви. Пример - экстракт тархуна или мяты, составляющие основу некоторых прохладительных напитков и спиртовых настоев (безалкогольный "Тархун", ликер "Бенедиктин" и некоторые другие). Именно красители были источниками наибольшей опасности для здоровья человека до внедрения тестов токсичности. В 1920 г. были зафиксированы случаи заболевания женщин, употреблявших маринованные огурцы, подкрашенные сульфатом меди. Описаны случаи употребления сурика и сульфида свинца для подкрашивания сыров, хромата свинца - карамели, арсената меди - пудинга. В начале 20 века молочники подкрашивали молоко желтыми пигментами, чтобы замаскировать его низкую жирность.

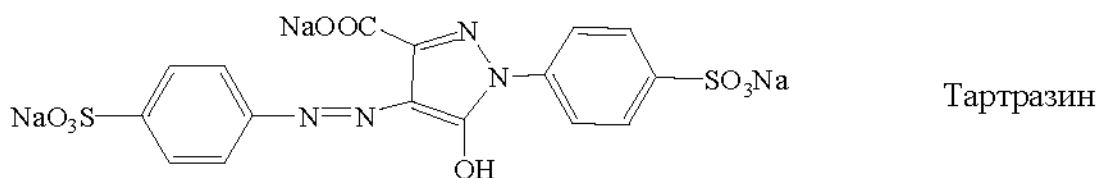
Синтетические красители превосходят натуральные по интенсивности окраски, стабильности, контрастности. С ними легче работать, поскольку они позволяют использовать более длительную тепловую подготовку или более высокие температуры жарки и тушения. В конечном итоге, синтетические красители снижают себестоимость полуфабриката. Это привело к тому, что как только был налажен выпуск синтетических органических красителей, их стали использовать в пищевой промышленности. Начало было положено еще в 1856 г., когда появился первый специализированный краситель, специально разработанный для пищевых продуктов. Но сейчас число синтетических красителей весьма умеренно - около 80. Они разделяются на две группы. Первую составляют красители, подлежащие обязательной сертификации. Это синтетические азокрасители, производные трифенилметана, ксантина и индиго. Вторую группу, не требующую сертификации, образуют инертные минеральные пигменты (диоксид титана, карбонат кальция, оксиды железа), а также красители, натуральные или идентичные натуральным - антацианины, хлорофиллы, каротин, рибофлавин и другие.

Рассмотрим некоторые красители, подлежащие сертификации.

Амарант - тринатриевая соль 1-(4-сульфо-1-нафтилазо)-2-нафтол-3,6-дисульфоновой кислоты - разрешен к употреблению в странах ЕС. Это один из первых синтетических красителей, официально одобренных к употреблению в пищевых продуктах Федеральным законом США от 1906 г. Ограничения на использование амаранта в США было инициировано в 1971 г. исследованиями, установившими статистически значимый эмбриотоксический эффект амаранта. В 1980 г. он был окончательно исключен из списка разрешенных пищевых добавок в США, хотя продолжает использоваться в Канаде, Японии, некоторых странах Европы. Это краситель красного цвета, применяемый в консервированных супах, овощных консервах, в качестве добавок в кондитерские изделия и фруктовые соки. Его широко применяют в готовых кондитерских изделиях - кексах, желе, десертах.



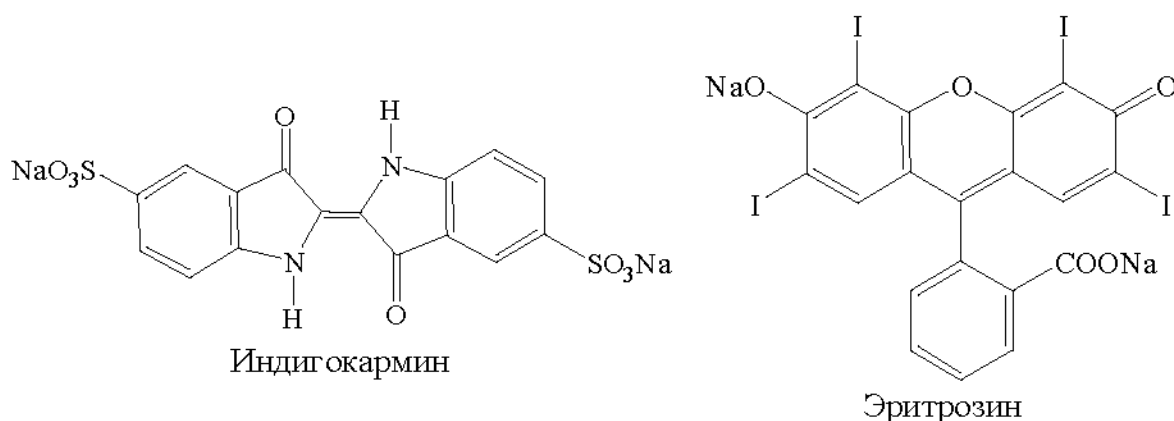
Тартразин (желтый пигмент) - (5-гидрокси-1-(*n*-сульфофенил)-4-(*n*-сульфофенилазо)пиразол-3-карбоновая кислота. Он используется в копченой рыбе, жевательной резинке, прохладительных напитках, но при избыточном потреблении может вызывать аллергическую реакцию, разрешенная суточная доза составляет 7.5 мг/кг живого веса. Также описано неиммунологическое действие тартразина, выражающееся в увеличении частоты приступов астмы. Данный краситель используется в пищевой промышленности с 1916 года и является одним из наиболее часто употребляемых синтетических красителей.



Индигокармин получают путем сульфирования индиго. Это синий, иногда красноватый порошок, хорошо растворимый в воде и имеющий в растворе интенсивно синий цвет. Разрешенная суточная доза индигокармина составляет 2.5 мг/кг, для сравнения, оценка потребления данного красителя в Великобритании дала величину, в 1000 раз меньшую. В опытах на животных установлено раздражающее действие индигокармина на кожу и слизистые оболочки, но данный препарат не способен аккумулироваться и не образует токсичных продуктов метаболизма. Основные количества индигокармина используются в производстве карамели и другой кондитерской продукции.

Эритрозин, как и амарант, используется в пищевой промышленности с 1907 г. Он обладает низкой острой токсичностью (среднесмертельная доза,

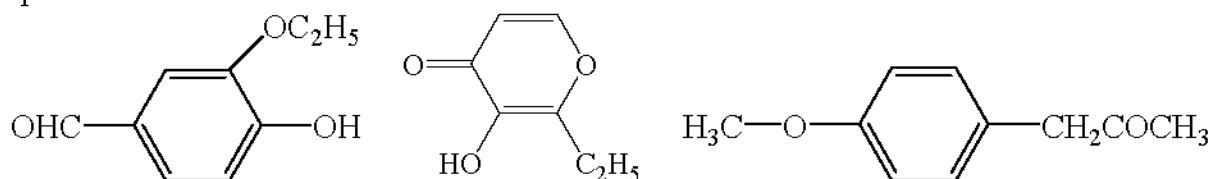
установленная в опытах на крысах, 7.4 г/кг живого веса) и не накапливается в живых организмах. Эритрозин также неблагоприятно действовал на щитовидную железу при концентрации в рационе более 5%. Однако в физиологически обоснованных дозах неблагоприятного действия данного красителя не обнаружено. В организме протекает реакция деиодирования эритрозина с образованием ряда производных флюоресцеина. Рекомендованное суточное потребление составляет 0.05 мг/кг.

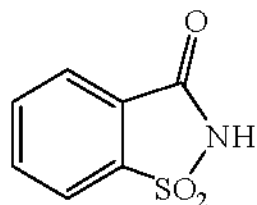


Природные красители извлекаются из пигментированных биологических тканей, заведомо не обладающих токсическим или ядовитым действием, поэтому в их отношении регуляторные ограничители не столь строги. К наиболее распространенным относятся пигменты свеклы, моркови, хлорофилл, рибофлавин. К их недостаткам относятся меньшая устойчивость при нагревании и длительном хранении, а также несовместимость с некоторыми природными компонентами - липидами, белками, ароматами и т.д.

Ароматизаторы составляют основное число пищевых добавок - всего более 1500 соединений. Большинство современных ароматизаторов - натуральные компоненты природных продуктов или синтетические соединения, идентичные натуральным, что не дает оснований сомневаться в их безопасности. Тем не менее, следует иметь в виду, что синтетические продукты могут содержать побочные продукты, а натуральные ароматизаторы лучше действуют в естественном окружении, т.е. в виде натуральных водных и спиртовых экстрактов, содержащих, помимо действующего начала, еще и дополнительные компоненты, оказывающие стабилизирующее, антиоксидантное действие или усиливающие аромат основного компонента.

