



Л. А. Сарафанова



ПРИМЕНЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК

Технические рекомендации



Издательство ГОРД



Издательство ГИОРД

ЗАО ГИОРД



Л. А. Сарафанова

**ПРИМЕНЕНИЕ
ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК
ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

5-е издание

УДК 664
ББК Л80
С 20

Сарафанова Л. А.

С20 Применение пищевых добавок. Технические рекомендации. 5-е изд., — СПб: ГИОРД, 2002. — 160 с.
ISBN 5-901065-52-2

Представлены общие сведения и рекомендации по применению в пищевой промышленности красителей, консервантов, подсластителей, антиокислителей, эмульгаторов, загустителей, гелеобразователей, вкусоароматических, технологических и других добавок. Указаны пути их подбора, рекомендуемые дозировки, способы внесения в продукт, влияние на его свойства, сведения о токсикологической безопасности и условиях хранения. В приложении приведены особенности сертификации добавок и контроля за содержанием их в пищевых продуктах.

Предназначена для технологов и других специалистов пищевых производств и может быть полезна студентам вузов и техникумов.

**УДК 664
ББК Л80**

ПРЕДИСЛОВИЕ К ЧЕТВЁРТОМУ ИЗДАНИЮ

Вместе с развитием пищевой промышленности и внедрением новых технологий в России растёт популярность пищевых добавок и интерес к ним. Несмотря на это, вопросы применения их, на наш взгляд, освещаются в современной отечественной литературе недостаточно. По-прежнему мало книг для технологов-практиков. Данным изданием технических рекомендаций по применению пищевых добавок мы стараемся восполнить этот пробел.

Новое издание книги отличается от трёх предыдущих большей полнотой информации и освещением всего спектра пищевых добавок, применяемых в современной промышленности.

Отдельные классы добавок объединены по принципу их влияния на свойства пищевых продуктов. Так, в одной главе с красителями (см. гл. 1.1) дополнительно находится информация о близких к ним технологических классах — отбеливателей и стабилизаторов окраски, а в главе «Эмульгаторы» (см. гл. 2.1) дана информация о пенообразователях и стабилизаторах пены.

Для удобства пользования технические рекомендации дополнены указателем технологических классов пищевых добавок и предметным указателем. Если читателя интересует конкретный технологический класс пищевых добавок, а его название отсутствует в оглавлении, то следует обратиться к предметному указателю.

Хлебопекарные улучшители в этой книге не рассматриваются, так как этот специальный класс пищевых добавок (применяемый только в хлебопечении) довольно обширен и заслуживает отдельного издания — недавно в нашем издательстве вышла из печати книга И. Е. Костровой «Малое хле-

бопекарное производство. Особенности работы» (Санкт-Петербург, 2001), где они достаточно подробно описаны. Вопросы применения хлебопекарных улучшителей хорошо освещены также и в монографии И. В. Матвеевой и И. Г. Белявской «Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий» (Москва, 1998).

Если после прочтения книги у вас останутся вопросы, появятся замечания или предложения — будем рады обсудить их с вами по телефону, письменно или лично. В технологическую службу ЗАО ГИОРД можно обращаться по всем вопросам, связанным с пищевыми добавками, а также по вопросам разработки пищевых продуктов с применением пищевых добавок и технической документации на них.

Наш почтовый адрес: 193167, Санкт-Петербург, а/я 61. Технологическая служба ЗАО ГИОРД.

Телефон/факс: (812) 327-92-20. Электронная почта: giord@giord.com.

Наш офис расположен по адресу: Санкт-Петербург, Железнодорожный пр., д. 40.

ПРЕДИСЛОВИЕ К ТРЕТЬЕМУ ИЗДАНИЮ

В настоящее время всё более широкое применение получают так называемые пищевые добавки. Этим термином обозначают различные соединения, полученные химическим путём, или природные соединения, которые разрешены органами здравоохранения для введения в пищевые продукты на различных этапах их производства, хранения и транспортировки.

Таким образом, пищевые добавки должны рассматриваться как составная часть пищевого продукта. 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 и технологическими соображениями. Такие регламенты устанавливаются на национальном и международном уровнях («Санитарные правила по применению пищевых добавок», МЗ СССР № 1923-78, документы FAO/ВОЗ, Кодекс Алиментариус, Директивы ЕС). Вместе с тем, использование пищевых добавок предполагает высокую техническую и технологическую культуру персонала, знание особенностей действия каждой пищевой добавки или их комбинаций, оптимальные условия их применения и вероятный результат. Вот этим технологическим соображениям и посвящена книга.

Настоящее, третье издание дополнено некоторыми положениями и регламентами, отражающими отечественную и международную практику применения описанных пищевых

добавок, гарантирующими качество и безопасность пищевых продуктов. Уточнены некоторые максимальные уровни добавления и другие количественные характеристики. Раздел о консервантах содержит рекомендации по применению бензойной кислоты и бензоатов, содержится информация о других достаточно распространенных консервантах. Третье издание книги «Применение пищевых добавок. Технические рекомендации» удачно дополнено приложениями, посвященными краткому описанию основных принципов и процедуре оценки безопасности пищевых добавок и продукции с их использованием, особенностям сертификации и получения Гигиенических заключений на пищевые добавки и продукцию, методам анализа; приведен список пищевых добавок, разрешённых в России.

Новизна, практическая направленность публикуемых технических рекомендаций для российского читателя очевидны. Полагаю, что опубликование и широкая доступность этой книги станут большим подарком и хорошим подспорьем для специалистов пищевой промышленности.

А. Н. Зайцев

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	11
1. ВЕЩЕСТВА, УЛУЧШАЮЩИЕ ЦВЕТ, АРОМАТ И ВКУС ПРОДУКТОВ	14
1.1. Красители, отбеливатели и стабилизаторы окраски	14
Красители	15
Стабилизаторы (фиксаторы) окраски	28
Отбеливатели	31
1.2. Ароматизаторы, эфирные масла и экстракты	32
Натуральные эфирные масла и олеорезины	32
Пищевые ароматизаторы	35
Выбор вкусоароматической добавки	39
Токсикологическая безопасность и хранение	42
1.3. Усилители вкуса и аромата	43
Общие сведения	43
Свойства и применение	45
Токсикологическая безопасность и хранение	46
1.4. Заменители соли, солёные вещества	47
1.5. Кислотообразователи	47
1.6. Интенсивные подсластители и сахарозаменители	49
Общие сведения	49
Применение интенсивных подсластителей и сахарозаменителей	52
Приготовление и хранение водных растворов подсластителей	56
Приготовление сиропов сахарозаменителей	57
Токсикологическая безопасность и хранение	57
2. ВЕЩЕСТВА, РЕГУЛИРУЮЩИЕ КОНСИСТЕНЦИЮ	59
2.1. Эмульгаторы	59
Общие сведения	59
Применение	64
Токсикологическая безопасность и хранение	69
2.2. Загустители и гелеобразователи	70
Общие сведения	71
Товарные формы и применение	74
Токсикологическая безопасность и хранение	87
2.3. Наполнители	88
3. ВЕЩЕСТВА, СПОСОБСТВУЮЩИЕ УВЕЛИЧЕНИЮ СРОКОВ ГОДНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	90
3.1. Консерванты	90
Общие сведения	90
Применение консервантов	92
Рекомендации по выбору консерванта	97
Приготовление водных растворов	99
Токсикологическая безопасность и хранение	100
3.2. Антиокислители и защитные газы	101
Общие сведения	102
Применение антиокислителей и защитных газов	104
Приготовление растворов антиокислителей	109
Токсикологическая безопасность и хранение	110

3.3. Уплотнители	111
3.4. Влагоудерживающие агенты	112
3.5. Антислёживающие агенты	113
3.6. Плёнкообразователи	114
4. ВЕЩЕСТВА, УСКОРЯЮЩИЕ И ОБЛЕГЧАЮЩИЕ ВЕДЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ)	116
4.1. Регуляторы кислотности	116
4.2. Пеногасители и антивспенивающие агенты	118
4.3. Эмульгирующие соли	119
4.4. Разрыхлители	120
4.5. Вещества, облегчающие фильтрование	122
4.6. Осветлители	123
4.7. Экстрагенты	124
4.8. Носители, растворители, разбавители	125
4.9. Средства для капсулирования	125
4.10. Средства для таблетирования	127
4.11. Разделители	129
4.12. Осушители	129
4.13. Средства для снятия кожицы (с плодов)	130
4.14. Охлаждающие и замораживающие агенты	131
4.15. Вещества, способствующие жизнедеятельности полезных микроорганизмов	133
4.16. Пропелленты	134
4.17. Ферменты и ферментные препараты	135
4.18. Катализаторы	137
4.19. Катализаторы гидролиза и инверсии	138
4.20. Диспергирующие агенты	140
ПРИЛОЖЕНИЯ	141
I. Токсикологическая безопасность добавок и продукции, изготовленной с их использованием	141
II. Особенности сертификации добавок и продукции, изготовленной с их использованием	143
III. Контроль за содержанием добавок в продуктах питания	146
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	148
Технологические классы пищевых добавок	150
Предметный указатель	152
Указатель Е-кодов	154

ВВЕДЕНИЕ

Пищевые добавки — это природные, идентичные природным или синтетические химические соединения, вводимые в продукты питания с целью придания им заданных качественных показателей, ускорения технологического процесса их получения, а также увеличения сроков годности.

История применения пищевых добавок насчитывает тысячелетия. Поваренную соль и копильный дым люди применяли ещё во времена неолита, уксусом пользовались древние египтяне, а в Древнем Риме вина стабилизировали сернистой кислотой. Вместе с ростом пищевого производства расширялся ассортимент применяемых пищевых добавок. В XX в. масштабы их распространения так увеличились, что появилась потребность в их систематизации и классификации.

Пищевые добавки вносят в продукты в процессе их производства для достижения определённых технологических целей. То есть, добавки в пищевом продукте выполняют определённые функции. Поэтому в качестве критерия при классификации пищевых добавок удобно выбрать их технологические функции. В соответствии с ними, добавка относится к тому или иному технологическому классу (например, тартразин окрашивает пищевые продукты, следовательно, он принадлежит к классу красителей).

В то же время такое деление достаточно условно. К примеру, сернистая кислота не только проявляет консервирующие свойства, но и предотвращает окисление, т.е. её можно отнести и к консервантам, и к антиокислителям. Более того, есть добавки, выполняющие три, четыре и более функций. Строгое разграничение самих функций не всегда возможно (например, загуститель при определённых условиях может

стать гелеобразователем; как правило, тесно связаны эмульгирующие и стабилизирующие функции). Что касается стабилизаторов, то это особый класс пищевых добавок, включающий в себя ряд подклассов: загустители, гелеобразователи, уплотнители, влагоудерживающие агенты, стабилизаторы пены, стабилизаторы замутнения.

На сегодня выделяют 45 классов пищевых добавок, 23 из них (выделенные комиссией по Codex Alimentarius) — основные. Уже становится традиционным объединение технологических классов в следующие группы:

- вещества, изменяющие цвет продуктов;
- вещества, улучшающие аромат и вкус продуктов;
- вещества, регулирующие консистенцию;
- вещества, способствующие увеличению сроков годности пищевых продуктов;
- вещества, ускоряющие и облегчающие ведение технологических процессов (технологические добавки).

Ниже кратко описаны эти группы веществ.

Вещества, улучшающие цвет, аромат и вкус продуктов.

Цвет, аромат и вкус пищевого продукта являются главными критериями при выборе его потребителем. Люди веками улучшали вкус и другие важнейшие характеристики пищи, добавляя к ней соль, уксус, пряности и т. д., но только с развитием высокотехнологичного промышленного производства пищевых продуктов появилась возможность существенно расширить список веществ, улучшающих цвет, аромат и вкус.

Цвето-, аромато- и вкусообразующие вещества, естественным образом содержащиеся в пищевом сырье, весьма нестойки. В жёстких условиях промышленной переработки и при длительном хранении они часто улетучиваются и разрушаются. Кроме того, начиная с конца XIX в., и особенно во второй половине XX в., появились такие пищевые продукты, для успешной реализации которых требуется придавать им привлекательный вид, аромат, цветовое и вкусовое разнообразие (например, жевательная резинка и соевые продукты). Этим приёмом успешно пользуются для расширения ассортимента традиционных продовольственных товаров (например, кондитерских кремов или алкогольных напитков).

Вещества, регулирующие консистенцию продуктов. Одной из важных, узнаваемых характеристик пищевого продукта (наряду с цветом, ароматом и вкусом) является его консистенция. Продукты часто представляют собой коллоидные системы: эмульсии, пены, суспензии, гели. Для их создания необходимы вещества с определёнными свойствами: поверхностно-активными, загущающими, желеобразующими.

Вещества, способствующие увеличению сроков годности пищевых продуктов. С тех пор как человек перешёл к оседлому образу жизни, у него появилась потребность длительное время сохранять продукты питания. Сначала он делал это с помощью огня и дыма, потом стал использовать соль, уксус. Сейчас арсенал веществ, способствующих увеличению сроков годности пищевых продуктов, включает целые классы пищевых добавок: консерванты, антиокислители, стабилизаторы, влагоудерживающие агенты и т.д.

Эти вещества защищают продукты от самых разных видов порчи: микробиологической, окислительной, изменения консистенции и физико-химических свойств, ухудшения органолептических характеристик, потери питательной ценности.

Вещества, ускоряющие и облегчающие ведение технологических процессов — технологические добавки. Эти вещества добавляются к продукту в процессе его производства для достижения определённых технологических целей: ускорения технологического процесса, облегчения его ведения, часто без таких добавок осуществление процесса невозможно.

1. ВЕЩЕСТВА, УЛУЧШАЮЩИЕ ЦВЕТ, АРОМАТ И ВКУС ПРОДУКТОВ

1.1. КРАСИТЕЛИ, ОТБЕЛИВАТЕЛИ И СТАБИЛИЗАТОРЫ ОКРАСКИ

Красители добавляются к пищевым продуктам с целью:

- восстановления природной окраски, утраченной в процессе обработки и/или хранения;
- повышения интенсивности природной окраски;
- окрашивания бесцветных продуктов, например, безалкогольных напитков, мороженого, кондитерских изделий, а также для придания им привлекательного вида и цветового разнообразия.

В качестве пищевых красителей применяют как природные, так и синтетические вещества. Свежее или сухое измельчённое растительное сырьё, соки, варенья и другие аналогичные продукты, используемые для подкрашивания пищи, не относятся к красителям и не считаются пищевыми добавками, так как они могут применяться в качестве пищевых продуктов или типичных ингредиентов пищи.

Отбеливатели (отбеливающие вещества) предотвращают и устраняют нежелательное окрашивание продукта путём химической реакции с его компонентами.

Стабилизаторы (фиксаторы) окраски сохраняют природную окраску пищевых продуктов при их переработке и хранении или замедляют нежелательное изменение окраски.

Не допускается маскировать с помощью красителей, отбеливателей и стабилизаторов окраски изменение цвета

продукта, вызванное его порчей, нарушением технологических режимов или использованием недоброкачественного сырья.

КРАСИТЕЛИ

Общие сведения о натуральных и идентичных натуральным красителях

Натуральные (природные) красители (табл. 1) — это красящие вещества, выделенные физическими способами из растительных и животных источников. Иногда их подвергают химической модификации для улучшения технологических и потребительских свойств. Ряд красителей получают не только их выделением из природного сырья, но и синтетически. Например, β -каротин, выделенный из моркови, по своему химическому строению соответствует β -каротину, полученному микробиологическим или химическим путём (при этом натуральный β -каротин существенно дороже и поэтому редко используется в пищевой промышленности как краситель).

Сырьём для натуральных пищевых красителей могут быть ягоды, цветы, листья, корнеплоды и т. п., в том числе в виде отходов переработки растительного сырья на консервных и винодельческих заводах. Содержание красящих веществ в растительном сырье зависит от климатических условий произрастания и времени сбора, но в любом случае оно относительно невелико (обычно несколько процентов или доли процента). Количество других химических соединений — сахаристых, пектиновых, белковых веществ, органических кислот, минеральных солей и т. д. — может превышать содержание красящих в несколько раз. Эти вещества не представляют опасности для здоровья, а часто даже полезны для человека, но своим присутствием они снижают интенсивность окрашивания готового продукта. При производстве препаратов натуральных красителей от побочных веществ в той или иной степени избавляются. Современные технологии позволяют получать препараты натуральных пищевых

красителей с заданными свойствами и стандартным содержанием основного красящего вещества.

По химической природе красящие вещества растительного происхождения чаще всего относятся к *флавоноидам* (антоцианы, флавоны, флавонолы) и каротиноидам. Антоцианы (Е 163) окрашивают лепестки цветов различных растений, их плоды и ягоды в самые разнообразные цвета — розовый, красный, синий, фиолетовый. Эти соединения содержатся в чёрной смородине, кожце винограда, вишне, землянике и т. д. В одном и том же растении часто присутствует целая серия антоцианов. Так, в цветках и клубнях картофеля их обнаружено около десятка. Флавоны и флавоно-

Таблица 1. Характеристика основных натуральных красителей

Код	Наименование	Цвет
Е 100	Куркумин (Турмерик)	Жёлтый (при pH < 3 красноватый)
Е 101	Рибофлавины	Жёлтый
Е 120	Кармины	Красный (в щелочной среде голубовато-красный)
Е 140	Хлорофилл	Зелёный
Е 141	Медные комплексы хлорофиллов	«
Е 150a	Сахарный колер I	Коричневый
Е 150b	Сахарный колер II	«
Е 150c	Сахарный колер III	«
Е 150d	Сахарный колер IV	«
Е 160a	Каротины	От жёлтого до оранжевого
Е 160b	Экстракты аннато	От жёлтого до оранжевого
Е 160c	Маслосмолы паприки	От оранжевого до красного
Е 161b	Лютеин	От жёлтого до оранжевого
Е 162	Красный свекольный (бетанин)	Красный
Е 163	Антоцианы	Красный при pH < 4 (при возрастании pH окраска меняется сначала на голубую, затем на зеленоватую)

¹⁾ Допустимое суточное поступление (ADI — см. Приложение I).

