

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Глава 1. Общие сведения о пищевых добавках	6
1.1. Классификация пищевых добавок	7
1.2. Безопасность пищевых добавок	11
1.3. Подбор пищевых добавок	12
Контрольные вопросы	14
Глава 2. Вещества, улучшающие внешний вид	14
2.1. Пищевые красители	14
2.1.1. Натуральные (природные) красители	16
2.1.2. Синтетические красители	20
2.1.3. Минеральные (неорганические) красители	21
2.2. Цветокорректирующие материалы	21
Контрольные вопросы	23
Глава 3. Вещества, изменяющие структуру и физико-химические свойства пищевых продуктов	23
3.1. Загустители и гелеобразователи	24
3.1.1. Модифицированные крахмалы	25
3.1.2. Целлюлоза и ее производные	29
3.1.3. Пектины	31
3.1.4. Галактоманнаны: камедь рожкового дерева, гуаровая камедь	33
3.1.5. Полисахариды морских растений	34
3.1.6. Желатин	37
3.2. Эмульгаторы	38
3.2.1. Классификация эмульгаторов	39
3.2.2. Основные группы ПАВ	40
Контрольные вопросы	43
Глава 4. Вещества, влияющие на вкус и аромат пищевых продуктов	43
4.1. Подслащивающие вещества	45
4.1.1. Сахаристые крахмалопродукты	45
4.1.2. Сахарозаменители и подсластители	46
4.2. Ароматизаторы	52
4.2.1. Эфирные масла и душистые вещества	53
4.2.2. Пищевые ароматизаторы идентичные натуральным	54
4.2.3. Пряности и приправы	55
4.3. Пищевые добавки, усиливающие и модифицирующие вкус и аромат	56
Контрольные вопросы	57
Глава 5. Пищевые добавки, замедляющие микробиологическую и окислительную порчу пищевого сырья	58
5.1. Консерванты	59
5.2. Антибиотики	64
5.3. Пищевые антиокислители	65
Глава 6. Биологически активные добавки	68
Список литературы	71

ПРЕДИСЛОВИЕ

Пищевые добавки - не изобретение нашего времени, они используются человеком в течение тысячелетий. Как только человек начал заниматься земледелием и скотоводством, возникла необходимость делать запасы пищи и заботиться о ее сохранности. Так было открыто консервирующее действие соли, дыма, холода, уксуса. Последний, как предполагают, получен случайно из прокисшего вина.

В XIV веке в Европе начали применять селитру для засолки мяса и рыбы, изобрели другие способы консервирования. Вместе с тем на протяжении многих веков эта сторона человеческой деятельности практически не развивалась, что приводило к огромной потере продуктов питания, снижению их питательной ценности.

В настоящее время при производстве пищевых продуктов все более широкое применение получают так называемые пищевые добавки. Термином «пищевые добавки» обозначают различные соединения, полученные химическим путем, или природные соединения, которые разрешены органами здравоохранения для введения в пищевые продукты на различных этапах их производства, хранения и транспортирования.

Таким образом, пищевые добавки являются составной частью пищевых продуктов. Увеличение количества пищевых продуктов, изготовленных с использованием пищевых добавок, связано, с одной стороны с широким ассортиментом пищевых добавок, поступающих на российский рынок из-за рубежа, а с другой – с постоянно возрастающими требованиями потребителя к качеству, сохранности и стабильности органолептических показателей пищевых продуктов.

Применение пищевых добавок регламентируется нормами их медицинской безопасности, ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств», принятый Решением Евразийской экономической комиссии от 15.06.2011 № 58.

Актуальность изучения дисциплины обусловлена необходимостью формирования специальных знаний в области переработки продуктов животного происхождения с использованием пищевых добавок, что должно способствовать успешной реализации безопасной, качественной продукции и товарной политики предприятия (организации) и расширению их ассортимента.

В предлагаемом конспекте лекций рассмотрены вопросы об основных группах пищевых добавок, их классификации, о гигиенической регламентации в продуктах питания, путях использования, роли при производстве продуктов питания.

ГЛАВА 1.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПИЩЕВЫХ ДОБАВКАХ

Пищевые добавки – природные, идентичные природным или искусственные (синтетические) вещества, сами по себе не употребляемые как пищевой продукт или обычный компонент пищи. Они преднамеренно добавляются в пищевые системы по технологическим соображениям на различных этапах производства, хранения, транспортировки готовых продуктов с целью улучшения или облегчения производственного процесса или отдельных его операций, увеличения стойкости продукта к различным видам порчи, сохранения структуры и внешнего вида продукта или немереного изменения органолептических свойств.

Основные цели введения пищевых добавок:

- совершенствование технологии подготовки и переработки пищевого сырья, изготовления, фасовки, транспортировки и хранения продуктов питания. Применяемые при этом добавки не должны маскировать последствия использования некачественного или испорченного сырья, или проведения технологических операций в антисанитарных условиях;

- сохранение природных качеств пищевого продукта;

- улучшение органолептических свойств или структуры пищевых продуктов и увеличение их стабильности при хранении.

К пищевым добавкам не относят соединения, повышающие пищевую ценность продуктов питания и причисляемые к группе биологически активных веществ, такие как витамины, микроэлементы, аминокислоты другие [2,3] .

Существует различие между пищевыми добавками и вспомогательными материалами, употребляемыми в ходе технологического процесса. Вспомогательные материалы – любые вещества или материалы, которые не являются пищевыми ингредиентами, преднамеренно используются при переработки сырья и получения продукта с целью улучшения технологии; в готовых пищевых продуктах вспомогательные материалы должны полностью отсутствовать, но могут также определяться в виде неудаляемых остатков.

Сегодня можно выделить еще несколько причин широкого использования пищевых добавок производителями пищевых продуктов:

- современные методы торговли в условиях перевоза продуктов питания (в том числе скоропортящихся и быстро черствеющих продуктов) на большие расстояния, что определило необходимость применения добавок, увеличивающих сроки сохранения их качества;

- быстро изменяющиеся индивидуальные представления современного потребителя о продуктах питания, включающие их вкус и привлекательный внешний вид, невысокую стоимость, удобство использования; удовлетворение таких потребностей связано с использованием, например, ароматизаторов, красителей и других пищевых добавок;

- создание новых видов пищи, отвечающей современным требованиям науки о питании (низкокалорийные продукты, аналоги мясных, молочных и рыбных продуктов), что связано с использованием пищевых добавок, регулирующих консистенцию пищевых продуктов;

- совершенствование технологии получения традиционных пищевых продуктов, создание новых продуктов питания, в том числе продуктов функционального назначения.

1.1 КЛАССИФИКАЦИЯ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК

Обычно пищевые добавки разделяются на несколько групп:

1. Вещества, улучшающие внешний вид пищевых продуктов (красители, стабилизаторы окраски, отбеливатели).
2. Вещества, регулирующие вкус продукта (ароматизаторы, вкусовые добавки, подслащивающие вещества, кислоты и регуляторы кислотности).
3. Вещества, регулирующие консистенцию и формирующие текстуру (загустители, гелеобразователи, стабилизаторы, эмульгаторы и др.).

Число пищевых добавок, применяемых в производстве пищевых продуктов в разных странах, достигает сегодня 500 наименований (не считая комбинированных добавок, индивидуальных душистых веществ, ароматизаторов), в Европейском Сообществе классифицировано около 300. Для гармонизации их использования производителями разных стран Европейским Советом разработана рациональная система цифровой кодификации пищевых добавок с литерой «Е». Каждой пищевой добавке присвоен цифровой трех- или четырехзначный номер (в Европе с предшествующей ему литерой Е). Они используются в сочетании с названиями функциональных классов, отражающих группировку пищевых добавок по технологическим функциям (подклассам).

Индекс Е специалисты отождествляют как со словом Европа, так и с аббревиатурами ЕС/ЕУ, которые в русском языке тоже начинаются с буквы Е, а также со словами *ebsbar/edible*, что в переводе на русский язык (соответственно с немецкого и английского) означает «съедобный». Присвоение конкретному веществу статуса пищевой добавки и идентификационного номера с индексом «Е» имеет четкое толкование, подразумевающее, что:

- а) данное конкретное вещество проверено на безопасность;
- б) вещество может быть применено (рекомендовано) в рамках его установленной безопасности и технологической необходимости при условии, что применение этого вещества не введет потребителя в заблуждение относительно типа и состава пищевого продукта, в который оно внесено;
- в) для данного вещества установлены критерии чистоты, необходимые для достижения определенного уровня качества продуктов питания.

Следовательно, разрешенные пищевые добавки, имеющие индекс Е и идентификационный номер, обладают определенным качеством. Качество пищевых добавок — совокупность характеристик, которые обуславливают технологические свойства и безопасность пищевых добавок.

Наличие пищевой добавки в продукте должно указываться на этикетке, при этом она может обозначаться как индивидуальное вещество или как представитель конкретного функционального класса (с конкретной технологической функцией) в сочетании с кодом Е. Например: бензоат натрия или консервант Е211.

Согласно предложенной системе цифровой кодификации пищевых добавок, их классификация, в соответствии с назначением, выглядит следующим образом (основные группы):

- Е100 – Е182 - красители;
- Е200 и далее - консерванты;
- Е300 и далее - антиокислители (антиоксиданты);
- Е400 и далее - стабилизаторы консистенции;
- Е450 и далее, Е1000 - эмульгаторы;
- Е500 и далее - регуляторы кислотности, разрыхлители;
- Е600 и далее - усилители вкуса и аромата;
- Е700 – Е800 - запасные индексы для другой возможной информации;
- Е900 и далее - глазирующие агенты, улучшители хлеба.

Многие пищевые добавки имеют комплексные технологические функции, которые проявляются в зависимости от особенностей пищевой системы. Например, добавка Е339 (фосфаты натрия) может проявляться свойства регулятора кислотности, эмульгатора, стабилизатора, комплексообразователя и вододерживающего агента [1].

Основные функциональные классы пищевых добавок представлены в таблице 1.

Таблица 1 Функциональные классы пищевых добавок

Функциональные классы (для маркировки)	Подклассы (технологические функции)	Дефиниции
1	2	3
Кислоты	Кислотообразователи	Повышают кислотность и/или придают кислый вкус пище
Регуляторы кислотности	Кислоты, щелочи, основания, буферы, регуляторы рН	Изменяют или регулируют кислотность или щелочность пищевого продукта
Вещества, препятствующие слеживанию и комкованию	Добавки, препятствующие затвердению; вещества, уменьшающие липкость; высушивающие добавки, присыпки, разделяющие вещества	Снижают тенденцию частиц пищевого продукта прилипнуть друг к другу

Продолжение табл. 1

1	2	3
Антиокислители	Антиокислители, синергисты антиокислителей, комплексообразователи	Повышают срок хранения пищевых продуктов, защищая от порчи, вызванной окислением, например, прогорканием жиров или изменением цвета
Пеногасители	Пеногасители	Предупреждают или снижают образование пены
Наполнители	Наполнители	Вещества, иные, чем вода и воздух, которые увеличивают объем продукта, не влияя заметно на его энергетическую ценность
Красители	Красители	Усиливают или восстанавливают цвет продукта
Вещества, способствующие сохранению окраски	Фиксаторы окраски, стабилизаторы окраски	Стабилизируют, сохраняют или усиливают окраску продукта
Эмульгаторы	Эмульгаторы, мягчители, рассеивающие добавки, поверхностно-активные добавки, смачивающие вещества	Образуют или поддерживают однородную смесь двух или более несмешиваемых фаз, таких как масло и вода в пищевых продуктах
Эмульгирующие соли	Соли-плавители, комплексообразователи	Взаимодействуют с белками сыров с целью предупреждения отделения жира при изготовлении плавленых сыров
Уплотнители (растительных тканей)	Уплотнители (растительных тканей)	Делают или сохраняют ткани фруктов и овощей плотными и свежими
Усилители вкуса и запаха	Усилители вкуса; модификаторы вкуса; добавки, способствующие развариванию	Усиливают природный вкус и (или) запах продуктов
Вещества для обработки муки	Отбеливающие добавки, улучшители теста, улучшители муки	Вещества, добавляемые к муке для улучшения ее хлебопекарных качеств или цвета
Пенообразователи	Взбивающие добавки, аэрирующие добавки	Создают условия для равномерной диффузии газообразной фазы в жидкие и твердые пищевые продукты
Гелеобразователи	Гелеобразователи	Текстурируют пищу путем образования геля
Глазирователи	Пленкообразователи, полирующие вещества	Вещества, которые при смазывании ими наружной поверхности продукта придают блестящий вид или образуют защитный слой
Влагоудерживающие агенты	Добавки, удерживающие влагу/воду; смачивающие добавки	Предохраняют пищу от высыхания нейтрализацией влияния атмосферного воздуха с низкой влажностью

Окончание табл. 1

1	2	3
Консерванты	Противомикробные и противогрибковые добавки, добавки для борьбы с бактериофагами, химические стерилизующие добавки при созревании вин, дезинфектанты	Повышают срок хранения продуктов, защищая от порчи, вызванной микроорганизмами
Пропелленты	Пропелленты	Газы, иные чем воздух, выталкивающие продукт из контейнера
Разрыхлители	Разрыхлители; вещества, способствующие жизнедеятельности дрожжей	Вещества или смеси веществ, которые освобождают газ и увеличивают, таким образом, объем теста
Стабилизаторы	Связующие вещества, уплотнители, влаго- и водоудерживающие вещества, стабилизаторы пены	Позволяют сохранять однородную смесь двух или более несмешиваемых веществ в пищевом продукте или готовой пище
Подсластители	Подсластители, искусственные подсластители	Вещества несахарной природы, которые придают пищевым продуктам и готовой пище сладкий вкус
Загустители	Загустители, текстуранты	Повышают вязкость пищевых продуктов

За последние десятилетия в мире технологий и ассортимента пищевых продуктов произошли громадные изменения. Они не только отразились на традиционных, апробированных временем технологиях и привычных продуктах, но также привели к появлению новых групп продуктов питания с новым составом и свойствами (функциональных продуктов для массового потребителя, продуктов лечебного и детского питания и др.), к упрощению технологии и сокращению производственного цикла, выразились в принципиально новых технологических и аппаратурных решениях.

Использование большой группы пищевых добавок, получивших условное название «технологические добавки», позволило получить ответы на многие из актуальных вопросов. Они нашли широкое применение для решения ряда технологических проблем:

- ускорения технологических процессов (ферментные препараты, химические катализаторы отдельных технологических процессов и т. д.);
- регулирования и улучшения текстуры пищевых систем и готовых продуктов (эмульгаторы, гелеобразователи, стабилизаторы и т. д.)
- предотвращения комкования и слеживания продукта;

- улучшения качества сырья и готовых продуктов (отбеливатели муки, фиксаторы миоглобина и т.д.);
- улучшения внешнего вида продуктов (полирующие средства);
- совершенствования экстракции (новые виды экстрагирующих веществ);
- решения самостоятельных технологических вопросов при производстве отдельных пищевых продуктов.

Выделение из общего числа пищевых добавок самостоятельной группы технологических добавок является в достаточной степени условным, так как в отдельных случаях без них невозможен сам технологический процесс. Примерами таковых являются экстрагирующие вещества и катализаторы гидрирования жиров, которые по существу являются вспомогательными материалами. Они не совершенствуют технологический процесс, а осуществляют его, делают его возможным.

1.2. БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК

Пищевые добавки, спектр применения которых непрерывно расширяется, выполняют разнообразные функции в пищевых технологиях и продуктах питания. Использование добавок возможно только после проверки их безопасности. Внесение пищевых добавок не должно увеличивать степень риска, возможного неблагоприятного действия продукта на здоровье человека, а также снижать его пищевую ценность (за исключением некоторых продуктов специального и диетического назначения).

Большинство пищевых добавок не имеет, как правило, пищевого значения, т.е. не является пластическим материалом для организма человека, хотя некоторые пищевые добавки являются биологически активными веществами. Применение пищевых добавок, как всяких чужеродных (обычно несъедобных) ингредиентов пищевых продуктов, требует строгой регламентации и специального контроля.

Важнейшим условием обеспечения безопасности пищевых продуктов является соблюдение допустимой нормы суточного потребления пищевых добавок.

Необходимо отметить, что в последнее время появилось большое число комплексных пищевых добавок. Под комплексными пищевыми добавками понимают изготовленные промышленным способом смеси пищевых добавок одинакового и различного технологического назначения, в состав которых могут входить, кроме пищевых добавок, и биологически активные добавки, и некоторые виды пищевого сырья.

В Российской Федерации возможно применение только тех пищевых добавок, которые имеют разрешение Госсанэпиднадзора России в пределах, приведенных в Санитарных правилах (СанПиН).

Пищевые добавки должны вноситься в пищевые продукты в минимально необходимом для достижения технологического эффекта количестве, но не более установленных Санитарными правилами пределов.

Исследование безопасности пищевых добавок, определение допустимой суточной дозы (ДСД), допустимого суточного потребления (ДСП), предельно

допустимой концентрации чужеродных веществ (в том числе добавок) в продуктах питания (ПДК) – сложный, длительный, очень дорогой, но крайне важный и важный для здоровья людей процесс. Он требует непрерывного внимания и совершенствования [4].

Пищевые добавки, запрещенные к применению в Российской Федерации при производстве пищевых продуктов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Пищевые добавки, запрещенные в РФ

Код	Пищевая добавка	Технологические функции
E121	Цитрусовый красный	Краситель
E123	Амарант	Краситель
E240	Формальдегид	Консервант
E940a	Бромат калия	Улучшитель муки и хлеба
E940б	Бромат кальция	Улучшитель муки и хлеба

1.3. ПОДБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОБАВОК

Эффективность применения пищевых добавок, особенно проявляющих технологические функции, требует создания технологии их подбора и внесения с учетом особенностей химического строения, функциональных свойств и характера действия пищевых добавок, вида продукта, особенностей сырья, состава пищевой системы, технологии получения готового продукта, типа оборудования, а иногда — специфики упаковки и хранения. В общем виде разработка технологии подбора и применения новой пищевой добавки представлена в таблице 3.

Таблица 3

Порядок разработки технологии подбора и применения новой пищевой добавки

Уровень	Наименование уровня	Основные рассматриваемые вопросы
1	2	3
Первый уровень	Характеристика пищевой добавки	Содержание основного вещества. Основные качественные показатели. Растворимость, толерантность, термостабильность. Стоимость.
Второй уровень	Характеристика функциональных свойств	Основные функциональные свойства. Технологические свойства. Побочные свойства. Стойкость (рН среды, t° , ферменты).
Третий уровень	Определение направлений использования	Виды продуктов. Особенности применяемого сырья. Технология получения.

Окончание табл. 3

1	2	3
Четвертый уровень	Особенности состава и свойств пищевых систем	Состав, физико-химические свойства. Принцип действия добавки. Возможные виды взаимодействия с другими компонентами, роль добавки в пищевой системе.
Пятый уровень	Разработка технологии применения пищевых добавок	Выбор этапа внесения. Определение оптимальной концентрации. Наименьший уровень концентрации. Технологические параметры.
Шестой уровень	Оценка эффективности внесения	Характеристика пищевого продукта. Сравнительная оценка технологического решения (без добавки; с добавкой).
Седьмой уровень	Анализ медико-биологической безопасности	Содержание добавки в готовом продукте. Продукты превращения. Допустимый уровень суточного поступления. Возможность фактического поступления. Система контроля.
Восьмой уровень	Сертификация пищевой добавки и продукта с ее содержанием	Нормативно-техническая документация. Особенности сертификации пищевой добавки, продукта с ее содержанием.