Многие ароматизаторы относятся к числу ароматических альдегидов и спиртов, некоторые модификации, например, введение защитных групп, предохраняющих амино- и гидроксильные группы от окисления, повышают устойчивость и срок хранения при сохранении присущего исходному веществу аромата.



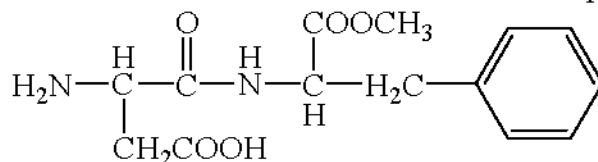


Сахарин

В 1951 году было опубликовано первое свидетельство возможного канцерогенного действия сахарина (увеличение частоты развития лимфосаркомы крыс, потреблявших корм с 5% содержанием сахарина). В 70-х годах после дополнительных исследований употребление сахарина в США было значительно ограничено. В 1977 г. было официально предложено вывести сахарин из числа разрешенных пищевых добавок. Впоследствии было установлено, что канцерогенность сахарина скорее относится к побочному продукту его синтеза - о-толуилсульфонамиду. Тем не менее, еще 20 лет назад на пакетиках с сахарином, продававшимся в США, была надпись, предупреждавшая, что потребитель сахарина уведомлен о возможном риске развития раковых заболеваний. Сейчас, в связи с более качественной очисткой и уточненными данными тестирования, сахарин "оправдан". Считается, что суточное потребление до 300 мг сахарина в день не несет риска увеличения частоты канцерогенеза.

Сахарин в 450 раз слаще сахарозы. Примерно 50% сахарина употребляется вместе с прохладительными напитками, его доля в общем количестве сладких веществ составляет около 90% в США и не менее 15% в Европе. Допустимая суточная доза употребления сахарина составляет 25 мг/кг в день в США и не более 15 мг/кг в день в Европе.

Аспартам был синтезирован в начале 60-х годов 20 века, его сладкий вкус был установлен позднее и фактически случайно, поскольку по своей формуле этот дипептид никак не напоминал известные в то время подсластители.



Аспартам

Промышленное производство аспартама началось в 80-х годах, сейчас он занимает 2-3 место после сахарина и цикламатов. Доля последних неуклонно снижается в силу подозрений в канцерогенности некоторых побочных продуктов синтеза. Аспартам в 200 раз слаще сахарозы, особенно хорош в сухих продуктах. Допустимая суточная доза - до 40 мг/кг. Аспартам используется в составе жевательной резинки, прохладительных напитков, в качестве подсластителя вместо сахара при приеме пищи и др. - всего в более чем 5000 наименованиях продуктов. Однако следует помнить, что аспартам термически неустойчив, его нельзя использовать в домашней кулинарии при выпечке тортов и т.д. В желудочно-кишечном тракте аспартам распадается на составляющие его аминокислоты - аспарагиновую и фенилаланин. Единственная опасность установлена для больных фенилкетонурией, которые в силу генетического дефекта не способны к метаболизму фенилаланина. На всех продуктах,

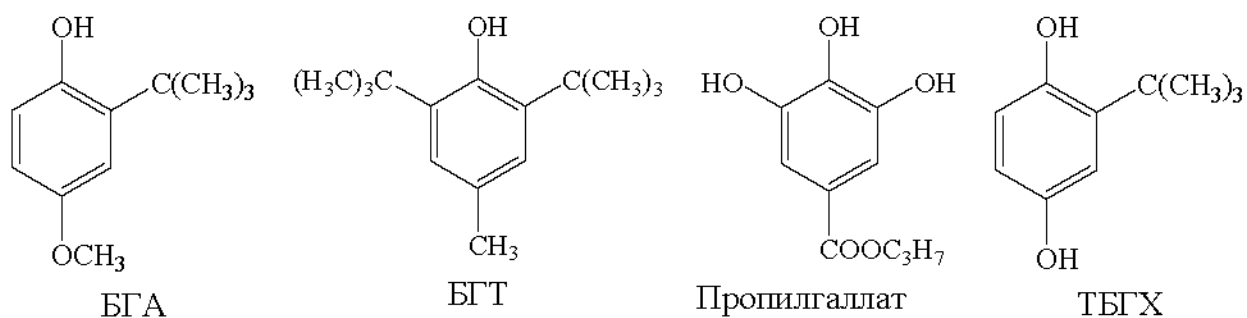
содержащих аспартам, должно быть соответствующее предупреждение. Аспартам также не рекомендован беременным и кормящим женщинам.

Цикламат натрия (кальция) ($C_6H_{11}-NHSO_3Na$) используется как подсластитель в пищевой промышленности с 1950 г. Он в 30 раз слаще сахарозы и примерно в 10 раз менее сладок, чем сахарин. Он термоустойчив и сохраняет вкус при замораживании и длительном хранении. Основное преимущество цикламата - отсутствие послевкуся. Сахарин в количестве более 0.1% оставляет горький привкус, достаточно устойчивый и передающийся на другие продукты. Чаще всего цикламат используется в смеси с сахарином в соотношении 10:1. В таком виде он применяется как заменитель сахара в газированных напитках, сухих смесях и кондитерских изделиях. В конце 1960-х годов появились сведения о возможной связи цикламатов с развитием некоторых видов карциномы. В результате в 1968 году он был выведен из перечня разрешенных пищевых добавок. В 1984 году цикламат и его метаболит, циклогексиламин, были выведены из числа активных карциногенов. Тем не менее, цикламаты не используются в пищевой промышленности на территории США, хотя Всемирная организация здравоохранения и Европейское сообщество не накладывают ограничений на его использование. Суточное безопасное потребление цикламатов, установленное расчетным путем исходя из его метаболизма, составляет 11 мг/кг живого веса в день. Для диетического питания цикламат разрешен, но не рекомендован детям, беременным и кормящим женщинам.

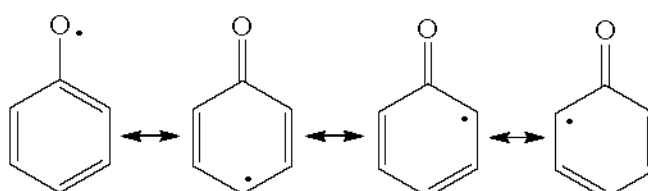
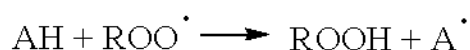
Ацесульфам калия - почти в 200 раз слаще сахарозы. Часто используется в производстве безалкогольных и растворимых напитков, мороженого, сладостей, жевательной резинки и даже входит в состав лекарственных средств. Ацесульфам хорошо выдерживает температурную обработку, при комнатной температуре может храниться до 8 лет. Впервые был синтезирован в начале 1970-х годов, с конца 1980-х одобрен в ряде стран. Ацесульфам употребляется часто вместе с аспартамом.

Антиоксиданты первоначально использовали исключительно для предотвращения окисления жирных кислот растительных и животных масел. Продукты окисления придают пищевым продуктам характерные вкус и запах прогорклости, связанные с образованием непредельных летучих альдегидов и кетонов, а также грязно-желтый цвет. Большинство антиоксидантов, используемых как добавки в масла - фенолы, синтетические (бутилированные гидроксианизол, БГА, и гидрокситолуол, БГТ, пропилгаллат, трет-бутилгидроксифинон, ТБГХ) и природные.

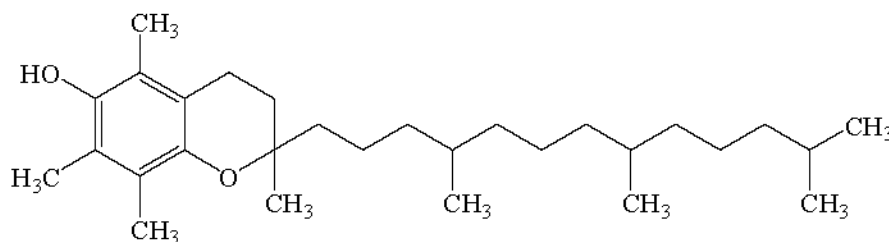
БГА - самый распространенный представитель данного класса антиоксидантов. Он не обладает тератогенным и мутагенным эффектом, хотя может оказать раздражающее действие на чувствительную кожу. Безопасное суточное потребление БГА составляет до 5 мг в день.