²⁾ В пересчёте на биксин.

лы — широко распространённые жёлтые красящие вещества. Они обнаружены в петрушке, пшенице, рисе, цветах хризантемы.

Жёлтую и оранжевую окраску растениям чаще всего придают *каротиноиды* (Е 160 и Е 161). Это весьма многочисленная группа растительных пигментов. Наиболее важный из них — β -каротин (Е 160а), который в организме человека является ещё и источником витамина А и антиоксидантом. Он содержится в моркови, от латинского названия которой (*carota*) получила своё наименование вся эта группа пигментов. Жёлтая окраска семян кукурузы обусловлена тремя каротиноидами: каротином, зеаксантином и криптоксантином.

Нахождение в природе	ДСП ¹⁾ , мг/кг веса тела (JECFA)
Корни растения куркумы длинной (турмерика)	1,0
Мясо, печень, почки, молоко, яйца, дрожжи, овощи	0,5
В телах самок насекомых кошенили	5,0
Во всех зелёных растениях, особ. в травах, крапиве, люцерне	Не ограничено
В форме магниевых комплексов во всех зелёных растениях	15,0
Образуются при карамелизации сахара	Не ограничено
То же	« «
« «	200,0
« «	150,0
В моркови, красном пальмовом масле, в зелёных растениях — как спутник хлорофилла	5,0
Во внешнем слое семян олеандрового дерева	0,065 ²⁾
В кожуре паприки	Не установлено
Во фруктах, растениях, траве, люцерне	« «
В корнях красной свёклы	Не ограничено
В красном винограде, чёрной смородине, клубнике, вишне, малине и других ягодах	Не установлено

Красная окраска плодов помидоров и шиповника определяется ликопином.

Природным жёлтым красителем является также куркумин (Е 100), принадлежащий к группе *халконовых и оксикетоновых* красителей.

Рибофлавиновые красители представлены в природе витамином В₂ в форме рибофлавина или натриевой соли рибофлавин-5'-фосфорной кислоты (Е 101). Цвет красной свёклы обусловлен присутствием беталаинового красителя бетанина (Е 162). Ещё один красный краситель из группы хинонов — кармин (Е 120) — получают из насекомых кошенили.

К природным принято относить сахарный, или карамельный, колер (Е 150). Традиционное название «жжёный сахар» является точным описанием этого древнего красителя. Несмотря на простоту названия, химические процессы, проходящие при карамелизации, очень сложны, и лишь в начале нашего века карамельный краситель стали получать в промышленности. В настоящее время в качестве катализаторов, ускоряющих реакции в сахарном сиропе, применяются кислоты, щёлочи и соли пищевого качества. В зависимости от использованных катализаторов различают четыре вида сахарного колера. Все они представляют собой сложные смеси веществ разного состава, несколько отличающиеся по свойствам и областям применения, но придающие окрашиваемым продуктам один и тот же коричневый цвет.

Для придания продуктам чёрного или серого цвета в пищевой промышленности может применяться уголь растительный (Е 152) и уголь (Е 153). Другие аллотропные формы углерода — алмаз и графит — в пищевой промышленности не используются.

В качестве пищевых красящих веществ применяются также некоторые *минеральные пигменты* и *металлы*. Так, окись железа (Е 172) даёт чёрный, красный и жёлтый цвета, а двуокись титана (Е 171) и карбонат кальция (Е 170) — белый. Из металлов используются золото (Е 175), серебро (Е 174) и алюминий (Е 173).

Природные красители, даже химически модифицированные, чувствительны к воздействию кислот (в том числе фруктовых), щелочей, кислорода воздуха, температуры. Также они подвержены микробиологической порче, а некоторые из них могут изменять цвет в зависимости от pH среды.

Достоинствами натуральных красителей являются их влияние на вкус и аромат продукта (Е 160с, Е 150), биологическая активность (Е 101, Е 160а). Немаловажной является и привлекательность надписи на этикетке — ведь потребитель обычно предпочитает продукты с натуральными компонентами продуктам с синтетическими добавками.

Общие сведения о синтетических красителях

Синтетические пищевые красители — это органические соединения, не встречающиеся в природе, то есть искусственные. Почти все они используются в мировой пищевой промышленности уже десятки лет.

С химической точки зрения органические синтетические пищевые красители можно разделить на 5 классов: азокрасители, триарилметановые, ксантановые, хинолиновые и индигоидные красители. К азокрасителям относятся: тартразин (Е 102), жёлтый «солнечный закат» (Е 110), кармуазин (Е 122), пунцовый 4R (Е 124), чёрный блестящий BN (Е 151), коричневый FK (Е 154), коричневый НТ (Е 155). К триарилметановым красителям относятся: синий патентованный V (Е 131), синий блестящий (Е 133), зелёный S (Е 142). Ксантановые красители представлены эритрозинном (Е 127), хинолиновые — хинолиновым жёлтым (Е 104), а индигоидные — индигокармином (Е 132).

Синтетические пищевые красители (см. табл. 2), в отличие от натуральных, не обладают биологической активностью и не содержат ни вкусовых веществ, ни витаминов. При этом они обладают значительными технологическими преимуществами по сравнению с натуральными, поскольку менее чувствительны к условиям технологической переработки и хранения, а также дают яркие, легко воспроизводимые цвета.

Таблица 2. Характеристика основных синтетических красителей

Код	Наименование	Содержание красителя, %, не менее	Цвет водного раствора	ДСП, мг/кг веса тела (JECFA)
E 102	Тартразин	85	Жёлтый	7,5
E 104	Жёлтый хинолиновый	70	Лимонно-жёлтый	10,0
E 110	Жёлтый «солнечный закат» FCF	85	Оранжевый	2,5
E 122	Кармуазин (Азорубин)	«	Малиновый	4,0
E 124	Понсо 4R (Пунцовый 4R)	80	Красный	4,0
E 131	Синий патентованный V	85	Голубой	Не установлено
E 132	Индигокармин (Индиготин)	«	Синий	5,0
E 133	Синий блестящий FCF	«	Голубой	12,5
E 151	Чёрный блестящий BN (Бриллиантовый чёрный)	80	Фиолетовый	1,0

Товарные формы и применение красителей

Препараты натуральных пищевых красителей могут выпускаться в виде порошков (кристаллических), паст или жидкостей, как в масло-, так и в вододиспергируемой (растворимой) формах. Различные товарные формы могут быть в разной степени устойчивы к температуре, изменениям pH среды и т.п. Содержание основного красителя нормировано и составляет десятки доли процента, проценты или даже десятки процентов. Это позволяет всегда подобрать препарат, который удобно дозировать и вносить в продукт.

Синтетические пищевые красители представляют собой водорастворимые органические соединения. Они выпускаются в виде порошков или гранул. Препараты синтетических пищевых красителей содержат, как правило, 80...85% основного красителя (см. табл. 2), но могут также изготавливаться с наполнителем (солью или сахаром). Иногда в продаже встречаются водные растворы красителей. Такие «разбавленные» красители применяются для упрощения дози-

ровки в тех случаях, когда готовится небольшая партия продукции.

Красители в разных странах принято называть по-разному, кроме того, их часто продают под торговыми марками. Для идентификации красителей существует справочник Colour Index (C.I.). В этом справочнике каждому красителю определённой химической структуры присвоен пятизначный номер и приведены различные его названия. Индексы C.I. приводятся в табл. 3 и 4.

Таблица 3. Стойкость основных синтетических красителей

Код	Наименование	Индекс цвета C.I.	Свето-стой-кость	Термо-стой-кость	Кисло-тостой-кость	Устойчи-вость к фрукто-вым кис-лотам	Щёлоче-стой-кость
E 102	Тартразин	19140	+	++	++	++	**+ ¹⁾
E 104	Жёлтый хиноли-новый	47005	+	+	+	++	+
E 110	Жёлтый «солнеч-ный закат» FCF	15985	+	++	++	++	**± ¹⁾
E 122	Кармуазин (Азорубин)	14720	+	+	+	+	±
E 124	Понсо 4R (Пунцовый 4R)	16255	+	+	+	+	**+ ²⁾
E 131	Синий патенто-ванный V	42051	±	++	* -- ³⁾		**+ ¹⁾
E 132	Индигокармин (Индиготин)	73015	-	+	--	-	-
E 133	Синий блестящий FCF	42090	+	++	* -- ³⁾		+
E 151	Чёрный блестя-щий BN	28440	+	++	++	++	--

Об о з н а ч е н и я : ++ высокоустойчив; + устойчив; ± относительно устойчив; - малоустойчив; -- неустойчив.

¹⁾ Появляется красноватый оттенок.

²⁾ Появляется бурый оттенок.

³⁾ Окраска меняется от голубой до зелёной.

Таблица 4. Стойкость основных натуральных красителей и рекомендации

Код	Наименование	Индекс цвета С.І.	Свето-стой-кость	Термо-стой-кость	Кислотостой-кость (в т.ч. к фруктовым кислотам)
Е 100	Куркумин (Турмерик)	75300	–	+	+
Е 101	Рибофлавины	–	--	+	+(+)
Е 120	Кармины	75470	++	++	+(+)
Е 140	Хлорофилл	75810	±	±	–(+)
Е 141	Медные комплексы хлорофиллов	75815	++	++	–(±)
Е 150a	Сахарный колер I	–	++	++	–
Е 150b	Сахарный колер II	–	++	++	–
Е 150c	Сахарный колер III	–	++	++	–
Е 150d	Сахарный колер IV	–	++	++	++
Е 160a (i)	β-Каротин синтетический	40800	–	+	+(+)
Е 160a (ii)	Экстракты нат. каротинов	75130	–	+	+(+)
Е 160b	Экстракты аннато	75120	+	±	+(+)
Е 160c	Маслосмолы паприки	–	±	±	±(±)
Е 161b	Лютеин	75136	+	+	+(+)
Е 162	Красный свекольный (бетанин)	–	±	±	+(+)
Е 163	Антоцианы	–	+	+	+(+)

Обозначения: ++ высокоустойчив; + устойчив; ± относительно устойчив; – малоустой-

Все синтетические пищевые красители и некоторые натуральные образуют нерастворимые комплексы (лаки) с ионами металлов (чаще всего с алюминием). В такой форме они предлагаются для продажи и используются при окрашивании порошкообразных продуктов, драже, таблеток, жевательной резинки.

по их применению



Области использования

Рекомендуемые дозы в пересчёте на чистый краситель, кг/т

Майонезы, горчица, напитки, соусы, кондитерские изделия	0,001...0,005
Майонезы, супы, мороженое, кондитерские изделия, порошки пудингов	0,05...0,5
Напитки, колбасные и кондитерские изделия, десерты. Драже (лаки)	0,05
Жиры, масла, супы, овощные и фруктовые консервы, кондитерские изделия, напитки	до 0,5
То же	«
Алкогольные напитки, соусы, десерты, кондитерские изделия	0,05...0,5
Крепкие спиртные напитки (виски, ром, бренди)	«
Пиво, соусы, супы	«
Газированные безалкогольные напитки, алкогольные напитки, другие пищевые продукты	«
Жиры, растительные и сливочные масла, маргарины, сыры, майонезы, фруктовые напитки, сокодержательные напитки, десерты, кондитерские изделия, мороженое	0,1...1,5
То же	«
Маргарины, сыры, снеки, десерты, мороженое, ликёры	0,001...0,5
Мясопродукты, супы, сыры, соусы, майонезы, напитки, кондитерские изделия	0,1...4
Жиры, растительные масла, соусы, напитки, кондитерские изделия, выпечка	0,005...0,2
Фруктовые йогурты, супы, соусы, жевательная резинка, десерты, мороженое	1...10
Напитки, варенья, джемы, сыры	0,005...0,1
чив; – – неустойчив	

Синтетические и натуральные красители применяются как индивидуально, так и в смесях друг с другом. Смеси красителей используются для получения цветов и оттенков, которые нельзя приготовить с помощью индивидуальных красителей.

Высококонцентрированные натуральные и все синтетические пищевые красители рекомендуется использовать,

предварительно растворив или распределив их в небольшом количестве окрашиваемого продукта или одного из его компонентов. Раствор или дисперсию красителя вводят в продукт, как правило, перед последней операцией перемешивания.

При работе с красителями нельзя применять посуду из оцинкованного железа и алюминия, так как большая часть красителей склонна реагировать с этими металлами, особенно в кислых растворах, с образованием нерастворимых лаков. Можно использовать эмалированную посуду, посуду из пищевой пластмассы или нержавеющей стали.

Выбор и дозировка красителей для производства конкретного пищевого продукта зависят от желаемого цвета и требуемой интенсивности окраски, а также от физико-химических свойств продукта (особенно кислотности). Следует также принимать во внимание стойкость (см. табл. 3 и 4) самого красителя, особенно натурального. Рекомендуемые дозы внесения пищевых красителей в пересчёте на чистый краситель приведены в табл. 4 и 5. Применительно к конкретной рецептуре эти дозировки могут быть уточнены в соответствии со вкусом и требованиями потребителя.

Таблица 5. Рекомендуемые дозировки синтетических красителей

Область использования	Рекомендуемая доза красителя, г/т готовой продукции	
	Желтые и оранжевые	Синие и красные
Безалкогольные и алкогольные напитки	15...30	10...15
Кондитерские изделия	20...50	15...25
Мороженое	15...50	5...15
Молочные изделия	20...40	10...25
Колбасные изделия	—	5...20 ¹⁾
Сыры	5...20	—
Пюре, джемы и т. п.	30...50	10...30

¹⁾ На тонну фарша.

При производстве пищевого продукта с использованием красителей необходимо учитывать следующее:

- при увеличении жирности и степени «взбитости» продукта интенсивность окрашивания уменьшается;
- кислотность среды может оказывать влияние на интенсивность окраски и оттенок цвета (в большей степени это относится к натуральным красителям), см. табл. 3 и 4;
- увеличение дозировки аскорбиновой кислоты снижает интенсивность окрашивания готового продукта;
- видимая интенсивность окрашивания продуктов увеличивается непропорционально концентрации красителя и постепенно выходит на насыщение;
- многие натуральные красители и некоторые синтетические, например индигокармин, в растворах на свету обесцвечиваются. При хранении пищевых продуктов на свету может не только ослабляться их окраска, но и меняться её оттенок из-за разной скорости обесцвечивания компонентов смесевых красителей;
- термообработка не меняет интенсивность и оттенок цвета продукта, приготовленного с использованием синтетических пищевых красителей;
- ионы кальция и магния, содержащиеся в жёсткой воде, могут давать осадки с красителями (лаки), поэтому при приготовлении растворов красителей и в производстве напитков во избежание помутнений рекомендуется использовать умягчённую воду;
- введение в рецептуру этилового спирта не меняет интенсивность и оттенок цвета готового продукта, окрашенного синтетическими красителями, за исключением триарилметановых (E 131, E 133, E 142), которые могут значительно обесцвечиваться в алкогольных напитках;
- в продуктах, обсеменённых посторонней микрофлорой, и в кисломолочных продуктах, приготовленных с использованием мезофильных заквасок, синтетические красители могут обесцвечиваться в течение нескольких часов;
- краситель индигокармин (E 132) в присутствии редуцирующих сахаров обесцвечивается в течение нескольких суток;

- оттенок цвета раствора азорубина (Е 122) зависит от качества воды и может меняться от голубовато-красного до желтовато-красного;
- натуральные красители не рекомендуется использовать для окрашивания пищевых продуктов длительного срока хранения (год и более) во избежание потери цвета или изменения его оттенка и/или интенсивности;
- натуральные пищевые красители не следует подвергать воздействию высоких температур, если возможность этого специально не оговорена в рекомендациях по применению;
- антоцианы (Е 163) непригодны для придания молочным продуктам красного цвета, так как при значениях рН выше 4 антоцианы приобретают синеватый оттенок;
- для окрашивания молочных продуктов в красный цвет используется красный свекольный краситель (Е 162), который устойчив в диапазоне рН от 2 до 7;
- при окрашивании в зелёный цвет продуктов с низким рН предпочтительнее использовать медные комплексы хлорофиллов (Е 141), а не сам хлорофилл (Е 140).

Приготовление и хранение растворов красителей

Рекомендуемая концентрация растворов синтетических красителей — 1%. Для приготовления раствора отвешивают 10,0 ± 0,2 г сухого красителя и растворяют его при перемешивании в 0,5 л питьевой воды. Воду рекомендуется подогреть до 60...80°С, при работе с синими красителями — до 90...100°С. Желательно использовать умягчённую воду. После полного растворения красителя (5...10 минут) в полученный раствор при перемешивании добавляют 0,49 л воды, и после охлаждения раствора до 20...40°С фильтруют его через слой белой хлопчатобумажной ткани (бязи). В 10 г такого раствора содержится 0,1 г красителя.