Данный порядок является наиболее полным и учитывающим все этапы разработки технологии подбора и применения новых пищевых добавок. Совершенно естественно, что при работе с пищевыми добавками конкретного функционального назначения отдельные этапы этой работы могут не проводиться; еще в большей степени эта схема может быть упрощена при использовании известных, хорошо изученных пищевых добавок. Но во всех случаях при определении целесообразности применения пищевой добавки (как при производстве традиционных пищевых продуктов, где она ранее не использовалась, так и при создании технологии новых пищевых продуктов) необходимо учитывать особенности пищевых систем, в которые вносится пищевая добавка, правильно определить этап и способ ее внесения, оценить эффективность ее использования, в том числе и экономическую.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте характеристику понятия «пищевые добавки». Определите их роль в создании продуктов питания.
2. Приведите классификацию пищевых добавок с различными технологическими функциями.
3. Расскажите о рациональной системе цифровой кодификации пищевых добавок с литерой «Е».
4. Назовите главные условия, выполнение которых обеспечивает безопасность применения пищевых добавок.

ГЛАВА 2.

ВЕЩЕСТВА, УЛУЧШАЮЩИЕ ВНЕШНИЙ ВИД ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

2.1. ПИЩЕВЫЕ КРАСИТЕЛИ

Основной группой веществ, определяющих внешний вид продуктов питания, являются пищевые красители.

Потребитель давно привык к определенному цвету пищевых продуктов, связывая с ним их качество, поэтому красители в пищевой промышленности применяются с давних времен. В условиях современных пищевых технологий, включающих различные виды термической обработки (кипячение, стерилизацию, жарение и т. д.), а также при хранении продукты питания часто изменяют свою первоначальную, привычную для потребителя окраску, а иногда приобретают неэстетичный внешний вид, что делает их менее привлекательными, отрицательно влияет на аппетит и процесс пищеварения. Особенно сильно меняется цвет при консервировании овощей и фруктов. Как правило, это связано с превращением хлорофиллов в феофитин или с изменением цвета антоциановых красителей в результате изменения рН среды или образования комплексов с металлами. В то же время, красители иногда используются для фальсификации пищевых продуктов, например, подкрашивания их, не предусмотренного рецептурой и технологией, — для придания продукту свойств, позволяющих имитировать его высокое качество или повышенную ценность [5].

Для окраски пищевых продуктов используют натуральные (природные) или синтетические (органические и неорганические) красители (рис.1).

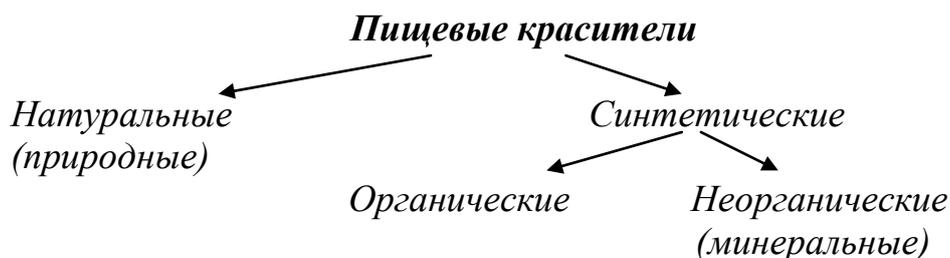


Рис.1. Классификация красителей

В настоящее время РФ для применения в пищевых продуктах разрешено около 60 наименований натуральных и синтетических красителей.

Не относятся к пищевым добавкам – красителям:

- пищевые продукты (плоды, ягоды и т.п.), включая сушеные или концентрированные;
- пряности и специи, используемые в процессе изготовления сложных пищевых продуктов из-за вкусоароматических или пищевых свойств, обладающие вторичным красящим эффектом (фруктовые и овощные соки или пюре, кофе, какао, шафран, паприка и др.);

- красители, применяемые для окрашивания несъедобных наружных частей пищевых продуктов (несъедобные оболочки для сыров, колбас и др.).

Перечень красителей, разрешенных к применению в РФ при производстве пищевых продуктов, приведен в таблице 4.

Таблица 4-Пищевые красители

Наименование красителей	Код
1	2
Натуральные красители	
Куркумины	E100
Рибофлавины	E101
Алканет, алканин	E103
Кармины, кошинель	E120
Хлорофилл	E140
Медные комплексы хлорофиллов хлорофиллинов	E141
Сахарные колеры	E150
Каротины	E160
Каротиноиды	E161
Красный свекольный	E162
Антоцианы	E163
Танины пищевые	E181
Красный рисовый	-
Минеральные красители	
Уголь	E152
Уголь древесный	E153
Углекислые соли кальция	E170
Диоксид титана	E171
Оксиды и гидроксиды железа	E172
Серебро	E174
Золото	E175
Ультрамарин	-
Синтетические красители	
Тартразин	E102
Желтый хинолиновый	E104

Окончание табл. 4

1	2
Желтый 2G	E107
Желтый «солнечный закат»	E110
Азорубин, кармуазин	E122
Понсо 4G, Пунцовый 4R	E124
Красный 2G	E128
Красный очаровательный AC	E129
Синий патентованный V	E131

индигокармин	E132
Синий блестящий FCF	E133
Зеленый S	E142
Зеленый прочный FCF	E143
Черный блестящий PN	E151
Коричневый HT	E155
Орсейл, орсин	E182
Красный для карамели 1,2	-
Красный 3	-

Два красителя: углекислые соли кальция E170 (поверхностный краситель, стабилизатор, добавка, препятствующая слеживанию) и танины пищевые E181 (краситель, эмульгатор, стабилизатор) являются пищевыми добавками комплексного действия.

Правилами применения отдельных красителей оговариваются вид продукта и максимальные уровни использования красителя в конкретном продукте, если эти уровни установлены.

С гигиенической точки зрения среди красителей, применяемых для окраски продуктов, особое внимание уделяется синтетическим красителям. Оценивают их токсическое, мутагенное и канцерогенное действие. При токсикологической оценке природных красителей учитывают характер объекта, из которого он был выделен, и уровни его использования. Модифицированные природные красители, а также красители, выделенные из непищевого сырья, проходят токсикологическую оценку по той же схеме, что и синтетические.

Наиболее широко пищевые красители применяют при производстве кондитерских изделий, напитков, маргаринов, некоторых видов консервов, сухих завтраков, плавленых сыров, мороженого.

2.1.1. Натуральные (природные) красители

Натуральные красители обычно выделяют из природных источников в виде смеси различных по своей химической природе соединений, состав которой зависит от источника и технологии получения, в связи, с чем обеспечить его постоянство часто бывает трудно. Среди натуральных красителей необходимо отметить каротиноиды, антоцианы, флавоноиды, хлорофиллы. Они, как правило, не обладают токсичностью, но для некоторых из них установлены допустимые суточные дозы. Некоторые натуральные пищевые красители или их смеси и композиции обладают биологической активностью, повышают пищевую ценность окрашиваемого продукта. Сырьем для получения натуральных пищевых красителей являются различные части дикорастущих и культурных растений, отходы их переработки на винодельческих, сокодобывающих и консервных заводах, кроме этого, некоторые из них получают химическим или микробиологическим синтезом. Природные красители, в том числе и модифицированные, чувствительны к действию кислорода воздуха (например, каротиноиды), кислот и щелочей (например, антоцианы), температуры, могут подвергаться микробиологической порче.

Каротиноиды — углеводороды изопреноидного ряда $C_{40}H_{56}$ (каротины) и их кислородсодержащие производные. Каротиноиды - растительные красно-желтые пигменты, обеспечивающие окраску ряда овощей, фруктов, жиров, яичного желтка и других продуктов.

Интенсивная окраска каротиноидов обусловлена наличием в их структуре сопряженных двойных π -связей, являющихся хромофорами. Они нерастворимы в воде и растворимы в жирах и органических растворителях. Примером таких соединений является β -каротин (название происходит от лат. *carota* — морковь).

β -Каротин E160a(i) получается синтетическим (в том числе микробиологическим) путем или выделяется из природных источников, в том числе из криля, в смеси с другими каротиноидами (E160(ii) - экстракты натуральных каротиноидов) в виде водо- или жирорастворимых форм. β -Каротин является не только красителем, но и провитамином А, антиоксидантом. Эффективным профилактическим средством против онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний, защищает от воздействия радиации. Он применяется для окрашивания и витаминизации маргаринов, майонезов, кондитерских, хлебобулочных изделий, безалкогольных напитков.

Из пигментов этой группы следует также отметить *ликопин* (E160d) и желто-оранжевый краситель *аннато* (E160b) — водный экстракт из корней *Bixa orellana* L, разрешенный для окраски маргаринов, ароматизированных сыров, сухих завтраков из зерна, сливочного масла. Он обладает антиспастическими и гипотоническими свойствами. К этой же группе красителей относятся *масло-смолы паприки* (E160c) — экстракты из красного перца *Capsicum annuum* L. Они имеют характерный острый вкус и цвет от желтого до оранжевого. Основным пигментом является каротиноид капсантин, не обладающий А-витаминной активностью. Применяется при изготовлении копченостей, кулинарных изделий, соусов, сыров. Необходимо упомянуть еще β -апокаротиналь (E160e) - β -апокаротиновый альдегид, получаемый синтетическим путем, и метиловые или этиловые *эфир*ы β -апо-8'-каротиновой кислоты (E160f).

Большую группу составляют производные каротиноидов: *флавоксантин* (E161a), *лютеин* (экстракт бархатцев, E161b), *криптоксантин* (E161c), *рубиксантин* (E161d), *виолоксантин* (E161e), *родоксантин* (E161f), *кантаксантин* (E161g).

Для окраски пищевых продуктов (маргарина, сливочного масла, майонеза, рыбных изделий, искусственной икры и некоторых других продуктов) применяют каротиноиды, выделенные из моркови (α -, β -, γ -каротины), плодов шиповника, перца, а также продукты, полученные микробиологическим или синтетическим путем. Каротиноиды устойчивы к изменению рН среды, к веществам, обладающим восстановительными свойствами, но при нагревании (выше $100^{\circ}C$) или под действием солнечного света легко окисляются. Наибольшее значение имеет β -каротин, экстракты натуральных каротинов и аннато.

Хлорофиллы (магнийзамещенные производные порфирина) - природные пигменты, придающие зеленую окраску многим овощам и плодам (са-

лат, зеленый лук, зеленый перец, укроп и т. д.). Хлорофилл состоит из синезеленого «хлорофилла а» и желто-зеленого «хлорофилла b», находящихся в соотношении 3:1.

Для извлечения хлорофилла используют петролейный эфир со спиртом. Применение их в качестве красителя (E140) в пищевой промышленности сдерживается их нестойкостью: при повышенной температуре в кислых средах зеленый цвет переходит в оливковый, затем в грязно-желто-бурый вследствие образования феофитина. Большое практическое значение могут иметь медные хлорофиллоподобные комплексы (E141i), содержащие медь в качестве центрального атома и имеющие интенсивную зеленую окраску, и натриевые и калиевые соли медного комплекса хлорофиллина (E141ii). Хлорофилл и его производные с медью растворимы в масле, хлорофиллин и его медные производные — в воде. Для окраски продуктов питания используются зеленые пигменты, выделенные из крапивы, капусты, ботвы моркови и т. д.

Антрахиноновые красители содержат в качестве основной хромофорной группы гидроксипантрахинон, обладающий стабильной окраской.

К природным пигментам этой группы относятся ализарин, кармин, алкантин.

Кармин E120 - красный краситель (основной компонент карминовая кислота) - представляют собой комплексные соли карминовой кислоты с ионами металлов. Получают экстракцией из кошениля - высушенных и растертых женских особей насекомых - червецов вида *Dactylopius coccus* (Sacta), обитающих на кактусах, которые произрастают в Южной Америке, Африке. Наиболее богаты кармином самки кошенили, содержащие до 3% красителя. Краситель устойчив к нагреванию, действию кислорода воздуха, свету. Применяется в кондитерской, безалкогольной, мясной промышленности, при производстве джемов, желе. В последнее время кармин в значительно больших количествах получают синтетическим путем.

Алкантин (алканет) E103 – красно-бордовый краситель, производное 1,4-нафтохинона.

Известен как краситель еще с древних времен. Получают из корней растения *Alkanna tinctoria*, растущего на юге и в центральной части Европы. Он растворим в жирах, но не нашел широкого применения для их окраски, т. к. обладает недостаточной стабильностью и нехарактерным для жировых продуктов цветом.

Куркумин - желтый природный краситель (E100i), получают из многолетних травянистых растений семейства имбирных – *Curcuma longa*, L.

К этой группе относится и турмерик (E100ii) – порошок корневища куркумы.

Куркумины не растворяются в воде и часто используются в пищевой промышленности в виде спиртового раствора.

Антоциановые красители. Важной группой водорастворимых природных красителей являются антоцианы (E163i). Это фенольные соединения, являющиеся моно- и дигликозидами. При гидролизе они распадаются на углево-

ды (галактозу, глюкозу, рамнозу и др.) и агликоны, представленные антоцианидами (пеларгонидином, цианидином, дельфинидином и др.). Характер окраски природных антоцианов зависит от многих факторов: строения, рН среды, образования комплексов с металлами, способности адсорбироваться на полисахаридах, температуры, света. Наиболее устойчивую красную окраску антоцианы имеют в кислой среде при рН 1,5 - 2; при рН 3,4 - 5 окраска становится красно-пурпурной или пурпурной. В щелочной среде происходит изменение окраски: при рН 6,7 - 8 она становится синей, сине-зеленой, а при рН 9 - зеленой, переходящей в желтую при повышении рН до 10. Меняется окраска антоцианинов и при образовании комплексов с различными металлами: соли магния и кальция имеют синюю окраску, калия - красно-пурпурную. Увеличение числа метильных групп в молекуле антоцианинов сдвигает окраску в сторону красных оттенков. Представителями этой группы красителей являются собственно антоцианы, энокраситель и экстракт из черной смородины.

Энокраситель (E163ii) получают из выжимок темных сортов винограда и ягод бузины в виде жидкости интенсивно красного цвета. Представляет собой смесь окрашенных, различных по своему строению органических соединений, в первую очередь антоцианинов и катехинов. Окраска продукта энокрасителем зависит от рН среды: красная окраска в подкисленных средах, в нейтральных и слабощелочных средах энокраситель придает продукту синий оттенок. Поэтому при использовании энокрасителя в кондитерской промышленности одновременно применяют и органические кислоты для создания необходимой кислотности среды.

В последнее время начали использовать в качестве желтых и розово-красных красителей пигменты антоциановой природы, содержащиеся в соке черной смородины (E163iii), кизила, красной смородины, клюквы, брусники, пигменты чая, содержащие антоцианы и катехины, а также краситель темно-вишневого цвета, выделенный из свеклы - *свекольный красный* (E162). Составной частью его является бетанин.

Сахарный колер (карамель, E150) – темно-окрашенный продукт карамелизации (термического разложения) сахаров, получаемый по различным технологиям. Его водные растворы представляют собой приятно пахнущую темно-коричневую жидкость. В зависимости от технологии получения различают сахарный колер I (E150a, простой, карамель I); сахарный колер II (E150b, карамель II), полученный по «щелочно-сульфитной» технологии; сахарный колер III (E150c, карамель III), полученный по «аммиачной» технологии; сахарный колер IV (E150d, карамель IV), полученный по «аммиачно-сульфитной» технологии. В результате карамелизации сахаров образуется сложная смесь продуктов с характерной окраской. Применяется для окраски напитков, ячменного хлеба, кондитерских изделий, желе и джемов, в кулинарии.

Рибофлавины (рибофлавин E101i) и натриевая соль рибофлавин-5'-фосфата (E111ii) используются в качестве желтого пищевого красителя для окрашивания кондитерских изделий, майонезов и т.п. Максимальный уровень внесения не установлен.

2.1.2. Синтетические красители

Синтетические красители обладают значительными технологическими преимуществами по сравнению с большинством натуральных красителей. Они дают яркие, легко воспроизводимые цвета и менее чувствительны к различным видам воздействия, которым подвергается материал в ходе технологического потока.

Синтетические пищевые красители - представители нескольких классов органических соединений: азокрасители (тартразин - E102; желтый «солнечный закат» - E110; кармуазин - E122; пунцовый 4R - E124; черный блестящий - E151); триарилметановые красители (синий патентованный V- E131; синий блестящий - E133; зеленый S - E142); хинолиновые (желтый хинолиновый - E104); индигоидные (индигокармин - E132). Все эти соединения хорошо растворимы в воде, большинство образует нерастворимые комплексы с ионами металлов, и применяются в этой форме для окрашивания порошкообразных продуктов.

Индигокармин (индиготин) — динатриевая соль индигодилсульфоуксусной кислоты. При растворении в воде дает растворы интенсивно синего цвета. Применяется в кондитерской промышленности, в технологии напитков (обладает низкой устойчивостью к редуцирующим сахарам и свету, что необходимо учитывать при использовании для окраски напитков).

Тартразин хорошо растворим в воде, его растворы окрашены в оранжево-желтый цвет. Используется в кондитерской промышленности, при производстве напитков, мороженого.

В качестве пищевых красителей применяются также *хинолиновый желтый* E104, *желтый 2С* E107, *желтый «солнечный закат FCF»* E110, красные красители - *азорубин (кармуазин)* E122, *понсо 4R* (пунцовый 4R) E124, *красный 2G* E128, *«красный очаровательный AC»* E129, *«орсейл»* (орсин - красный для карамели) E182; голубые красители – *«синий патентованный V»* E131, *«синий блестящий FCF»* E133; зеленые красители — *«зеленый S»* E142, *«зеленый прочный FCF»* E143; темно-фиолетовый краситель – *«черный блестящий PH»* (бриллиантовый черный) E151; коричневый краситель *«коричневый HT»* E155.

Эритрозин — E127 не разрешен для применения в нашей стране, но используется в других странах.

Синтетические красители в пищевой технологии применяются в виде индивидуальных продуктов и соединений с содержанием основного вещества не менее 70—85%, в смеси друг с другом, а также разбавленные наполнителями (поваренной солью, сульфатом натрия, глюкозой, сахарозой, лактозой, крахмалом, пищевыми жирами и др.), что упрощает обращение с ними. Для окрашивания пищевых продуктов используют главным образом, водные растворы пищевых красителей. Порошкообразные красители применяют обычно лишь в сухих полуфабрикатах (концентратах напитков, сухих смесях для кексов, желе и т. д.),

Смеси красителей позволяют получить цвета и оттенки, которые не удастся создать с помощью индивидуальных красителей.

При выборе красителя и его дозировки необходимо учитывать не только цвет и желаемую интенсивность окраски, но и физико-химические свойства пищевых систем, в которые он вносится, а также особенности технологии [1,3].

Широкое применение синтетических красителей, появившихся в последнее время благодаря достижениям химии, связано с их высокой устойчивостью к изменениям pH среды и действию кислот, стабильностью к нагреванию и свету, большой окрашивающей способностью, легкостью дозирования, устойчивостью окраски при хранении продукта. В большинстве случаев они дешевле натуральных красителей.

2.1.3. Минеральные (неорганические) красители

В качестве красителей применяют минеральные пигменты и металлы. В Российской Федерации разрешено применение 7 минеральных красителей и пигментов (табл. 5), включая уголь древесный.

Таблица 5

Минеральные красители, разрешенные для применения в РФ

Код	Наименование	Цвет водных или масляных растворов
E152	Уголь	Черный
E153	Уголь древесный	Черный
E170	Углекислые соли кальция	Белый
E171	Диоксид титана	Белый
E172	Оксиды железа (i) железа (+2;+3) оксид черный (ii) железа (+3) оксид красный (iii)) железа (+3) оксид желтый	Черный Красный Желтый
E174	Серебро	
E175	Золото	

2.2. ЦВЕТКОРРЕКТИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

В пищевой промышленности применяются соединения, изменяющие окраску продукта в результате взаимодействия с компонентами сырья и готовых продуктов. Среди них отбеливающие вещества - добавки, предотвращающие разрушение одних природных пигментов и разрушающие другие пигменты или окрашенные соединения, образующиеся при получении пищевых продуктов и являющиеся нежелательными. Иногда эти цветокорректирующие материалы оказывают и другое, сопутствующее (например, консервирующее) действие. Мы остановимся на диоксиде серы, нитратах, нитритах и бромате калия.