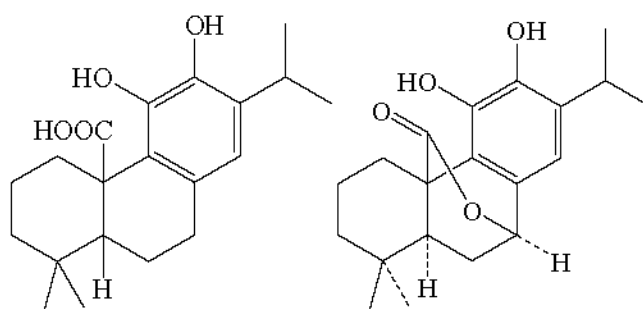
Фенолы, взаимодействуя с перекисными промежуточными продуктами окисления жирных кислот, образуют стабильные малоактивные радикалы, прерывая тем самым цепь радикального окисления.



К числу природных антиоксидантов - стабилизаторов масла - относится *токоферол* (витамин Е):



По своей силе многие природные антиоксиданты превосходят синтетические. Пример - компоненты экстракта из розмарина, многократно более активные, чем синтетические фенолы:



Антимикробные препараты препятствуют или снижают скорость роста микроорганизмов. Они способствуют увеличению продолжительности хранения продуктов, в том числе, при комнатной температуре. Такие соединения

называются консервантами, хотя антимикробным действием обладают и другие пищевые добавки. Следует отметить, что использование антимикробных препаратов, безусловно, было полезно при развитии пищевой промышленности, поскольку позволило сократить потери пищевого сырья и частоту заболеваний, обусловленных употреблением некондиционных продуктов, в период, когда методы стерилизации еще не были столь эффективными, как сейчас. В современный период использование антимикробных препаратов, особенно синтетических, в большей степени на руку производителю товара, поскольку позволяет увеличить срок его реализации и снизить расходы на хранение при пониженной температуре. Соблюдение технологий переработки, упаковки товара снижает риск микробного загрязнения, в том числе, позволяя обойтись без сильнодействующих препаратов. Все антимикробные препараты можно условно разделить на естественные и синтетические. К первым относятся некоторые продукты брожения (уксусная, молочная, пропионовая кислоты и этанол), а также естественные компоненты овощей и фруктов (лимонная, сорбиновая, аскорбиновая кислоты). Накопление естественных консервантов объясняет также сохранение продуктов в условиях брожения (квашение капусты, получение кисломолочных продуктов, вина и т.д.). К самым распространенным синтетическим консервантам относятся производные бензойной кислоты, а также сульфиты и нитриты. Интересно, что нитрит сначала использовали исключительно для улучшения цвета и запаха мясopодуктов, например, имитации цвета и запаха копченого мяса и улучшения текстуры продукта. Его антимикробные свойства были обнаружены в 1920-х годах, в частности, способность подавлять развитие *Clostridium botulinum* и синтез токсина ботулизма. Однако при длительном употреблении с мясными продуктами нитрит вызывает недостаток кислорода во внутренних тканях, повышает вероятность развития рака за счет образования нитрозаминов, обладающих сильными канцерогенными свойствами. Температурная обработка может повысить уровень нитрозаминов в мясных продуктах. По этой причине, в частности в Западной Европе, стали выпускать полуфабрикаты мясных изделий, предназначенные специально для запекания на гриле и шампурах. Такие сосиски для барбекю не содержат нитритов и поэтому имеют неаппетитный бело-серый цвет, однако они более безопасны для здоровья потребителя. Образованию нитрозоаминов препятствуют аскорбиновая кислота, сульфиты, цистеин и танины.

Улучшители консистенции - вещества, используемые для создания необходимых или изменения существующих физико-химических (реологических) свойств пищевых продуктов. К их числу принадлежат добавки различных классов: загустители, гелеобразователи, эмульгаторы, стабилизаторы консистенции, пенообразователи; вещества, препятствующие слеживанию и комкованию, регуляторы рН пищевых систем. Химическая природа данной группы пищевых добавок разнообразна. Так, в качестве *загустителей* используют желатин, пектины, агар, камеди, а также модифицированные целлюлозы и крахмалы. *Эмульгаторы* представлены лецитинами, моно- и диглицеридами жирных кислот, эфирами молочной кислоты и др. *Стабилизаторы консистенции* поддерживают и сохраняют однородную смесь

двух или более несмешиваемых веществ в пищевом продукте. Основные представители - ацетат кальция, жирные кислоты, целлюлоза и модифицированные целлюлозы. В последние годы используются комплексные стабилизационные системы, состоящие из эмульгатора, стабилизатора и загустителя. Применение данной группы добавок незаменимо в производстве майонезов, соусов, пастилы, мармелады и др. *Регуляторы pH пищевых систем* применяют для изменения кислотности пищевого продукта. Они обладают подкисляющим (уксусная, молочная, лимонная, яблочная кислота и др.) или подщелачивающим действием (карбонаты и гидрокарбонаты натрия, калия, аммония, магния и др.).

Список разрешенных пищевых добавок для производства пищевых продуктов или продажи населению постоянно пересматривается и обновляется в связи с получением новых научных данных об их свойствах и внедрении новых препаратов. Следует отметить, что в нашей стране список разрешенных пищевых добавок значительно меньший, чем за рубежом, например в США или странах Западной Европы (соответственно, 250 и около 500 соединений).

Вопросы для самопроверки

1. Что такое пищевые добавки? С какой целью они используются?
2. Чем опасны пищевые добавки?
3. Назовите основные виды пищевых добавок.
4. Назовите исторически первые пищевые добавки.
5. Чем опасны синтетические пищевые добавки?
6. Каким образом можно обезопасить себя от неблагоприятного воздействия пищевых добавок?
7. В чем заключается неблагоприятное воздействие пищевых красителей?
8. Приведите примеры синтетических и природных пищевых красителей.
9. Что представляют собой ароматизаторы?
10. Какие вещества относятся к усилителям вкуса?
11. Какие подсластители используются в промышленности? Чем они опасны?
12. С какой целью в продукты питания добавляют антиоксиданты? Приведите примеры антиоксидантов.
13. Каким действием обладают антимикробные препараты?
14. Приведите примеры естественных и синтетических антимикробных препаратов.
15. В чем заключается неблагоприятное воздействие консервантов?

Глава 4. Питательные вещества

Пищевые вещества служат для поддержания жизненных процессов в организме человека. Они включают так называемые макропитательные вещества (жиры, углеводы и белки), а также витамины и минералы, присутствующие в продуктах питания в несоизмеримо меньших количествах, но необходимые для нормального развития. Организм сам благодаря биохимическим процессам

регуляции поддерживает определенный уровень метаболизма, определяющийся уровнем потребности в энергии. Регуляторные возможности в достаточно широких пределах варьируют уровень потребления питательных веществ, откладывая запасы (гликоген, жиры) при избытке питания или используя их в периоды голодания. Это в значительной степени снижает риски, обусловленные несбалансированной диетой. Исключая хроническое переедание или недостаток пищевых ресурсов, вызванные скорее социальными, нежели биохимическими (медицинскими) причинами, неприятные последствия, обусловленные недостатком каких-либо питательных веществ, связаны с генетическими нарушениями. Это может быть уже упоминавшаяся фенилкетонурия, неспособность перерабатывать лактозу, низкая активность протеолитических ферментов. Кроме того, организм человека особо чувствителен к несбалансированному питанию в определенных физиологических состояниях (беременность, гормональная перестройка) и при инфекционных заболеваниях.

4.1. Макропитательные вещества

Жиры (триацилглицериды) - основные источники энергии в наиболее концентрированной форме. В расчете на единицу массы окисление жиров дает в шесть раз больше энергии, чем при окислении глюкозы. Кроме того, окисление жиров дает организму воду, строительные блоки синтеза липидов, гормонов, ряда других жизненно важных соединений. Высокая степень концентрации метаболической энергии компенсируется относительно медленной скоростью мобилизации данного ресурса: заметное окисление жиров начинается после использования так называемых мобилизуемых ресурсов - моносахаридов и свободных белков и аминокислот. Например, при лечебном голодании включение в метаболизм жиров происходит только на третий день.

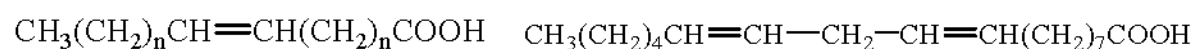
Жирная пища вкусна. Особенно заметное влияние жиры оказывают на вкус жареной или тушеной пищи. Это один из адаптивных механизмов, заставляющих человека инстинктивно выбирать наиболее энергетически богатую пищу. Это было оправданно, когда был хронический дефицит пропитания. Сейчас это не имеет эволюционного обоснования, и с избыточной калорийностью продуктов питания приходится бороться, подбирая заменители, воспроизводящие вкус более жирного аналога. Происходит закономерное снижение содержания жиров в основных продуктах питания - молоке, масле, молочнокислых продуктах. В них вводятся загустители и эмульгаторы, позволяющие сохранить их текстуру и вкус при меньшем содержании жиров.