Каждая ёмкость с раствором должна быть снабжена этикеткой, содержащей наименование красителя, состав раствора и дату приготовления.

Растворы пищевых красителей хранят в тёмном месте при температуре 15...25°С. Срок хранения в обычных услови-

ях пищевого производства не должен превышать двух-трёх суток.

Срок хранения растворов красителей можно увеличить с помощью консервантов — бензоата натрия или сорбата калия. В этом случае для приготовления раствора красителя используют 840 мл воды. В одной половине оставшейся воды (75 мл) растворяют 0,8 г консерванта, а в оставшихся 75 мл — 0,4 г лимонной кислоты. В раствор красителя вливают сначала раствор консерванта, а затем раствор лимонной кислоты и тщательно перемешивают. Нельзя смешивать растворы консерванта и лимонной кислоты перед добавлением к красителю, т. к. образующаяся в результате бензойная или сорбиновая кислота может выпасть в осадок.

Токсикологическая безопасность и хранение

Предельно допустимые дозы внесения синтетических пищевых красителей в индивидуальном виде или суммарно в смесях, в соответствии с требованиями Госсанэпиднадзора России, составляют 100 г (для понсо 4R — 50 г) на тонну готовой продукции.

Кроме того, дозировки красителей ограничиваются их допустимым суточным поступлением (ДСП), которое выражается в миллиграммах на килограмм веса тела человека в день и определяется рекомендациями JECFA (см. табл. 1 и 2, а также Прил. 1).

Натуральные пищевые красители не только безопасны в рекомендуемых дозировках, но и обладают рядом полезных свойств. Куркумин (Е 100) обладает антиоксидантным и антимуtagenным действием, рибофлавин является витамином В₂. Каротиноидные пищевые красители (Е 160), прежде всего β-каротин (Е 160а), при регулярном применении проявляют статистически значимую антиканцерогенную активность. По рекомендациям Института питания РАМН, среднесуточное потребление β-каротина должно составлять 5...6 мг.

Сроки годности сухих товарных форм синтетических красителей составляют, в соответствии с требованиями Госсанэпиднадзора РФ, от полутора до трёх лет. Товарные водные растворы могут храниться всего несколько месяцев.

Сроки годности натуральных красителей в зависимости от товарной формы составляют, в соответствии с требованиями Госсанэпиднадзора, от нескольких месяцев до нескольких лет.

Красители должны храниться в сухом, защищённом от света месте, в герметичной упаковке при температуре от 5 до 30°C. После вскрытия упаковки натуральные красители длительно хранить не следует.

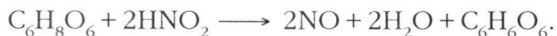
СТАБИЛИЗАТОРЫ (ФИКСАТОРЫ) ОКРАСКИ

Пищевые продукты, окраску которых необходимо стабилизировать, можно разделить на три большие группы: мясные; растительные продукты, содержащие хлорофилл; продукты переработки фруктов и овощей, склонные к ферментативному и неферментативному побурению.

В мясной промышленности фиксаторы окраски (цветорегулирующие материалы) необходимы для стабилизации красного окрашивания мясопродуктов. Мясо имеет пурпурно-красную окраску благодаря присутствию в нём миоглобина. Уже через несколько часов пребывания на воздухе или при нагревании цвет мяса становится коричневым или серо-коричневым, вследствие образования метмиоглобина. Для стабилизации красной окраски мяса необходимо предотвратить процесс образования метмиоглобина. В пищевой промышленности этого достигают путём обработки мяса нитритами (или нитратами) — Е 249...Е 252.

Обработка мяса нитритом или нитратом приводит к образованию нитрозомиоглобина — красителя, обеспечивающего нужный цвет и не изменяющегося при хранении и термообработке. При превращении нестабильного пигмента мяса миоглобина в термостойкий краситель нитрозомиоглобин в мясопродуктах протекают сложные химические и ферментативные превращения, при которых из нитрита (или из нитрата после его восстановления до нитрита) выделяется оксид азота, реагирующий затем с миоглобином.

Аскорбиновая кислота (Е 300) ускоряет процесс выделения окиси азота нитритом.



При добавлении таких восстановителей, как аскорбиновая кислота, её соли и эфиры, цистеин или ниацин, не только ускоряются процессы образования красного окрашивания, но оно усиливается и дольше сохраняется.

Аскорбиновая кислота, помимо прямого стабилизирующего, оказывает и побочное действие. Она выполняет роль синергиста антиоксидантов, препятствуя образованию перекисей, которые способствуют окислению миоглобина до метмиоглобина.

Растительные пищевые продукты, содержащие хлорофилл, при переработке склонны к «вымыванию» зелёной окраски. При добавке небольшого количества ионов меди окраска возвращается. Для сохранения зелёной окраски подвергаемых термообработке овощей хорошо зарекомендовал себя моно- (орто-) фосфат натрия, поддерживающий оптимальную для сохранения окраски кислотность среды (рН 6,8...7,0). Однако предпочтительнее использовать для этих целей смесь карбоната магния с фосфатом натрия.

Некоторые растительные продукты склонны к побурению. Следует различать два типа побурения: ферментативное и неферментативное.

Ферментативное побурение вызывают вещества коричневого цвета, образующиеся по реакциям, катализируемым ферментами. Например, полифенолоксидаза катализирует окисление моно- и ортодифенолов в хиноны, из которых при дальнейшем окислении образуются коричневые пигменты. Ферментативному побурению подвержены продукты переработки фруктов и овощей (консервы, сухофрукты, соки, пюре и т. п.), особенно свежемельчённые для дальнейшей переработки фрукты и овощи, например, нарезанные яблоки, цветная и другие виды капусты, грибы, сельдерей, картофель и т. п. Чтобы предотвратить ферментативное побурение, необходимо инактивировать или разрушить соответствующие ферменты. Для этого используют:

— добавку ингибиторов ферментов (аскорбиновой кислоты, диоксида серы или сульфитов);

- снижение pH среды добавкой кислот или ферментацией;
- связывание ионов металлов добавкой секвестрантов.

Необходимым условием ферментативной реакции является присутствие кофакторов, роль которых выполняют свободные ионы металлов (магний, цинк, кальций, железо, медь или молибден). Если ионы перевести в хелатную форму, растворимые комплексы или другие нереакционноспособные формы, ферменты тоже не будут работать. Эти процессы называют маскировкой (секвестрированием). Хорошими секвестрантами являются лимонная кислота, цитраты, этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА) и её соли, различные полимерные фосфаты и винная кислота.

Сульфиты дополнительно могут вступать в прямую реакцию с полупродуктами, образующимися при ферментативном побурении, и таким образом замедлять образование коричневых пигментов и сохранять светлое окрашивание.

Неферментативным побурением называют целую группу реакций, включающую образование карбонильных полупродуктов, а также коричневых полимерных пигментов. К этой группе принадлежит известная реакция Майяра (взаимодействие редуцирующих сахаров с аминокислотами). Это взаимодействие протекает преимущественно в продуктах с содержанием воды от 5 до 10% уже при комнатной температуре и ускоряется при нагревании.

Неферментативному побурению подвержены сушёные овощи, картофель, фрукты, сухие молочные продукты, яичный порошок, плавленые сыры, вина, сок белого винограда и сахарные сиропы — полупродукты сахарного производства.

Для снижения склонности к неферментативному побурению во время переработки и хранения продуктов лучше всего подходят такие восстановители, как диоксид серы и сульфиты. Их действие можно усилить снижением: температуры среды, содержания воды ниже 4%, значения активности воды, величины pH (добавка кислот — яблочной, аскорбиновой, лимонной, уксусной, молочной или винной), а также изменением рецептуры, например, заменой редуцирующих сахаров нередуцирующими.

Диоксид серы, сернистая кислота и её соли предотвращают как ферментативное, так и неферментативное побурение пищевых продуктов. В отличие от других восстановителей они обладают способностью очень быстро проникать сквозь клеточную мембрану, поэтому действуют более эффективно. При переработке фруктов, овощей, грибов, картофеля обработку диоксидом серы или сульфитами проводят во время бланширования, остаток SO_2 удаляют промыванием.

Вещества, являющиеся стабилизаторами окраски, проявляют и другое действие, более того, обычно оно является основной технологической функцией данного вещества. Так, нитриты — прежде всего, консерванты, диоксид серы и сульфиты — антиокислители и консерванты, лимонная и винная кислоты — подкислители.

ОТБЕЛИВАТЕЛИ

По химической природе отбеливатели — это окислители или восстановители. Действие окислителей основано на выделении ими активного кислорода или хлора, которые взаимодействуют с нежелательными красящими веществами продукта, превращая их в неокрашенные соединения. Действие восстановителей (диоксида серы, сульфитов) заключается в замедлении процессов ферментативного и неферментативного побурения.

Вещества, являющиеся отбеливателями, проявляют и другое действие. Например, перекиси не только отбеливают муку, но и укрепляют её клейковину, превращая сульфгидрильные группы в дисульфидные мостики. Обычно отбеливающее действие рассматривается как побочное. Так, окислители, чаще и прежде всего, являются консервантами, а восстановители — антиокислителями.

Применяемые для отбеливания окислители разрушают не только нежелательные красящие вещества, но и другие, в том числе полезные компоненты пищи, в частности витамины. Кроме того, в результате неконтролируемого взаимодействия окислителей с компонентами пищевого продукта в нём могут образовываться вредные для человека вещества.

Отбеливанию подвергают муку, зерно, крахмал, орехи, бобовые, желатин, рыбные консервы, пресервы и маринады, крабовое мясо, мясо тресковых пород рыб, кишки, отдельные сорта сыра (например, «Проволон»).

1.2. АРОМАТИЗАТОРЫ, ЭФИРНЫЕ МАСЛА И ЭКСТРАКТЫ

Ароматизаторы, натуральные эфирные масла и экстракты (олеорезины) — добавляются к пищевым продуктам с целью:

- стабилизации вкуса и аромата пищевых продуктов;
- восстановления вкуса и аромата, утраченных в процессе переработки и/или хранения (продукты из замороженного мяса, пастеризованные продукты и т. д.);
- придания вкуса, аромата и вкусового разнообразия однотипным или безвкусным продуктам (торты, карамель, жевательная резинка, мороженое, прохладительные напитки и т. п.).

Свежие или сухие измельчённые пряности, соки, варенья, вина, коньяки и другие аналогичные продукты, используемые для ароматизации пищи, не относятся к ароматизаторам и не считаются пищевыми добавками, так как они могут применяться в качестве пищевых продуктов или типичных ингредиентов пищи.

Использование ароматизаторов, эфирных масел или экстрактов для сокрытия каких-либо производственных дефектов недопустимо.

НАТУРАЛЬНЫЕ ЭФИРНЫЕ МАСЛА И ОЛЕОРЕЗИНЫ

Общие сведения

Эфирные масла известны с древних времён. Египтяне за 6000 лет до нашей эры умели получать из растений скипидар и некоторые эфирные масла. В Японии более 2000 лет назад не только получали мятное масло, но и выделяли из него ментол. Эфирные масла применяли для благовонных курений, как косметические и лекарственные средства, при бальзамировании.

В отличие от жирных растительных масел эфирные масла представляют собой многокомпонентные смеси летучих органических соединений (ароматических, алициклических и алифатических карбонильных соединений, спиртов, кислот, эфиров и т. д.), вырабатываемых в особых клетках различных растений и обуславливающих их запах. Часто в этой смеси преобладает один или несколько основных компонентов. Например, в розовом масле обнаружено более 200 компонентов, однако 50% массы масла составляют гераниол и цитронеллол; в мятном масле более 100 компонентов, основными из которых являются ментол, ментон, ментилацетат и циненол; анисовое масло на 80...90% состоит из анетола, а лимонграссовое содержит 75...80% цитраля.

Эфиромасличная флора насчитывает более 2000 видов растений, из них в нашей стране произрастает около 1000, однако промышленное значение имеют всего 150...200 видов. Большинство эфирных масел получают из тропических или субтропических растений, и лишь немногие (кориандр, анис, мята) культивируют в более умеренных широтах. Особенно богаты эфирными маслами многочисленные виды семейства губоцветных (мята, лаванда, шалфей, базилик, пачули и др.), а также зонтичных (анис, фенхель, тмин, кориандр, ажгон и др.). Эфирные масла в свободном состоянии или в виде гликозидов содержатся в листьях, стеблях, цветках, корнях, семенах, коре и древесине. Содержание эфирных масел в растениях колеблется в широких пределах: так, в цветах розы содержится 0,02...0,10% эфирных масел, а в почках гвоздики — 20...22%. Наибольшее количество эфирных масел накапливается в большинстве растений в период цветения и созревания семян.

Называются эфирные масла, как правило, по видам растений, из которых они получаются (розовое, гераниевое, лавандовое и т. д.), реже — по главному компоненту (камфорное, эвгенольное, терпентинное).

Сырьё для выделения эфирных масел используют либо сырое (зелёная масса герани, цветы лаванды и др.), подвяленное (мята), высушенное (корни аира, ириса и др.), либо предварительно ферментированное (цветы розы, дубовый мох).

В таких растениях, как горький миндаль, огурец, хрен или горчица, ароматические вещества содержатся в связанном виде. Чтобы высвободить их, необходимо разрушить клеточную структуру этих растений и уже затем извлекать ароматические вещества.

Основными способами получения эфирных масел для пищевых целей являются перегонка с водяным паром (или водой) и холодное прессование. Олеорезины получают экстракцией растворителями (спиртом, маслом, жидкой двуокисью углерода и т.д.), после чего экстрагирующий агент обычно (практически полностью) удаляют, но в процессе отгонки растворителя легколетучие ароматические вещества теряются. В результате первоначальный аромат исходного продукта сохраняется только частично, но вкус экстрактов достаточно интенсивен.

Наиболее широкое распространение получили экстракты пряных растений, одно из достоинств которых заключается в том, что они содержат красящие и нелетучие вкусовые вещества. Такие вещества (придающие, например, остроту) не встречаются в соответствующем эфирном масле, получаемом путём перегонки из того же самого растения.

Экстракты представляют собой (прозрачные или мутные) окрашенные (жёлтые, оранжевые, красные, зелёные, бурые, коричневые) жидкости, часто с осадком. В последнем случае их необходимо перед использованием взбалтывать.

Эфирные масла представляют собой прозрачные бесцветные или окрашенные (жёлтые, зелёные, бурые) жидкости с плотностью, как правило, меньше единицы. Они оптически активны, в большинстве своём нерастворимы в воде (образуют плёнку на её поверхности), хорошо растворимы в растительных маслах, под действием света и кислорода воздуха быстро окисляются, изменяя цвет и запах. В отличие от жирных растительных масел большинство эфирных масел испаряется, не оставляя «жирного пятна» на бумаге (за исключением масел, полученных прессованием).

Высокая стоимость эфирных масел часто провоцирует их фальсификацию. Наиболее распространённые способы фальсификации:

- разбавление эфирного масла растительным;
- разбавление дорогого эфирного масла дешёвым (например, масла мяты перечной маслом мяты полевой);
- разбавление одного эфирного масла натуральными компонентами другого (например, лимонного масла терпенами апельсинового);
- добавление к эфирному маслу синтетических веществ (например, синтетического линалоола к неролиевому маслу).

Приготовление и хранение растворов эфирных масел

Необходимое количество эфирного масла отмеривают мерным цилиндром или градуированной пипеткой и добавляют к 1 л дезодорированного растительного масла, налитого в трёхлитровую ёмкость с крышкой. Растительное масло можно подогреть до 40...50°С. Цилиндр после отмеривания эфирного масла ополаскивают растительным маслом, которое затем также выливают в ёмкость. После этого её содержимое доводят растительным маслом до массы 2,0 кг (2,22 л). Смесь тщательно перемешивают. Необходимые количества эфирного масла для приготовления растворов разных концентраций приведены ниже.

Количество эфирного масла					
в 1 г раствора, мг 10 20 50 100	
Расход эфирного масла на 2 кг					
масляного раствора, мл 22,2 44,4 111,0 222,0	

Приготовленный таким образом раствор эфирного масла можно хранить в тёмном месте в плотно закрытой ёмкости при температуре 5...15°С. Срок хранения не должен превышать двух суток.

Каждая ёмкость с раствором должна быть снабжена этикеткой, содержащей наименование эфирного масла, состав раствора и дату приготовления.

ПИЩЕВЫЕ АРОМАТИЗАТОРЫ

Каждому пищевому продукту присущи индивидуальные, характерные только для него вкус и аромат. В их формирова-

нии принимают участие сотни гармонирующих друг с другом соединений, которые образуются в процессе роста растений (эфирные масла), при получении пищевых продуктов под действием микроорганизмов или под действием ферментов (квашеная капуста, сыры, кисломолочные продукты), приготовления пищи (жарка, выпечка).

Из продуктов питания выделено уже более 5000 различных аромато- и вкусообразующих веществ: углеводов, гетероциклических и карбонильных соединений, спиртов, кислот, эфиров и т. д. В хлебе обнаружено свыше 200 ароматообразующих веществ, в чае — свыше 300, в кофе — около 500, в винах — около 400, в яблоках — около 200, в цитрусовых — свыше 300 и т. д.