Диоксид серы – SO_2 (E220), растворы H_2SO_3 ее солей - $NaHSO_3$, $Ca(HSO_3)_2$, $NaSO_3$ (E221, E222, E223) и другие оказывают отбеливающее и консервирующее действие, тормозят ферментативное потемнение свежих овощей, картофеля, фруктов, а также замедляют образование меланоидинов. В то же время диоксид серы разрушает витамин B_1 , влияет на строение белковых моле-

кул, разрушая дисульфидные мостики в белках, что может вызвать нежелательные последствия. Поэтому целесообразно отказаться от применения диоксида серы для обработки продуктов, являющихся важным источником витамина В₁ для человека.

Нитрат натрия (E251) и нитриты калия и натрия (E249 и E250) применяют при обработке (посоле) мяса и мясных продуктов для сохранения красного цвета. Миоглобин (красный мясной краситель) при взаимодействии с нитритами образует красный нитрозомиоглобин, который придает мясным изделиям цвет красного соленого мяса, мало изменяющегося при кипячении. Аналогичное действие оказывают и нитраты, которые с помощью фермента нитроредуктазы, выделяемого микроорганизмами, переводятся в нитриты. Для создания необходимой для их жизнедеятельности питательной среды в рассол добавляют сахарозу. Однако нитрозомиоглобин может превращаться в нитрозомиохромоген, придающий изделиям зеленоватый или коричневый оттенок. Нитраты и нитриты в смеси с поваренной солью («посольная смесь») оказывают консервирующее действие. Добавление аскорбиновой кислоты (E300) ускоряет образование красного пигмента и позволяет сократить использование нитратов и нитритов. В настоящее время по совокупности показаний применение нитритов и нитратов вызывает возражения медиков и требует особого внимания с позиций гигиенической регламентации.

Бромат калия – КвгО₃ (E924a) ранее применялся в качестве окисляющего отбеливателя муки; его использование частично разрушает витамин В₁, никотинамид (витамин РР) и метионин и, возможно, приводит к образованию новых соединений с нежелательными свойствами, поэтому во многих странах, в том числе в РФ, его применение запрещено.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте классификацию пищевым красителям. Чем объясняется повышенное внимание потребителей и технологов к окраске продуктов питания?
2. Назовите основные натуральные красители.
3. Что представляют собой каротиноиды, хлорофиллы, хлорофиллы, энокрасители?
4. Какие другие представители натуральных красителей вам известны?
5. Приведите примеры синтетических красителей. Их особенности по сравнению с натуральными красителями.
6. Дайте определение понятию цветорегулирующие материалы, основные представители этой группы.

ГЛАВА 3.

ВЕЩЕСТВА, ИЗМЕНЯЮЩИЕ СТРУКТУРУ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

К этой группе пищевых добавок могут быть отнесены вещества, используемые для создания необходимых или изменения существующих реологических свойств пищевых продуктов, т. е. добавки, регулирующие или формирующие их консистенцию. К ним принадлежат добавки различных функциональных классов - загустители, гелеобразователи, стабилизаторы физического состояния пищевых продуктов, поверхностно-активные вещества (ПАВ), в частности, эмульгаторы и пенообразователи.

Химическая природа пищевых добавок, отнесенных к этой группе, достаточно разнообразна. Среди них имеются продукты природного происхождения и получаемые искусственным путем, в том числе химический синтезом. В пищевой технологии они используются в виде индивидуальных соединений или смесей.

В последние годы в группе пищевых добавок, регулирующих консистенцию продукта, большое внимание стало уделяться стабилизационным системам, включающим несколько компонентов: эмульгатор, стабилизатор, загуститель. Их качественный состав, соотношение компонентов могут быть весьма разнообразными, что зависит от характера пищевого продукта, его консистенции, технологии получения, условий хранения, способа реализации.

Применение в современной пищевой технологии таких добавок позволяет создать ассортимент продуктов эмульсионной и гелевой природы (маргарины, майонезы, соусы, пастила, зефир, мармелад и др.), структурированных и текстурированных.

Стабилизационные системы широко применяются в общественном и домашнем питании, кулинарии. Они используются при производстве супов (сухие, консервированные, замороженные), соусов (майонезы, томатные соусы), бульонных продуктов, продуктов для консервированных блюд.

3.1. ЗАГУСТИТЕЛИ И ГЕЛЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Эта группа пищевых добавок включает соединения двух функциональных классов: а) загустители (функциональный класс 23) - вещества, используемые для повышения вязкости продукта; б) гелеобразователи (функциональный класс 15) - соединения, придающие пищевому продукту свойства геля (структурированной высокодисперсной системы с жидкой дисперсионной средой, заполняющей каркас, который образован частицами дисперсной фазы) [1,2,3].

Загустители и гелеобразователи, введенные в жидкую пищевую систему в процессе приготовления пищевого продукта, связывают воду, в результате чего пищевая коллоидная система теряет свою подвижность и консистенция пищевого продукта изменяется. Эффект изменения консистенции (повышение вязко-

сти или гелеобразование) будет определяться, в частности, особенностями химического строения введенной добавки.

В химическом отношении добавки этой группы являются полимерными соединениями, в макромолекулах которых равномерно распределены гидрофильные группы, взаимодействующие с водой. Они могут участвовать также в обменном взаимодействии с ионами водорода и металлов (особенно кальция), а, кроме того, с органическими молекулами меньшей молекулярной массы.

Перечень загустителей и гелеобразователей, разрешенных к применению в производстве пищевых продуктов в России, включает 50 добавок.

Как уже отмечалось, главной технологической функцией добавок этой группы в пищевых системах является повышение вязкости или формирование гелевой структуры различной прочности. Одним из основных свойств, определяющих эффективность применения таких веществ в конкретной пищевой системе, является их полное растворение, которое зависит, прежде всего, от химической природы добавок. Поскольку большинство представителей этой группы относится к соединениям полисахаридной природы и содержит значительное количество гидроксильных групп, они являются гидрофильными и, в основном, растворимы в воде.

Растворимость повышается в присутствии ионизированных групп - сульфатных и карбоксильных, увеличивающих гидрофильность (каррагинаны, альгинаты), а также при наличии в молекулах полисахаридов боковых цепей, раздвигающих главные цепи, что улучшает гидратацию (ксантаны). Растворению способствует механическое воздействие (перемешивание) и нагревание. Растворимость понижается в присутствии факторов, способствующих образованию связей между полисахаридными цепями, к которым относятся наличие неразветвленных зон и участков без ионизированных групп (камедь рожкового дерева), а также присутствие ионов кальция или других поливалентных катионов, вызывающих поперечное сшивание полисахаридных цепей (пектины).

Многие представители этой группы пищевых добавок имеют смежную технологическую функцию стабилизатора, поскольку повышение вязкости дисперсной пищевой системы при введении в нее загустителя или превращение такой системы в слабый гель при низких концентрациях гелеобразователя способствуют предотвращению ее разделения на исходные компоненты (например, выпадение в осадок твердых частиц, диспергированных в жидкой дисперсной среде).

подавляющее большинство загустителей и гелеобразователей со статусом пищевых добавок относятся к классу полисахаридов (гликанов). Исключение составляет гелеобразователь желатин, имеющий белковую природу.

В зависимости от особенностей химического строения загустители и гелеобразователи полисахаридной природы могут быть подразделены по различным классификационным признакам (табл. 6).

Таблица 6 - Классификация пищевых добавок полисахаридной природы в зависимости от структуры

Классификационный признак	Характеристика	Основные представители
Строение полимерной цепи	Линейное	Альгинаты, каррагинаты, модифицированные целлюлозы, фулцеллеран, пектин
	Разветвленное	Галактоманнаны (гуаровая камедь и камедь рожкового дерева), ксантаны, гуммиарабик, камедь гхатти, камедь карайи, трагакант
Природа мономерных остатков	Гомогликаны	Модифицированные целлюлозы, модифицированные крахмалы
	Гетерогликаны	Альгинаты, каррагинаты, галактоманнаны, пектины
	Тригетерогликаны	Ксантаны, камедь карайи, геллановая камедь
	Пентагетерогликаны	Камедь гхатти, трагакант
Заряд	Нейтральный	Производные целлюлозы, амилолпектины, галактоманнаны
	Анионный (кислотный)	Альгинаты, каррагинаты, пектины, ксантаны, трагакант, камедь карайи, гуммиарабик, камедь гхатти, фулцеллеран

К основным представителям относятся модифицированные крахмалы и целлюлозы, пектины, полисахариды морских водорослей и некоторые другие.

3.1.1. Модифицированные крахмалы

В отличие от нативных растительных крахмалов, считающихся пищевыми продуктами, модифицированные крахмалы (E1400 – E1451) относятся к пищевым добавкам. В эту группу пищевых добавок объединены продукты фракционирования, деструкции и различных модификаций нативных растительных крахмалов, представляющих собой преимущественно смесь фракций гомоглюканов (полимеров глюкозы) линейного и разветвленного строения – амилозы и амилопектина.

Особенности химического строения и свойств основных фракций крахмала, а также их соотношение в нативном крахмале, зависящее от вида растительного источника (картофель, рис, кукуруза и т. п.), определяют основное технологическое свойство нативного крахмала - способность растворяться при нагревании в воде с образованием вязких коллоидных растворов (клейстеров). Однако свойства таких клейстеров часто не соответствуют необходимым требованиям; например, нативные кукурузные крахмалы образуют слабые, резиноподобные клейстеры и нежелательные гели в процессе термической обработки.

Типичным для клейстеров, образованных нативными крахмалами, является также процесс синерезиса - сокращение объема с выделением жидкой фазы в результате самопроизвольного уплотнения структурной сетки.

Различные способы обработки (физические, химические, биологические) нативных крахмалов позволяют существенно изменить их строение, что отражается на растворимости и свойствах клейстеров, например, их устойчивости к нагреванию, воздействию кислот и т. п.

Реакционноспособными центрами в полимерных молекулах крахмалов являются: а) гидроксильные группы глюкозных структурных единиц, активность которых по отношению к химическим реагентам изменяется в ряду: $\text{ОН при } C_6 > \text{ОН при } C_2 > \text{ОН при } C_3$; б) α -гликозидные связи, соединяющие глюкозные структурные единицы в полимерные цепи; в) концевые остатки D-глюкопираноз, обладающие восстанавливающей способностью.

По изменениям, происходящим в нативных крахмалах, можно выделить четыре основных типа модификаций, позволяющих путем физических или химических воздействий получить различные виды модифицированных крахмалов (табл. 7).

Таблица 7 - Основные виды модифицированных крахмалов

Тип модификации	Основные группы	Основные подгруппы
1	2	3
Набухание	Набухающие крахмалы	Растворимые в холодной воде (инстант-крахмалы), полученные: - вальцовой сушкой; - экструзией Набухающие в холодной воде
Деполимеризация	Расщепленные крахмалы	Декстрины Гидролизованные кислотами Гидролизованные ферментами Окисленные
Стабилизация	Стабилизированные крахмалы	Со сложной эфирной связью: - ацелированные; - фосфатные С простой эфирной связью - оксиалкильные
Поперечное сшивание полимерных цепей	Сшитые крахмалы	Сшитые: - хлорокисью фосфора; - эпихлоргидрином; - адипиновой кислотой

Набухающие крахмалы. *Инстант-крахмалы*, т. е. крахмалы, способные растворяться в холодной воде, получают путем физических превращений, не вызывающих существенной деструкции крахмальных молекул. В общем случае их получают нагреванием крахмальной суспензии в условиях, обеспечивающих быструю клейстеризацию и последующее высушивание клейстера, в связи, с чем эти крахмалы называют также преклейстерными. Такие условия достигаются при вальцовой сушке или экструзии.

Инстант-крахмалы используются, например, в пудингах быстрого приготовления.

Крахмалы, набухающие в холодной воде, получают термообработкой нативного кукурузного крахмала в 75 - 90%-м этаноле при температуре 150 - 175°C в течение 1,5— 2, 0 ч, или высушиванием крахмальной суспензии в распылительной сушилке.

Основой для получения растворимых и набухающих крахмалов могут служить как нативные, так и химически модифицированные. В последнем случае получаемые набухающие крахмалы сохраняют свойства, достигнутые при химической модификации, например, проявляют устойчивость в кислой среде, стабильность в циклах заморозки и оттаивания.

Способность крахмалов набухать в холодной воде без дополнительного нагревания используют в технологии различных десертов, желей, мармелада, сдобного теста, содержащего ягоды, которые в отсутствие стабилизатора оседают на дно до начала выпечки.

Расщепленные крахмалы. Они представляют собой продукты, имеющие, вследствие физических или химических воздействий, более короткие (по сравнению с нативными крахмалами) молекулярные цепи. К этой группе относятся декстрины, продукты кислотного или ферментативного гидролиза, а также окисленные крахмалы.

Декстрины (E1400) получают при сухом нагревании нативных крахмалов в присутствии кислотных катализаторов или без них. В зависимости от условий термообработки образуются белые или желтые декстрины.

Гидролизованые крахмалы получают обработкой крахмальных суспензий растворами кислот или гидролитических ферментов амилаз. Состав и свойства таких крахмалов зависят от условий гидролиза. Основная область использования этих крахмалов - кондитерские изделия: пастила и желе, жевательные резинки.

Состав и свойства *окисленных крахмалов* определяются выбором окислителей, в качестве которых могут использоваться H_2O_2 , $KMnO_4$, $HClO_3$, KIO и некоторые другие. Как и кислоты, окисляющие агенты приводят к образованию крахмалов с более короткими молекулярными цепями.

Их используют для стабилизации мороженого, при производстве мармеладов, лукума, а также в хлебопечении. Разбавленные растворы высокоокисленных крахмалов сохраняют прозрачность в течение длительного хранения, что делает их ценными добавками при приготовлении прозрачных супов.

Стабилизированные крахмалы. Они представляют собой продукты химической модификации монофункциональными реагентами с образованием по гидроксильным группам производных с простой или сложной эфирной связью. Такие производные, несмотря на невысокую степень замещения гидроксильных групп (0,002-0,2), отличаются от нативных крахмалов значительно меньшей склонностью к межмолекулярным ассоциациям и получили название стабилизированных.

Сложные эфиры крахмалов получают реакцией этерификации между спиртовыми группами молекул крахмала и ацилирующими или фосфорилирующим и агентами. В качестве ацилирующих агентов обычно используют ангидриды карбоновых кислот.

При получении эфира крахмала и натриевой соли октенилэтантарной кислоты процесс осуществляют в две стадии. Первоначально в молекулу янтарной кислоты вводят углеводородный радикал с образованием 1-октенилпроизводного, которое затем взаимодействует с молекулой крахмала, что приводит к образованию моноэфира с низкой степенью замещения гидроксильных групп.

Введение в молекулу крахмала углеводородных (алкенильных) фрагментов сопровождается возникновением разделенных между собой гидрофобных участков. Вследствие этого такие молекулы становятся поверхностно-активными и приобретают способность, концентрируясь на границах раздела фаз, образовывать, а также стабилизировать (благодаря полимерному строению) различные дисперсные системы, в частности эмульсии.

Простые эфиры крахмалов для пищевых целей получают взаимодействием нативного крахмала с окисью пропиленом до степени замещения гидроксильных групп, соответствующей 0,02—0,2. По своим свойствам гидроксипропилкрахмалы (E1440) аналогичны ацетилированным модификациям, имеют пониженную температуру гелеобразования, повышенную прозрачность клейстеров, такую же устойчивость к ретроградации.

Сшитые крахмалы. Большинство модифицированных пищевых крахмалов относится к подгруппе сшитых. Поперечное сшивание отдельных крахмальных молекул между собой происходит в результате взаимодействия их гидроксильных групп с бифункциональными реагентами.

Для пищевых целей используют, главным образом, три вида межмолекулярно-сшитых крахмалов — дикрахмальные эфиры фосфорной и адипиновой кислот, а также дикрахмалглицерины.

В большинстве сшитых пищевых крахмалов содержится не более одной поперечной связи на каждую тысячу глюкопиранозных остатков, что оказывается достаточным для значительного изменения свойств модифицированных крахмалов по сравнению с исходными. Крахмалы этой подгруппы имеют пониженную скорость набухания и клейстеризации, что создает эффект пролонгированного действия. Клейстеры поперечно-сшитых крахмалов являются более вязкими, имеют «короткую» текстуру, устойчивы к различным внешним воздействиям - высоким температурам, длительному нагреванию, низким pH, механическим нагрузкам.

Устойчивость к подкислению и физическим воздействиям пропорциональна количеству поперечных связей.

Благодаря таким свойствам, сшитые крахмалы особенно эффективны, в пищевых технологиях, включающих продолжительную термическую обработку, интенсивные механические воздействия, а также в технологиях, где требуется пролонгирование процессов набухания крахмальных гранул, повышения

вязкости и формирования текстуры. К таким технологиям относятся: получение экструдированных продуктов, консервирование методом стерилизации, различные выпечки (например, выпечка открытых пирогов с фруктовыми начинками), производство консервированных супов и т.п. [1,2,3].

3.1.2. Целлюлоза и ее производные

В группу пищевых добавок целлюлозной природы (E460—E467) входят продукты механической и химической модификации и деполимеризации натуральной целлюлозы, представляющей собой линейный полимер, который состоит из соединенных β -1,4-гликозидными связями остатков D-глюкопиранозы.

Наличие β -гликозидной связи приводит на уровне вторичных и третичных структур (конформации полимерных цепей, упаковки цепей в фибриллы) к формированию линейных молекул с зонами кристалличности (высокоориентированными участками), включающими отдельные аморфные (неориентированные) участки. Такое строение обуславливает большую механическую прочность волокон целлюлозы и их инертность по отношению к большинству растворителей и реагентов.

Собственно целлюлоза используется в качестве пищевой добавки E460 в двух модификациях:

- E460i - микрокристаллическая целлюлоза (частично гидролизованная кислотой по аморфным участкам, наиболее доступным для атаки реагентами, и затем измельченная; отличается укороченными молекулами);

- E460ii - порошкообразная целлюлоза, выделенная из растительного сырья (древесины, хлопка и т. п.) удалением сопутствующих веществ (гемицеллюлоз и лигнина) и затем измельченная. Основные технологические функции целлюлозы - эмульгатор и текстуратор, добавка, препятствующая слеживанию и комкованию.

Химическая модификация молекул целлюлозы приводит к изменению свойств и, как следствие, к изменению функций в пищевых системах. В образовании производных целлюлозы большую роль играет доступность и реакционная способность гидроксильных групп β -D-глюкопиранозных остатков.

Статус пищевых добавок имеют семь химических модификаций целлюлозы, представляющих собой моно- или дипроизводные с простой эфирной связью (простые эфиры). В общем виде модифицированные целлюлозы могут быть описаны следующей формулой (строение и технологические функции пищевых эфиров целлюлозы представлены в табл. 8).