Процесс метаболизма жиров связан с окислением первично образующихся жирных кислот. Пищевые жирные кислоты могут быть насыщенными, то есть содержать одну или несколько двойных C=C связей.



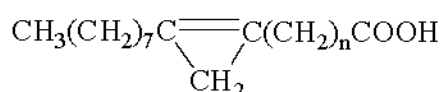
Эруковая кислота

Пальмитолевая кислота



n = 7: Олевая кислота

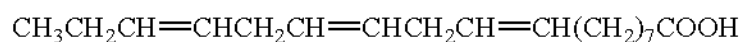
n = 9: Цетолевая кислота



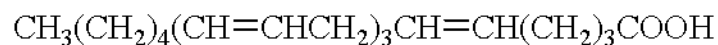
n = 6: Мальвовая кислота

n = 7: Стеркулевая кислота

Линолевая кислота



Линоленовая кислота



Арахидоновая кислота

Основная проблема их метаболической утилизации связана с продуктами окисления. Например, кислоты n-6 типа, т.е. содержащие двойную связь за шесть углеродных атомов от метильного конца, (например, арахидоновая кислота) при окислении дает так называемые эйкозаноиды, способствующие развитию сердечно-сосудистых заболеваний. Кислоты n-3 типа, содержащиеся в морепродуктах, ингибируют образование эйкозаноидов. По этой причине, например, эскимосы не болеют гипертонией.

Некоторые необычные жирные кислоты, редко встречающиеся в распространенных продуктах, могут быть токсичными. Например, эруковая кислота вызывает повреждение сердечной мышцы, замедление роста, поражение печени. Эруковая кислота содержится в некоторых растительных жирах, например, в рапсовом и горчичном масле (до 25% от общего количества жирных кислот). Очистка масла снижает содержание эруковой кислоты до 1-1.5%. Циклопропеновые кислоты, обнаруженные в мальвовых, обладают канцерогенной активностью, могут поражать репродуктивные органы.

Одной из важных характеристик пищевых жиров, определяющих их устойчивость при хранении, является склонность к прогорклости, то есть окислению жирных кислот. Прогорклые жиры обладают неприятным запахом и вкусом. Склонность к прогорклости обусловлена гидролитической и окислительной неустойчивостью жиров. Гидролиз эфиров глицерина катализируется липазами, окисление молекулярным кислородом протекает по каталитическому и некаталитическому механизмам. Ему способствует первичная переработка жиросодержащего сырья, например, отжим растительного масла и его осветление. Это связано с иницированием фотохимического окисления, а также с переходом в жировую фракцию некоторых компонентов, ускоряющих химическое окисление жирных кислот. Но даже после рафинирования масел процессы окисления не останавливаются. В течение всего срока хранения протекает так называемое автоокисление жиров. Свободные жирные кислоты окисляются легче, чем они же в составе триглицеридов. Помимо них, в автоокислении участвуют природные фенолы и амины.

Если в жиросодержащей среде иницируются перекисные реакции окисления, например, в результате термического нагрева или при совместном действии солей переменновалентных металлов и активных форм кислорода (реактив Фентона), скорость окисления жиров резко возрастает. Такое окисление называют также перекисным. В полиненасыщенных кислотах оно сопровождается миграцией двойных C=C связей и образованием

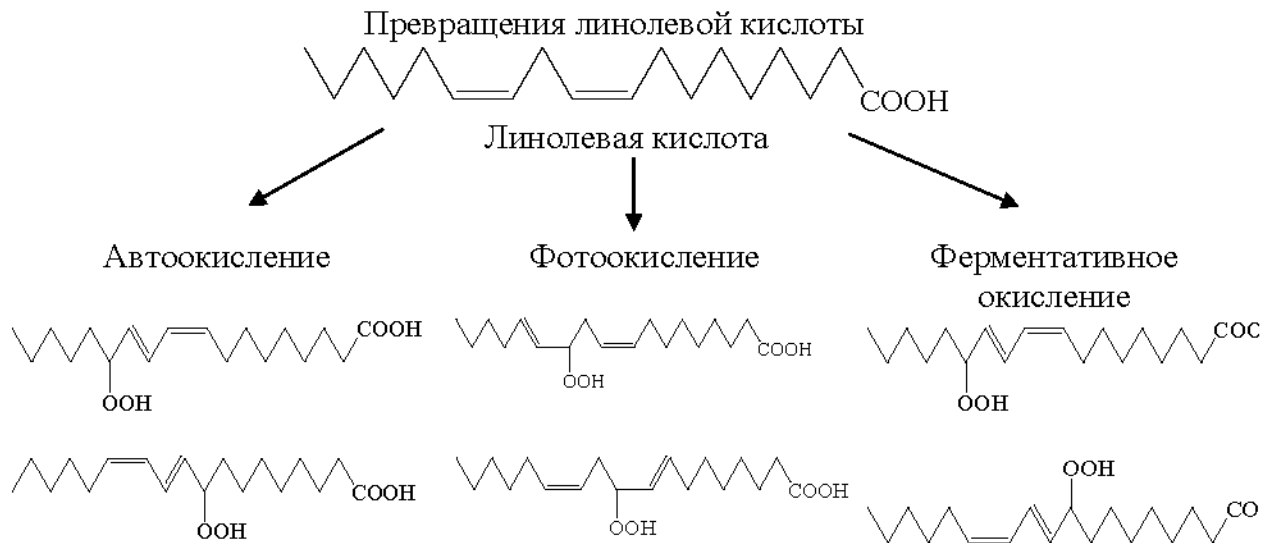
конъюгированных диеновых радикалов. Обрыв цепи радикального переноса достигается при использовании антиоксидантов, например, витамина Е.

Фотоокисление жиров инициируется двумя способами - либо при фотовозбуждении определенных молекул, отрывающих у жирных кислот атом водорода и инициирующих радикальный процесс, либо путем генерирования синглетного кислорода, который атакует двойные связи и приводит к образованию гидроперекисных соединений. Авто-, фото- и каталитическое (ферментативное) окисление приводят к различным продуктам превращения ненасыщенных жирных кислот, что показано ниже для линолевой кислоты.

В процессах окисления жирных кислот лимитирующим фактором является образование первичного радикала или гидроперекисного радикала, инициирующих реакции частичного расщепления углеводородного радикала и образования продуктов частичного окисления (альдегиды, кетоны) и их поликонденсации (коксование, смолообразование).

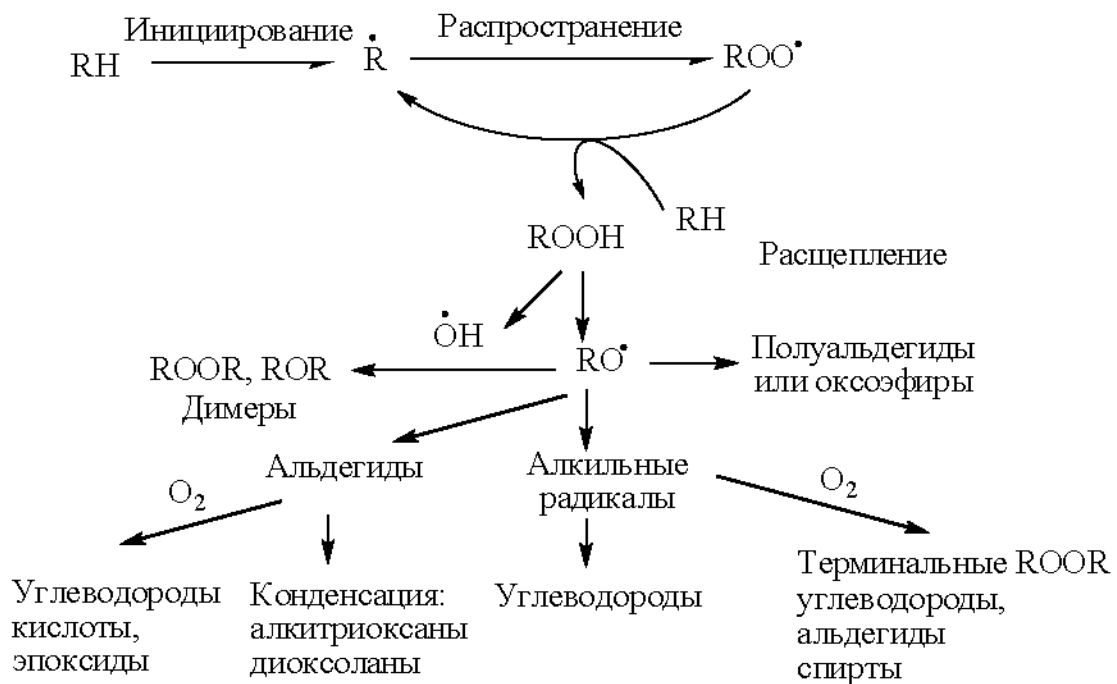
Многие продукты частичного окисления жиров обладают токсичными свойствами, они могут образовывать аддукты с ДНК и вызывать ее повреждения. Кулинарная обработка, как и некоторые технологии хранения продуктов, влияют на естественные процессы окисления жиров. Например, популярная сейчас быстрая заморозка растительных продуктов способствует ферментативному окислению жиров за счет высвобождения липазы при механическом повреждении растительных тканей кристаллами льда.