Несмотря на такое разнообразие ароматических компонентов, их суммарное содержание в продукте может составлять лишь тысячные доли от его массы. Обычно часть этих соединений — физиологически неощутимые сопутствующие вещества. Одно или несколько соединений определяют основной аромат, а остальные — его нюансы. Так, в винограде было найдено более 300 ароматообразующих веществ, однако специфический аромат винограда V.Vinifora сорта Мускат зависит лишь от 17 химических соединений. Известно, что в создании аромата лимона, в основном, участвует цитраль, малины — *n*-гидроксифенил-3-бутанон, яблок — этил-2-метилбутират, чеснока — аллилдисульфид, ванили — 4-окси-3-метоксибензальдегид (ванилин), горького миндаля — бензальдегид, банана — изоамилацетат, аниса — анетол и т. д. Под словом «аромат» в данном случае понимается общее восприятие вкуса и запаха, обозначаемое в английском языке термином «flavour».

Пищевой ароматизатор — это 30..50, а иногда более 100 согласованных между собой индивидуальных компонентов. Этими компонентами могут быть как натуральные или идентичные натуральным, так и искусственные ароматические вещества.

Натуральные ароматизаторы извлекаются физическими способами (прессованием, экстракцией, дистилляцией) из исходных материалов растительного или животного происхождения. Сухие порошки растений (например, чеснока) получа-

ют удалением воды из исходного измельчённого растения или выжатого сока путём распыления или сублимации. По различным причинам производство пищевых продуктов с использованием только натуральных ароматизаторов невозможно, во-первых, из-за высокой стоимости исходного сырья, во-вторых, из-за ограниченности природных сырьевых ресурсов, в-третьих, из-за слабости или недостаточной стабильности существующих натуральных ароматов. Решить эти проблемы помогают «идентичные натуральным» ароматические вещества.

Идентичный натуральному означает «такой же, как и природный». По составу основных ароматических компонентов и их химической структуре идентичные натуральным ароматизаторы полностью соответствуют природным. При этом часть компонентов или даже весь ароматизатор целиком получают искусственным путём. Химическим синтезом получают, например, ванилин, *пара*-оксибензил-3-бутанон (основной ароматообразующий компонент для ароматизатора малины). Оптимизацией и целенаправленным воздействием на ферментативные процессы и развитие определённых микроорганизмов получают, например, ароматы сыра, сливочного масла, горчицы, хрена. Коптильные ароматизаторы чаще всего являются результатом экстрагирования водой очищенного коптильного дыма с последующим концентрированием экстрактов. Ароматизаторы жареного мяса получают в несколько этапов. Сначала оптимизацией ферментативных процессов созревания мяса получают значительное количество предшественников мясных ароматов. Затем нагреванием (по аналогии с варкой и жарением) предшественники превращают в мясные ароматы. Интенсивность аромата у подобных продуктов в 20..50 раз выше, чем у получаемых традиционными способами мясопродуктов.

Для большинства идентичных натуральным ароматизаторов характерна высокая стабильность, интенсивность и относительная дешевизна. Так, ванилин, являющийся продуктом, идентичным натуральному, полностью соответствует ванилину, который содержится в стручках ванили. При этом на ароматизацию продукта требуется в 40 раз меньше ванилина, чем дорогостоящей ванили. К тому же потребность в ва-

нильном аромате столь велика, что в природе просто отсутствует необходимое количество этого растения. Кроме того, идентичный натуральному ароматизатор может быть безвреднее ароматизатора, полученного из природного сырья. Например, трава ясменник душистый (*Asperula odorata* L.) из-за содержащегося в ней кумарина запрещена к применению в производстве продуктов. В то же время ароматизатор ясменника, в котором кумарин отсутствует, разрешён к производству как продукт, идентичный натуральному. Коптильные ароматизаторы также намного безопаснее для здоровья, чем коптильный дым, богатый канцерогенными соединениями.

Искусственные ароматизаторы содержат по меньшей мере одно искусственное вещество, которого в природе не существует. Его получают химическим синтезом. Искусственные ароматизаторы отличаются высокой стабильностью, интенсивностью и дешевизной. Например, искусственным ароматизатором является арованилон (этилванилин), используемый пищевой промышленностью всего мира.

Ароматизаторы можно условно разделить на острые (пряные) и сладкие. Первые придают продукту вкус и запах овощей, специй, трав, дыма, мяса, рыбы, грибов и т. п. Типичные же сладкие ароматизаторы — ванильные, шоколадные, кофейные и все виды фруктовых ароматизаторов.

Ароматизаторы выпускаются в виде жидкостей или порошков, иногда паст. Исторически сложилось так, что жидкие ароматизаторы, которые выпускались в России по ОСТ 18–103–84, называли пищевыми ароматическими эссенциями. В то же время термин «эссенция» в общепринятом смысле означает только вытяжку легколетучих ароматических веществ из растительного сырья (например, из кожуры цитрусовых плодов, лепестков цветов). В настоящее время российские пищевые ароматизаторы производятся согласно различным ТУ и ОСТу 10–237–99 (разработанному ВНИИПАКК Российской академии сельскохозяйственных наук) и называются *а р о м а т и з а т о р а м и*, как это принято во всём мире.

Качество, стойкость жидкого ароматизатора и область его использования в большой степени определяются растворителем, который всегда входит в его состав. Ароматизаторы

чаще всего растворяют в пищевом спирте (этанол), пропиленгликоле, триацетине (Е 1518) или других специальных растворителях, придающих им те или иные свойства.

Порошкообразные ароматизаторы чаще всего получают микрокапсулированием, которое осуществляется, главным образом, методом совместной распылительной сушки раствора жидкого ароматизатора и носителя. Носителями для ароматизаторов обычно являются гидроколлоид типа желатина, модифицированный крахмал, декстрин, сахар или соль.

ВЫБОР ВКУСОАРОМАТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ

Название ароматизатора, эфирного масла или экстракта далеко не полностью описывает его аромат, не говоря уже об органолептических свойствах продукта, в котором они будут использованы. Внесение одинакового количества одной и той же вкусоароматической добавки в два различных продукта одного типа может ощущаться по-разному. Причём различие может заключаться не только в интенсивности, но и в характере вкуса и аромата. Для выбора ароматизатора и его дозировки важен способ употребления готового продукта: пережёвывают его (колбаса, сдоба, жевательная резинка), лизжут (мороженое, леденцы) или пьют (напитки). Большое значение для проявления аромата и вкуса имеет также качество сырья, температура переработки, присутствие консервантов, сахара, жира, взбитость готового продукта и срок его хранения.

Известно, что растения в разный период своей вегетации пахнут по-разному, поскольку состав эфирного масла, определяющего аромат растения, непостоянен. Так, главной составной частью кориандрового масла в период цветения является деканаль, а эфирного масла семян кориандра — линалоол, масло молодой зелени нецветущей мяты содержит много ментофурана, а в эфирном масле цветущей мяты его почти нет. Состав эфирного масла и олеорезина также зависит от места и климатических условий произрастания сырья, от времени его сбора и технологических особенностей переработки.

Эфирные масла и экстракты, предлагаемые на мировом рынке, имеют стандартное содержание основных компонен-

тов, которого достигают, смешивая разные партии масел и экстрактов.

Состав ароматизатора тоже постоянен. Его определяет специалист по запахам (флейворист). Так же как существуют, например, десятки сортов вишни, созданы и десятки различных ароматизаторов «вишня». В разных версиях ароматизатора флейворист подчеркивает тот или иной тон и подбирает разное их сочетание: в одной версии доминирует сладкая нота, в другой — косточковая, в третьей присутствует легкая горечь и т. д. Кроме того, есть ароматизаторы с ароматом свежесорванных плодов и ягод; в последнее время на рынке появились ароматизаторы, имитирующие аромат и вкус «живых» фруктов и ягод. Действительно, вкус и аромат фрукта или овоща, висящего на ветке, свежесорванного и хранившегося даже несколько часов, различаются между собой. Как только плод сорван, он начинает «умирать», и его химический состав, в том числе состав ароматических и вкусовых веществ, начинает меняться.

При выборе ароматизатора не следует делать вывод по первоначально «резкому» или «слабому» впечатлению — это «верхние ноты» аромата, которые в готовом продукте могут вообще не проявиться. Выбор ароматизатора для конкретного пищевого продукта определяется его физико-химическими свойствами и технологией производства продукта. Если ароматизатор с чистыми, сильными «верхними нотами» наиболее пригоден для безалкогольного напитка, то, к примеру, для пряников лучше выбрать более стойкий, с сильными «основными нотами», проверив предварительно его термостойкость и совместимость с компонентами теста. В любом случае важно помнить, что в полной мере оценить влияние ароматизатора на органолептические свойства изделия можно только по результатам дегустации готового продукта.

Хороший результат даёт использование нескольких вкусоароматических добавок в одном продукте. Это может быть совместное применение разных ароматизаторов с целью получения букета ароматов, или сочетание эфирного масла и экстракта из одного и того же растения для дополнения аромата соответствующими вкусовыми ощущениями.

Несмотря на наличие растворителя или носителя, все ароматизаторы, эфирные масла и экстракты высококонцентрированы и поэтому в чистом виде непригодны в пищу. Дозировка ароматизаторов, натуральных эфирных масел и олеорезинов в производстве пищевых продуктов зависит от требуемой интенсивности вкуса и аромата тех или иных изделий, а также от органолептических свойств продукта и технологии его производства. При этом необходимо следовать рекомендациям фирмы-производителя, разработанным для конкретных ароматизаторов и конкретных продуктов.

Ориентировочные дозы внесения жидких ароматизаторов, как правило, составляют 50...150 г на 100 кг готового продукта, что примерно соответствует дозировке 4...8-кратных эссенций, применявшихся ранее в пищевой промышленности Советского Союза. Дозировка порошкообразных ароматизаторов — 200...2000 г на 100 кг готового продукта, а расход эфирных масел и олеорезинов на 100 кг продукции может колебаться от 1 до 50 г. Коэффициенты замены пряностей соответствующими эфирными маслами и олеорезинами тоже колеблются в очень широких пределах. Например, 1 кг чеснока можно заменить 1...2 г чесночного эфирного масла, а для замены 1 кг мускатного ореха потребуется 0,5 кг (или более) соответствующего эфирного масла. Как правило, 10...40 г олеорезина достаточно для замены 1 кг зелени или пряности. Применительно к конкретной рецептуре все вышеупомянутые дозировки необходимо уточнять в соответствии с требованиями потребителя.

Ароматизация практически не усложняет процесс производства. Ароматизатор, эфирное масло или олеорезин можно вводить в продукт неразбавленным (например, порошок экстракта специй при производстве колбасных изделий) или в виде концентрированного раствора (суспензии) в подходящем растворителе. Растворителем может быть вода, масло, спирт, небольшая часть самого ароматизируемого продукта или его компонент. На некоторые пищевые продукты (например, кукурузные палочки) можно производить прямое напыление разбавленного раствора ароматизатора. Время внесения ароматизатора в конкретный продукт определяют, исходя

дя из технологии производства. Например, в сыры, колбасные изделия, соусы ароматизатор добавляют вместе с солью, а в масляный крем или безалкогольный напиток — вместе с сахарным сиропом. В производстве изделий, подвергаемых тепловой обработке, для уменьшения потерь ароматизатора при нагревании рекомендуется ароматизировать их как можно позже. Чрезвычайно важно, чтобы после внесения вкусоароматической добавки продукт был тщательно перемешан.

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ХРАНЕНИЕ

Все партии вкусоароматических добавок производятся из высококачественных исходных материалов при строгом соблюдении гигиенических норм, что гарантируется фирмой-изготовителем. Все компоненты, используемые в производстве ароматизаторов, должны быть включены в международные списки душистых веществ, применяемых в производстве ароматизаторов и пищевых продуктов (Европейский совет — «Душистые вещества и натуральные источники душистых веществ», изд. 3, 1981 г., изд. 4, 1992 г.; список веществ, известных как безопасные — GRAS; Ассоциация изготовителей ароматизаторов и экстрактов — FEMA). Ароматизаторы, ввозимые на территорию РФ и производимые в России, должны соответствовать международным требованиям (Директива 88/388/ЕЕС от 22.06.88). Физиологическая безопасность конкретного ароматизатора, эфирного масла и экстракта подтверждается Гигиеническим заключением Госсанэпиднадзора РФ.

Ряд эфирных масел и олеорезинов обладает бактерицидным действием: чесночное, цитрусовые масла, эфирное масло хрена и т. д. В последнее время розмариновое и шалфейное эфирные масла стали успешно применяться в качестве антиокислителей.

Необходимо отметить, что эфирные масла как составная часть траволечения находят применение в медицине. Они используются при массаже, для ароматических ванн, компрессов, в кремах и т. п. Эфирные масла оказывают такое же действие, как и растения, из которых их получают, с той лишь разницей, что действие эфирных масел является более сильным.

Срок годности вкусоароматических добавок, как правило, составляет 1...2 года. Все виды ароматизаторов и эфирных масел должны храниться в темноте в непрозрачных ёмкостях, в сухом хорошо проветриваемом помещении при температуре от 5 до 15°C отдельно от другого сырья. Ёмкость, в которой хранят ароматизатор, обязательно следует плотно закрывать после отбора каждой порции.

1.3. УСИЛИТЕЛИ ВКУСА И АРОМАТА

Усилители (модификаторы) вкуса и аромата добавляются к пищевым продуктам с целью:

- восстановления вкуса и аромата, утраченных в процессе переработки и/или хранения (продукты из замороженного мяса, пастеризованные продукты и т. д.);
- усиления натуральных вкуса и аромата продуктов (бульонные кубики);
- смягчения отдельных нежелательных составляющих вкуса и аромата (привкус металла в консервах).

Использование усилителей вкуса и аромата для сокрытия каких-либо производственных дефектов недопустимо.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Только что собранные овощи, свежие мясо, рыба и другие продукты имеют ярко выраженный вкус и аромат. Это объясняется высоким содержанием в них нуклеотидов — веществ, усиливающих вкусовое восприятие путём стимулирования окончаний вкусовых нервов. Содержание природных нуклеотидов в пищевых продуктах достигает нескольких сотен миллиграммов и даже граммов на килограмм. Особенно богаты этими веществами рыба и мясо, в том числе мясо морских животных. В процессе хранения и промышленной переработки пищевого сырья количество нуклеотидов в нем уменьшается, что сопровождается ослаблением вкуса и аромата продукта. Поэтому возникает необходимость добавления этих веществ искусственным путем. Этот приём веками использовался в странах

Дальнего Востока, и только в 1908 г. было обнаружено, что компонент, используемый в Японии в качестве интенсификатора вкуса супов, соусов и прочих продуктов, представляет собой соль глутаминовой кислоты — L-моноглутамат (глутаминат) натрия (E 621). В 1909 г. началось его промышленное производство. В настоящее время ежегодное мировое потребление глутамата натрия составляет более 200 000 тонн.

Позднее были выделены и идентифицированы другие усилители вкуса и аромата. Наибольшим «вкусовым эффектом» среди них обладают динатрий-5'-инозинат (E 631) и динатрий-5'-гуанилат (E 627). Высокое содержание гуанилата наблюдается в грибах, инозинатом богаты ткани животных и рыб. Следует отметить, что если глутамат усиливает, в основном, мясной вкус и аромат, то другие нуклеотиды усиливают большое число разных ароматов и модифицируют солёный и сладкий вкус. Модифицирование вкуса и аромата солями глутаминовой и других нуклеиновых кислот носит название «эффекта умами».

К усилителям вкуса, схожим по структуре с нуклеотидами, относятся также аминокислоты: лизин гидрохлорид (E 642), L-лейцин (E 641), глицин (E 640) и др., но они находят пока ограниченное применение. Глицин добавляется в напитки для улучшения их вкуса и аромата. Лизин усиливает вкус и аромат пива, других напитков. Лейцин иногда применяется в качестве модификатора вкуса и запаха бульонов, кулинарных изделий, продуктов быстрого приготовления и т. п.

Образующийся при карамелизации сахара и являющийся составной частью карамели мальгол (E 636) обладает свойством усиления сладкого вкуса. Он содержится в молоке, жжённом сахаре и солоде, иглах хвойных деревьев, цикории, хлебной корке. Если заменить в мальголе метильную группу на этильную, получится соединение, называемое этилмальгол (E 637) и обладающее «вкусовой силой» в 4...6 раз большей, чем у мальгола.

Ряд ферментов также можно отнести к усилителям вкуса и аромата. Для активизации (ускорения) созревания пива, улучшения его качества, вкуса и аромата при использовании солода низкого качества и несоложёных материалов добавляют протеолитические ферментные препараты. В мясной

промышленности растительная протеиназа — папаин — применяется для улучшения вкусовых качеств мяса и мясопродуктов. Липазы добавляют к пастеризованному молоку, используемому в производстве сыра, для ускорения его созревания и улучшения вкуса и аромата.

Ряд интенсивных подсластителей при очень малой дозировке (1...2 мг/кг) проявляют эффект усиления вкуса и аромата. Ароматизаторы ванилин и этилванилин усиливают фруктовый и шоколадный ароматы. Сахар подавляет неприятные привкусы во фруктовых соках.

Поваренная соль также является модификатором вкуса. Она не только придаёт пищевым продуктам солёный вкус, но и обладает свойством усиливать их сладость, а также маскировать привкусы горечи и металла. Иногда её называют «усилителем вкуса для бедных».

СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ

Все усилители вкуса и аромата представляют собой белые кристаллические порошки, прекрасно растворимые в воде. Рекомендуемая дозировка глутамата натрия — 0,5...4,0%. «Вкусовая сила» инозината и гуанилата в десятки и сотни раз (соответственно) превышает «вкусовую силу» глутамата. Несмотря на это, по отдельности они используются редко. Применение находит их смесь, которую, в свою очередь, рекомендуется использовать вместе с глутаматом. При этом достигается наибольшая экономия за счёт эффекта синергизма. Например, вместо 4,5 кг глутамата можно использовать 1 кг Глутината — смеси глутамата, инозината и гуанилата в определённом соотношении.

Усилители вкуса и аромата, как правило, добавляют в продукт в смеси с другими порошкообразными компонентами или в виде водного раствора. Если продукт порошкообразный, например суп быстрого приготовления, порошок усилителя смешивают с остальными компонентами. Если продукт содержит воду, усилитель для более равномерного распределения можно вводить в виде раствора. Поскольку нуклеотиды и поваренная соль обнаруживают в смесях друг с

другом синергизм, дозировку соли при их использовании, как правило, уменьшают на 10%.

Усилители вкуса и аромата достаточно устойчивы в обычных условиях производства и хранения. Нуклеотиды разрушаются при нагревании в присутствии фосфатаз, особенно при высокой влажности продукта. Поэтому добавка нуклеотидов в продукты с сильной фосфатазной активностью (пшеничная мука, необезжиренная соевая мука, грибы) должна осуществляться после их тепловой обработки.

Мальгол и этилмальгол усиливают восприятие ряда ароматов (особенно фруктового и сливочного). Преимущественно их используют в сладких пищевых продуктах, но оба эти вещества могут также улучшать вкус и аромат гастрономических продуктов. Например, в низкожирных майонезах они гармонизируют остроту и смягчают резкий вкус уксусной кислоты. Кроме того, мальгол и этилмальгол (в количестве нескольких миллиграмм на 1 кг) придают ощущение жирности низкокалорийным йогуртам, мороженому, майонезам; при этом вкус последних обогащается и гармонизируется.

Мальгол усиливает также ощущение сладости сахара и цикламата и устраняет их нежелательный привкус. Аналогично мальголу и этилмальголу действуют производные фуранона и циклопентена.

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ХРАНЕНИЕ

Все усилители вкуса и аромата являются натуральными или идентичными натуральным веществам. Наиболее распространённые из них — нуклеотиды — всасываются и метаболизируются как обычные нуклеиновые кислоты пищи, поэтому (употребляемые в разумных количествах) они вполне безопасны для человека. Усилители вкуса используются в медицине для лечения некоторых психических и нервных заболеваний, а также для регуляции обмена веществ, в первую очередь, белкового.

Употребление усилителей вкуса в большом количестве может приводить к нежелательным последствиям. В литературе описывался так называемый «синдром китайских ресторанов». В китайских ресторанах раньше было принято ставить глута-

натрия на стол вместе с солью и специями. Посетители, слишком щедро сдабривавшие свою пищу глутаматом, после посещения ресторана ощущали слабость, сердцебиение, потерю чувствительности в области затылка и спины.

Допустимое суточное поступление нуклеотидов составляет 120 мг на 1 кг веса тела человека в день в пересчёте на соответствующую кислоту.

Срок годности усилителей вкуса и аромата, как правило, составляет 1...2 года. Усилители вкуса и аромата следует хранить в сухом прохладном месте.

1.4. ЗАМЕНИТЕЛИ СОЛИ, СОЛЁНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Хлорид натрия (поваренная соль) придаёт продуктам привычный чистый солёный вкус. При ряде заболеваний (гипертония, ишемическая болезнь сердца, заболевания почек и т.д.) больным не рекомендуется употребление соли из-за содержащегося в ней натрия; чтобы сохранить привычный для них вкус знакомых продуктов используют заменители соли, не содержащие ионов натрия: калиевые, кальциевые, магниевые соли органических и неорганических кислот. Они имеют солёный вкус, но не типичный вкус хлорида натрия, поэтому часто их смешивают или разбавляют ими поваренную соль.

Подобно сахару, поваренная соль оказывает влияние не только на вкус пищевых продуктов, но и на другие их свойства. В мясопродуктах соль влияет на связывание воды, в тесте — на клейковину, в высокой концентрации она проявляет консервирующее действие. Заменители соли такими свойствами не обладают.

1.5. КИСЛОТООБРАЗОВАТЕЛИ

Кислоты и подкислители (кислотообразователи) вызывают кислый вкус пищевого продукта. В качестве вкусовых веществ используются отдельные органические и неорганические кислоты, соли некоторых кислот (например, тартраты, глю-

коно-дельга лактон). Среди органических кислот можно выделить фруктовые кислоты, которые встречаются в соответствующих фруктах: яблочная, лимонная, винная.

Подкислители и кислоты используются в производстве напитков, рыбопродуктов, мармеладов, желе, твёрдой и мягкой карамели, кислых драже, жевательной резинки, жевательных конфет, пекарских порошков, фруктового мороженого, маринованных овощей и фруктов, фруктовых сиропов, в кулинарии.

Кислотами называют вещества, способные отщеплять ионы водорода. По числу атомов водорода (неорганические кислоты) или карбоксильных групп (органические кислоты) различают одно-, двух-, трёх- и многоосновные кислоты. Примерами пищевых одноосновных кислот являются соляная HCl и уксусная CH_3COOH ; двухосновных — серная H_2SO_4 и янтарная $\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$; трёхосновных — фосфорная H_3PO_4 и лимонная $\text{HOOCCH}_2\text{C}(\text{OH})(\text{COOH})\text{CH}_2\text{COOH}$.

В водных растворах кислоты способны к диссоциации, расщеплению на ионы: положительно заряженные протоны и отрицательно заряженные кислотные остатки. Диссоциация протекает по-разному. Степень диссоциации зависит от состава кислоты, степени разбавления и температуры. По степени диссоциации кислоты подразделяются на сильные (например, соляная или серная) и слабые (например, уксусная или угольная). Сила кислоты пропорциональна концентрации ионов водорода в её водном растворе. Мерой силы кислоты является величина pH — отрицательный логарифм концентрации протонов: $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$.

В нейтральном растворе $[\text{H}^+] = 10^{-7}$ (pH 7). Если $\text{pH} < 7$, раствор имеет кислую реакцию. Сильные кислоты имеют: $0 < \text{pH} < 3$, слабые кислоты имеют: $3 < \text{pH} < 7$. Концентрация ионов водорода, выражаемая величиной pH, называется «активной кислотностью». От «активной» следует отличать «пассивную» — титруемую кислотность.

Можно ожидать кислый вкус в пищевом продукте, имеющем $\text{pH} < 4,5$. В принципе, ощущение кислого вкуса пропорционально концентрации ионов водорода, но на самом деле всё, конечно, не так просто. Кислоты могут иметь, кроме кислого, собственный вкус (например, лимонная), а могут обла-

дать чистым кислым вкусом (как, например, фосфорная). Поэтому растворы разных кислот с одинаковым рН субъективно могут различно восприниматься по вкусу. Интенсивность и продолжительность ощущения кислого вкуса также сильно меняется от кислоты к кислоте.

Существенно влияет на восприятие вкуса кислого пищевого продукта присутствие буферных соединений, сладких и вкусовых веществ. Усиления ощущения кислого вкуса можно достичь увеличением вязкости продукта, то есть задержкой его во рту и на языке.

1.6. ИНТЕНСИВНЫЕ ПОДСЛАСТИТЕЛИ И САХАРОЗАМЕНИТЕЛИ

Подсластители добавляются к продуктам питания для придания им сладкого вкуса. С их помощью можно производить низкокалорийные диетические продукты, полностью или частично лишённые легкоусвояемых углеводов. Благодаря отсутствию глюкозного фрагмента подсластители не требуют для усвоения инсулина и могут использоваться в производстве продуктов для больных сахарным диабетом.

Подсластители подразделяются на интенсивные подсластители и сахарозаменители.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Интенсивные подсластители — вещества несахарной природы, которые в десятки и сотни раз слаще сахара. Они могут быть натуральными или синтетическими.

Среди натуральных подсластителей наиболее известны тауматин (Е 957) и стевизид; неогесперидин дигидрохалкон (Е 959) тоже можно условно считать натуральным. Тауматин обнаружен в зрелых плодах африканского дерева катемфе (*Thaumatococcus danielli*). Он в несколько сот раз слаще сахарозы и используется в специальных сортах жевательной резинки. Стевизид встречается в листьях растения стевия (*Stevia rebaudiana*). Он в 100...300 раз слаще са-

харозы, но имеет горький привкус. Применение находит не стевиозид, а сами листья стевии как компонент пряных смесей или зелёного чая. Неогесперидин дигидрохалкон является продуктом химической модификации нарингина — горького вещества кожуры грейпфрута. Сладость неогесперидина дигидрохалкона очень сильно зависит от дозировки и может колебаться от 2000 до 330, при этом он обладает привкусом ментола. Применяется в составе смешанных подсластителей. В целом, натуральные интенсивные подсластители не нашли широкого применения в пищевой промышленности.

Среди интенсивных синтетических подсластителей (табл. б) различают подсластители «старого» и «нового» поколений. Первые (цикламаты и сахарин) либо не обладают достаточной степенью сладости, либо не выдерживают конкуренции с «новыми» (аспартам, сукралоза и ацесульфам К) по вкусовым качествам. К тому же, в ряде стран сахарин и цикламаты полностью или частично запрещены, так как мнения специалистов об их безвредности расходятся.

Сахарозаменители (заменители сахара) придают пищевым продуктам и готовой пище сладкий вкус, а также выпол-

Таблица б. Индивидуальные синтетические подсластители и их свойства

Код	Наименование (торговая марка)	$K_{ст}$	Растворимость в воде при 20 °С, г/л	Оптимальные значения pH	ДСП, мг/кг веса тела
Е 950	Ацесульфам К (Сунетт)	200	270	3...7	15
Е 951	Аспартам (Санекта, Нутрасвит)	200	>10	3...5	40
Е 952	Цикламвая кислота и её соли	30	200	3,5...8,0	11 ¹⁾
Е 954	Сахарин и его натриевая соль	500	660	3,3...9,0	5 ²⁾
Е 955	Сукралоза	600	120	3...7	15

¹⁾ В пересчёте на цикламвую кислоту.

²⁾ В пересчёте на сахарин.

няют другие технологические функции сахара. Сахарозаменители (табл. 7) по силе сладости ($K_{сл}$ — коэффициенты сладости) не очень отличаются от сахара. По химической природе они относятся к полиспиртам (полиолам). Сахарозаменителем является также фруктоза, не относящаяся к пищевым добавкам.

В противоположность интенсивным подсластителям, у заменителей сахара коэффициент сладости возрастает с увеличением концентрации.

Профиль вкуса интенсивных подсластителей и сахарозаменителей не полностью совпадает с профилем вкуса сахара: сладость может наступать позже или раньше, сохраняться дольше или исчезать почти сразу, иметь более сильные или слабые, чем у сахара, горьковатый, солёный и др. привкусы. Поэтому для получения профиля сладости, достаточно близкого к профилю сладости сахара, в реальных продуктах обычно используют смеси интенсивных подсластителей друг с другом или с сахарозаменителями. Кроме того, при смешении подсластители часто проявляют синергизм, взаимное усиление сладости, что позволяет добиваться их экономии.

Таблица 7. Популярные сахарозаменители

Наименование (торговая марка)	Код	$K_{сл}$	Природные источники
Изомальтит (Палатинит)	E 953	0,40	—
Ксилит	E 967	0,90	Содержится в ксилане берёзовой древесины, овощах и фруктах
Лактит	E 966	0,35	—
Мальтит	E 965	0,65	—
Маннит	E 421	0,60	Основной компонент манны — застывших экссудатов ясеня и платана, содержится во мхах, грибах, водорослях и высших растениях
Фруктоза (фруктовый сахар)	—	2,00	Содержится в мёде, фруктах и ягодах
Сорбит	E 420	0,55	Содержится в плодах растений семейства розоцветных, особенно богаты им ягоды рябины

Например, 320 мг смеси равных частей аспартама и ацесульфамата К обладают той же сладостью, что и 500 мг каждого из этих подсластителей в отдельности.

Смешивая подсластители непосредственно на предприятии, изготовителям пищевой продукции не всегда (особенно при использовании сахарина и цикламатов) удаётся избавиться от неприятного привкуса и достигнуть оптимального соотношения между сладостью, ценой и технологическими характеристиками. Поэтому производители продуктов питания во всём мире, как правило, предпочитают покупать готовые смеси подсластителей, в которых эти проблемы уже решены.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕНСИВНЫХ ПОДСЛАСТИТЕЛЕЙ И САХАРОЗАМЕНИТЕЛЕЙ

Дозировку интенсивных подсластителей и сахарозаменителей рассчитывают, исходя из их ориентировочных коэффициентов сладости, а затем уточняют по результатам дегустации. Причём замена сахара подсластителем может быть как полной, так и частичной (табл. 8).

Это учитывают при расчёте необходимого количества подсластителя:

$$П = С / K_{сл},$$

где П — необходимое количество подсластителя, кг; С — количество заменяемого сахара, кг; $K_{сл}$ — коэффициент сладости.

Уменьшение массы сырья при замене сахара интенсивным подсластителем компенсируется увеличением количества других компонентов (табл. 9) или заменой доли сахара такими экономичными наполнителями, как вода (табл. 10), карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), декстроза и другие.

Ориентировочный коэффициент сладости — относительная величина, показывающая, во сколько раз меньше следует взять подсластителя, чем сахарозы, для приготовления раствора, эквивалентного по сладости 9%-ному раствору сахарозы.

Таблица 8. Максимальные концентрации подсластителей в продуктах, мг/кг

Продукты	Сукралоза	Сахарин	Цикламат Na	Ацесульфам К	Аспартам
Безалкогольные напитки на основе ароматизаторов (эссенций), фруктовых соков, молочных продуктов	150	60	400	350	600
Десерты ароматизированные на воде, на зерновой, фруктовой, овощной, молочной, яичной, жировой основе	50	75	250	350	1000
Кондитерские изделия:					
на основе крахмала	420	225	500	1000	2000
на основе какао	420	225	500	500	2000
Жевательная резинка	—	900	1500	2000	5500
Сэндвичи с начинкой на основе какао, молочных продуктов, сухофруктов, жиров	420	150	500	1000	1000
Мороженое	150	75	250	800	800
Фрукты консервированные, джемы, варенье, мармелад	150	150	1000	1000	1000
Продукты переработки фруктов и овощей	150	150	250	350	1000
Фруктовые и овощные кисло-сладкие пресервы	150	120	—	200	300
Рыба, ракообразные и моллюски в маринаде, пресервах	150	120	—	200	300
Соусы	150	120	—	350	300
Горчица	150	240	—	350	350
Мучные кондитерские и хлебобулочные изделия	390	130	1600	1000	1700
Смеси пищевые полнорационные для снижения веса тела	390	180	400	450	800

Сила сладости подсластителей (коэффициент сладости) не является величиной постоянной и может меняться в очень широких пределах. Она зависит от целого ряда факторов: от

Таблица 9. Рецептуры йогурта с сахаром и с подсластителем (цифры даны в кг на тонну готовой продукции)

Сырьё	Расход по рецептуре		
	I	II	III
Молоко цельное (3,2% жира)	750,00	748,00	748,00
Молоко обезжиренное (0,05% жира)	124,38	195,98	196,08
Сахар-песок	70,00	—	—
Подсластитель:			
аспартам	—	0,40	—
ультра-свитли	—	—	0,30
Стабилизатор	5,00	5,00	5,00
Ароматизатор	0,20	0,20	0,20
Краситель	0,015	0,015	0,015
Закваска	50,00	50,00	50,00

концентрации подсластителя, кислотности пищевого продукта, температуры, присутствия других вкусовых веществ, особенно сладких. Например, сукралоза в различных продуктах может иметь коэффициент сладости от 400 до 750.

Синтетические интенсивные подсластители применяются в производстве молочных продуктов, хлебобулочных изделий, жевательной резинки, майонезов, кетчупов, при консервировании фруктов и овощей. Удобно использовать замену сахара на

интенсивные подсластители в производстве напитков. При этом не только снижаются складские и транспортные расходы, уменьшается вероятность микробиологической порчи, но и отпадает необходимость варки сахарного сиропа. Потеря массы компенсируется увеличением количества воды, а снижения вязкости (потери «тела» напитка) можно избежать добавкой глюкозно-фруктозных сиропов, фруктовых концентратов или загустителей.

При выборе подсластителя для продуктов с длительным (несколько лет) сроком годности следует обращать внимание на его стабильность при хранении. Как правило, при длительном хранении интенсивные подсластители медленно разлагаются на составляющие, безвредные для человека, но несладкие. Скорость разложения зависит от кислотности продукта и температуры его хранения. Особенно подвержен разложению аспартам, а наиболее стойким считается ацесульфам К. Кроме того, ацесульфам К быстрее других подсластителей ра-

Таблица 10. Рецептуры безалкогольного газированного напитка «Лесная земляника»

Сырьё	Расход по рецептуре				
	I	II	III	IV	V
<i>Для приготовления сиропа</i>					
Сахар-песок, кг	80	40	—	—	—
Подсластитель:					
аспартам, кг	—	0,20	0,40	0,07	—
ацесульфам К, кг	—	—	—	0,07	—
мегасвит 350, кг	—	—	—	—	0,11
Ароматизатор «Лесная земляника», л	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Краситель Понсо 4R, кг	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Лимонная кислота, кг	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
Сорбат калия, кг	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Бензоат натрия, кг	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Вода, л	до 140,0	до 140,0	до 140,0	до 140,0	до 140,0
<i>Для приготовления напитка</i>					
Вода, л	до 1000,0	до 1000,0	до 1000,0	до 1000,0	до 1000,0
Двуокись углерода, кг	4,15	4,15	4,15	4,15	4,15

створяется в воде, поэтому его часто используют в производстве порошкообразных продуктов быстрого приготовления (например, сухих напитков).