Таблица 8-Модифицированные целлюлозы и их технологические функции

Код	Название	X	Y	Технологические функции
E461	Метилцеллюлоза	-CH ₃	-H	Загуститель, стабилизатор, эмульгатор
E462	Этилцеллюлоза	-CH ₂ CH ₃	-H	Наполнитель, связывающий агент
E463	Гидроксипропилцеллюлоза	- CH ₂ CH(OH) CH ₃	-H	Загуститель, стабилизатор, эмульгатор
E464	Гидроксипропилметилцеллюлоза	- CH ₂ CH(OH) CH ₃	- CH ₃	Загуститель, стабилизатор, эмульгатор
E465	Метилэтилцеллюлоза	- CH ₃	-CH ₂ CH ₃	Загуститель, стабилизатор, эмульгатор, пенообразователь
E466	Карбоксиметилцеллюлоза (натриевая соль)	- CH ₂ COONa	-H	Загуститель, стабилизатор
E467	Этилгидроксиэтилцеллюлоза	-CH ₂ CH ₃	-CH ₂ CH ₂ OH	Загуститель, стабилизатор, эмульгатор

Получение простых эфиров включает стадию повышения ее реакционной способности, поскольку плотная упаковка целлюлозных волокон, в целом, препятствует взаимодействию гидроксильных групп с молекулами реагента. С этой целью целлюлозу подвергают набуханию или переводят в растворимое состояние. В промышленных условиях процесс ведут в гетерофазной среде (дисперсия целлюлозы в ацетоне или изопропиловом спирте), обрабатывая целлюлозу раствором едкого натра при температуре 50 – 140°С с образованием алкалицеллюлозы (процесс мерсеризации).

Пищевые добавки целлюлозной природы являются безвредными, поскольку не подвергаются в желудочно-кишечном тракте деструкции и выделяются без изменений. Дневной суммарный прием с пищей всех производных целлюлозы может составлять 0 - 25 мг на килограмм массы тела человека. Их дозировки в пищевых продуктах определяются конкретными технологическими задачами.

Традиционно эти добавки используются при изготовлении хлебобулочных и кондитерских изделий, молочных и низкожирных эмульсионных продуктов, а также безалкогольных напитков, где выступают в качестве эмульгаторов и стабилизаторов многокомпонентных дисперсных систем, суспензий и эмульсий, обеспечивают необходимые консистенцию и вкусовые свойства.

3.1.3 Пектины

Пектины, наряду с галактоманнанами (гуаровой камедью и камедью рожкового дерева), являются основными представителями группы гетерогликанов высших растений.

Пектинами (Е440) называется группа высокомолекулярных гетерогликанов (pektos - греч. свернувшийся, замерзший), которые входят в состав клеточных стенок и межклеточных образований высших растений, и через боковые цепочки соединены с гемицеллюлозами, на пример, галактаном, а затем волокнами целлюлозы. В такой связанной форме, имеющей название «протопектины», они не растворимы в воде. По химической природе пектины представляют собой гетерополисахариды, основу которых составляют рамногалактуронаны. Главную цепь полимерной молекулы образуют производные полигалактуроновой (пектовой) кислоты (полиурониды), в которой остатки D-галактуроновой кислоты связаны 1,4- α -гликозидной связью. Основная цепочка полигалактуроновой кислоты в растворе имеет вид спирали содержащей три молекулы галактуроновой кислоты в одном витке. В цепь полигалактуроновой кислоты неравномерно через 1,2- α -гликозидные связи включаются молекулы L-рамнозы (6-дезоксид- L -маннопиранозы), что придает полимерной молекуле зигзагообразный характер.

Часть карбоксильных групп полигалактуроновой кислоты обычно этерифицирована метанолом (пектиновая кислота), а часть вторичных спиртовых групп (C₂ и C₃) в отдельных случаях ацетилирована. Молекулы пектинов содержат обычно от нескольких сотен до тысячи мономерных остатков, что соответствует средней молекулярной массе от 50 до 150 тыс. Путем химических модификаций часть свободных карбоксильных групп может быть переведена в амидированную форму (амидированные пектины) [1,2,3].

Соли пектовой кислоты получили название пектаты, соли пектиновой — пектинаты.

В промышленности пектины получают кислотным или ферментативным гидролизом (обменной реакцией между веществом, в данном случае пектинсодержащим материалом, и водой) в условиях, обеспечивающих расщепление гликозидных связей, соединяющих пектиновые молекулы с нейтральными полисахаридами и не затрагивающих более прочные гликозидные связи в полимерной пектиновой молекуле, а также сложноэфирные связи в молекулах высокоэтерифицированных пектинов.

В классических способах гидролиз осуществляют растворами минеральных кислот (HCl, H₂SO₄, HNO₃, H₃PO₄) при pH около 2 и температуре около 85°C в течение 2—2,5 ч. При этом молекулы рамногалактуронанов переходят в раствор, откуда, после очистки и концентрирования, их извлекают различными технологическими приемами, например, осаждением из этанола. Осажденный пектин сушат, измельчают и стандартизуют добавлением глюкозы (декстрозы) или ретардатора - соли одновалентного катиона и пищевой кислоты (молочной, винной, лимонной), замедляющей процесс гелеобразования.

В некоторых случаях степень этерификации выделенных пектинов специально понижают, для чего концентрированный жидкий экстракт подвергают контролируемой деэтерификации кислотным, щелочным или ферментативным (с помощью фермента пектинэстеразы) способами. Наиболее быстрым является способ щелочной деэтерификации под действием гидроксида натрия или аммиака (процесс аммонолиза).

В зависимости от степени этерификации пектины условно подразделяют на две подгруппы: высокоэтерифицированные (степень этерификации более 50%) и низкоэтерифицированные (степень этерификации менее 50%).

В настоящее время выпускается несколько видов пектинов, выделяемых из различных источников сырья и различающихся по составу и функциональным свойствам: высокоэтерифицированные (яблочный, цитрусовый), низкоэтерифицированные (свекловичный, из корзинок подсолнечника), а также комбинированные пектины из смешанного сырья различной степени этерификации.

Указанные пектины отличаются и характером распределения карбоксильных групп по длине пектиновой молекулы: в яблочных пектинах это распределение равномерно, а, например, в цитрусовых - нет.

Из низкоэтерифицированных пектинов более востребованными являются неамидированные, которые используют при приготовлении, например, сухих киселей, диабетических кондитерских изделий.

Особенности химического строения пектиновых молекул, в частности, степень этерификации, определяют различия их физико-химических свойств, основными среди которых являются растворимость, гелеобразующая способность и способность взаимодействовать с катионами металлов и белками.

Растворимость пектинов в воде повышается с увеличением степени этерификации их молекул и уменьшением молекулярной массы. Пектовая кислота, в молекуле которой не содержится этерифицированных карбоксильных групп, в воде не растворима.

При комнатной температуре в условиях интенсивного перемешивания в 100 мл воды растворяется от 4 до 8 г пектина, при температуре 60-80°C - около 10 г, то есть максимальная концентрация водных растворов пектина может составлять 10%. Растворимость повышается в присутствии сахаров.

Из-за наличия в пектиновых молекулах диссоциирующих свободных карбоксильных групп их водные растворы имеют кислую реакцию (для 2,5%-го раствора пектина рН около 3).

Образование гелевой структуры в растворах пектинов происходит в результате взаимодействия пектиновых молекул между собой и зависит от особенностей строения молекулы - молекулярной массы, степени этерификации, характера распределения карбоксильных групп. Кроме этого, на процесс гелеобразования оказывают влияние температура, рН среды и содержание дегидратирующих веществ.

Формирование пространственной структуры геля может происходить двумя путями: а) за счет изменения сил электростатического отталкивания пекти-

новых молекул в присутствии дегидратирующих веществ (сахарозы) в кислой среде (сахарно-кислотное гелеобразование); б) с участием ионов поливалентных металлов.

Тип ассоциации пектиновых молекул определяется степенью этерификации. Высокоэтерифицированные пектины образуют гели в присутствии кислоты (рН 3,1-3,5) при содержании сухих веществ (сахарозы) не менее 65%, низкоэтерифицированные - как по первому типу, так и в присутствии ионов поливалентных металлов, например, кальция, независимо от содержания сахарозы, в широком диапазоне рН (от 2,5 до 6,5). Пектины высокой степени этерификации образуют высокоэластичные гели, которые имеют тенденцию возвращаться в исходное состояние после изменения формы при механическом сдвиге.

Пектины низкой степени этерификации, в зависимости от концентрации ионов кальция, могут давать различные по консистенции гели - от высоковязких (не восстанавливающих исходную форму после деформирования) до высокоэластичных.

Комплексообразующая способность (образование циклических комплексов поливалентных металлов) различных пектинов зависит от содержания свободных карбоксильных групп, то есть степени этерификации пектиновых молекул, и не зависит от их молекулярной массы. Способность пектиновых молекул связывать поливалентные катионы увеличивается при снижении степени их этерификации и повышении степени диссоциации свободных карбоксильных групп (т.е. при повышении рН среды).

Молекулы высокоэтерифицированных пектинов могут образовывать пектин-протеиновые комплексы. При рН 4,0—4,2 они вступают во взаимодействие с молекулами казеина молока, что приводит к изменению общего заряда белковых молекул и обеспечивает их физическую стабильность в кислой среде. Кроме того, пектины, как растворимые пищевые волокна, являются физиологически ценными пищевыми добавками (функциональными ингредиентами), присутствие которых в пищевых продуктах традиционного рациона способствует улучшению состояния здоровья человека. Специфическое физиологическое воздействие растворимых пищевых волокон связано с их способностью снижать уровень холестерина в крови, нормализовать деятельность желудочно-кишечного тракта, связывать и выводить из организма некоторые токсины и тяжелые металлы. Рекомендуемое суточное потребление пектиновых веществ в рационе здорового человека составляет 5—6 г.

3.1.4. Галактоманнаны: камедь рожкового дерева, гуаровая камедь

Галактоманнаны представляют собой гетерогликаны, содержащиеся в семенах стручковых растений и выполняющие функцию предотвращения обезвоживания семян. Коммерческие препараты растительных галактоманнанов получили название камеди. Наиболее распространенными в качестве пищевых добавок в этой группе являются галактоманнаны семян двух видов растений —

гуара, произрастающего в Индии и Пакистане, и рожкового дерева, произрастающего на побережье Средиземного моря.

Эти камеди (E410 и E412) имеют сходное химическое строение и представляют собой нейтральные полисахариды, состоящие из β -(1,4) гликозидно связанных остатков маннозы, к которым (1,6)-связями через равные интервалы присоединены боковые цепи, состоящие из единичных остатков α -D-галактозы. У камеди гуара, получившей название *гуаран*, остаток галактозы присоединен к каждому второму остатку маннозы, а у камеди из бобов рожкового дерева - к каждому четвертому. Причем галактопиранозные структурные единицы распределены вдоль полимерной цепи маннана не равномерно, а блочно, что особенно характерно для галактоманнанов рожкового дерева. Таким образом, полимерная цепь галактоманнанов имеет нерегулярную структуру с чередующимися линейными и разветвленными зонами. От характера распределения этих зон, а также от соотношения галактозы и маннозы зависят основные свойства галактоманнанов.

Технология получения коммерческих препаратов галактоманнанов основана на водной экстракции полисахаридов из измельченного растительного сырья с последующим отделением и очисткой экстракта, обработкой его спиртом для выделения целевого продукта, который затем отфильтровывают, высушивают и измельчают.

Растворимость галактоманнанов в воде зависит от особенностей их строения. Галактоманнаны с высокой степенью замещения первичных гидроксильных групп в остатках D-маннозы (гуаран) полностью растворяются в холодной воде, а галактоманнаны с ограниченной степенью замещения (камедь рожкового дерева) - только в горячей. Однако в обоих случаях процесс растворения является продолжительным и ускоряется за счет интенсивного перемешивания или нагревания, при котором температура не должна превышать 80°C из-за потенциально возможной термической деструкции полимерных молекул.

Вязкость растворов галактоманнанов зависит от их концентрации. При низких концентрациях (до 0,5%) она имеет линейную зависимость, которая при дальнейшем повышении дозировок переходит в экспоненциальную.

3.1.5. Полисахариды морских растений

Коммерческие препараты этой подгруппы пищевых добавок объединяют полисахариды, выделяемые из красных и бурых морских водорослей. В пищевой промышленности широко используются альгинаты, каррагинаны и агароиды.

Альгиновая кислота (E400) и ее соли (E401-E405) относятся к полисахаридам бурых морских водорослей родов *Laminaria* и *Macrocystis* (от лат. *alga* - водоросль), которые построены из остатков β -D-маннурановой α -L-гулурановой кислот, находящихся в пиранозной форме и связанных в линейные цепи (1,4)-гликозидными связями.

Технологический процесс получения альгинатов основан на щелочной экстракции разбавленными растворами соды или щелочей в виде хорошо растворимых натриевых или калиевых солей. При подкислении экстракта из раствора выделяют собственно альгиновые кислоты, которые в связи с их ограниченной стабильностью, как правило, переводят в различные солевые формы. Статус пищевых добавок, наряду с альгиновой кислотой, имеют 5 альгинатов.

Растворимость этих добавок в воде зависит от природы катиона в мономерных остатках, формирующих молекулы рассматриваемых гетерогликанов. Свободные альгиновые кислоты плохо растворимы в холодной воде, но набухают в ней, связывая 200-300 - кратное количество воды, однако растворимы в горячей воде и в растворах щелочей, образуя при подкислении гели. Натриевые и калиевые соли альгиновых кислот легко растворимы в воде с образованием высоковязких растворов. Соли с двухвалентными катионами образуют гели или нерастворимые альгинаты.

Вязкость растворов альгинатов связана с длиной полимерной молекулы альгината, в связи с чем коммерческие препараты имеют, как правило, определенную молекулярную массу. В этом случае вязкость растворов изменяется пропорционально концентрации добавки. При низких концентрациях повышение вязкости может быть достигнуто путем введения небольшого количества ионов кальция, которые, связывая молекулы, приводят фактически к повышению молекулярной массы и, как следствие, к повышению вязкости. Превышение дозировки ионов кальция может привести к гелеобразованию.

Образование гелевой структуры в растворах альгинатов происходит с участием ионов бивалентного кальция путем взаимодействия их молекул между собой в зонах кристалличности. В связи с этим гелеобразующая способность и прочность гелей непосредственно связаны с количеством и длиной зон кристалличности.

Агар (agar-agar) E406 - смесь полисахаридов агарозы и агаропектина. Основная фракция агарозы - линейный полисахарид, построенный из чередующихся остатков β -D-галактопиранозы и 3,6-ангидро- α -L-галактопиранозы, связанных попеременно β -(1,4)- и α -(1,3)-связями. Агаропектин - смесь полисахаридов сложного строения, содержащая глюкуроновую кислоту и эфирносвязанную серную кислоту.

Агар-агар получают из красных морских водорослей (*Gracilaria*, *Gelidium*, *Ahnfeltia*), произрастающих в Белом море, Тихом и Атлантическом океанах. В зависимости от вида водорослей состав выделенных полисахаридов может изменяться. Агар незначительно растворяется в холодной воде, но набухает в ней. В горячей воде он образует коллоидный раствор, который при охлаждении дает хороший прочный гель, обладающий стекловидным изломом. У агара этот процесс осуществляется за счет образования двойных спиралей и их ассоциации независимо от содержания катионов, сахара или кислоты. Гелеобразующая способность агара в 10 раз выше, чем у желатина. При нагревании в присутствии кислоты способность к гелеобразованию снижается. Гели стабильны при pH более 4,5 и термообратимы.

Каррагинаны (E407) объединяют семейство полисахаридов (известное также под названием ирландский мох), содержащихся, наряду с агаром в красных морских водорослях *Chondrus Crispis*, *Eucheuma Species*, *Gigartina Species* и др. По химической природе каррагинаны близки к агароидам и представляют собой неразветвленные сульфатированные гетерогликаны, молекулы которых построены из остатков производных D-галактопиранозы со строгим чередованием α -(1,3)- и β -(1,4)-связей между ними, т. е. из повторяющихся дисахаридных звеньев, включающих остатки (β -D-галактопиранозы и 3,6-ангидро- α -D-галактопиранозы. В зависимости от особенностей строения дисахаридных повторяющихся звеньев различают три основных типа каррагинанов, для обозначения которых используют буквы греческого алфавита [1,2,3].

Технологический процесс получения каррагинанов основан на их экстракции горячей водой с последующим выделением из раствора. В промышленности используют два способа выделения:

а) через гелеобразование в среде с хлоридом калия - для выделения гелеобразующих каррагинанов;

б) осаждением из спирта — при выделении смеси всех трех типов.

Основные свойства каррагинанов представлены в таблице 9.

Таблица 9

Свойства каррагинатов

Среда	Тип каррагинатов		
	каппа	иота	лямда
1	2	3	4
Растворимость			
Вода, 80 °С	Да	Да	Да
Вода, 20 °С	На – соль К-, Са- и NH ₄ - соли набухают	На – соль Са- соль набухает с образованием тиксо- тропной дисперсии	Да Да
Молоко, 80 °С	Да	Да	Да
Молоко, 20 °С	Нет	нет	Загущает
50%-ный раствор сахара	При нагревании	Нет	Да
50%-ный раствор соли горячий холодный	Набухает Нет	Набухает Нет	Да Да
Гелеобразование			
Прочные гели	С ионами К	С ионами Са	Нет
Текстура геля	Хрупкий	Эластичный	-
Синерезис	Да	Нет	Нет
Стабильность при замораживании/оттаивании	Нет	Да	Да

Окончание табл. 9

1	2	3	4
Взаимодействие с белками молока	Хрупкий гель	Эластичный гель	Слабый гель
Стабильность гелей в кислой среде	Устойчив выше рН 3,8	Устойчив выше рН 3,8	Не применяется

Из таблицы видно, что все три вида каррагинанов растворимы в горячей воде, а в виде натриевых солей они растворимы и в холодной воде с образованием вязких растворов. κ - и τ -каррагинаны являются гелеобразователями, а λ -тип - загустителем. Растворы гелеобразующих каррагинанов становятся твердыми и образуют гели при температуре ниже 49 – 55°C. Эти гели устойчивы при комнатной температуре, но могут быть вновь расплавлены при нагревании до температуры, превышающей температуру гелеобразования на 5 – 10°C. При охлаждении такого расплава вновь образуется гель.

Ксантановая камедь или камедь кукурузного сахара (E415) представляет собой смесь полисахаридов, образующихся как вторичные метаболиты при аэробной ферментации сахаров (например, кукурузного сиропа) бактериями *Xanthomonas campestris*. По химической природе это гетерополисахарид с молекулярной массой от одного до нескольких миллионов, молекулы которого формируются из трех типов моносахаридов: (β -D-глюкозы, α -D-маннозы и α -D-глюкуроновой кислоты при их соотношении 2:2:1.

3.1.6. Желатин

Желатин является практически единственным гелеобразователем белковой природы, который широко используется в пищевой промышленности. Желатин - белковый продукт, представляющий смесь линейных полипептидов с различной молекулярной массой (50000 - 70000) и их агрегатов с молекулярной массой до 300000, не имеет вкуса и запаха. Аминокислотный состав желатина включает до 18 аминокислот, в том числе глицин (26 -31%), пролин (15 - 18%), гидроксипролин (13 - 15%), глутаминовую кислоту (11 - 12%), аспарагиновую кислоту (6 - 7%), аланин (8 - 11%) и аргинин (8 - 9%).

Электрокинетические свойства желатина в растворе, в том числе изоэлектрическая точка, определяются пятью электроактивными аминокислотами. В молекулах желатина основными функциональными группами, несущими заряд, являются:

- COOH-группы аспарагиновой и глутаминовой кислот;
- NH₂ -группы лизина и гидроксилизина;
- NH-C- NH₂,-группы аргинина.

||

NH

На их долю приходится более 95% всех ионизированных групп желатина.

Желатин получают из коллагена, содержащегося в костях, хрящах и сухожилиях животных. Технологический процесс основан на кислотной или ще-

лочной экстракции, в процессе которой нерастворимый коллаген превращается в растворимый желатин, с последующим выделением продукта известными технологическими приемами, предусматривающими его очистку, высушивание и стандартизацию. В коллагене 35% кислотных групп находится в амидированной форме, которая преобразуется в кислотную в процессе щелочной обработки. Поэтому изоэлектрическая точка желатина варьирует между 9,4 (для амидированной формы) и 4,8 (для карбоксильной формы).