Напротив, бланширование замедляет, но не останавливает этот процесс. Сублимация (удаление воды при одновременном глубоком замораживании и вакуумировании) способствует автоокислению жиров. А вот классическая печь не является источником продуктов окисления - жиры "размазаны" по большой площади и практически не загрязняют готовый продукт. Некоторые условия ферментации, например, создаваемые при созревании сыров или приготовлении рыбы по азиатским рецептам, способствуют окислению жиров. Жарка продуктов обычно приводит к образованию небольшого количества устойчивых пероксидов.



Их количество больше при использовании для жарки масел с повышенным содержанием ненасыщенных кислот. Например, мясо, зажаренное в рапсовом масле, может содержать до 1% нелетучих продуктов окисления жиров. Внешним признаком накопления таких продуктов окисления является коксование (загущение и расслоение) масла и образование на нем стабильной пены при нагреве. Если такое масло продолжают использовать, например, при жарке во фритюре, возможно неблагоприятное действие накапливаемых продуктов окисления. Этого можно избежать, если использовать для жарки наиболее термически устойчивые масла, такие как рафинированное хлопковое или кунжутное масло, температура дымления которых превышает 300°C. Напротив, масло из подсолнечника и нерафинированные сорта большинства применяемых в кулинарии растительных масел для высокотемпературного обжаривания мало пригодны. Этим объясняется специфический подбор масел при приготовлении традиционных национальных блюд в китайской сковороде вок или в среднеазиатском казане.

Некоторые процессы, связанные с окислением углеводородных радикалов жирных кислот под действием высоких температур приведены в следующей схеме.



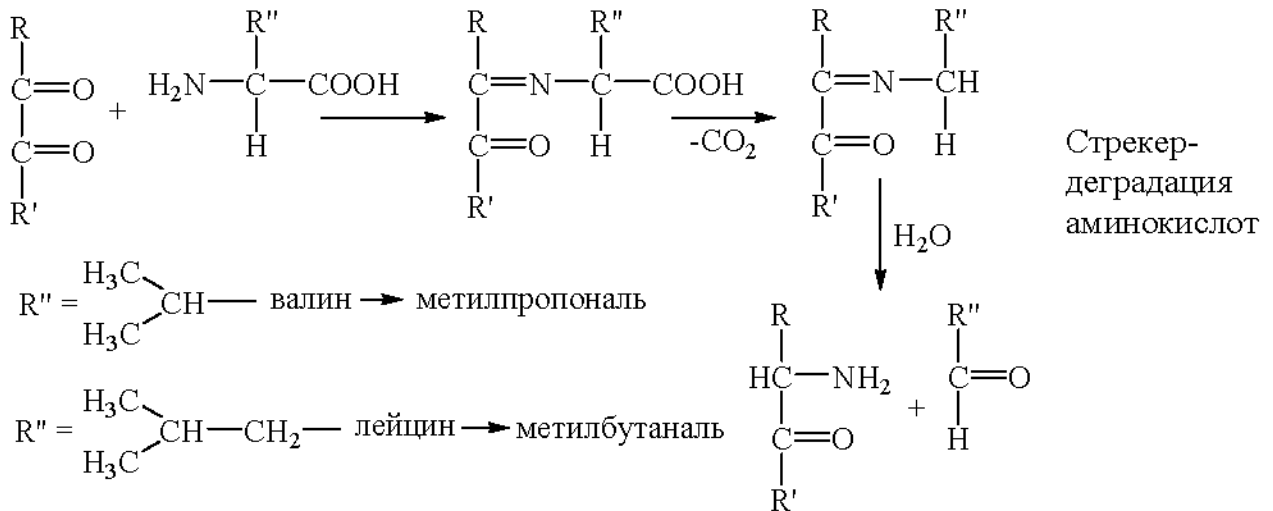
Углеводы в усвояемой форме представлены, прежде всего, растительным крахмалом. Им богат картофель, банан, батат, некоторые другие корнеплоды. Целлюлоза и полисахариды стенок растений не являются источником энергии и используются в основном в качестве источника пищевого волокна, необходимого для перистальтики кишечника. Углеводы при гидролизе дают моносахариды, придающие пищевому продукту сладкий вкус. Помимо этого, углеводы могут применяться при приготовлении несладких продуктов (соусы,

мясо, рыба), поскольку они влияют на вязкость и текучесть жидкой составляющей блюда, его колеровку и текстуру.

Особенности химического превращения углеводов при приготовлении пищи в деталях стали известны сравнительно недавно, в 1970-х годах. Установлено, что характерный цвет и вкус жареных продуктов обусловлен каскадом реакций, инициируемых взаимодействием углеводов со свободными и связанными аминокислотами (реакция Мейларда, Maillard). Первичные продукты, гликозиламины, недостаточно устойчивы и претерпевают перегруппировку Амадори с образованием более активных ненасыщенных продуктов. Например, при приготовлении сухого молока путем его сгущения при повышенной температуре из-за таких реакций теряется до 40% доступного лизина.

Промежуточно образующиеся фурфуролы и редутоны далее образуют нерастворимые окрашенные полимеры с участием белков. Они обуславливают характерный коричневый цвет продукта обжаривания. В образовании ненасыщенных альдегидов и кетонов участвуют также продукты стрекер-деградации аминокислот (см. ниже), образующиеся из продуктов конденсации аминокислот и сахаров, а также продукты транс- и дезаминирования аминокислот. Эти заключительные стадии реакции Мейларда протекают при высокой температуре. Помимо жарки, такие условия создаются при плавлении шоколада и выпечке хлеба. Начальные же стадии органолептических свойств продукта не меняют. Характер реакции зависит также от наличия воды. Концентрирование и обезвоживание ускоряют разрушение углеводов. Как показали опыты на животных, окрашенные полимерные продукты реакции Мейларда могут вызывать нарушения ДНК и патологические изменения в печени. Некоторые процессы превращения углеводов в реакциях Мейларда, а также стрекер-деградации аминокислот приведены на схеме.



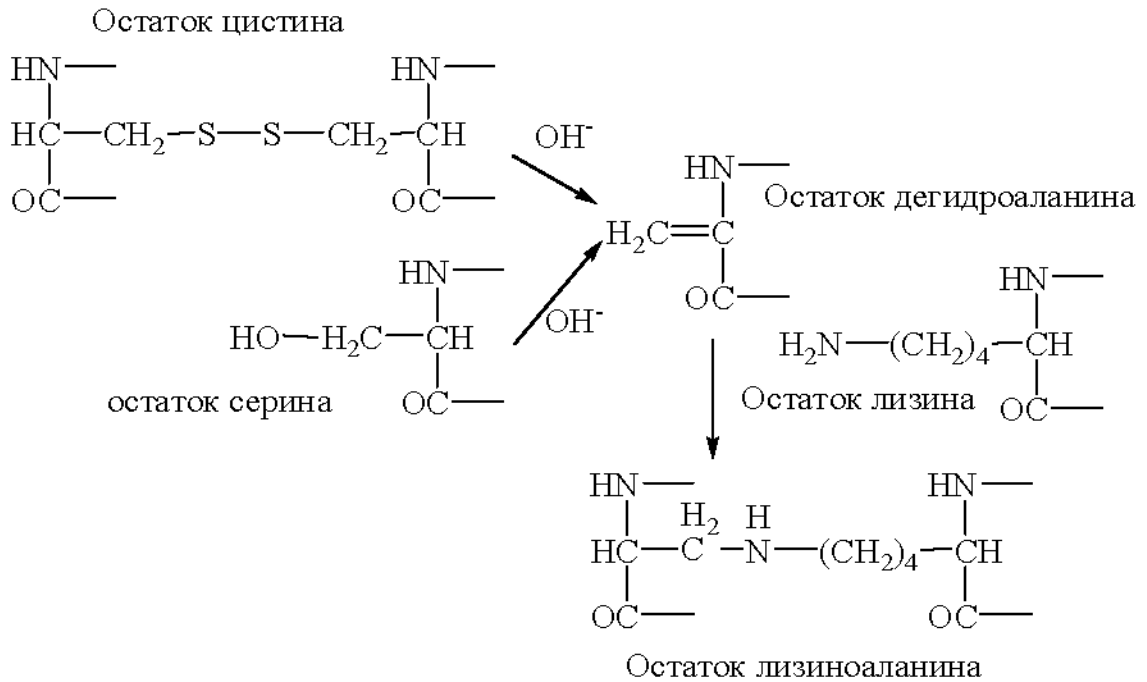


Наблюдались также аллергические реакции. В качестве мер, препятствующих реакции, можно назвать использование дополнительных количеств восстанавливающихся сахаров, соли, антиоксидантов, регуляцию содержания воды и температуры при кулинарной подготовке продуктов.