В пищевых продуктах, в которых технологические функции сахара важнее его сладости, рекомендуется заменять сахар не на интенсивные подсластители, а на заменители сахара. Наиболее важной областью использования сахарозаменителей и их смесей с подсластителями является производство низкокалорийных и диабетических кондитерских изделий и мороженого. Особенно удачным является использование сахарозаменителей, прежде всего изомальгита, в производстве твёрдой карамели. Полиолы негигроскопичны и не кристаллизуются, вследствие чего срок годности карамели, изготовленной с сахарозаменителем, существенно дольше, чем карамели с сахаром. Поскольку полиспирты не вступают в реакцию Майяра и не карамелизуются, их использование вместо

сахара в производстве сдобы и мучных кондитерских изделий приводит к получению изделий более светлых, чем обычно. Выпечные изделия с фруктозой, наоборот, подрумяниваются быстрее, поэтому температуру их выпечки следует снижать на 20...40°C.

Применять интенсивные подсластители и сахарозаменители рекомендуется, предварительно растворив или распределив их в небольшом количестве подслащиваемого продукта или одного из его компонентов. Чаще всего подсластители используют в виде водных растворов. Раствор вводят в продукт, как правило, перед последней операцией перемешивания. Заменители сахара вносят в продукт так же, как и сахар — в виде сиропа. Использования наполнителей при этом обычно не требуется.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ И ХРАНЕНИЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ПОДСЛАСТИТЕЛЕЙ

Водные растворы интенсивных подсластителей могут иметь разные концентрации в зависимости от их растворимости (табл. 7). Для аспартама можно рекомендовать приготовление растворов с концентрацией 1%, для сукралозы — 5%, для остальных индивидуальных и смесевых интенсивных подсластителей — 10%.

Нужное количество сухого подсластителя отвечивают с погрешностью не более 2% и растворяют при перемешивании приблизительно в 0,5 л питьевой воды. Воду рекомендуется подогреть до 60...80°C. После полного растворения подсластителя (5...10 мин) в полученный раствор при перемешивании добавляют оставшуюся воду и после охлаждения раствора до 20...40°C фильтруют его через слой белой хлопчатобумажной ткани. Необходимые количества подсластителя и воды для приготовления растворов разных концентраций приведены в табл. 11.

Каждая ёмкость с раствором должна быть снабжена этикеткой, содержащей наименование подсластителя, состав раствора и дату изготовления.

Растворы интенсивных подсластителей хранят в тёмном месте при температуре 5...15°C. Водные растворы подсластителей нельзя хранить дольше одного года, а водный раствор

Таблица 11. Ориентировочный состав растворов подсластителей

Показатель	Концентрация раствора, %		
	1	5	10
Количество на килограмм раствора:			
подсластителя, г	10	50	100
воды, мл	990	950	900
Количество подсластителя в 10 мл раствора, г	0,1	0,5	1,0

аспартама — более 3...4 месяцев. Длительное хранение растворов может привести к разложению подсластителей на безвредные, но несладкие составляющие. Во избежание микробиологической порчи рекомендуется добавлять к растворам консерванты — бензоат натрия или сорбат калия. В этом случае для приготовления раствора подсластителя используют воды на 150 мл меньше, чем указано в табл. 12. В этих 150 мл воды растворяют 0,8 г консерванта, смесь вливают в раствор подсластителя и тщательно перемешивают.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ СИРОПОВ САХАРОЗАМЕНИТЕЛЕЙ

Сироп сахарозаменителя, так же как сахарный сироп, можно получать в сироповарочных агрегатах, в секционных аппаратах, а также с помощью других устройств, обеспечивающих интенсивное растворение заменителя сахара.

Сахарозаменитель, предварительно взвешенный, загружается в воронку сироповарочного агрегата через решётку с размером ячеек не более 5 см. В агрегат заливается питьевая вода и включаются мешалки и подогреватели. При этом происходит растворение сахарозаменителя и уваривание сиропа до влажности 18...22%. Готовый профильтрованный сироп подаётся в промежуточный сборник с паровым обогревом.

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ХРАНЕНИЕ

Токсикологическая безопасность подсластителей глубоко и всесторонне исследовалась в различных научных центрах

мира. Объединённый комитет экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам неоднократно обсуждал результаты исследований перечисленных выше подсластителей, отнёс их к категории безопасных (в обычно употребляемых количествах) и установил допустимое суточное поступление различных подсластителей в организм человека в мг/кг массы тела (см. табл. 7).

Сахарозаменители-полиспирты медленно всасываются в тонком кишечнике. В толстом кишечнике они расщепляются ферментами, затем усваиваются (инсулинонезависимо) с выделением 2,4 ккал/г. Большие дозы (однократная свыше 20 г, дневная 50 г) могут вызывать понос и вздутие живота. Фруктоза усваивается с выделением 3,8 ккал/г.

Как свидетельствуют многолетние наблюдения и исследования, все интенсивные подсластители способствуют профилактике кариеса зубов. Сахарозаменители обладают очень слабым кариогенным действием или вообще не вызывают кариес.

Сроки годности сухих интенсивных подсластителей и сахарозаменителей, в соответствии с требованиями Госстаннадзора РФ, пять и более лет. При длительном хранении, особенно в растворах, интенсивные подсластители, как правило, разлагаются на составляющие, безвредные для человека, но несладкие. Поэтому по истечении срока годности их дозировку следует увеличивать.

Подсластители хранят в сухих, прохладных, защищённых от света помещениях, в плотно закрытых ёмкостях.

2. ВЕЩЕСТВА, РЕГУЛИРУЮЩИЕ КОНСИСТЕНЦИЮ

2.1. ЭМУЛЬГАТОРЫ

Эмульгаторы добавляются в пищевые продукты с целью создания и стабилизации эмульсий и других пищевых дисперсных систем. Действие эмульгаторов многостороннее. Они отвечают за взаимное распределение двух несмешивающихся фаз, за консистенцию пищевого продукта, его пластические свойства, вязкость и ощущение «наполненности» во рту. Эмульгаторы, создающие условия для равномерной диффузии газообразной фазы в жидкие и твёрдые пищевые продукты, носят название пенообразователей. Эмульгаторы, добавляемые в жидкие взбитые продукты для предотвращения оседания пены, называются стабилизаторами пены.

Эмульгаторы обладают поверхностно-активными свойствами: концентрируясь на поверхности раздела несмешивающихся фаз, они могут снижать межфазное поверхностное натяжение. Тем самым, термины «эмульгатор» и «поверхностно-активное вещество» (ПАВ) в применении к пищевым ингредиентам можно считать синонимами.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Пищевые дисперсные системы (дисперсии) представляют собой гетерогенные системы из двух или более несмешивающихся фаз с развитой поверхностью раздела между ними. Одна из фаз образует непрерывную дисперсионную среду, по объёму которой распределена дисперсная фаза в виде мелких твёрдых частиц, капель или пузырьков. Дисперсные системы с части-

цами крупнее 10^{-4} см обычно называют грубодисперсными, а с частицами от 10^{-5} до 10^{-7} см — высокодисперсными, или коллоидными. Системы с газовой дисперсионной средой называют аэрозолями и аэрогелями, с жидкой — эмульсиями и суспензиями, системы с газовой дисперсной фазой — пенами.

В пищевой промышленности чаще всего встречаются эмульсии, состоящие из воды и масла: прямые, с каплями неполярной жидкости в полярной среде (типа «масло в воде» — М/В), и обратные, или инвертные (типа «вода в масле» — В/М). Типичный пример прямой пищевой эмульсии — майонез, обратной — маргарин. Изменение состава эмульсии, либо внешнее воздействие могут привести к превращению прямой эмульсии в обратную или наоборот.

Пены также весьма распространены среди пищевых продуктов. Пена представляет собой тонкую дисперсию воздуха в жидкости или твёрдом теле. Чтобы пена образовалась и могла существовать, необходимо присутствие в системе поверхностно-активных веществ — пенообразователей. Эти же вещества чаще всего выполняют и роль стабилизаторов пены. Как и другие коллоидные системы, пены термодинамически нестабильны. Газ и жидкость, из которых они состоят, стремятся образовать два слоя с минимальной поверхностью раздела фаз. Поэтому пены в готовых пищевых продуктах стабилизируют формированием мельчайших кристаллов сахара (нуга), фиксируют путём термообработки (подсушивание зефира, выпекание бисквита, закаливание мороженого) и добавкой стабилизаторов пены.

Пищевые эмульгаторы, пенообразователи и стабилизаторы пены представляют собой органические соединения, обладающие поверхностно-активными свойствами. Их молекулы имеют дифильное строение, т.е. содержат лиофильные и лиофобные (обычно гидрофильные и гидрофобные) атомные группы. Гидрофильные группы обеспечивают растворимость ПАВ в воде, гидрофобные (обычно углеводородные) при достаточно высокой молекулярной массе способствуют растворению ПАВ в неполярных средах. На границе фаз дифильные молекулы ориентируются энергетически наиболее выгодным образом: гидрофильные группы — в сторону по-

лярной (обычно водной) фазы, гидрофобные — в сторону неполярной (газовой или масляной) фазы. Таким образом формируется межфазный пограничный слой, благодаря которому снижается поверхностное натяжение и становится возможным или облегчается образование эмульсий.

Действие эмульгаторов на этом не заканчивается. Благодаря образованию пространственных и электрических барьеров они дополнительно стабилизируют эмульсии, т.е. предотвращают повторное слипание уже сформировавшихся частичек дисперсной фазы и повторное расслоение. Пенообразователи и стабилизаторы пены преимущественно располагаются на поверхности пузырьков воздуха, образуя там прочную плёнку, которая усиливает сопротивляемость пузырьков слипанию. В жиросодержащих пенных массах, например в мороженом, эмульгаторы располагаются на поверхности жировых шариков. Они обеспечивают лучшее распределение жира и одновременно снижают антагонизм жиров и белков благодаря «гидрофилизации» поверхности жира. Кроме того, они способствуют необходимой частичной агрегации жировых шариков (деэмульгированию).

Основные физико-химические и технологические свойства ПАВ определяются т.н. гидрофильно-липофильным балансом (ГЛБ) их молекул. ГЛБ отражает соотношение молекулярных масс гидрофильных и липофильных групп. Величина ГЛБ может иметь значение от 1 до 20 (эмпирическая шкала Гриффита). Эмульгаторы, имеющие ГЛБ < 10, преимущественно липофильны, а имеющие ГЛБ > 10 — преимущественно гидрофильны. Чем больше ГЛБ, тем ярче проявляется способность молекулы ПАВ к образованию и стабилизации прямых эмульсий (М/В), чем меньше ГЛБ — тем ярче проявляется способность к образованию и стабилизации обратных эмульсий (В/М). Эмульгаторы, характеризующиеся величиной ГЛБ от 7 до 9, могут применяться в качестве смачивателей (смачивающих агентов), характеризующиеся величиной ГЛБ от 15 до 18 — в качестве солюбилизаторов. Гидрофильно-липофильный баланс — величина аддитивная, т.е. ГЛБ смеси эмульгаторов можно вычислить, сложив ГЛБ компонентов пропорционально их содержанию в смеси.

Эмульгатор (или смесь эмульгаторов) ускоряет образование и стабилизирует тот тип эмульсии, в дисперсионной среде которой он лучше растворим. Например, маргарин представляет собой эмульсию типа «вода в масле», поэтому для его получения применяют эмульгаторы с величиной ГЛБ 3...6. Майонез представляет собой эмульсию «масло в воде», и для него используют эмульгаторы, имеющие ГЛБ 8...18.

В качестве первых пищевых эмульгаторов использовались натуральные вещества. Типичными и старейшими эмульгаторами являются белок куриного яйца, природный лецитин, сапонины (например, отвар мыльного корня). Некоторые из них сохранили свою популярность и сегодня. Однако более широко в промышленности используются синтетические эмульгаторы, или продукты химической модификации природных веществ, промышленное производство которых начало развиваться в 20-е гг. XX в. Целью химической модификации натуральных эмульгаторов является изменение их гидрофильно-липофильного баланса, например, ГЛБ лецитинов можно менять от 2 до 10. Соответственно меняется и их поведение в пищевых системах. Поскольку ГЛБ является величиной аддитивной, смешиванием нескольких эмульгаторов можно получать эмульгирующие системы, поведение которых сильно отличается от поведения компонентов. Например, гидролизованные лецитины (ГЛБ 8) в смесях с другими эмульгаторами могут иметь величину ГЛБ 12. Величина ГЛБ может зависеть от pH среды: например, в нейтральной и щелочной среде ГЛБ аммонийных солей фосфатидиловой кислоты (E 442) заметно выше, чем в кислой.

Наиболее популярными пищевыми эмульгаторами являются моно- и диглицериды жирных кислот (E 471), эфиры глицерина, жирных и органических кислот (E 472), лецитины, фосфатиды (E 322), аммонийные соли фосфатидиловой кислоты (E 442), полисорбаты, Твины (E 432...E 436), эфиры сорбитана, Спэны (E 491...E 496), эфиры полиглицерина и взаимоэтерифицированных рициноловых кислот (E 476), эфиры сахарозы и жирных кислот (E 473), стеароиллактаты натрия (E 481), стеароиллактаты кальция (E 482). Величины их ГЛБ представлены в табл. 12.

Таблица 12. Величины гидрофильно-липофильного баланса (ГЛБ) и ДСП (JECFA) основных пищевых эмульгаторов

Код Е	Эмульгатор	ГЛБ	ДСП, мг/кг веса тела
Е 322	Лецитины:		
	фракционированный (обогащённый фосфатидилхолином)	2	Не опре- делено
	стандартный	4	То же
	обезжиренный	5	« «
	ацелированный	6	« «
	гидролизированный	8	« «
	обезжиренный гидролизированный	9	« «
	ацелированный гидролизированный	10	« «
Е 432...Е 436	Эфиры полиоксиэтиленсорбитана, TWEEN'ы	10...15	25 ¹⁾
Е 442	Аммонийные соли фосфатидиловой кислоты	4...5 ²⁾	30
Е 471	Моно- и диглицериды жирных кислот	3...4	Не опре- делено
Е 472a	Эфиры глицерина и уксусной и жирных кислот	2...3	То же
Е 472b	Эфиры глицерина и молочной и жирных кислот	4...5	50
Е 472c	Эфиры глицерина и лимонной и жирных кислот	4...12 ³⁾	Не опре- делено
Е 472e + Е 472f	Эфиры глицерина и диацетилвинной и жир- ных кислот — смешанные эфиры глице- рина и винной, уксусной и жирных кислот	8...10	То же
Е 473	Эфиры сахарозы и жирных кислот	3...16	10
Е 474	Сахароглицериды	3...16	10
Е 475	Эфиры полиглицерина и жирных кислот	6...11	25
Е 476	Эфиры полиглицерина и взаимоэтери- фицированных рициноловых кислот	1,5...3	7,5
Е 477	Сложные эфиры пропиленгликоля и жирных кислот	5...7	25
Е 481(i)	Лактилат натрия	≈18	20
Е 482	Лактилат кальция	7...9	20
Е 491...Е 496	Эфиры сорбитана, SPAN'ы	2...9	25 ¹⁾

¹⁾ Индивидуально или суммарно.

²⁾ В кислой среде; в нейтральной и щелочной заметно выше.

³⁾ ГЛБ меняется от 4 в кислой среде до 12 в нейтральной.

ПРИМЕНЕНИЕ

Способность маргарина намазываться, пластичность теста и жевательной резинки, взбитость мороженого определяются диспергирующим действием эмульгаторов. Взаимодействие эмульгаторов с белками муки укрепляет клейковину, что в производстве хлебобулочных изделий приводит к увеличению удельного объёма, улучшению пористости, структуры мякиша, замедлению черствения. В маргарине стабилизирующее действие эмульгаторов на поверхность раздела фаз и влияние на процесс кристаллизации жира определяет срок годности, разбрызгиваемость при нагревании и органолептические свойства. В производстве шоколада, шоколадных глазурей и т.п. добавка эмульгатора снижает вязкость шоколадных масс, улучшает их текучесть за счёт влияния на кристаллизацию какао-масла. Добавка эмульгаторов в сухое молоко, сухие сливки, супы и т.п. позволяет уменьшить размер жировых шариков и их распределение, что ускоряет и облегчает разведение сухих продуктов в воде. Эмульгаторы применяют для равномерного распределения нерастворимых в воде ароматизаторов, эфирных масел, экстрактов пряностей в напитках и пищевых продуктах.

Лецитины (Е 322) являются классическими «природными» эмульгаторами и антиокислителями в яйце, сливках и сливочном масле. В количестве 2...10 г/кг лецитины могут выполнять все функции эмульгаторов, описанные выше. Малая термостойкость (покоричнение) и склонность к гидратации (образование мути) ограничивают возможности применения «нативного» (немодифицированного) лецитина.