Желатин растворяется в воде, молоке, растворах солей и сахара при температуре выше 40°C. Растворы желатина имеют низкую вязкость, которая зависит от pH и минимальна в изоэлектрической точке. При охлаждении водного раствора желатина происходит повышение вязкости с переходом в состояние геля. Это так называемый золь-гель-переход. Условиями образования геля являются достаточно высокая концентрация желатина и соответствующая температура, которая должна быть ниже точки затвердевания (примерно 30°C).

При охлаждении сегменты, богатые аминокислотами различных полипептидных цепей, принимают спиральную конфигурацию. Водородные связи с участием или без участия молекул воды стабилизируют образовавшуюся структуру. Эти связи распределены по всей длине цепи, что объясняет уникальные свойства желатиновых гелей.

Наиболее интересным свойством желатина является образование термически обратимых гелей. В противоположность полисахаридам, гелеобразование желатина не зависит от pH и не требует присутствия других реагентов, как например, сахаров, солей или двухвалентных катионов.

3.2. ЭМУЛЬГАТОРЫ

В эту группу пищевых добавок входят вещества, которые, будучи добавленными к пищевому продукту, обеспечивают возможность образования и сохранения однородной дисперсии двух или более несмешивающихся веществ.

Строго говоря, термины «эмульгатор» или «эмульгирующий агент» подразумевают химическое вещество, способное (при растворении или диспергировании в жидкости) образовывать и стабилизировать эмульсию, что достигается благодаря его способности концентрироваться на поверхности раздела фаз и снижать межфазное поверхностное натяжение. Такая способность связана с поверхностно-активными свойствами, поэтому применительно к рассматриваемой группе пищевых добавок термины эмульгатор, эмульгирующий агент и поверхностно-активное вещество (ПАВ) могут рассматриваться как синонимы.

Хотя основными функциями эмульгаторов являются образование и поддержание в однородном состоянии смеси несмешиваемых фаз, таких как масло и вода, в других пищевых системах применение этих добавок может быть связано не столько с эмульгированием, сколько с их взаимодействием с такими пищевыми ингредиентами, как белки, крахмал и др.

В качестве первых пищевых эмульгаторов использовались натуральные вещества, в частности, камеди, сапонины, лецитин и др.

Некоторые из них сохранили свою популярность, однако наиболее широко в промышленности используются сегодня синтетические эмульгаторы или продукты химической модификации природных веществ, промышленное производство которых начало развиваться в 20-е гг. XX в.

По химической природе молекулы классических эмульгаторов, являющихся поверхностно-активными веществами, имеют дифильное строение, то есть содержат полярные гидрофильные и неполярные гидрофобные группы атомов, которые, будучи связанными с неполярным соединительным звеном (основанием), отделены друг от друга и располагаются на противоположных концах молекулы. Первые (гидрофильные) обеспечивают растворимость в воде, вторые (гидрофобные) - в неполярных растворителях. Дифильное строение молекул эмульгаторов обуславливает их склонность к формированию ассоциатов в объемной фазе растворителя, называемых мицеллами.

В зависимости от особенностей строения молекулы эмульгатора, которые будут проявляться в соотношении между гидрофильными свойствами полярной группы и липофильными свойствами неполярной части молекулы ПАВ, могут образовываться как классические мицеллы в воде, так и обращенные мицеллы в неполярных растворителях (маслах и жирах).

3.2.1. Классификация эмульгаторов

Известно несколько способов классификации эмульгаторов по различным признакам.

В анионных (анионоактивных) эмульгаторах гидрофильными группами могут являться ионные формы карбоксильных и сульфонильных групп, в катионоактивных - ионные формы соединений аммония с третичным или четвертичным атомом азота (третичные или четвертичные аммониевые основания и соли), в неионогенных эмульгаторах - гидроксильные и кетогруппы, эфирные группировки и др. В цвиттер-ионных эмульгаторах роль гидрофильных групп выполняют ионные группировки, имеющие одновременно и положительный, и отрицательный заряды. Например, в молекуле лецитина гидрофильная группировка состоит из отрицательно заряженного остатка фосфорной кислоты и катионной группы четвертичного аммониевого основания холина.

Основные виды пищевых эмульгаторов - неионогенные ПАВ. К исключениям относится цвиттерионный лецитин и анионоактивные лактилаты.

По химической природе это производные одноатомных и многоатомных спиртов, моно- и дисахаридов, структурными компонентами которых являются остатки кислот различного строения.

Обычно ПАВ, применяемые в пищевой промышленности, являются не индивидуальными веществами, а многокомпонентными смесями и выпускаются под фирменными наименованиями. Химическое название препарата при этом соответствует лишь основной части продукта.

В зависимости от особенностей химической природы эмульгатора, а также специфики пищевой системы, в которую он вводится, некоторые из пред-

ставителей этого функционального класса пищевых добавок могут иметь смежные технологические функции, например, функции стабилизаторов или антиоксидантов.

Общим свойством, объединяющим эмульгаторы и отличающим их от пищевых добавок других классов, является поверхностная активность. В зависимости от особенностей состава и свойств пищевой системы, в которую преднамеренно вводится эмульгатор, его поверхностная активность может проявляться в различных, главным образом, технологических изменениях. Обобщенно основными технологическими функциями эмульгаторов в пищевых системах являются:

- диспергирование, в частности эмульгирование и пенообразование;
- солубилизация;
- комплексобразование с крахмалом;
- взаимодействие с белками;
- изменение вязкости;
- модификация кристаллов;
- смачивание и смазывание.

3.2.2. Основные группы пищевых ПАВ

Моно-, диацилглицерины и их производные (E471, E472a - g). Они являются наиболее известной группой эмульгаторов, промышленное производство которых началось в 20-е гг. XX в. Сегодня их доля в общем потреблении пищевых эмульгаторов составляет около 60%

В группу пищевых добавок глицеридной природы входят неполные ацилглицерины (глицериды), получаемые в промышленности глицеролизом жиров и масел или этерификацией глицерина высокомолекулярными жирными кислотами, а также продукты их этерификации по первичной гидроксильной группе пищевыми низкомолекулярными кислотами - уксусной, молочной, винной, диацетилвинной, лимонной.

Известны различные типы моноглицеридов, которые, в зависимости от вида исходного жирового сырья и технологии получения, могут содержать от 40 до 60% фракции моноэфира в смеси с ди- (34-50%) и триглицеридами (3,5-10%) со значениями йодного числа от 1 до 100% йода и температурой плавления от 40 до 70 °С.

В качестве пищевых добавок разрешены 7 сложноэфирных модификаций неполных ацилглицеридов:

- моно- и диглицериды жирных кислот – E471;
- эфиры уксусной кислоты и моно-, диглицеридов жирных кислот – E472a;
- эфиры молочной кислоты и моно-, диглицеридов жирных кислот – E472b;
- эфиры лимонной кислоты и моно-, диглицеридов жирных кислот – E472c;
- эфиры винной кислоты и моно-, диглицеридов жирных кислот – E472d;
- эфиры диацетилвинной кислоты и моно-, диглицеридов жирных кислот – E472e;

- смешанные эфиры винной и уксусной кислот и моно-, диглицеридов – E472f;
- эфиры янтарной кислоты и моноглицериды – E 472g.

Три из них, как и исходные моно- и диглицериды, относятся к группе безопасных добавок, применяемых без ограничения. Для остальных допустимая суточная норма составляет 30 мг/кг, а для добавки E472e даже 50 мг/кг массы тела человека.

Фосфолипиды. Наиболее популярными в этой группе являются природные *лецитины* (E322), имеющие синтетический аналог под названием аммониевые *фосфатиды* (E442).

В соответствии с директивой Европейского Совета лецитины представляют собой смесь фракций фосфатидов, полученную из животных и растительных объектов физическими методами, включающими использование ферментов, в которой содержание веществ, нерастворимых в ацетоне (собственно фосфолипидов), составляет не менее 56 - 60%.

Аммониевые фосфатиды представляют собой смесь аммониевых солей различных фосфатидных кислот, являющихся продуктами взаимодействия ортофосфорной кислоты с одним, двумя или тремя остатками ацетил глицеринов.

Основным источником промышленного получения лецитинов для пищевой промышленности являются масличные культуры (главным образом, соя, реже - подсолнечник), откуда их выделяют при гидратации масел.

В основе получения синтетических аналогов лежит гидролиз растительных масел и жиров с последующим фосфорированием образовавшихся неполных ацилглицеридов фосфорным ангидридом и нейтрализацией кислотных форм газообразным аммиаком.

В отличие от своих природных аналогов аммониевые фосфатиды не имеют статуса совершенно безвредных, применение их в пищевых продуктах регламентируется соответствующими директивами.

Особенности эмульгирующих свойств фосфолипидов обусловлены способностью образовывать и поддерживать в однородном состоянии как прямые, так и обратные эмульсии, что распространяет их использование на все виды пищевых эмульсий: от майонезов и различных салатных соусов (прямые эмульсии) до маргаринов различного жирнокислотного состава и разного содержания жировой фазы (обратные эмульсии).

Другой отличительной особенностью фосфолипидов как пищевых эмульгаторов является их способность образовывать липосомы - липидные везикулы: частицы, формируемые концентрическими замкнутыми липидными бислоями с внутренним водным слоем, изолированным от внешней среды и содержащим, в зависимости от назначения липосом, различные включения, например, пептиды или белки. Использование липосомальных систем в пищевых продуктах связано с функциями защиты отдельных пищевых ингредиентов от внешнего воздействия (защита дрожжевых клеток от охлаждения в замороженных мучных полуфабрикатах и пицце), сохранения влаги (мороженое) или органических, например, вкусовых веществ (хлеб и бисквиты).

В отличие от большинства других пищевых добавок препараты фосфолипидов обладают высокой физиологической эффективностью, связанной с уменьшением уровня холестерина, улучшением функции печени и состояния центральной и периферической нервной системы, торможением процессов старения организма и нормализацией иммунобиологической реактивности организма. И хотя диетологи не относят фосфолипиды к незаменимым факторам питания, они являются физиологически ценными компонентами пищи, суточная потребность в которых составляет около 5 г.

Эфиры полиглицерина (E475) представляют собой сложные эфиры жирных кислот с полиглицерином.

Технология их получения основана на полимеризации глицерина с последующей этерификацией пищевыми жирами или высшими жирными кислотами (пальмитиновой, стеариновой, олеиновой).

Их применение в пищевой промышленности связано с технологическими функциями эмульгаторов, пеногасителей, замутнителей, смазочных материалов. Основные объекты использования — хлебопекарные и кондитерские изделия, а также маргариновая продукция. ДСД эфиров полиглицерина, в общем случае, не должна превышать 25 мг на 1 кг массы тела человека в день.

Эфиры сахарозы (E473) представляют собой смесь преимущественно моно-, ди-, триэфиров сахарозы с природными высшими жирными кислотами.

Получение этих добавок основано на реакции между сахарозой и метиловым или этиловыми эфирами пищевых кислот жирного ряда в среде органического растворителя.

Эфиры сорбита (E491 – E496) – сложные эфиры шестиатомного спирта с природными высшими жирными кислотами – лауриновой, пальмитиновой, стеариновой, олеиновой.

статус пищевых добавок имеют 6 сорбитов:

- сорбитанмоностеарат – E491;
- сорбитантристеарат – E492;
- сорбитанмонолаурат – E493;
- сорбитанмоноолеат – E494;
- сорбитанмонопальмиат – E495;
- сорбитантриолеат – E496.

Основные области использования – производство мучных кондитерских изделий, сливок для кофе, сухих дрожжей. В производстве маргаринов эти добавки применяют для модификации кристаллов жира.

Эфиры полиоксиэтиленсорбита (E432 – E436) представляют собой оксиэтилированные сорбиты – эфиры ангидросорбита с жирными кислотами, в молекулах которых свободные ОН-группы замещены группами $O-[CH_2-CH_2-O]_n-H$ полностью или частично. В добавках для пищевых продуктов n равно 20.

Коммерческие препараты добавок этой группы имеют название полисорбаты или твины.

Основные области применения – мороженое, сливки для кофе, замороженные десерты, кексы и другие кондитерские изделия.

Эфиры молочной кислоты (лактилаты, E481 и E482) - производные молочной кислоты с высшими жирными кислотами (стеариновой или олеиновой) в виде их натриевых или кальциевых солей.

В основе получения этих добавок лежит взаимодействие карбоксильной группы стеариновой кислоты с гидроксильной группой пищевой молочной кислоты с последующей нейтрализацией гидроксидом натрия или кальция свободных карбоксильных групп в молекулах синтезированных эфиров.

Основные области использования - производство хлеба и хлебобулочных изделий, пудингов, взбитых сливок и других продуктов.

Допустимая суточная доза лактилатов с пищевыми продуктами должна составлять 0 - 20 мг на кг массы тела.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите основные группы загустителей и гелеобразователей.
2. Приведите несколько примеров пищевых эмульгаторов, опишите их смежные функции.

ГЛАВА 4. ***ВЕЩЕСТВА, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВКУС И АРОМАТ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ***

При оценке пищевых продуктов особое внимание потребитель уделяет их вкусу и аромату. Большую роль тут играют традиции, привычки, ощущение гармонии, которое возникает в организме человека при употреблении пищевых продуктов с определенным приятным вкусом и ароматом. Неприятный, нетипичный вкус часто и справедливо связывают с низким качеством продукта. Физиология питания рассматривает вкусовые и ароматообразующие вещества как важные компоненты пищи, улучшающие пищеварение за счет активации секреции пищеварительных желез, различных отделов желудочно-кишечного тракта, повышения ферментной активности выделяемых пищеварительных соков, способствующих процессу пищеварения и усвоения пищи. По современным представлениям вкусоароматические вещества способствуют оздоровлению микрофлоры кишечника, уменьшая дисбактериоз у представителей различных групп населения. В то же время чрезмерное употребление острых приправ и источников эфирных масел приводит к повреждению поджелудочной железы, оказывает отрицательное влияние на печень. Острые и сладкие блюда, несомненно, ускоряют процесс старения организма [1,3].

Восприятие вкуса - крайне сложный, мало изученный процесс, связанный с взаимодействием молекул, ответственных за вкус вещества, с соответствующими

щим рецептором. У человека сенсорная система имеет несколько типов вкусовых рецепторов: соленый, кислый, горький и сладкий. Они расположены на отдельных частях языка и реагируют на разные вещества. Отдельные вкусовые ощущения могут оказывать влияние друг на друга, особенно при одновременном воздействии нескольких соединений. Суммарный эффект зависит от природы соединений, которые обуславливают вкусовые ощущения, и от концентраций применяемых веществ.

Не менее сложна проблема реакции организма на аромат (запах) пищевых продуктов. Запах - это особое свойство веществ, воспринимаемое органами чувств (обонятельными рецепторами), расположенными в верхних отделах носовой полости. Этот процесс получил название обоняния. По мнению специалистов, на этот процесс влияет ряд факторов (химические, биологические и другие). В пищевой промышленности аромат является одним из важнейших факторов, определяющих популярность того или иного продукта на современном рынке. Однако, в широком смысле, слово «аромат» часто обозначает вкус и запах продукта. Пища, попадая в полость рта, воздействует на различные рецепторы, вызывая смешанные ощущения вкуса, запаха, температуры и другие, которые определяют желание отведать, съесть этот продукт.

Вкус и аромат продуктов питания определяются многими факторами к числу основных относятся следующие.

1. Состав сырья, наличие в нем определенных вкусоароматических компонентов.

2. Вкусовые вещества, специально вносимые в пищевые системы в ходе технологического потока. Среди них: подслащивающие вещества, эфирные масла, душистые вещества, ароматизаторы, пряности, поваренная соль, пищевые кислоты и подщелачивающие соединения, усилители вкуса и аромата («оживители вкуса»).

3. Вещества, влияющие, а иногда и определяющие вкус и аромат готовых изделий и возникающие в результате разнообразных химических, биохимических и микробиологических процессов, протекающих при получении пищевых продуктов под влиянием различных факторов.

4. Добавки, специально вносимые в готовые изделия (соль, подсластители, специи, соусы и т. д.).

В соответствии с подразделением на основные функциональные классы к пищевым добавкам по строгому определению относятся только некоторые из перечисленных групп вносимых веществ: подсластители, ароматизаторы, усилители вкуса и аромата, кислоты. Однако на практике все перечисленные специально вносимые вещества относят к группе добавок, определяющих вкус и аромат пищевых продуктов.

4.1. ПОДСЛАЩИВАЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

В пищевой промышленности, кулинарии, при приготовлении пищи в домашних условиях с давних времен широко применяются вещества, обладающие сладким вкусом, - подслащивающие вещества (подсластители). По строгому определению в этот раздел пищевых добавок (функциональный класс 22) попадают вещества несахарной природы, которые придают пищевым продуктам сладкий вкус, однако на практике в эту группу часто включают все сладкие добавки (ингредиенты).

Существуют различные их классификации: по происхождению (натуральные и искусственные), калорийности (высококалорийные, низкокалорийные, практически некалорийные), степени сладости (подсластители с высоким или низким сахарным эквивалентом), по химическому составу и т. д.

Рассмотрим некоторые признаки классификации подслащивающих веществ:

1. По химическому составу:

1.1 Углеводы:

- полисахариды: инвертный сахарный сироп, патоки, глюкозно-фруктозный сиропы;
- дисахариды: сахароза, мальтоза, лактоза;
- моносахариды: глюкоза, фруктоза, галактоза.

1.2 Полиолы:

- сладкие спирты: сорбит, манит, ксилит, мальтит, лактит.

1.3 Подсластители:

- синтетические (искусственные): сахарин, цикламат, аспартам, ацесульфам К, сукралоза;
- натуральные: монелин, миракулин, стевиозид, тауманин.

2. По пищевым критериям:

2.1 Пищевые продукты:

- полисахариды;
- дисахариды;
- моносахариды.

2.2 Сахарозаменители:

- сладкие спирты.

2.3 Подсластители:

- сладкие спирты;
- синтетические (искусственные);
- натуральные.

Первыми из сладких веществ, употребляемых человеком, были мед, соки и плоды растений. Основное сладкое вещество, используемое нами, - сахароза.

4.1.1. Сахаристые крахмалопродукты

В пищевой промышленности возрастает производство и потребление разнообразных сахаристых крахмалопродуктов, получаемых путем гидролиза крахмала (частичного или полного), иногда с последующей модификацией от-

дельных компонентов гидролиза. К первой группе традиционных подсластителей относятся *крахмальные патоки* (мальтодекстрины, низкосахаренная, карамельная, высокосахаренная, мальтозная, глюкозо-мальтозная и другие).

Все большее распространение получают сахаристые продукты, вырабатываемые непосредственно из зернового сырья без выделения крахмала (зерновые сиропы, сладкие углеводные добавки).

Значительный рост производства сахаристых крахмалопродуктов, особенно глюкозно-фруктозных сиропов, связан с их сладким вкусом, усвояемостью, экономической выгодой. Следует также помнить, что в пищевых продуктах они одновременно выполняют функции структурообразователей, наполнителей, источников сухих веществ, а многие - и консервантов.

Остановимся и на других известных с глубокой древности подслащающих продуктах: меде, солодовом экстракте, а также лактозе.

Мед - продукт переработки цветочного нектара медоносных цветов пчелами; содержит более 75% моно- и дисахаридов (в том числе около 40% фруктозы, 35% глюкозы и 2% сахарозы) и 5,5% крахмала. Из витаминов (мг на 100 г): С - 2,0; В₆ - 0,1; фолацин - 0,015; в незначительном количестве – В₁, В₂. Из микроэлементов (мкг): железо - 800; йод - 2,0; фтор - 100; остальные — в незначительном количестве. Органических кислот - 1,2%. Состав, цвет, аромат меда во многом определяются растениями, с которых был получен нектар пчелами. Мед еще в глубокой древности использовался как продукт питания и как лекарство. Сегодня он применяется в кондитерской и хлебопекарной промышленности, при изготовлении напитков, употребляется непосредственно в пищу.