Белки выступают в качестве источника незаменимых аминокислот и относятся к высокомобилизуемым источникам энергии. Денатурация белков происходит в процессе температурной обработки пищи - это благоприятный процесс, поскольку денатурированные белки легче перевариваются.

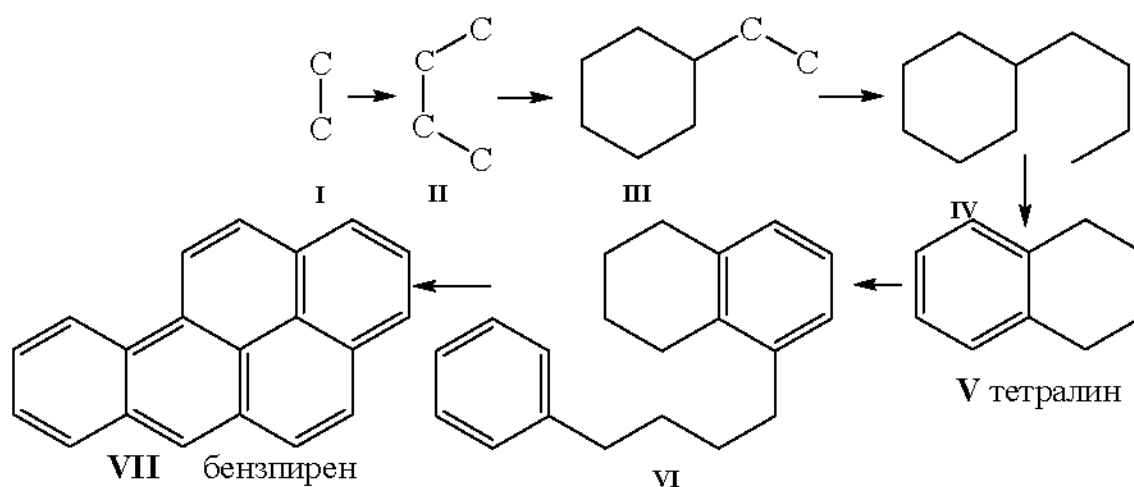
При подготовке растительных продуктов, богатых белком, часто используют щелочную среду, способствующую их осаждению из сырого материала и очистке. Обработка щелочами также способствует растворению трудно перевариваемой оболочки зерен. Параллельно в таких процессах происходит быстрая деградация некоторых аминокислот, в первую очередь, цистина, аргинина, треонина и серина. При определенных условиях могут образовываться нефротоксичные продукты.

К числу неблагоприятных процессов относится также перевод в неусвояемую форму лизина, одного из основных источников растительного белка (см.схему).

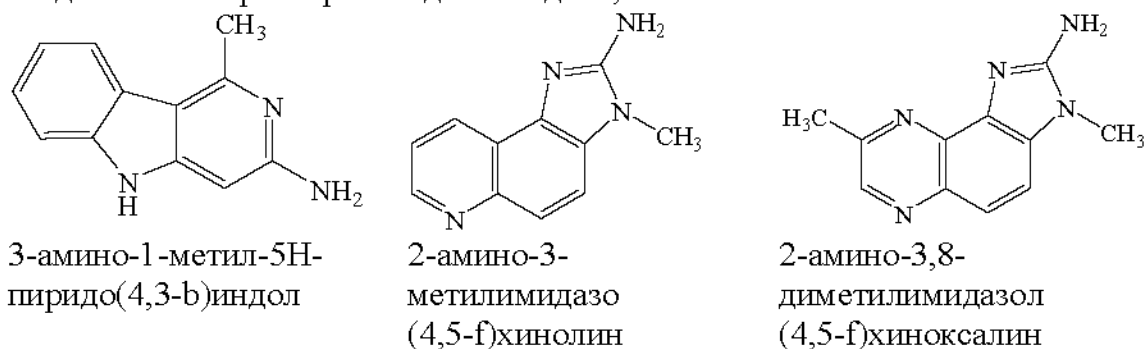


Количество лизиналильных остатков зависит от источника белков и условий обработки. Например, при щелочной обработке бобовых при комнатной температуре в течение 30 мин. образуется 200-800 мг лизиналильного белка на 100 г протеинов.

Пиролиз происходит при нагревании пищевых продуктов до температур порядка 300 °С и выше, когда происходит разложение компонентов пищи на меньшие фрагменты, отличающиеся более высокой реакционной способностью, часто в сочетании с выделением оксидов углерода. Например, полиароматические углеводороды, такие как бенз[а]пирены, образуются путем сочетания C₂ и C₄ фрагментов, например, радикалов этилена и бутадиена. Их содержание в подгоревшем мясе составляет до 20 мкг/кг, при пиролизе крахмала при 400 °С образуется до 1 мкг/кг бенз[а]пиренов. Особенно значительные накопления бенз[а]пиренов достигаются при жарке во фритюре и на поверхности выпекаемого хлеба. Пиролиз аминокислот часто приводит к образованию мутагенов. В качестве предшественника соединений с канцерогенными свойствами обычно называют триптофан, но могут быть и другие аминокислоты, причем для этого требуются температуры до 200 °С.



Структуры действующих соединений - мутагенов, образующихся при разложении аминокислот, весьма разнообразны. В качестве примера ниже приведены некоторые производные индола, хинолины и хиноксалины.



4.2. Микропитательные вещества

Микропитательные вещества включают витамины и минералы. Всего известно 13 витаминов, которые делятся на липофильные и гидрофильные. За исключением витаминов А и С (антиоксиданты), витамины в процессе приготовления пищи никак не меняются. Минералы подразделяют в соответствии с их содержанием в теле человека. В первую группу выделяют макроэлементы: калий, кальций, натрий, хлор (в виде хлоридов), магний и фосфор. Их суммарное содержание составляет около 3 кг. Вторую группу образуют микроэлементы, это цинк, сера, медь, селен, марганец, фтор, молибден, железо, хром и кобальт, содержание которых в сумме не превышает 30 г. Минералы оказывают влияние на процесс приготовления пищи, поскольку определяют течение ферментативных и других реакций. Они также определяют текстуру продукта при реакции с полисахаридами (желирование). Избыток минералов и большинства витаминов не представляет проблемы - они водорастворимы и легко выводятся из организма. Исключение - витамины Д и Е, избыток которых токсичен. Они липофильны и их усвоение связано с присутствием в пище жиров. По этой причине, в частности, препараты данных ферментов включают жироподобные субстанции. Особенностью селена как

микроэлемента является очень небольшое различие между его токсичными и физиологически необходимыми концентрациями. Обычно суточное потребление селена зависит от диеты и колеблется между 50 и 320 мг в день. Селен - единственный минерал, который может в значительных количествах накапливаться в растениях.

Гипервитаминозы. Источник витамина А - каротеноиды, например, бета-каротин, который содержится в моркови, других красных, оранжевых и желтых растениях, а также мясе. Каротеноиды - провитамины, они превращаются в ретинол (витамин А) непосредственно в кишечнике. После абсорбции ретинол транспортируется плазменными белками в печень, где хранится в виде эфира с жирными кислотами. Каротеноиды нетоксичны, поскольку их превращение в ретинол протекает очень медленно. Только при очень большом поступлении каротин аккумулируется в теле и придает желтую окраску коже и белкам глаз. При этом может наблюдаться диарея, шелушение кожи, ее растрескивание и образование кровотокающих трещин. Симптомы исчезают после прекращения приема провитамина. Потенциальную опасность представляет пища верхних трофических уровней, накапливающих ретинол в печени. Например, зафиксированы случаи отравления полярников печенью морской рыбы или северного медведя. Токсичной считается доза в 3 г ретинола на человека (эквивалентна примерно 300 г свежей печени морской рыбы). Опасность представляет также передозировка лекарств, содержащих ретинол. Так, желатиновые капсулы ретинола содержат примерно по 5 суточных доз (1.5 мг ретинола в день).