При модификации «нативного» лецитина расширяется спектр его применения. Так, например, введение ацетогрупп повышает термостойкость лецитина; сложные эфиры лимонной и молочной кислот изменяют его эмульгирующую силу и повышают способность к растеканию и комплексообразованию (антиокислительное действие).

Часто используемыми соэмульгаторами лецитинов являются моно- и диглицериды жирных кислот. Обычно их смешивают в соотношениях 1:1; 1:2; 1:3; 2:3.

Моно- и диглицериды (Е 471) являются относительно инертными веществами и в большинстве случаев применяются только в активированной форме, например, в форме порошка, полученного распылительной сушкой на подходящем носителе или гидратацией. В большинстве случаев действуют только моноглицериды. В мороженом, десертах и т.п. твёрдые моноглицериды улучшают взбитость и стабильность пены, в то время как моноглицериды ненасыщенных жирных кислот действуют, скорее, как антивспенивающие средства.

Добавка 0,5% дистиллированных моноглицеридов к тесту обеспечивает не только улучшение свойств теста и усиление клейковины, но и улучшение качества готового хлеба, продление его свежести. В сдобных изделиях добавка моноглицеридов позволяет экономить жиры.

В жирах, маргаринах, майонезах, кремах добавка 0,5...5% (предварительно растворённого при подогревании) моноглицерида используется для более лёгкого и равномерного эмульгирования водной фазы, сохранения стабильной эмульсии при неблагоприятных условиях хранения, устранения «сального» привкуса, облегчения дальнейшей переработки, особенно сбиванием в пенистые продукты.

В жировых глазурах и других покрытиях моноглицерид может замедлить отделение жиров, уменьшить липкость, облегчить взбиваемость.

Практически единственной областью применения фосфатидов аммония (Е 442) является шоколадное производство. Привлекательность использования именно этих эмульгаторов в производстве шоколада и глазурей заключается в том, что снижение вязкости происходит даже при случайной передозировке фосфатидов выше 1%.

Конденсированные полиоксиэтиленовые цепи придают сложным эфирам моноангидросорбита с жирными кислотами (эфиры полиоксиэтилensorбитана — Е 432...Е 436) высокую термостойкость, высокую устойчивость к гидролизу, водорастворимость (при высоком содержании полиоксиэтиленов), гидрофильный характер, хорошую смачиваемость, не зависящее от рН действие, высокую активность на границе раздела фаз, диспергирующее действие. Таким образом, полисор-

баты являются сильными эмульгаторами систем масло/вода, мало зависящими от свойств диспергируемых фаз.

Полисорбаты используются в количестве нескольких граммов на килограмм. Основные области их использования: создание тонких дисперсий эфирных масел и жирорастворимых ароматизаторов в водных «псевдорастворах»; производство маргаринов, жиров для выпечки и жарения, мороженого, сливок для кофе, кексов и т.п. Они создают эмульсии и повышают устойчивость эмульсионных продуктов. В кислых пищевых продуктах полисорбаты выполняют роль пенообразователей и стабилизаторов пены, в жирах для жарки — антивспенивателей. Они регулируют структуру кристаллов жира в маргаринах, жирах для выпечки и т.п.

Ацетожирами (Е 472а) являются ди- и триглицериды натуральных жирных кислот с чётным числом атомов углерода от C_2 до C_{18} , т.е. с очень разной длиной цепи. Поскольку они содержат только насыщенные жирные кислоты, они устойчивы к кислороду и свету, а также к осмолению и прогорканию, но легко отщепляют уксусную кислоту. Они едва ли обладают эмульгирующим действием, но могут влиять на кристаллическую структуру и пластичность жиров, выполнять роль смазки, разделяющего агента, образовывать твёрдые, крепко держащиеся и устойчивые к разрушению покрытия или плёнки.

Молочнокислые глицериды (Е 472b) являются прекрасными эмульгаторами при взбивании трёхфазных систем и облегчают вспенивание (насыщение воздухом/взбивание) теста, маргаринов для выпечки, мороженого, десертов без предварительной обработки. Но их применение ограничивается пенными продуктами с коротким временем жизни. Из-за склонности к гидролизу они могут использоваться только в порошкообразных продуктах.

Глицериды лимонной кислоты (Е 472с) применяются в качестве эмульгаторов (обычно в смеси с моноглицеридами) и синергистов антиоксидантов (обычно в смеси с токоферолами) в сосисках и варёных колбасах для предотвращения отделения жира, добавляются в процессе приготовления фарша (обычно вместе с фосфатами в количестве 0,3...0,5%). В смесях для мороженого, десертов, сухих сливках для кофе и соусах в том же ко-

личестве они стабилизируют порошок, облегчают его использование и улучшают взбитость и стабильность готового продукта. Глицериды лимонной кислоты делают возможным одноэтапное приготовление кондитерских изделий, улучшают взбитость и снижают опасность плесневения, в препаратах сухих дрожжей продлевают жизнеспособность дрожжевых клеток, в ароматизаторах используются для защиты от изменения вкуса.

Эмульгаторы, обозначаемые как E 472e и E 472f (ДВК-эфиры, DATEM), невозможно различить ни при анализе, ни при использовании. Они представляют собой смесь сложных эфиров глицерина с молекулами жирных, винной и уксусной кислот, причём винная кислота может быть этерифицирована ещё двумя молекулами глицерида.

ДВК-эфиры обладают высокой степенью сродства к пшеничной клейковине и укрепляют в тесте из пшеничной муки мембраны липопротеидов, поэтому используются практически только в хлебопечении при переработке муки со слабой, средней и короткорвущейся клейковиной. Рекомендуется применять ДВК-эфиры, в основном, для приготовления хлеба, в рецептуру которого входит не более 5% сахара и жира (к массе муки). ДВК-эфиры добавляют в тесто, предварительно растворив в жире или смешав с порошкообразными компонентами. Дозировка составляет от 0,3 до 0,4% от массы муки, или от 0,2 до 0,3% от массы выпечки.

Все эфиры быстро разлагаются при термической обработке и в готовом (испечённом) изделии практически отсутствуют.

Эфиры сахарозы и жирных кислот (E 473) и сахароглицериды (E 474) состоят из обычных пищевых продуктов — сахара и жира или жирных кислот — и были бы идеальными пищевыми эмульгаторами, если бы не два недостатка. Во-первых, их производство очень сложное, необходима дорогостоящая очистка от побочных продуктов, катализаторов и растворителей, что сильно удорожает продукт. Во-вторых, эфиры сахарозы очень трудно растворимы, их переработка требует использования растворителей.

Эфиры сахарозы и жирных кислот, а также содержащие их сахароглицериды можно применять в различных облас-

тях в качестве соэмульгаторов для стабилизации активной формы моноглицеридов. Эфиры сахарозы и сахароглицериды используются в качестве компонента воско-жировых составов для покрытий, например, покрытий свежих фруктов.

Сложные эфиры жирных кислот и сорбита (Е 491...Е 496) не создают таких проблем при растворении и производстве, как сложные эфиры сахарозы и жирных кислот. Эфиры сорбитана с 1...3 жирными кислотами имеют достаточную растворимость/диспергируемость в пищевых системах. СПЭНы с 2...3 жирными кислотами действуют как эмульгаторы в системах вода/масло; моноэфиры, напротив, стабилизируют эмульсии «масло/вода», причём в обоих случаях возможна инверсия фаз.

Устойчивость СПЭНов к гидролизу достаточна для пищевых систем. Термостабильность также хорошая. Основные области использования: печенье, кексы, взбитые сливки, мороженое и другие взбитые продукты, дисперсии ароматизаторов, пряные соусы, низкожирные майонезы, маринады, маргарины, жиры для выпечки, шоколад и глазури.

Раздельная полимеризация жирных кислот и глицерина с последующей этерификацией ведёт к образованию неионогенных, относительно высокомолекулярных эмульгаторов Е 476 — эфиров полиглицерина и взаимозетерифицированных рициноловых кислот (PGPR). Они поразительно сильно влияют на поверхностное напряжение в системе масло/вода и масло/жировой кристалл. Для этих эмульгаторов (Е 476) есть две различных области применения:

- в качестве эмульгатора и разделителя в разделяющих эмульсиях, спреях и восках (для смазывания пекарских форм, противней, а также формирующих и штампующих машин для кондитерских изделий);
- для снижения вязкости темперированных шоколадных масс при размалывании, вальцевании и коншировании, а также для лучшего формования. PGPR также хорошо подходит для получения тонких, но плотных и прочных шоколадных глазурей (покрытий).

Для ощутимого снижения вязкости шоколадных масс, необходимого при производстве глазурей, концентрация PGPR

должна составлять 0,3...0,5%. При потреблении шоколада с таким высоким содержанием Е 476 его предельно допустимая дневная доза достигается уже при употреблении одной плитки весом 100 г, что недопустимо. При употреблении же тонких шоколадных глазурей на выпечке, в кондитерских изделиях и мороженом опасность превышения ДСП отсутствует даже при такой высокой концентрации.

Сложные эфиры пропиленгликоля и жирных кислот (Е 477) имеют величины ГЛБ ниже, чем у моноглицеридов, однако кристаллизуются всегда в α -форме и переводят жиры и другие эмульгаторы, в особенности моноглицериды, в активную и легко гидратируемую α -форму. Поэтому они чаще всего используются в качестве соэмульгаторов, повышая взбитость пен, мороженого, десертов и стабилизируя другие препараты эмульгаторов.

Термически окисленное соевое масло (Е 479) применяют в разделительных восках и эмульсиях. Поскольку оно содержит оксистеарины, то может использоваться также в качестве антивспенивателя.

Свободная стеароилмолочная кислота трудно поддается механической обработке из-за большого температурного интервала плавления. Лактилаты (Е 481...Е 482), наоборот, хорошо измельчаются до стабильных порошков.

Из-за малой термостойкости и неустойчивости в отношении гидролиза лактилаты используются преимущественно в сухих добавках, от которых требуется кратковременная эмульгирующая способность: в улучшителях хлеба, хлебобулочных изделий и сладкого теста. В сухих смесях для мороженого и десертов лактилаты улучшают смачиваемость порошка, а в готовом продукте — взбитость и стабильность пены. Часто у них наблюдается синергизм с функциональными белками.

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ХРАНЕНИЕ

Эмульгаторы в большинстве являются синтетическими веществами, нестойкими к гидролизу. В организме человека они расщепляются на природные, легко усваиваемые компоненты:

глицерин, жирные кислоты, сахарозу, органические кислоты (винную, лимонную, молочную, уксусную).

Лецитины являются важной составной частью клеточных мембран, а также клеточным транспортом жиров, холестерина и фосфатированных соединений. Поэтому лецитины в настоящее время используются в рецептурах функциональных продуктов питания как одна из важнейших групп нутрицевтиков.

Токсикологическими исследованиями Комитета по пищевым добавкам ФАО/ВОЗ установлено допустимое суточное поступление эмульгаторов в организм человека (см. табл. 12).

Срок годности эмульгаторов, в зависимости от товарной формы, составляет от нескольких месяцев до двух лет.

Эмульгаторы должны храниться в сухом месте и быть защищены от прямых солнечных лучей и длительного воздействия тепла. Ёмкости, в которых хранят добавку, обязательно следует плотно закрывать после отбора каждой порции.

2.2. ЗАГУСТИТЕЛИ И ГЕЛЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Загустители — вещества, увеличивающие вязкость пищевых продуктов, т.е. загущающие их. Гелеобразователями (желеобразователями) называются вещества, способные в определённых условиях образовывать желе (гели) — структурированные дисперсные системы. Загустители и гелеобразователи позволяют получать пищевые продукты с нужной консистенцией, улучшают и сохраняют структуру продуктов, оказывая при этом положительное влияние на вкусовое восприятие. Благодаря способности связывать воду загустители и гелеобразователи стабилизируют дисперсные системы: суспензии, эмульсии, пены. Они почти всегда одновременно выполняют другие технологические функции: стабилизаторов и влагоудерживающих агентов.

Чёткое разграничение между гелеобразователями и загустителями не всегда возможно. Есть вещества, обладающие в разной степени свойствами и гелеобразователя, и загустителя. Некоторые загустители в определённых условиях могут образовывать прочные эластичные гели.

Загустители и гелеобразователи по химической природе представляют собой линейные или разветвлённые полимерные цепи с гидрофильными группами, которые вступают в физическое взаимодействие с имеющейся в продукте водой. За исключением микробных полисахаридов — ксантана E 415 и желатины (животный белок) — гелеобразователи и загустители являются углеводами (полисахаридами) растительного происхождения, растительными гидроколлоидами. Их получают из наземных растений или водорослей. Из бурых водорослей получают альгиновую кислоту E 400 и её соли E 401...404. Наиболее популярными гелеобразователями — агар (агар-агар) E 406 и каррагинан (в том числе фуцеллеран) E 407 — получают из красных морских водорослей, а пектин E 440 — чаще всего из яблок и цитрусовых. Полисахариды, полученные из растений, подразделяют на защитные коллоиды, выделяемые растением при повреждениях (экссудаты, смолы), и муку семян (резервные полисахариды растений). К смолам относятся: арабиногалактан E 409, трагакант E 413, гуммиарабик E 414, камедь карайи E 416, камедь гхатти E 419. К резервным полисахаридам — мука семян рожкового дерева E 410, овсяная камедь E 411, гуаровая камедь E 412 и камедь тары E 417.

По химическому строению гидроколлоиды подразделяют на три группы: кислые полисахариды с остатками уроновой кислоты, кислые полисахариды с остатками серной кислоты и нейтральные полисахариды. В качестве загустителей применяются кислые гидроколлоиды с остатками уроновой кислоты (например, трагакант E 413 и гуммиарабик E 414), а также нейтральные соединения (например, камедь бобов рожкового дерева E 410 и гуар E 412). Кислые полисахариды с остатками серной кислоты применяются в качестве гелеобразователей (например, агар E 406 и каррагинан E 407).

Эффективность действия гидроколлоидов определяется не только структурными особенностями их молекул (длинной цепи, степенью разветвления, природой мономерных звеньев и функциональных групп и их расположением в

молекуле, наличием гликозидных связей), но и составом пищевого продукта, способом его получения и условиями хранения. На растворение и диспергирование гидроколлоидов влияют размер и форма их частиц, удельная поверхность, гранулометрический состав. Большое значение имеет способ приготовления раствора (дисперсии): интенсивность и время перемешивания, температура, значение pH, присутствие электролитов, минеральных веществ и гидратируемых веществ (например, сахара), возможность образования комплексов с другими имеющимися в системе соединениями, процессы распада, вызываемые ферментами или микроорганизмами. Есть загустители, которые могут образовывать ассоциаты с другими высокомолекулярными компонентами пищевого продукта, что вызывает заметное возрастание вязкости.

Поведение нейтральных полисахаридов, в отличие от полиэлектролитов, практически не зависит от изменения pH среды и концентрации соли.

Наиболее часто встречается следующий механизм загущения. Молекулы загустителя свёрнуты в клубки. Попадая в воду или в среду, содержащую свободную воду (например, в напиток или в смесь для мороженого), клубок молекулы загустителя благодаря сольватации раскручивается, подвижность молекул воды ограничивается, а вязкость раствора возрастает.

Свойства загустителей, особенно нейтральных полисахаридов, можно менять путём физической (например, термической) обработки или путём химической модификации (например, введением в молекулу нейтральных или ионных заместителей). Путём химической или физической модификации крахмала можно добиться: понижения или повышения температуры его клейстеризации; понижения или повышения вязкости клейстера; повышения растворимости в холодной воде; появления эмульгирующих свойств; снижения склонности к ретроградации; устойчивости к синерезису, кислотам, высоким температурам, циклам оттаивания-замораживания. При этом получают разные виды модифицированных крахмалов (E 1400...1405, E 1410...1414, E 1420...1423,

Е 1440, Е 1442, Е 1443, Е 1450). К модифицированным полисахаридам относят сложные эфиры целлюлозы Е 461...467.

Гели (желе) представляют собой дисперсные системы, по крайней мере двухкомпонентные, состоящие из дисперсной фазы, распределённой в дисперсионной среде. Дисперсионной средой является жидкость. В пищевых системах это обычно вода, и поэтому гель носит название гидрогеля. Дисперсной фазой является гелеобразователь, полимерные цепи которого образуют поперечно сшитую сетку и не обладают той подвижностью, которая есть у молекул загустителя в высоковязких растворах. Вода в такой системе физически связана и тоже теряет подвижность. Следствием этого является изменение консистенции пищевого продукта. Структура и прочность пищевых гелей, полученных с использованием разных гелеобразователей, могут сильно различаться.

Гель практически является закреплённой формой коллоидного раствора (золя). Для превращения золя в гель необходимо, чтобы между распределёнными в жидкости молекулами начали действовать силы, вызывающие межмолекулярную сшивку. Этого можно добиться разными способами: снижением количества растворителя за счёт испарения; понижением растворимости распределённого вещества за счёт химического взаимодействия; добавкой веществ, способствующих образованию связей и поперечной сшивке; изменением температуры и регулированием величины рН.