Солодовый экстракт - водная вытяжка из ячменного солода. Смесь, состоящая из моно- и олигосахаридов (глюкоза, фруктоза, мальтоза, сахароза и другие), белков, минеральных веществ, ферментов. Содержание сахарозы достигает 5%. Используется в кондитерской промышленности, при приготовлении продуктов детского питания.

Лактоза - молочный сахар, дисахарид, состоящий из остатков глюкозы и галактозы. Используется в детском питании, для производства специальных кондитерских изделий, в медицине.

4.1.2. Сахарозаменители и подсластители

В последнее время с учетом требований науки о питании получило интенсивное развитие производство низкокалорийных продуктов, продуктов для людей, страдающих рядом заболеваний (в первую очередь - диабетом), что обусловило расширение выпуска заменителей сахарозы как природного происхождения (в нативном или модифицированном виде), так и синтетического, в том числе синтетических интенсивных подсластителей. Они могут обладать той же сладостью, или быть более интенсивными подсластителями, отличаясь по сладости от сахарозы в сотни раз. Не имея глюкозного фрагмента, заменители сахарозы могут успешно использоваться при производстве продуктов питания и заменителей сахара для больных сахарным диабетом. Высокий коэффициент

сладости позволяет, применяя их, производить низкокалорийные, дешевые диетические продукты, полностью или частично лишенные легкоусвояемых углеводов.

Сравнительная оценка этих групп подсластителей по энергетическому уровню и коэффициенту сладости приведена в таблице 10.

Таблица 10

Сравнительная оценка отдельных заменителей сахара и подсластителей

Показатели	Сахар	Подсластители	Полиолы	Фруктоза
Энергетический уровень, ккал/г	4,0	Фактически не имеют калорий	2,4	4,0
Коэффициент сладости	1,0	30 - 3500	0,5 – 0,7	1,2
Влияние на уровень инсулина	Сильное	Не влияют	Слабое	Слабое
Влияние на пищеварительную систему	Нейтральное	Не влияют	Возможен слабительный эффект	Нейтральное
Влияние на здоровье зубов	Может вызвать кариес	Не влияют	Не влияют	Может вызвать кариес

В России разрешены 12 интенсивных подсластителей и заменителей сахара, а также растительная добавка стевия (порошок листьев и сироп из них). Перечень их приведен в таблице 11.

В то же время необходимо отметить, что исключение сахарозы из рецептур мучных кондитерских изделий в технологическом отношении является часто сложной задачей, так как сахароза выполняет роль не только подсластителя, но и влияет на структурно-механические свойства тестовой заготовки, является пластификатором: ограничивает набухаемость белков муки, оказывает влияние на органолептические показатели готовой продукции, сроки ее хранения.

Таблица 11

Подслащивающие вещества (подсластители)

Код	Название	Другое название	Технологические функции
1	2	3	4
E420	Сорбит	-	Подсластитель, влагоудерживающий агент
E950	Ацесульфам калия	Сунет	Подсластитель
E951	Аспартам	Санекта; нутрасвит; сладекс	Подсластитель, усилитель вкуса и аромата
E952	Цикламовая кислота и ее натриевая, калиевая и кальциевая соль	Споларин, цикломаты	Подсластитель

Окончание табл. 11

1	2	3	4
E953	Изомальтит	Изомальт	Подсластитель, добавка, препятствующая слеживанию и комкованию, наполнитель, глазирующий эффект
E954	Сахарин и его натриевая, калиевая и кальциевая соль	-	Подсластитель
E955	Сукралоза	Трихлоргалакто-сахароза	Подсластитель
E957	Тауманин	-	Подсластитель, усилитель вкуса и аромата
E958	Глицирризин	-	Подсластитель, усилитель вкуса и аромата
E959	Неогесперидиндигидрохалкон	Неогесперидин ДС	Подсластитель
E965	Мальтит и мальтитный сироп	-	Подсластитель, стабилизатор, эмульгатор
E966	Лактит	-	Подсластитель, текстуратор
E967	Ксилит	-	Подсластитель, влагоудерживающий агент, стабилизатор, эмульгатор

Подсластители. Рассмотрение отдельных подсластителей начнем с природных продуктов, в том числе содержащих белок. Внимание к последним возросло с 60-х гг. XX в. из-за их высокой сладости, низкой калорийности и возможной безопасности. Остановимся только на отдельных представителях этой группы природных продуктов.

Миракулин - гликопротеид; белковый компонент построен из 373 остатков 18 аминокислот; углеводный компонент содержит остатки глюкозы, фруктозы, арабинозы, ксилозы и других моноз. Источник получения — плоды растения *Richazdella dulcificia* (Африка). Термостабилен при pH 3 – 12.

Монелин - белок, построенный из двух полипептидных цепей, содержащих 50 или 44 остатка аминокислот соответственно. Источник - ягода *Dioscoreophyllum cumminsii* (Африка). В 1500 - 3000 раз слаще сахарозы. Стабилен при pH 2 - 9. При нагревании, особенно при других значениях pH, - термолабилен, теряет сладкий вкус.

Тауматин - подсластитель, усилитель вкуса и аромата. Белковый продукт, выделенный из плодов *Thaumatococcus danielli* (растения, произрастающего в Западной Африке). Самое сладкое из известных при подных веществ, слаще сахарозы в 1600 - 2500 раз. Определяющим фактором сладкого вкуса является четвертичная структура белка. Влияние температуры на степень сладости белка

неоднозначно и зависит от pH среды, наличия солей и кислорода. Очень сильное влияние на степень сладости тауматинов оказывает присутствие в его молекуле ионов алюминия.

Сладкий вкус тауматина ощущается не сразу, но остается надолго. При использовании тауматина для выпечки и жарения его сладость ослабевает, но эффект усиления аромата остается без изменения.

Стевиозид - сладкий кристаллический гликозид, выделяемый из листьев растения *Stevia rebaudiana* (Парагвай, Китай, Япония, Корея). Хорошо растворим в воде, $K_{сл}$ 300. Термолабилен. Небольшие количества вызывают ощущение приятного сладкого вкуса, в больших количествах обладает горьким вкусом. Созданы технологии получения мучных кондитерских изделий, мармелада, жележных и сбивных конфет с использованием листа, стебля стевии.

Глицирризин (сладкое вещество, лакрица) — подсластитель, усилитель вкуса и аромата. Одно из самых древних природных подслащающих веществ в Европе. Получают из корней сладкого дерева, произрастающего на юге Европы и в Средней Азии. Корень содержит 6 - 14% глицирризина, крахмал, сахар, белок, флавоны, соли. Основной сладкий компонент - глицирризиновая кислота.

Глицирризин (глицирризиновая кислота) - бесцветное кристаллическое вещество, нерастворимое в холодной, но хорошо растворимое в горячей воде, этиловом спирте. Выделяется после обработки этиловым спиртом или уксусной кислотой в виде глицирризиновой кислоты, калиевых или аммониевых солей.

Глицирризин в 50 - 100 раз слаще сахарозы ($K_{сл}$ 50 - 100), но не имеет ярко выраженного сладкого вкуса, обладает специфическим привкусом и длительным послевкусием («лакричный вкус») и запахом. Экстракты из корней сладкого дерева применяются в кондитерской и табачной промышленности.

Неогесперидин дигидрохалкон – Подсластитель из кожуры цитрусовых. получают модификацией нарингина, выделенного из кожуры грейпфрутов. Ограничено растворим в воде, хорошо – в спирте. Высокая степень сладости неогесперидин дигидрохалкона ($K_{сл}$ 1800 - 2500) позволяют использовать его в очень незначительных количествах. При применении с другими подсластителями его $K_{сл}$ значительно возрастает.

Он не токсичен и рекомендуется для применения с другими подсластителями. Применяется при производстве алкогольных напитков (50 мг/кг), жевательной резинки (20 мг/кг).

Сахарозаменители. *Многоатомные спирты* (полиолы) относятся к группе сахарозаменителей. Среди них широкое применение в качестве подсластителей нашли: ксилит, сорбит и лактит. Их иногда называют сахарными спиртами.

Сладость *ксилита* и *сорбита* по сравнению с сахарозой 0,85 и 0,6 соответственно. Они практически полностью усваиваются организмом.

Ксилит, кроме того, является влагоудерживающим агентом, стабилизатором, обладает эмульсионными свойствами, не оказывает отрицательного влияния на состояние зубов, увеличивает выделение желудочного сока и желчи.

Они не оказывают влияния на процентное содержание сахара в крови. Применяются в кондитерской промышленности, хлебопечении, при производстве безалкогольных газированных напитков и других продуктов диетического и диабетического назначения. Сорбит и сорбитный сироп часто относят не к пищевым добавкам, а к новым видам пищевых продуктов.

Лактит. Подсластитель, текстурантор. Многоатомный спирт, полученный гидрированием природного молочного сахара - лактозы. Сладость 0,4 от сахарозы ($K_{сл} 0,4$). Хорошо растворим в воде. Обладает чистым сладким вкусом и не оставляет привкуса во рту. Обладает в два раза меньшей калорийностью, чем сахароза, не вызывает кариеса зубов, может применяться в питании больных диабетом. По своим физико-химическим свойствам он близок к сахарозе и не требует технологических изменений при его использовании в производстве мучных изделий.

На этикетки препаратов, содержащих многоатомные спирты (сорбит, ксилит и др.), должна наноситься предупреждающая надпись: «Потребление более 15 - 20 г может вызвать послабляющее действие».

Интенсивные синтетические подсластители. В последнее время особое внимание уделяется интенсивным подсластителям синтетического происхождения.

Ацесульфам калия (другое название - сунетт) относится к группе оксатиацинон-диоксидов, синтезированных в 1973 г. Клаусом и Йенсенем. Кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде, термически и химически устойчивое соединение.

Ацесульфам калия нетоксичен, неканцерогенен, не обнаружено его мутагенное и тератогенное действие. Не усваивается организмом человека, не накапливается и выводится с мочой даже при многократном применении в первоначальной форме. ДСД - 1 5 мг/кг веса тела. $K_{сл} 200$. Применяется при производстве кондитерских изделий, безалкогольных напитков, диетических хлебобулочных изделий, мороженого. Максимальная концентрация, в зависимости от вида пищевого продукта, колеблется от 300 до 2000 мг/кг готовой продукции.

Аспартам - один из наиболее рекламируемых в последнее время подсластителей. Дипептид (соединение, молекула которого состоит из двух остатков аминокислот). Синонимы: санекта, нутрасвит, сладекс. Открыт Дж. Шлаттером в 1965 г. В состав аспартама входят остатки аспарагиновой кислоты и фенилаланина. $K_{сл} 200$. Является усилителем вкуса и аромата. В процессе получения пищевых продуктов, в присутствии влаги и при повышенной температуре (150 °С), аспартам частично превращается в дикетопиперазин. Он прошел тщательную проверку на токсичность, канцерогенность и является безвредным. Учитывая, что аспартам содержит остаток аминокислоты фенилаланина, он противопоказан больным фенилкетонурией. Не способствует развитию кариеса зубов. Он удобен для подслащивания пищевых продуктов, которые не требуют тепловой обработки (например, кремов, мороженого), напитков, соков, а также продуктов лечебного назначения. В продуктах, при получении которых сырье подвергается тепловой обработке, а готовый продукт - дли-

тельному хранению, его применение нецелесообразно из-за снижения степени сладости.

Цикламовая кислота и ее натриевая, калиевая и кальциевая соли (цикламаты). Соединения с приятным вкусом, без привкуса горечи, стабильны при варке, выпечке, хорошо растворимы в воде. Сладость в 30 раз выше, чем у сахарозы ($K_{сл}$ 30). В ряде стран применяется в кондитерской промышленности, при производстве напитков и некоторых других пищевых продуктов.

Цикламаты (были открыты в 1937 г. Сведой и Одристом в США) относятся к подсластителям «старого» поколения, улучшают вкус классического подсластителя сахарина (10 частей цикламата на 1 часть сахарина).

Сахарин (натриевая, калиевая и кальциевая соли). Из синтетических подсластителей значительное применение находит сахарин - орто-сульфамид бензойной кислоты (белое кристаллическое вещество с температурой плавления 228 - 229°C), а также его натриевая, калиевая и кальциевая соли. Подсластитель «старого» поколения обладает «горьковатым» привкусом, это неудобство может быть устранено путем смешения с циклатами.

Слаще сахарозы в 300 - 500 раз и обычно употребляется в виде солей, сладость которых в 500 раз больше сладости сахарозы ($K_{сл}$ 500). Поэтому его дозировка может быть очень низкой. Сахарин быстро проходит через пищеварительный тракт и 98% его выходит с мочой, обладает слабым мочегонным действием. Однако его безвредность требует дальнейшего изучения, и ежедневное применение нежелательно. При варке, особенно при pH ниже 7, сахарин частично разлагается с отщеплением имидо-группы и образованием орто-сульфобензойной кислоты, имеющей неприятный привкус фенола. Стабилен при замораживании и нагревании. Используется при производстве пищевых продуктов для больных диабетом, а также в диетических сырах, напитках, жевательной резинке и т. п.

Сукралоза (трихлоргалактосахароза). Интенсивный подсластитель «нового» поколения. После многочисленных исследований признан безопасным для организма человека.

Смеси подсластителей. В последнее время все большее внимание уделяется т. н. «смесевым» подсластителям, представляющим собой смеси различных подсластителей. При составлении смесей учитывают сладость смеси, возможное улучшение вкуса, продолжительность ощущения сладости, синергетический эффект, технологические характеристики, количество заменяемого сахара (полное или частичное), цену смеси. Количество этих вариантов непрерывно растет, при этом их авторы и производители стараются дать конкретные рекомендации по применению «смесевых» подсластителей для отдельных видов пищевых продуктов.

Производство подсластителей, их ассортимент, в том числе «смесевых» подсластителей, ассортимент продуктов с их использованием непрерывно расширяются. Это связано с тенденциями здорового питания (низкокалорийные продукты), нуждами больных диабетом, экономическими причинами.

4.2. АРОМАТИЗАТОРЫ

Аромат пищевого продукта – интегральный фактор, обусловленный присутствием в нем сложной смеси органических соединений, содержащихся ранее в сырье, образовавшихся под влиянием ряда факторов в ходе технологического потока и специально внесенных при его получении ароматизаторов.

На аромат и вкус готового продукта влияет большое число факторов: состав сырья, характер и количество содержащихся в нем ароматообразующих веществ, особенности технологического процесса его переработки - продолжительность, температура, наличие и активность ферментов, химизм протекающих процессов и характер образующихся при этом соединений (например, реакция меланоидинообразования), вносимые ароматизаторы, вкусовые и ароматообразующие вещества, «оживители» вкуса и т. д. Вкус и аромат готового продукта (Ш) — результат всего вышеперечисленного. Он создается совокупностью большого числа соединений и оценивается с помощью «сенсорного анализа» и аналитических методов. Большую роль играют «ключевые» соединения; примерами их, определяющих основной «тон» аромата пищевого продукта, могут служить: в лимонах - цитраль, в малине - п-гидроксифенил-3-бутанон, в чесноке - аллилсульфид, в тмине - карвон, в ванили – ванилин.

Содержание и состав ароматообразующих веществ меняются по мере созревания растений, в ходе ферментативных и тепловых процессов, при разрушении плодов и ягод (например, обработка кофе, ферментация чая, созревание сыров, выпечка хлеба и т. д.). В то же время, при хранении, в ходе отдельных технологических операций происходит частичная потеря аромата и вкуса. Все это делает необходимым внесение в пищевые продукты ароматизаторов.

Пищевые ароматизаторы - это пищевые добавки, представляющие собой смеси ароматических (душистых) веществ или индивидуальные ароматические (душистые) вещества, с растворителем или сухим носителем или без них, и вводимые в продукты с целью улучшения их аромата и вкуса.

К ароматизаторам не следует относить соки, сиропы, вина, пряности, т. к. они могут использоваться в качестве пищевого продукта, хотя их использование может оказать большое влияние на вкус и аромат продуктов питания.

Пищевые ароматизаторы подразделяют на натуральные, идентичные натуральным и искусственные в соответствии с использованными при их получении компонентами или способе получения. Основными потребителями ароматизаторов являются производства безалкогольных напитков, мороженого, ликероводочных изделий, жевательной резинки, широкого ассортимента кондитерских изделий; ароматизаторы добавляют в сухие кисели, маргарины, сиропы, мучные кондитерские изделия, молочные продукты, пудинги и мясопродукты и т. д.

Широкий ассортимент ароматизаторов, их различная природа, разнообразие источников получения, их химический состав (большинство из них используется в виде многокомпонентной смеси соединений), многообразие сочетаний отдельных компонентов ставят очень сложные задачи при их гигиенической оценке. Необходимость определения безвредности (безопасности) отдель-

ных компонентов и их смесей, определение перечня продуктов (или групп продуктов), в которых они могут быть использованы, строгое соблюдение требований к чистоте отдельных компонентов - все это привело к тому, что ароматизаторы не включены в классификатор пищевых функциональных добавок, а E-индексы им не присваиваются.

4.2.1. Эфирные масла и душистые вещества

Эфирные масла - пахучие жидкие смеси летучих органических веществ, вырабатываемые растениями, обуславливающие их запах. Эфирные масла - многокомпонентные смеси с преобладанием одного или нескольких ключевых компонентов. Всего из эфирных масел выделено более тысячи индивидуальных соединений. Химический состав эфирных масел непостоянен. Содержание отдельных компонентов меняется в широких пределах даже для растений одного вида и зависит от места произрастания, климатических особенностей, стадии вегетации и сроков уборки сырья, особенностей послеуборочной обработки, длительности и условий хранения сырья, технологии их выделения и переработки.

Химическая природа соединений, входящих в состав эфирных масел весьма разнообразна и включает соединения, относящиеся к разным классам: углеводы, спирты, фенолы и их производные, кислоты, простые и сложные эфиры.

Основными способами выделения эфирных масел из исходного сырья являются:

- отгонка с водяным паром;
- холодное прессование;
- экстракция органическими растворителями с последующей их отгонкой (олеорезины);
- поглощение свежим жиром («анфлераж») или мацерация;
- CO₂-экстракция.

Каждый из этих способов имеет свои достоинства и недостатки и существенно влияет на состав полученных продуктов. При выборе метода выделения учитывают содержание и состав эфирных масел, особенности сырья. Для выделения эфирных масел используют сырое (цветы лаванды, зеленую массу сирени), подвяленное (мята), высушенное (ирис), подвергнутое ферментативной обработке (цветы розы) сырье. Широкое распространение в последнее время получили экстракты пряных растений, содержащие нелетучие вкусовые вещества и пигменты. Эфирные масла - бесцветные или окрашенные (зеленые, желтые, желто-бурые) жидкости. Плохо растворимы или нерастворимы в воде, хорошо - в неполярных или малополярных органических растворителях. На свету и под действием кислорода воздуха легко окисляются. Содержание эфирных масел в растениях меняется от 0,1 % (цветы розы) до 20% (почки гвоздики).

Получение и применение эфирных масел имеют многолетнюю историю. В Древнем Египте, странах Востока, Японии умели выделять эфирные масла, применяя их для получения благовоний, в косметике, медицине. Свои названия эфирные масла получили по названию растений, из которых они были выделены, иногда по содержанию основного компонента.

Эфирные масла являются важным компонентом пищевых ароматизаторов, их качество зависит от состава, способа выделения и очистки.

4.2.2. Пищевые ароматизаторы идентичные натуральным

Пищевые ароматизаторы идентичные натуральным - сложные композиции душистых веществ (природного, идентичного природному, в том числе синтетического происхождения) в соответствующем растворителе или смешанные с твердыми носителями: крахмалом, лактозой, белками, поваренной солью и т. д.