Витамин Д образуется из 7-дегидрохолестерина в коже под воздействием ультрафиолетового света. Первично образуется витамин Д₃, который переносится в печень, где подвергается гидроксигированию. Далее продукт поступает в почки, где окисляется. Синтез витамина Д хорошо регулируется, но его избыток при несбалансированности диеты может привести к гиперкальцемии, что выражается в повреждении кожного покрова или его повышенной чувствительности к механическому воздействию и другим раздражающим факторам. Суточное поступление витамина Д с пищей оценивается в 1000 единиц, токсический эффект проявляется при суточном поступлении, превышающем 50 000 единиц, что соответствует примерно 1.25 мг.

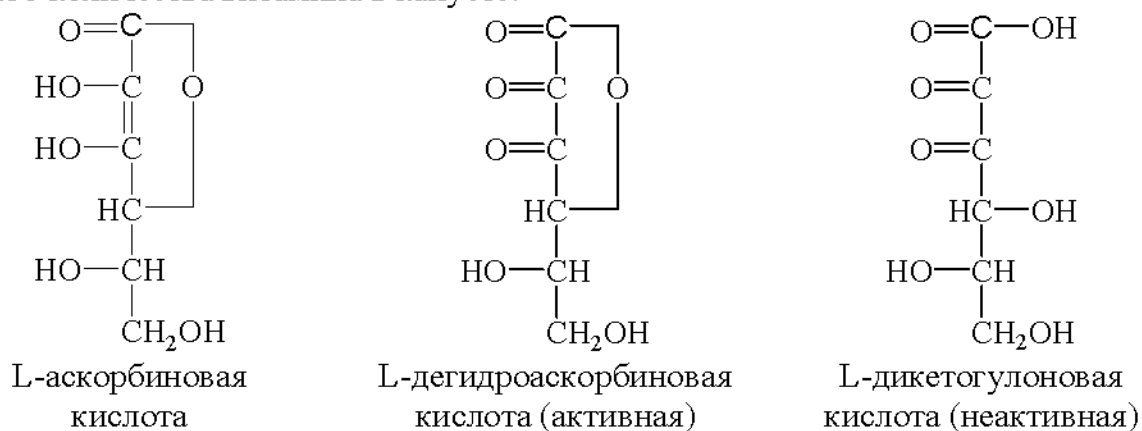
Изменение в микрокомпонентах при хранении и переработке пищи. Неизвестны случаи образования токсичных веществ при варьировании микропитательных веществ. Следствием их превращения в организме человека является снижение содержания, а значит и оказываемого ими полезного действия. Это происходит при любой обработке пищевого сырья, и в промышленных, и в домашних условиях. Помимо способа кулинарной обработки, изменения в содержании витаминов определяются генетическим разнообразием продуктов, степенью и характером созревания, особенностями климата и сельскохозяйственной технологии, водным режимом и т.д. В качестве примера, при созревании томатов содержание аскорбиновой кислоты меняется более чем в 3 раза с максимумом на стадии неполной зрелости (желто-зеленые

плоды). Действие внешних факторов на сохранность некоторых витаминов представлена в таблице 4.

Таблица 4. Сохранность витаминов под действием внешних факторов. Превращения витаминов зависят от их природы (0 – нечувствителен, X – чувствителен, XX – высокочувствителен).

Витамин	Свет	Нагрев	Влажность	Окислители	Восстановители	Кислоты	Щелочи
A	XX	X	0	XX	0	X	0
D	XX	X	0	XX	0	X	X
E	X	X	0	X	0	0	X
B ₁	X	XX	X	XX	0	0	XX
B ₂	XX	0	0	0	X	0	XX
B ₆	X	0	0	0	X	X	X
B ₁₂	X	0	0	0	X	X	XX
C	0	X	X	XX	0	X	XX
Пантотеновая кислота	0	X	X	0	0	XX	XX
Фолиевая кислота	X	0	0	XX	XX	X	X

Аскорбиновая кислота в природе присутствует в качестве L-изомера. Она способна окисляться до дегидроаскорбиновой кислоты. D-изомер проявляет примерно 10% активности природного L-изомера и используется в качестве искусственного антиоксиданта. Окисление аскорбиновой кислоты ускоряется в присутствии ионов металлов. Если в среде присутствуют аминокислоты, они образуют с дегидроаскорбиновой кислотой и образующейся из нее дикетогулоновой кислотой коричневые продукты в реакции Мейларда. По этой причине не следует держать фрукты в металлических контейнерах, особенно в тепле, а также по возможности сократить время тепловой обработки овощей и фруктов, богатых витаминами. Например, при варке или бланшировании капусты в течение первых 2-4 минут общее содержание витамина C уменьшается на 20%. При этом в водный отвар переходит почти половина от общего количества витамина в капусте.



Минералы теряются в основном в результате вымывания. Это происходит во всех процессах, при которых продукты или сырье контактируют с водой. К таким кулинарным процедурам относятся бланширование (таблица 5), тушение и пр. Для злаковых культур снижение содержания минералов происходит в процессе помола. Потери обычно коррелируют с относительной растворимостью минералов в воде.

Таблица 5. Действие бланширования на содержание минеральных веществ в шпинате

Минеральное вещество	Небланшированный шпинат, г/100 г	Бланшированный шпинат, г/100 г	Потери, %
Калий	6.9	3.0	56
Натрий	0.5	0.3	43
Кальций	2.2	2.3	0
Магний	0.3	0.2	36
Фосфор	0.6	0.4	36
Нитрат	2.5	0.8	70

Вопросы для самопроверки

1. Что представляют собой питательные вещества? Приведите примеры.
2. Какие вещества относят к макропитательным?
3. В чем заключается процесс метаболизма жиров?
4. Приведите основные характеристики пищевых жиров.
5. Приведите примеры углеводов. Какова их функция?
6. Каковы пути химического превращения углеводов в организме?
7. Какие вещества относятся к микропитательным?
8. Приведите примеры витаминов.
9. Приведите классификацию минералов.
10. Чем опасна передозировка витаминов и минералов?
11. Каким изменениям подвергаются микрокомпоненты при хранении и переработке пищи?
12. Каковы причины потери витаминов и минералов при переработке пищи?

Глава 5. Пищевая аллергия

Помимо прямого токсического действия природных компонентов пищи и пищевых добавок, а также микробиологического загрязнения, пищевая аллергия относится к числу наиболее частых неблагоприятных последствий приема пищи. В целом, аллергией называется реакция иммунной системы человека на поступление чужого неинфекционного материала. Как правило, аллергия на пищевые продукты носит обратимый характер и исчезает после выявления вещества - аллергена и его исключения из рациона. Однако в тяжелых случаях болезненной нетерпимости начальная аллергическая реакция может привести к более тяжелым последствиям орган-специфичного или системного характера.

Аллергии помимо неприятных симптомов могут провоцировать развитие хронических заболеваний кожи, дыхательных путей и желудочно-кишечного тракта, а также снижают сопротивляемость организма инфекциям.

Пищевая аллергия может рассматриваться как частный случай более общей реакции организма на пищевой продукт как смесь химических веществ. Она может вызываться как отдельными компонентами (остатки антибиотиков, специи, токсичные вещества), так и физиологическими и психогенными факторами. Характеризуя пищевые аллергии, их часто отделяют от понятий "чувствительности к пище (продукту)" и "непереносимости пищи (продукта)". Различия указанных терминов сведены в таблицу 6. Главный признак аллергии - выработка в крови специальных белков - иммуноглобулинов, присутствие которых может быть установлено с помощью иммуноферментного анализа. В отличие от аллергий, непереносимость и отвращение не связаны с активацией иммунной системы и обусловлены физиологически активными компонентами пищи, в том числе, индивидуального действия.

Таблица 6. Реакции пищевой аллергии и пищевой непереносимости

Тип	Термин	Определение
I	Пищевая аллергия	Иммунная реакция на пищу или отдельные ее компоненты
II	Пищевая непереносимость	Основной термин, описывающий экстремальный ("аварийный") физиологический отклик на пищу или пищевые добавки, который не является по своей природе иммунным
	а) Фармакологическая реакция	Реакция в результате фармакологического действия пищи (компонента)
	б) Метаболическая реакция	Реакция в результате действия пищи (продукта) на метаболическую активность организма
	в) Токсическая реакция	Реакция, вызываемая токсичными компонентами пищи
	г) Особенная реакция	Индивидуальная непереносимость некоторой пищи или добавок с неизвестным механизмом действия
III	Пищевое отвращение	Психогенная реакция на пищу (продукт)

Аллергическая реакция (гиперчувствительность) бывает четырех типов, из которых тип I - самый распространенный и важный. При нем лимфоциты крови начинают вырабатывать иммуноглобулины определенного типа, обозначаемого IgE. Их накопление вызывает выделение веществ, приводящих к различным физиологическим реакциям. Меняется сократительная активность мышц, увеличивается проницаемость стенок сосудов, происходит агрегация белков крови и другие изменения, проявляющиеся как внешние признаки аллергической реакции (насморк, повышение температуры тела, отечность, слезотечение и т.д.).

Пищевые аллергические реакции проявляются обычно очень быстро - в течение часа после поступления аллергена, но есть и так называемая отложенная иммунная реакция, которая проявляется спустя часы после приема пищи.

Гиперчувствительность типа II - выделение иммуноглобулинов IgM или IgG. Она проявляется при поступлении аллергенов, присоединенных к стенкам клеток. Присоединение иммуноглобулинов выражается сначала в избыточном стимулировании клеток, ведущем затем к их гибели. В случае пищевых продуктов аллергия данного типа обычно не проявляется. Те же антитела вырабатываются и в случае гиперчувствительности типа III, но они свободно циркулируют в крови и там же образуют комплексы с антигеном. При определенной концентрации комплексы антиген-антитело могут осаждаться в различных органах организма или стимулировать выделение медиаторов, меняющих уровень метаболизма. Характер патогенных изменений оценить достаточно сложно. Наконец, гиперчувствительность IV типа не связана с выработкой антител. С антигеном связываются непосредственно Т-лимфоциты. Примером является аллергическая реакция кожи на косметику и некоторые продукты питания.

Большинство пищевых аллергических реакций проявляется у детей. Частично это связано с большей проницаемостью стенок кишечника, частично за счет меньшей активности процесса разрушения антител в желудочно-кишечном тракте.

Аллергены - обычно белки, гликопротеины или полипептиды. Аллергия может быть связана с особенностями первичной, вторичной и третичной структуры белка. В последнем случае аллергическая реакция пропадает при денатурации белка. Белок, чтобы обладать функциями аллергена, должен быть достаточно большим - не менее 5000 Д. С другой стороны, белки молекулярной массой более 70 000 Д плохо поглощаются и практически не контактируют с компонентами иммунной системы человека. Идентификация конкретного аллергена достаточно трудна. Она обычно включает последовательное установление природы пищевого продукта, вызывающего аллергию, его компонента, после чего возможно выделение природного источника аллергена. Во всех случаях для этого применяют микродозы потенциальных аллергенов, а иммунную реакцию на них устанавливают по накоплению в крови соответствующих антител. Поскольку пищевая аллергия проявляется в основном у людей с неокрепшей иммунной системой или с ее нарушениями, проявление аллергии к одному продукту сопровождается повышенной чувствительностью к другим.

Коровье молоко содержит 30-35 г/л белков, среди которых много потенциально активных антигенов. Основной белок молока - казеин (содержание до 30 г/л), а также так называемые сывороточные белки - лактоальбумин и лактоглобулин. Аллергия на коровье молоко проявляется примерно у 10% у новорожденных в первую неделю их жизни. Примерно половина случаев приходится на детей до 3 лет. В тяжелых случаях единственным выходом является полный отказ от молокопродуктов с переходом на соевое молоко. Однако в большинстве случаев хорошие результаты дает

снижение доли коровьего молока с его заменой козьим, менее активным в плане аллергий и пищевой непереносимости.

Растительные аллергены часто проявляются при употреблении в пищу арахиса и бобовых культур. Они связаны не только со специфическими белками, присутствующими в основном в шелухе ореха и оболочке бобов, но и с действием микотоксинов, накапливающихся совместно с белковыми аллергенами при заражении урожая плесневыми грибами. В тяжелых случаях индивидуальной непереносимости возможен анафилактический шок, сопровождающийся судорогами, остановкой дыхания и летальным исходом. Аллерген арахиса очень устойчив ко всем видам кулинарной обработки, почти полностью исчезает лишь при переработке арахиса в масло.

При употреблении яиц аллергия чаще всего возникает на белок. Яйцо содержит около 20 потенциальных аллергенов, в том числе овальбумин, оватрансферрин, лизозим и овамицин. Последний термически устойчив и сохраняется при длительной термической обработке яиц. Аллергия на яйца чаще встречается у детей до 2 лет.

Пищевые добавки тоже способны вызывать аллергические реакции. Как говорилось выше, активация лимфоцитов возможна только высокомолекулярными соединениями. Поэтому добавки должны сначала образовать комплексы с белками. Такие низкомолекулярные соединения, активирующие иммунную систему после взаимодействия с природными биополимерами, называют гаптенами. Чаще всего в качестве аллергенов упоминают азокрасители, сульфиты, бензоат и глутамат натрия.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое пищевая аллергия?
2. Чем может быть вызвана аллергия?
3. Назовите основные типы аллергической реакции?
4. Что представляют собой пищевая непереносимость и пищевое отвращение?
5. Какие вещества способны вызывать аллергию?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современное развитие пищевой промышленности характеризуется двумя тенденциями - это всемерное ужесточение требований к синтетическим добавкам, используемым в большинстве полуфабрикатов, и расширение ассортимента предлагаемых продуктов. Тяга к естественной пище, столь естественная у горожанина, да и жителя глубинки, сочетается с любопытством и стремлением попробовать экзотические продукты и блюда, ранее известные исключительно по приключенческим книгам. Теперь можно купить в магазине, приготовить и оценить тропические фрукты и овощи, китайские древесные грибы, морские деликатесы, доставка которых раньше была невозможна в силу их недостаточной устойчивости при хранении, да и дороговизны. Вместе с тем, незнакомые продукты, пряности, новые способы кулинарной обработки, домашние приборы - конвекционные и микроволновые печи - несут определенные опасности, связанные как с недостатком опыта их использования, так и с биохимической и физиологической несовместимостью некоторых новых компонентов.

Знание химизма процессов, сопровождающих переработку пищевого сырья, изготовление полуфабрикатов пищевых продуктов и конечные стадии их кулинарной обработки, конечно, не спасает от бытовых ошибок. Однако понимание биохимических функций отдельных компонентов пищевого сырья, факторов, влияющих на совместное усвоение пищевых компонентов, несомненно, поможет избежать дискомфорта и отравлений, иногда сопутствующих употреблению современных продуктов питания.

Не менее важное значение имеет осознание положительных и отрицательных сторон употребления биологически активных добавок, столь популярных в настоящее время. Они не имеют, как правило, дополнительной пищевой ценности, влияя либо на внешний вид продукта, либо на его усвоение человеком. Как избыток, так и недостаток биологически активных компонентов, содержащихся в биологических добавках, снижают питательную ценность основного рациона. Тем не менее, в большинстве случаев тот же эффект достигается путем правильного подбора пищевых продуктов и разумной организации процесса питания в целом.

Таким образом, современная пищевая безопасность - комплексная наука, включающая как избранные вопросы токсикологии природных компонентов пищевого сырья, так и риски, связанные с его переработкой и употреблением конечного продукта. Осознание и разумное использование знаний, определяющих пищевую безопасность человека, является элементом его внутренней культуры, определяющим безопасность каждодневной жизни.

Литература

1. Печенежская И.А., Шепелев А.Ф. Безопасность товаров. Часть 1. продовольственные товары. Ростов на Дону: Мини-Тайп, 2004 - 319 с.
2. Товары, вредные для здоровья. Румянцева Е.Е. М., Логос, 2005 - 390 с.
3. Эрл М., Эрл Р., Андерсон А. Разработка пищевых продуктов. СПб.: Профессия, 2001.- 384 с.
4. Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Зайцев А.Н. Пищевые добавки. М.: Колос, 2002.- - 256 с.

Литература для углубленного изучения

5. Скурихин И.М., Нечаев А.П. Все о пище с точки зрения химика. М.: Высшая школа, 1991.
6. Комаров В.И., Лебедев Е.И., Мануйлова Т.А. Экологические проблемы в пищевой промышленности и пути их решения., М.: Пищепромиздат, 2003.
7. Исупов В.П. Пищевые добавки и пряности. История, состав и применение. СПб.: Гиорд, 2000.
8. Ренсли Дж., Доннелли Дж., Рида Н. Пища и пищевые добавки. Роль БАД в профилактике заболеваний: Научно-популярное издание. М.: Мир, 2004.