В их состав может входить до 20 - 30 компонентов различной химической природы.

Применение только природных ароматсодержащих источников для получения ароматизаторов не рационально, поскольку требует большого количества исходного материала, а выделяемые продукты характеризуются нестабильностью аромата (за исключением эфирных масел). Наиболее эффективно применение ароматизаторов, включающих натуральные и идентичные натуральным компоненты. Производство идентичных натуральным ароматических веществ экономически целесообразно, по своему строению они отвечают природным соединениям, а их композиции позволяют получить комбинации веществ, отличающиеся стабильностью, заданным ароматом. Они удобны в использовании.

Искусственные ароматизаторы (включающие компоненты, не имеющие природных аналогов) требуют специального изучения и гигиенической оценки, они отличаются высокой стабильностью, интенсивностью аромата, дешевизной.

Химическая природа ароматизаторов, учитывая набор компонентов, входящих в их состав, широту источников, которые были использованы для их получения, является весьма разнообразной и может быть представлена эфирными маслами, альдегидами, спиртами, сложными эфирами и другими классами органических соединений.

Сложный химический состав ароматизаторов, включающий компоненты различной природы, формирует разнообразные запахи.

Изопреноиды и их производные: цитраль и цитронеллаль - обладают запахом лимона; цитронеллилформиат - придает продуктам приятный фруктовый запах; линаллилформиат - обладает запахом кориандра; цитронеллиацетат - обладает запахом кориандра; линалилацетат - придает продуктам бергамотный запах.

Ванилин – кристаллическое вещество. Содержится в стручках ванили, в перуанском и толуанском бальзамах, в бензойной смоле. Ограничено растворим в воде 10 г/л (20 °С).

Выбор ароматизатора для получения конкретного пищевого продукта определяется физико-химическими свойствами пищевых систем, технологией производства, характером получаемого готового изделия.

Внесение ароматизаторов не усложняет технологию. Растворители: спирт, масло, пропилен гликоль, триацетил (E1518), вода. В мясные изделия, сыры, соусы ароматизаторы добавляют с солью, в кремы, сухие напитки - с сахарной пудрой. Внесенный ароматизатор должен быть равномерно распределен по всей пищевой системе. Информация о внесенном ароматизаторе должна быть на этикетке (натуральный, идентичный натуральному, искусственный).

4.2.3. Пряности и приправы

Пряности и другие вкусовые добавки объединяют вещества, компонентами которых являются соединения, влияющие на вкус и улучшающие аромат пищи (перец, лавровый лист, гвоздика, корица), и приправы (горчица, хрен, поваренная соль).

К пряностям относятся растительные продукты, отличающиеся своеобразием вкусовых и ароматических свойств, обусловленных присутствием в них эфирных масел, гликозидов, алкалоидов и некоторых других соединений. Применение пряностей в пищевых продуктах для придания им аромата, остроты вкуса, особых вкусовых ощущений, иногда для «исправления» запаха пищи имеет многовековую историю. Использование пряностей не только улучшает органолептические свойства пищи, но и повышает ее усвоение организмом. В качестве пряностей обычно употребляют высушенные, а иногда и размолотые части растений, в которых в наибольшей степени накапливаются вещества, обладающие вкусом и ароматом. В соответствии с научным определением, пряности не являются пищевыми добавками, но они нашли широчайшее применение в питании, при промышленном производстве пищевых продуктов, на предприятиях общественного питания, в домашней кулинарии.

В настоящее время известно более 150 видов пряностей, но наиболее широко в качестве вкусовых веществ местного действия применяются около 40. В зависимости от того, какую часть растения используют в пищу, их делят на несколько групп. Классификацию пряностей можно представить в следующем виде.

1. Семенные: горчица, мускатный орех, кардамон.
2. Плодовые: анис, бадьян, тмин, кориандр, кардамон, перец, ваниль, фенхель, перец красный стручковый (стручки).
3. Цветочные: гвоздика, шафран.
4. Листовые: лавровый лист, донник (цветы и листья), мята перечная.
5. Коровые: корица китайская, корица цейлонская.
6. Корневые: имбирь, дягиль, куркума, зеодания, калчан, петрушка.
7. Вся трава: майоран, душица, укроп, петрушка, полынь, эстрагон.

4.3. ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ, УСИЛИВАЮЩИЕ И МОДИФИЦИРУЮЩИЕ ВКУС И АРОМАТ

Пищевые добавки, усиливающие и модифицирующие вкус и запах продуктов питания включают соединения, усиливающие и модифицирующие вкус пищевых продуктов, и вещества, усиливающие запах природных продуктов. В РФ разрешено применение 22 таких соединений, их иногда называют «оживителями вкуса».

К этой группе относится сравнительно небольшое количество соединений, принадлежащих к нескольким основным группам: производные глутаминовой, гуаниловой, инозиновой кислот, рибонуклеотиды и производные мальтола. Их внесение в продукты питания (на стадии технологического процесса или непосредственно в пищу перед ее употреблением) восстанавливает природные вкусовые свойства продуктов, которые могли быть частично утрачены при их промышленном приготовлении или в ходе кулинарной обработки. Эти добавки как бы «оживляют», «освежают» вкус, придают новые ощущения при употреблении продуктов с их использованием. Отдельные из них, возможно, оказывают консервирующее действие.

Глутаминовая кислота E620 и ее соли (однозамещенный глутамат натрия E621; однозамещенный глутамат калия E622; глутамат кальция E623; однозамещенный глутамат аммония E624; глутамат магния E625), оказывая стимулирующее влияние на окончания вкусовых нервов, усиливают вкусовые ощущения, появляется «чувство удовлетворенности». Оно получило название «глутаминовый эффект». Стимулирующее действие глутаминовой кислоты и ее солей носит избирательный характер: в наибольшей степени усиливается горький и соленый вкус, в наименьшей — сладкий.

«Глутаминовый эффект» проявляется в свежесобранных фруктах и овощах, свежем мясе и некоторых других продуктах, т. к. присутствие в них даже небольших количеств глутаминовой кислоты и ее солей влияет на особенности их вкуса и аромата. Снижение содержания глутаминовой кислоты и ее производных при хранении свежих продуктов, их переработке (в том числе кулинарной) сказывается на вкусе и аромате этих продуктов. Дополнительное внесение глутаминовой кислоты, и особенно ее натриевой соли, частично восстанавливает этот вкус. Оптимальное влияние глутаминовой кислоты и ее солей проявляется в слабокислой среде (рН 4-6,5), при дальнейшем снижении рН среды «глутаминовый эффект» пропадает. Производные глутаминовой кислоты оказывают стабилизирующее действие, замедляя окисление жиров в продуктах животноводства, маргариновой продукции.

Глутаминовую кислоту и ее соли добавляют в концентраты и консервы, кулинарные изделия, готовые блюда. Применение глутаминовой кислоты оказывает положительный эффект в клинической практике при лечении атеросклероза сосудов головного мозга. В продуктах детского питания ее применение недопустимо.

Гуаниловая кислота E 626 и ее соли оказывают значительно более сильное (в 200—250 раз) «вкусовое» влияние, чем производные глутаминовой кислоты и применяются при производстве консервов, приправ, пряностей.

Инозиновая кислота E630 и ее соли обладают способностью усиливать и модифицировать вкус и аромат. Их эффект напоминает эффект экстрактивных веществ животных продуктов.

Инозиновая кислота, ее соли обладают более сильным «вкусовым эффектом», чем соли глутаминовой кислоты.

Мальтол E636, *этилмальтол* E637 - усилители вкуса и аромата, ароматизаторы.

Мальтол - один из первых ароматизаторов, обнаруженных в хлебе, и в настоящее время применяется в хлебопечении, мучных кондитерских изделиях.

Мальтол и этилмальтол - в большей степени ароматизаторы, чем усилители и модификаторы вкуса.

К соленым веществам относится *хлористый натрий* (поваренная соль) - пищевая добавка, улучшающая вкусовые свойства пищевых продуктов. Консервант. Находит широкое применение во многих отраслях пищевой промышленности. Играет важную роль в поддержании водно-солевого обмена в организме. Потребность организма человека в хлористом натрии составляет 10 - 15 г в сутки, из них до 5 г организм человека получает в составе пищевых продуктов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие группы соединений определяют вкус и аромат пищевых продуктов?
2. Назовите основных представителей эфирных масел. Какие химические соединения входят в состав эфирных масел?
3. В чем отличие натуральных, идентичных натуральным и синтетических ароматизаторов?
4. Какие пищевые добавки относятся к усилителям и модификаторам вкуса?
5. Дайте определение понятия «подслащивающие вещества». На какие группы веществ их можно разделить?

ГЛАВА 5.

ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ, ЗАМЕДЛЯЮЩИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ И ОКИСЛИТЕЛЬНУЮ ПОРЧУ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ И ГОТОВЫХ ПРОДУКТОВ

Порча пищевого сырья и готовых продуктов является результатом сложных физико-химических и микробиологических процессов: гидролитических, окислительных, развития микробиальной флоры. Они тесно связаны между собой, возможность и скорость их прохождения определяются многими факторами: составом и состоянием пищевых систем, влажностью, рН среды, активностью ферментов, особенностями технологии хранения и переработки сырья, наличием в растительном и животном сырье антимикробных, антиокислительных и консервирующих веществ.

Порча пищевых продуктов приводит к снижению их качества, ухудшению органолептических свойств, накоплению вредных и опасных для здоровья человека соединений, резкому сокращению сроков хранения. В итоге продукт становится непригодным к употреблению.

Употребление в пищу испорченных продуктов, атакованных микроорганизмами и содержащих токсины, может привести к тяжелым отравлениям, а иногда и к летальным исходам. Значительную опасность представляют живые микроорганизмы. Попадая с пищей в организм человека, они могут привести к тяжелым пищевым отравлениям. Порча пищевого сырья и готовых продуктов приводит к громадным экономическим потерям. Поэтому обеспечение качества и безопасности пищевых продуктов, увеличение сроков их хранения, уменьшение потерь имеют громадное социальное и экономическое значение. Следует также помнить, что производство основного сельскохозяйственного сырья (зерна, масличного сырья, овощей, фруктов и т. д.) носит сезонный характер, оно не может быть сразу переработано в готовые продукты и требует значительных усилий и затрат для сохранения [1,2,3].

Необходимость в сохранении (консервировании) собранного урожая, добычи, полученной в результате охоты или рыболовства, собранных ягод и грибов, а также продуктов их переработки, возникла у человека с давних времен. Он давно обратил внимание на ухудшение органолептических свойств хранящихся продуктов, их порчу и стал искать пути эффективного их хранения и консервирования. Сначала это были сушка и засолка, применение специй, уксуса, масла, меда, соли (соление продуктов), сернистой кислоты (для стабилизации вина). В конце XIX - начале XX в. с развитием химии начинается применение химических консервантов: бензойной и салициловой кислот, производных бензойной кислоты. Широкое распространение консерванты получили в конце XX в.

Другим важным направлением сохранения сырья и пищевых продуктов является замедление окислительных процессов, протекающих в жировой фракции, с помощью антиоксидантов.

Сохранность пищевого сырья, полупродуктов и готовых продуктов достигается и другими способами: снижением влажности (сушкой), применением низких температур, нагреванием, засолкой, копчением.

5.1. Консерванты

Консерванты - вещества, продлевающие срок хранения продуктов, защищая их от порчи, вызванной микроорганизмами (бактерии, плесневые грибы, дрожжи, среди которых могут быть патогенные и непатогенные виды).

Мы остановимся только на химических консервантах, добавляя которые удается замедлить или предотвратить развитие микрофлоры: бактерий, плесневых грибов, дрожжей и других микроорганизмов, или замедлить обмен веществ в них, а следовательно продлить сохранность продуктов питания. Антимикробные вещества могут оказывать бактерицидное действие (убивать, уничтожать бактерии) или бактериостатическое (останавливать, замедлять рост и размножение бактерий, не уничтожая в то же время их полностью), фунгицидное (убивающее грибы) или фунгицидное (убивающее грибы) действие. В таблице 12 приведен список консервантов, разрешенных для применения в РФ.

Таблица 12

Наименование	Код	Наименование	Код
1	2	3	4
Сорбиновая кислота	E200	Сульфит кальция	E226
Сорбат натрия	E201	Гидросульфит кальция	E227
Сорбат калия	E202	Бисульфит калия	E228
Сорбат кальция	E203	Дифенил	E230
Гептиловый эфир пара-гидроксибензойной кислоты	E209	орто-Фенилфенол	E231
Бензойная кислота	E210	орто-Фенилфенола натриевая соль	E232
Бензоат натрия	E211	Низин	E234
Бензоат калия	E212	Пимарицин	E235
Бензоат кальция	E213	Муравьиная кислота	E236
Этиловый эфир пара-гидроксибензойной кислоты	E214	Формиат натрия	E237
Этиловый эфир пара-гидроксибензойной кислоты натриевая соль	E215	Формиат кальция	E238
Пропиловый эфир пара-гидрокси бензойной кислоты	E216	Гексаметилентетрамин	E239
Пропиловый эфир пара-гидрокси бензойной кислоты натриевая соль	E217	Гваяковая смола	E241
Метилловый эфир пара-гидроксибензойной кислоты	E218	Диметилдикарбонат	E242

Окончание табл. 12

1	2	3	4
Метилловый эфир пара-гидроксибензойной кислоты натриевая соль	E219	Нитрит калия	E249
Серы диоксид	E220	Нитрит натрия	E250
Сульфит натрия	E221	Нитрат натрия	E251
Гидросульфит натрия	E222	Нитрат калия	E252
Пиросульфит натрия	E223	Уксусная кислота	E260
Пиросульфит калия	E224	Ацетат калия	E261i
Сульфит калия	E225	Диацетат калия	E261ii

Их эффективность, способы применения зависят от их химической природы, концентрации, часто от pH среды. Многие консерванты более эффективны в кислых средах; для снижения pH среды иногда добавляют пищевые кислоты (уксусную, яблочную, молочную, лимонную и другие). При низкой концентрации отдельных консервантов они могут использоваться микроорганизмами в качестве дополнительного источника углерода и, наоборот, способствовать размножению последних.

Спектр антимикробного действия конкретного консерванта различен. Эффективность некоторых консервантов по отношению к микроорганизмам приведена в таблице 13.

Таблица 13

Эффективность некоторых консервантов по отношению к микроорганизмам

Консервант	Бактерии	Дрожжи	Плесневые грибы
Нитриты	++	-	-
Сульфиты	++	++	+
Муравьиная кислота	+	++	++
Пропионовая кислота	+	++	++
Сорбиновая кислота	++	+++	+++
Бензойная кислота	++	+++	+++
n-Оксибензоаты	++	+++	+++
Дифенил	-	++	++

Примечание: - неэффективен; + малая эффективность; ++ средняя эффективность; +++ высокая эффективность.

Учитывая разное отношение отдельных консервантов к плесневым грибам, дрожжам и бактериям, в ряде случаев целесообразно использовать смесь нескольких консервантов.

Эффективность действия консерванта тесно связана с концентрацией; его следует применять на начальной (линейной) стадии размножения микроорганизмов; это позволяет снизить дозы его внесения и не создает иллюзий мни-

мосвежего состояния уже испорченных продуктов. Применение консервантов недопустимо при нарушении производственной гигиены, получения продуктов в антисанитарных условиях.

В таблице 14 приводятся данные по применению консервантов в различных продуктах.

Таблица 14

Группа продуктов	Нитраты	Диоксид серы	Сахароза	Гексаметилентетрамин	Уксусная кислота	Пропионовая кислота	Сорбиновая кислота	Бензойная кислота	Гидроксибензоаты	Дифенилтиабендазол
Жировые эмульсии	-	-	-	-	-	-	++	+	-	-
Сыры	(+)	-	-	(+)	-	+	++	(+)	(+)	-
Мясопродукты	++	(+)	-	-	-	-	+	-	(+)	-
Рыбопродукты	+	-	-	(+)	++	-	+	+	(+)	-
Овощная продукция	-	+	(+)	-	++	-	++	++	-	-
Фруктовая продукция	-	++	++	-	+	-	++	++	-	(+)
Безалкогольные напитки	-	++	++	-	-	-	++	++	-	-
Вино	-	++	-	-	-	-	++	-	-	-
Хлебобулочные изделия	-	-	++	-	-	++	++	-	-	-
Кондитерские изделия	-	-	++	-	-	-	++	(+)	(+)	-

Примечание: Консервант применяется: ++ часто; + реже; (+) в исключительных случаях; - не применяется.

Консерванты часто применяются в сочетании с физическими способами консервирования (нагревание, сушка, низкие температуры, облучение и т. д.); это приводит к экономии энергетических затрат. При выборе консерванта необходимо руководствоваться некоторыми общими правилами.

Консервант должен:

- иметь широкий спектр действия;
- быть эффективным против микроорганизмов, содержащихся в данной пищевой системе;
- оставаться в продукте в течение всего срока хранения;
- предупреждать образование токсинов;
- не оказывать влияния на органолептические свойства пищевого продукта;
- быть технологичным (простым в применении);

- быть дешевым.

Консервант не должен:

- быть физиологически опасным;
- вызывать привыкания;
- реагировать с компонентами пищевой системы;
- создавать экологические и токсикологические проблемы в ходе технологического потока;
- влиять на микробиологические процессы, предусмотренные при производстве отдельных пищевых продуктов данной технологией.

Диоксид серы, соли сернистой кислоты. Это одна из наиболее распространенных групп консервантов.

SO₂ - газ, хорошо растворимый в воде. Сульфиты - белые кристаллические вещества, за исключением сульфита кальция, также хорошо растворимы в воде.

Использование сернистого газа для окуривания бочек и обработки вина известно с давних времен.

Диоксид серы и соли сернистой кислоты проявляют антибактериальное действие. Действие против дрожжей и плесневых грибов выражено слабее. Применяется как промежуточный консервант при получении многих продуктов из фруктов и ягод, с последующим удалением при нагревании и вакуумировании.

Используется для сохранения соков, плодоовощных пюре, повидла, в виноделии и т. д. Сульфиты - ингибиторы дегидрогеназ. Применяются в качестве отбеливающего материала, предохраняющего очищенный картофель, разрезанные плоды и овощи от потемнения, тормозят реакцию Майяра. Сернистый газ разрушает витамин В₁ (тиамин) и биотин, поэтому применение его для стабилизации ряда продуктов нежелательно. Допустимая суточная доза (в пересчете на SO₂) - 0,35 мг, условно допустимая - 0,35-1,5 мг/кг массы тела.

Сорбиновая кислота и ее соли. Сорбиновая кислота - белое кристаллическое вещество со слабым запахом, трудно растворимое в воде, хорошо - в этиловом спирте. Соли сорбиновой кислоты - сорбаты хорошо растворимы в воде (за исключением сорбата кальция - растворимость в воде 1,2 г).

Сорбиновая кислота и ее соли проявляют, в первую очередь, фунгистатическое действие, подавляя развитие дрожжей и плесневых грибов, включая афлатоксинообразующие, благодаря способности ингибировать дегидрокиназу. Она не подавляет рост молочнокислой флоры, поэтому часто используется в смеси с другими консервантами.

Сорбиновая кислота и ее калиевые, натриевые и кальциевые соли применяются в качестве консервантов при производстве фруктовых, овощных, рыбных и мясных изделий, маргаринов, безалкогольных напитков, плодово-ягодных соков. Антимикробные свойства этой добавки мало зависят от рН среды. Используются для обработки материала, в который упаковывают пищевые продукты.

Бензойная кислота и ее соли (бензоаты). Бесцветные кристаллы или белые порошки. Бензойная кислота ограниченно растворима в воде, бензоаты хорошо растворимы.

Входит в состав некоторых плодов и является распространенным природным консервантом. Бензойная кислота применяется при изготовлении плодово-ягодных изделий, бензоаты - при производстве рыбных консервов, маргаринов, напитков. Антимикробное действие связано со способностью подавлять ферменты, осуществляющие окислительно-восстановительные реакции, и направлено, главным образом, против дрожжей и плесневых грибов, включая афлатоксинообразующие. Присутствие белков в пищевых системах ослабляет активность бензойной кислоты, а фосфатов и хлоридов - усиливает. Бензойная кислота наиболее эффективна в кислой среде; в нейтральных и щелочных растворах ее действие почти не ощущается. Для облегчения введения бензойной кислоты в жидкие пищевые продукты используют ее соли - бензоаты. При использовании бензоатов необходимо, чтобы рН пищевой системы был ниже 4,5, при этом бензоаты превращаются в свободную кислоту.

К группе производных *пара-гидроксибензойной кислоты* (парабены) относятся семь консервантов.

Эти вещества входят в состав растительных алкалоидов и пигментов. Все эфиры пара-гидроксибензойной кислоты обладают большим бактерицидным действием, чем бензойная кислота, и значительно менее токсичны. Они не способны к диссоциации, поэтому их антимикробное действие не зависит от рН среды. Эффективны в нейтральной и слабокислой среде, эффективность растет с увеличением алкильного радикала. Изменяют вкус пищевых продуктов, выраженные спазмолитики. Их антимикробное действие основано на замедлении усвоения глюкозы и пролина, нарушении комплексной структуры клеточной мембраны. Допустимая суточная доза - 10 мг/кг массы тела.

Муравьиная кислота (E236) и ее соли (формиаты натрия E237 и кальция E238) применяются также в качестве солезаменителей (вкусовых веществ). Консервирующее действие муравьиной кислоты известно более ста лет. Для консервирования применяют водные растворы кислоты и формиатов. Муравьиная кислота из-за высокой константы диссоциации применяется для консервирования только сильнокислых продуктов (рН ниже 3,5). В слабокислой и нейтральной среде формиаты не оказывают антимикробного действия. Действует преимущественно против дрожжей и некоторых бактерий. Плесневые грибы и молочные бактерии устойчивы к действию муравьиной кислоты. Она заметно влияет на вкус и запах пищевых продуктов, добавляется, главным образом, во фруктовые полуфабрикаты. В последнее время ее использование значительно сократилось.

Уксусная кислота ледяная (E260) и ее соли (ацетаты): ацетат калия E261; ацетат натрия E262. Использование уксуса для консервирования пищевых продуктов - один из наиболее старых способов консервирования. В зависимости от сырья, из которого получают уксусную кислоту, различают винный, фруктовый, яблочный, спиртовой уксус и синтетическую уксусную кислоту. Наряду с

уксусной кислотой и ее солями применение находят диацетаты натрия и калия. Эти вещества состоят из уксусной кислоты и ацетатов в молярном соотношении 1:1. Уксусная кислота - бесцветная жидкость, смешивающаяся с водой во всех отношениях. Диацетат натрия - белый кристаллический порошок, растворимый в воде, с сильным запахом уксусной кислоты.

Уксусная кислота не имеет законодательных ограничений, ее действие основано, главным образом, на снижении рН консервируемого продукта, проявляется при содержании выше 0,5% и направлено, главным образом, против бактерий. Применяется в майонезах, соусах, при мариновании рыбной продукции и овощей, ягод и фруктов. Уксусная кислота широко применяется как вкусовая добавка.

Пропионовая кислота (E280) и ее соли (пропионаты натрия E281, калия E283, кальция E282). В пищевой промышленности используются, главным образом, соли пропионовой кислоты. Антимикробное действие пропионовой кислоты сильно зависит от рН консервируемого продукта; она может использоваться для консервирования пищевых продуктов с высоким значением рН. Более слабое антимикробное действие, по сравнению с другими консервантами. Применяется в сыроделии, хлебопечении. Влияет на запах и вкус пищевых продуктов.

Уротропин (гексаметилентетрамин) - применяется для консервирования ограниченного числа продуктов. В России - икра лососевых рыб. ДСД - 0,15 мг/кг массы тела.

Дифенил (E230). Обладает сильными фунгистатическими свойствами, задерживает развитие плесневых грибов.

Применяют для продления срока хранения цитрусовых (погружение в 0,5 - 1,0%-й раствор или пропитывание им оберточной бумаги). В РФ разрешена реализация импортных цитрусовых плодов, обработанных этим консервантом.

Сантохин применяется для увеличения сроков хранения яблок, поверхность которых обрабатывается 0,05 - 0,3%-м водно-спиртовым раствором сантохина.

Важным и широко применяющимся консервантом является хлористый натрий (поваренная соль), который используют для консервирования мяса, рыбы и других продуктов.

5.2. Антибиотики

Особую группу пищевых добавок, замедляющих порчу пищевых продуктов (мяса, рыбы, птицы, овощей и т. д.), составляют антибиотики. Антибиотики, разрешенные для применения с медицинскими целями, не допускаются для использования при изготовлении пищевых продуктов и полуфабрикатов. Применение антибиотиков позволяет сохранить пищевое сырье и некоторые виды пищевых продуктов более длительное время, иногда продлить их срок хранения в 2 - 3 раза. Вместе с тем, использование антибиотиков может привести к нежелательным последствиям, в том числе к нарушению нормаль-

ного соотношения микроорганизмов желудочно-кишечного тракта. Обычно антибиотики применяют для обработки свежих, скоропортящихся продуктов (мясо, рыба, свежие растительные продукты).

Технологические приемы применения антибиотиков различны: погружение пищевого продукта в раствор антибиотиков на ограниченный срок, орошение поверхности пищевого продукта раствором антибиотиков различной концентрации, введение антибиотиков перед забоем животных и т. д.

Определенное распространение в пищевой промышленности получили антибиотики, добавляемые непосредственно в пищевой продукт: низин и пимарицин.

Низин (E234) - антибиотик полипептидного типа. Хорошо сохраняется в сухом виде. Низин чувствителен к действию протеолитических ферментов, ферментов слюны и пищеварительных ферментов, устойчив к сычужным ферментам. Низин получают культивированием определенных штаммов бактерий *Lactococcus lactis*. Низин имеет узкий спектр действия: эффективен исключительно против грамположительных бактерий, стрептококков, бацилл и некоторых анаэробных спорообразующих бактерий, снижает сопротивляемость спор термоустойчивых бактерий к нагреванию, что позволяет снизить температуру стерилизации, повысить качество пищевых продуктов. Применяется в сыроделии, при консервировании овощей и фруктов, для удлинения сроков хранения стерилизованного молока.

Пимарицин (E235) - другие названия - натамицин, митроцин.

Получают культивированием *Streptomyces natalensis*. Оказывает антимикробное действие против дрожжей рода *Candida*, влияя на клеточные мембраны. Действует против дрожжей, плесневых грибов и не действует против бактерий, вирусов и актиномицетов, эффективен против грибков, поражающих кожу человека. Применяется в сыроделии для защиты поверхности сыров, в колбасном производстве.

5.3. Пищевые антиокислители

К пищевым антиокислителям (антиоксидантам) относятся вещества, замедляющие окисление в первую очередь ненасыщенных жирных кислот, входящих в состав липидов. Этот класс пищевых добавок включает три подкласса с учетом их отдельных технологических функций: 1) антиокислители; 2) синергисты антиокислителей; 3) комплексообразователи.

Ряд соединений: лецитины - E322; лактаты - E325, E326; E327 и некоторые другие выполняют комплексные функции.

Использование антиокислителей дает возможность продлить срок хранения пищевого сырья, полупродуктов и готовых продуктов, защищая их от порчи, вызванной окислением кислородом воздуха.

Окисление масел и жиров - сложный процесс, идущий по радикально-цепному механизму. Начальными (первичными) продуктами окисления являются разнообразные по строению пероксиды и гидропероксиды. Они получили

название первичных продуктов окисления. В результате их сложных превращений образуются вторичные продукты окисления: спирты, альдегиды, кетоны и кислоты с различной длиной углеродной цепи, а также их разнообразные производные. На скорость окисления влияют состав пищевых систем, в первую очередь - состав и строение липидной фракции, влажность, температура, наличие металлов переменной валентности, свет.

Действие большинства пищевых антиоксидантов основано на их способности образовывать малоактивные радикалы, прерывая тем самым реакцию автоокисления.

Вещества, усиливающие действие антиоксидантов, - синергисты - сами обычно не обладают антиоксидантными свойствами. К ним относятся вещества, инактивирующие ионы тяжелых металлов с образованием комплексных соединений. В пищевых системах обычно протекает комплекс реакций, при этом синергисты могут проявлять свойства подлинных антиоксидантов.

Токоферолы в виде смеси изомеров содержатся в растительных жирах (500-100 мг%): масле пшеничных зародышей, кукурузном, подсолнечном и других; в животных жирах их содержание невысоко. Из смеси токоферолов наибольшую Е-витаминную и наименьшую антиоксидантную активность проявляет α -токоферол, γ -токоферол - наоборот.

Токоферолы хорошо растворимы в маслах, устойчивы к действию высоких температур, их потери при технологической обработке не велики. Они являются важнейшими природными антиоксидантами.

Аскорбиновая кислота, ее натриевая, кальциевая и калиевая соли применяются в качестве антиоксидантов и синергистов при производстве различных пищевых продуктов.

Аскорбиновая кислота применяется для предотвращения окислительной порчи жировых продуктов, в частности маргарина, топленых жиров, действуя не непосредственно как антиоксидант, а, являясь в первую очередь синергистом, - восстанавливая фенольные соединения и связывая металлы.

Введение водорастворимых аскорбиновой кислоты и ее солей в жировые и другие пищевые продукты повышает, кроме того, их пищевую ценность.

Изоаскорбиновая (эриторбовая) кислота и ее натриевая, калиевая и кальциевая соли имеют более ограниченное применение, чем аскорбиновая кислота и ее производные. Не обладают витаминной активностью. Эриторбовая кислота и ее соли применяются в мясных продуктах из измельченного мяса, ветчинных изделиях, консервах. Максимальный уровень содержания в этих продуктах 500 мг в кг; в рыбных пресервах и консервах - 1500 мг/кг в пересчете на кислоту.

Производные галловой кислоты: *пропилгаллат*, *октилгаллат*, *додецилгаллат*.

Пропилгаллат – белый или светло-кремовый мелкокристаллический порошок без запаха, горьковатый на вкус. В присутствии ионов железа цвет меняется на сине-фиолетовый, окраска устраняется добавлением лимонной кислоты. Плохо растворим в жирах. Октил- и додецилгаллаты - кристаллические вещества с горьким вкусом, растворимы в жирах и маслах, нерастворимы в воде.

Производные галловой кислоты - хорошие антиоксиданты. Основные синергисты - лецитин и лимонная кислота.

Галлаты применяются при производстве растительных и животных масел (используемых в приготовлении пищевых продуктов с применением высоких температур), кулинарных жиров, лярда, животного и рыбьего жиров, сухого молока, сухих смесей для тортов и кексов, сухих завтраков на зерновой основе, бульонных кубиков.

Гваяковая смола - нерастворимая в воде смесь альфа-, бета-гваяковых кислот. Выделяется из произрастающего в тропиках дерева. Применяется для стабилизации животных жиров.

Широкое применение в качестве антиоксидантов нашли производные фенолов: трет-бутилгидрохинон; бутилгидроксианизол; бутилгидрокситолуол.

трет-Бутилгидрохинон. Бесцветное кристаллическое вещество, хороший антиоксидант, применяется для стабилизации растительных жиров, топленого масла, кулинарных жиров.

Бутилгидроксианизол. Один из наиболее часто применяемых антиоксидантов. Устойчив к высоким температурам, не растворим в воде. Применяется для стабилизации масел и жиров, топленых жиров, шпика соленого, сухого молока, смесей для кексов, концентратов супов. Активность возрастает в присутствии производных галловой кислоты, лимонной кислоты, аскорбиновой кислоты.

Бутилгидрокситолуол (ионол) один из наиболее распространенных синтетических антиоксидантов. Он применяется для стабилизации растительных масел, топленого жира, кулинарных жиров. Ионол термостабилен и не разрушается при выпечке изделий, обработке кондитерских масс.

Использование производных фенолов в производстве жиров позволяет значительно повысить их стойкость. Так, внесение бутил гидроксианизола в количестве 0,01% от массы лярда повышает его стойкость в 5-13 раз, внесение ионола в кулинарный жир повышает его стойкость в 10-12 раз. Производные фенолов вносятся в пищевые продукты исключительно в малых количествах, их эффективность тем больше, чем длиннее индукционный период окисления. В то же время следует помнить, что все они задерживают процесс окисления жиров только ограниченное время.

Аноксомер. Применяется для стабилизации топленого и растительных масел, кулинарных жиров. Термостабилен. Разрешен для применения в России.

Лецитины. Антиоксиданты, эмульгаторы. Лецитины являются антиоксидантами и синергистами окисления масел и жиров.

Лактат натрия - синергист антиоксиданта, влагоудерживающий агент; лактат калия - синергист антиоксиданта, регулятор кислотности. Лактаты применяются в кондитерском производстве, при производстве мороженого.

Этилендиаминтетраацетат кальция-натрия - антиоксидант, консервант, комплексообразователь и *этилендиаминтетраацетат динатрий (трилон)* - антиоксидант, консервант, синергист, комплексообразователь.

Соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) - это хорошие комплексообразователи, способные создавать стабильные комплексы с металлами, что позволяет использовать их для связывания следовых количеств металлов. Предупреждают окисление аскорбиновой кислоты в соках, потемнение картофеля, применяются для осветления вина.

Кверцетин, дигидрокверцетин - производные флавонов, получают из коры дуба, лиственницы и из некоторых других растений. Обладают сильными антиокислительными свойствами, которые усиливаются в присутствии лимонной и аскорбиновой кислот. Применяются при изготовлении специальных жиросодержащих продуктов, для пропитки упаковочных материалов.

Лимонная кислота и ее соли - цитраты натрия (одно-, двух- и трехзамещенные), калия (двух- и трехзамещенный), кальция являются регуляторами кислотности, стабилизаторами и комплексообразователями. Действие лимонной кислоты и ее солей основано на их способности связывать металлы с образованием хелатных соединений. Лимонная кислота обладает приятным, мягким вкусом; применяется в производстве плавленых сыров, кондитерских изделий, майонезов, маргаринов, рыбных консервов.

Винная кислота - синергист антиокислителей, комплексообразователь, соли винной кислоты - *тартраты*.

Глюкозооксидаза - ферментный препарат, применяемый в качестве антиоксиданта.

Антиокислительные свойства проявляют также некоторые пряности и их экстракты: анис, кардамон, кориандр, укроп, фенхель, имбирь, красный перец. Некоторые из них повышают стойкость жиров в два, три раза.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение понятию «консерванты». Их роль в сохранении пищевого сырья и готового продукта.
2. Приведите примеры основных консервантов.
3. Дайте определение понятию «пищевые антиокислители». Назовите основные антиокислители.
4. В чем разница в поведении антиокислителей, синергистов антиокислителей, комплексообразователей?

ГЛАВА 6. **БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ**

Биологически активные добавки (БАД) - природные (идентичные природным) биологически активные вещества, предназначенные для употребления одновременно с пищей или введения в состав пищевых продуктов. Их делят на нутрицевтики - БАД, обладающие пищевой ценностью, и парафармацевтики - БАД, обладающие выраженной биологической активностью.

Нутрицевтики - эссенциальные нутриенты., являющиеся природными ингредиентами пищи: витамины и их предшественники, полиненасыщенные жирные кислоты, в том числе Ω -3-полиненасыщенные жирные кислоты, фосфолипиды, отдельные минеральные вещества и микроэлементы (кальций, железо, селен, цинк, йод, фтор), незаменимые аминокислоты, некоторые моно- и дисахариды, пищевые волокна (целлюлоза, пектин, гемицеллюлоза и др.).

Нутрицевтики позволяют каждому конкретному человеку, даже при стандартном наборе продовольственной корзины, иметь свой индивидуальный рацион питания, оптимальный состав которого зависит от потребностей организма в нутриентах. Эти потребности формируются многими факторами, к которым относятся пол, возраст, физические нагрузки, особенности биохимической конституции и биоритмы человека, его физическое состояние (эмоциональный стресс, беременность женщины и т.п.), экологические условия среды его обитания.

Потребление нутрицевтиков в составе пищевого рациона позволяет сравнительно легко и достаточно быстро компенсировать дефицитные эссенциальные пищевые вещества и обеспечить удовлетворение физиологических потребностей человека, изменяющихся при его болезни, организовать лечебное питание.

Нутрицевтики, способные усилить элементы ферментной защиты клетки, способствуют повышению неспецифической резистентности организма к воздействию на него различных неблагоприятных факторов среды обитания человека.

К позитивным эффектам воздействия относятся способность нутрицевтиков связывать и ускорять выведение из организма чужеродных и токсичных веществ, а также направленно изменять обмен отдельных веществ, например, токсикантов, воздействуя на ферментные системы метаболизма ксенобиотиков.

Рассмотренные эффекты применения нутрицевтиков обеспечивают условия первичной и вторичной профилактики различных алиментарно зависимых заболеваний, к которым относятся ожирение, атеросклероз и другие сердечно-сосудистые заболевания, злокачественные новообразования и иммунно-дефицитные состояния.

В настоящее время выпускается большое количество фирменных препаратов, содержащих отдельные группы нутрицевтиков и их комбинации.

К таким препаратам относятся витаминные и витаминно-минеральные комплексы, препараты фосфолипидов, в частности, лецитина, и др.

Парафармацевтики - это минорные компоненты пищи. К ним могут быть отнесены органические кислоты, биофлавоноиды, кофеин, регуляторы пептидов, эубиотики (соединения, поддерживающие нормальный состав и функциональную активность микрофлоры кишечника).

К группе парафармацевтиков принадлежат также биологически активные добавки, регулирующие аппетит и способствующие уменьшению энергетической ценности рациона.

К эффектам, определяющим функциональную роль парафармацевтиков, относятся:

- регуляция микробиоценоза желудочно-кишечного тракта (ЖКТ);
- регуляция нервной деятельности;
- регуляция (в физиологических границах нормы) функциональной активности органов и систем (секреторной, пищеварительной и др.);
- адаптогенный эффект.

Совокупность перечисленных эффектов обеспечивает организму человека способность адаптироваться к экстремальным условиям. Применение парафармацевтиков является эффективной формой вспомогательной терапии.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение понятию «Биологически активные добавки». Приведите их классификацию.
2. Роль БАД в создании современных продуктов питания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экспертиза специализированных пищевых продуктов. Качество и безопасность: Рекомендовано МоРФ в качестве учебного пособия для вузов/ Ред. В.М. Позняковский. - СПб.: ГИОРД, 2012. - 424 с.
2. Товароведение и экспертиза пищевых концентратов и пищевых добавок [Электронный ресурс]: Учеб./Т.Н.Иванова и др. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014-265с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=414639>
3. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок: Практические рекомендации. – Спб.: ГИОРД, 2002. – 160 с.
4. «Основы классификации, применения и определения пищевых добавок» ТР ТС 021/2011 «О качестве и безопасности пищевых продуктов». <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/txnreg/deptexreg/questions/Documents/Obzor.pdf>
5. ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания»
6. http://www.eurasiancommission.org/ru/act/txnreg/deptexreg/tr/Documents/P_34.pdf
7. ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» http://www.tsouz.ru/eek/rseek/rseek/seek8/documents/p_58.pdf
8. Витол, Ирина Сергеевна. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания: Рекомендовано Умо в качестве учебника для вузов/ И.С. Витол, А.В. Коваленок, А.П. Нечаев. - М.: ДеЛи принт, 2010. - 352 с.
9. Позняковский В. М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов: Учебник [Электронный ресурс]. - Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 456с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57348>