Начало желирования сопровождается замедлением броуновского движения частиц дисперсной фазы (возрастанием вязкости), их гидратацией и образованием полимерной сетки. Способность полимеров образовывать полимерную сетку зависит от длины и числа линейно ориентированных участков их молекул, а также наличия боковых цепей, создающих стерические затруднения при межмолекулярном взаимодействии. Механизмы образования гелей могут сильно различаться, в настоящее время выделяют три основных механизма: сахарокислотный (высокоэтерифицированные пектины), модель «яичной упаковки» (например, низкоэтерифицированные пектины) и модель двойных спиралей (например, агар).

ТОВАРНЫЕ ФОРМЫ И ПРИМЕНЕНИЕ

Загустители и гелеобразователи выпускаются в виде порошков, стандартизованных с помощью инертных наполнителей (чаще всего сахара) по вязкости 1%-ного раствора (например, гуаровая камедь) или по прочности стандартного геля (например, агары, желатины, пектины). Прочность геля (студня), в соответствии с Российскими стандартами, определяется в граммах по Валенту (ГОСТ 11293–89, п. 4.12), в других странах — по Блуму (bloom). Примерное соответствие этих единиц представлено в табл. 13.

Таблица 13. Взаимосвязь различных единиц прочности студня

Загуститель	Прочность студня	
	по Блуму, г/см ²	по Валенту, г
Желатин	150	500
	200	800
	250	1100
	280	1300
Агар	600	1400
	700	1800
	800	2200
	900	2600
	1000	2800

Загустители и гелеобразователи обычно используют в виде водных растворов или вносят в водную фазу пищевого продукта, поскольку неперенным условием их действия является растворение в холодной воде или диспергирование в холодной воде с последующим растворением в горячей. При растворении или диспергировании могут образовываться комки, что вызывается высокой влагоудерживающей способностью загустителей и гелеобразователей. Для предотвращения комкования рекомендуется перед растворением (диспергированием) смешать добавку с трёх-пятикратным количеством

рецептурного количества сахара-песка или других сухих компонентов.

Не рекомендуется готовить водные растворы загустителей и гелеобразователей заранее. Водные растворы гидроколлоидов являются исключительно благоприятной средой для развития микроорганизмов. Не случайно питательными средами в микробиологии являются агаровые и желатиновые студни.

При совместном использовании двух и более загустителей возможно проявление синергического эффекта: смеси загущают сильнее, чем можно было бы ожидать от суммарного действия компонентов. Это проявляется, например, при смешении ксантана с гуаровой камедью или с камедью рожкового дерева. В последнем случае возможно даже гелеобразование. Синергический эффект повышения вязкости может быть достигнут также при комбинировании загустителей с некоторыми биополимерами белковой природы, особенно часто он наблюдается с белками молока (например, каррагинаны). При совместном использовании различных гелеобразователей также возможно проявление эффекта синергизма (взаимного усиления). Поэтому в пищевой промышленности всего мира такое широкое применение находят смеси загустителей и гелеобразователей. Чаще всего их называют стабилизаторами, стабилизационными системами или стабилизаторами-загустителями. Если же в их состав входят эмульгаторы, то смеси носят название стабилизаторов-эмульгаторов. До сих пор эти виды комплексных пищевых добавок были представлены только зарубежными торговыми марками (Grindsted, Palsgaard, Cremodan и др.), однако сейчас появились стабилизаторы и стабилизаторы-эмульгаторы отечественного производства (например, Стабилан).

Загустители и гелеобразователи, как правило, являются достаточно эффективными стабилизаторами замутнения, сохраняя во взвешенном состоянии мелкодисперсные частицы замутнённых жидкостей: соков, шоколадного молока, замутнённых прохладительных напитков. Стабилизирующее действие гидроколлоидов на замутнённые жидкости может быть различным. Большинство гидроколлоидов увеличивают вязкость жидкой фазы, тем самым затрудняя перемещение по ней частичек мути. Растительные камеди (например, гуммиарабик) предотвращают осаждение и всплывание на поверхность частичек мути, не увеличивая заметно вязкость напитка. Стабилизирующее действие кислого полисахарида карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) на фруктовый сок с мякотью основано на нейтрализации образующимися при диссоциации отрицательно заряженными молекулами КМЦ положи-

тельного заряда поверхности замутняющих частиц. Таким образом сокращается возможное взаимодействие между заряженными частицами замутнителя, способное вызвать флокуляцию. Пектин, подобно другим загустителям, увеличивает вязкость замутнённых напитков (например, овощных соков), а также, обладая собственным отрицательным зарядом, нейтрализует, подобно КМЦ, положительный заряд на поверхности замутняющих частиц. Всё это вместе очень эффективно предотвращает распад суспензии.

Гидроколлоиды используются для повышения пеностойкости ряда продуктов, например, аналогов взбитых сливок, пива, низкожирных пен. Чем больше пена содержит свободной воды, тем меньше её стойкость. Снизить количество свободной воды можно, добавив загустители или гелеобразователи. Если в процессе производства работают с горячей водой, используют преимущественно гелеобразователи, желирующие при нагревании (агар, каррагинан или желатин). Если же используется холодная вода, следует применять растворимые в холодной воде вещества (например, карбоксиметилцеллюлозу). Добавка гидроколлоидов составляет, как правило, 0,1...0,6%.

Гидроколлоиды (например, КМЦ) благодаря своей способности связывать воду могут регулировать её активность (a_w) в пищевых продуктах, то есть, выполнять функцию влагоудерживающих агентов, предохраняя продукты от высыхания, а также ухудшая условия существования микроорганизмов. И то и другое способствует увеличению сроков годности пищевых продуктов.

Несмотря на такое многообразие технологических функций основное действие загустителей и гелеобразователей — загущение и образование гелей.

Желатины образуют легкоплавкие гели, которые плавают уже во рту. Варьируя марку и количество желатина, можно получить пастообразный, мягкий желированный или резиноподобный продукт. Образование геля начинается при температуре ниже 30°C, а уже при 32...35°C гель обратимо плавится. Прочность его зависит от pH среды, достигая максимума в интервале pH от 5,5 до 11,0. Добавка солей может полностью предотвратить образование геля. Желатин используется в

производстве мясных и рыбных продуктов (студни, консервы), глазурей, десертов, кондитерских изделий (мармеладопастильных). Как правило, желатин сначала замачивают в воде в течение 35...40 минут для набухания, затем разогревают до температуры 65...70°C. Приготовленный таким образом желатиновый раствор используется в пищевом производстве. Обычная дозировка желатина составляет 2...10%.

В продаже встречаются желатины двух типов — А и В. Желатины типа А получают кислотной обработкой коллагена свиных шкур. Желатины типа В получают щелочной обработкой костей крупного рогатого скота. При равной с желатинами типа В желирующей способности желатины типа А имеют меньшую вязкость и лучшую формоудерживающую способность.

Высокоэтерифицированный пектин (0,3...0,5%-ный раствор) в кислых растворах при определённом содержании сухих веществ (табл. 14) и охлаждении медленно (20...120 мин) образует прозрачный неплавкий гель с блестящим изломом. Высокоэтерифицированный пектин применяется в производстве кондитерских жележных и пастильных изделий, для стабилизации кисломолочных напитков. Растворимость высокоэтерифицированного пектина возрастает с увеличением степени этерификации и уменьшением длины цепи. Прочность пектинового геля, независимо от вида пектина, возрастает с увеличением концентрации пектина и степени полимеризации.

В зависимости от скорости и температуры начала желирования высокоэтерифицированные пектины делятся на две группы — быстро и медленно желирующие. Быстро желирующие пектины имеют более высокую степень этерификации и желируют при более высоких значениях pH. Наиболее благоприятная область pH для быстро желирующих пектинов от 3,0 до 3,4, для медленно желирующих — от 2,8 до 3,2. Полностью этерифицированный пектин может желировать без добавления кислоты, только с сахаром.

Быстро желирующие пектины применяются в производстве варенья, особенно при температуре разлива выше 85°C. Они гарантируют равномерное распределение фруктов по

всему объёму варенья. Медленно желирующие пектины преимущественно используются в производстве фруктовых желе, мармеладов или варенья, если температура разлива ниже 70°C, и заботиться о равномерном распределении фруктов нет необходимости. Изменением количества сахара и величины pH можно добиться ускорения процесса желирования. Наоборот, замедлить желирование позволяет использование буферных солей-ретардаторов. Ретардаторами являются, как правило, соли одновалентных катионов (например, ионов K⁺) и молоч-

Таблица 14. Поведение основных гидроколлоидов в водных системах

Код	Добавка	Растворимость в воде
E 400	Альгиновая кислота	При нагревании (набухает при комнатной температуре)
E 401...E 404	Альгинаты	При комнатной температуре
E 406	Агар	При кипячении (набухает при комнатной температуре)
E 407	Каррагинаны:	
	λ-каррагинан	При комнатной температуре
	ι-каррагинан	При нагревании (Na-соль при комнатной температуре)
	κ-каррагинан	То же
E 410	Камедь рожкового дерева	При нагревании не выше 80°C
E 412	Гуаровая камедь	При комнатной температуре
E 415	Ксантановая камедь	« « «
E 418	Геллановая камедь	При нагревании (диспергируема в холодной воде)
E 440	Пектины:	
	высокометоксилированный	При комнатной температуре
	низкометоксилированный	« « «
—	Желатин	При нагревании > 40°C (набухает при комнатной температуре)

ной, винной, лимонной или фосфорной кислот. Катионы мешают пектиновым цепочкам сблизиться для образования геля. Результатом является увеличение времени желирования и понижение его температуры. Кроме того, буферные соли повышают рН перед дозировкой кислоты, что помогает предотвратить преждевременное желирование. Степень этих изменений можно регулировать концентрацией буферных солей, хотя слишком высокая дозировка солей может отрицательно сказаться на вкусе и прочности геля.

Условия гелеобразования	Стабильность гелей
При подкислении	
При рН < 4 или в присутствии ионов Ca ²⁺	
При температуре ниже 32...39°C	При рН > 4,5 термообратимы, устойчивы к кислотам
Прочных гелей не образует	
При температуре ниже 49...55°C, в присутствии ионов Ca ²⁺	При рН > 3,8 термообратимы, стабильны при замораживании/оттаивании
При температуре ниже 49...55°C, в присутствии ионов K ⁺	При рН > 3,8 термообратимы, нестабильны при замораживании/оттаивании
В смеси с κ-каррагинаном, ксантаном	
Не желирует	
В смеси с камедью рожкового дерева	
При охлаждении	Устойчив к разрезу, склонен к синерезису
При рН < 4 и содержании сухих веществ в системе 55...80%, при температуре ниже 60...90°C	Термонеобратимы
В присутствии ионов Ca ²⁺ (> 200 мг/л), при температуре ниже 60...40°C	Термообратимы
При температуре ниже 30°C	«

Низкоэтерифицированный, т. е. сильно ионогенный, пектин (0,5...1,5%-ный раствор) в Ca^{2+} -содержащих растворах при охлаждении образует почти прозрачный, плавящийся гель. Скорость желирования и прочность геля зависят от ионов, образующих комплексы с Ca^{2+} (цитраты, фосфаты), от значения pH и концентрации сахара. Низкоэтерифицированные и амидированные пектины применяются обычно в качестве загустителя и стабилизатора консистенции в производстве кисломолочных продуктов, фруктовых консервов, йогуртов, молочных десертов, напитков, кетчупов. Пектин позволяет получать термостабильные фруктовые начинки, не растекающиеся при выпечке, а также наппаж (глянец для выпечных изделий).

Агар является эффективным гелеобразователем. Его гелеобразующая способность примерно в 10 раз выше, чем у желатина. Уже 0,85%-ный водный раствор агара образует при охлаждении стабильный, стойкий к надрезу гель, обладающий стекловидным изломом. Этот гель плавится лишь при 80°C , что даёт ему преимущество по сравнению с желатином при использовании для покрытий и заливок в консервах, особенно мясных. Зефир, пастила, мармелад, фрукты в желе, жевательная резинка благодаря 1...2% агара приобретают свои специфические свойства. Здесь агар часто комбинируют с другими гелеобразователями и загустителями. Агар нерастворим в холодной воде, поэтому для получения водного раствора агара его кипятят с водой.

Применение отечественного и импортного агаров несколько различается. Отечественный агар обычно представляет собой пластинки или крупинки, которые необходимо подвергнуть операциям замачивания, промывки и набухания для удаления дурнопахнущих и красящих веществ, а также для ускорения растворения. Для промывки и набухания воздушно-сухой агар взвешивают порциями по 500 г в мешочки из бязи или марли (в два слоя) и помещают в ванну с проточной водой при температуре $15...25^{\circ}\text{C}$ на 1...3 часа. Продолжительность замочки зависит от степени окрашенности агара и температуры воды. По окончании замочки и набухания мешочки с агаром вынимают из ванны и в течение 15...30 мин

дают воде стечь. Затем агар добавляют в воду и кипятят до полного растворения.

Импортный агар обычно представляет собой порошок без постороннего запаха и остаточных красящих веществ. Он не требует предварительной замочки и промывки. Сухой агар добавляется в воду, и после 5...10 мин кипячения образует раствор.

При варке агаро-сахаро-паточного сиропа, в зависимости от применяемого агара, последовательность внесения компонентов различная. При работе с отечественными агарами сначала загружают воду, затем набухший агар, который при кипячении растворяют в воде. После полного растворения агара загружают сахар-песок, по окончании растворения которого загружают патоку. При работе с импортными агарами сначала варят сахарный сироп, затем добавляют сухой или набухший (в течение 30 мин) агар. После полного растворения агара загружают патоку. Обычно импортный агар может подвергаться тепловой обработке при уваривании не более 10 мин.

Причиной широкого применения каррагинана является его способность загущать практически любые пищевые продукты и образовывать прозрачный плавящийся гель. Качество этого геля можно существенно менять с помощью других полисахаридов, в особенности, добавлением камеди рожкового дерева.

В зависимости от особенностей химического строения различают ι- (иота), κ- (каппа) и λ- (лямбда) каррагинаны. При применении очень важно соотношение этих трёх типов каррагинана, количество других типов незначительно. Они по-разному ведут себя в различных растворителях (табл. 15). κ-Каррагинан желирует только в присутствии ионов K^+ , образуя хрупкие неустойчивые гели. λ-Каррагинан самостоятельно не желирует. ι-Каррагинан в присутствии ионов Ca^{2+} образует прочные эластичные гели, не склонные к синерезису и устойчивые к циклам замораживания-оттаивания (см. табл. 14). Каррагинаны проявляют эффект синергического усиления казеинового геля: одна и та же прочность геля достигается в молочной среде при концентрации каррагинана

Таблица 15. Растворимость основных типов каррагинанов в различных растворителях

Растворитель	κ-Каррагинан	ι-Каррагинан	λ-Каррагинан
Раствор соли (5%):			
холодный	Нерастворим	Нерастворим	Растворим
горячий	Набухает	Набухает	Растворим
Раствор сахара (50%):			
холодный	Нерастворим	Нерастворим	Растворим ✓
горячий	Растворим	Нерастворим	Растворим
Молоко:			
холодное (20°C)	Нерастворим	Нерастворим	Растворим ✓
горячее (80°C)	Растворим	Растворим	Растворим

в 10 раз меньшей, чем в водной. κ-Каррагинан и ι-каррагинан образуют гели с молоком при концентрации 0,02...0,2%. Даже λ-каррагинан образует с молоком слабые гели.

Каррагинан и фуцеллеран используют для формирования консистенции овощных и фруктовых консервов, плавленых сыров, творожных изделий, сливок, мороженого, соусов, кисломолочных и мясных продуктов, концентрированного молока, маргаринов. Обычная дозировка — 5...10 г/кг продукта.

В молочных продуктах предпочтительнее использовать каппа- и иота-каррагинан, в соусах — лямбда-каррагинан.

Альгиновая кислота и её соли используются в качестве загустителей и гелеобразователей в плавленом сыре, твороге, мясо- и рыбопродуктах, майонезах, соусах, мороженом и других десертах в количестве 2...10 г/кг; в кондитерских изделиях в количестве 5...30 г/кг. Пропиленгликольальгинат применяется в качестве загустителя и эмульгатора в производстве десертов, начинок, мороженого, сахарных кондитерских изделий, сдобы, соусов, жевательной резинки в количестве нескольких грамм на 1 кг. В количестве нескольких десятых грамма на литр напитка пропиленгликольальгинат не толь-

ко загущает, но и стабилизирует пену. Например, добавление пропиленгликольальгината в пиво за 2...3 дня до фильтрации в количестве 50...500 мг/л резко улучшает пенообразующую способность пива.

Наиболее популярными загустителями являются камедь бобов рожкового дерева, гуар и ксантан.

Камедь рожкового дерева (Е 410) широко используется в качестве загустителя благодаря тому, что на неё не влияют кислоты, соли и нагревание (как и на гуаран). При смешении с ксантаном, каррагинаном, гелланом, агаром или альгинатом камедь бобов рожкового дерева усиливает желирующее действие последних. Основной областью использования камеди рожкового дерева является производство плавленых сыров (4...6 г/кг), мороженого и молочных продуктов (5...10 г/кг), фруктовых и овощных консервов (3...10 г/кг). Она может добавляться в тесто для сохранения свежести хлебобулочных изделий в количестве 1...5 г/кг.

Высокая степень разветвления молекулы обеспечивает хорошую растворимость гуаровой камеди (Е 412) даже в холодной воде. Однопроцентный раствор камеди обладает псевдопластическими и тиксотропными свойствами, имеет вязкость 3000...7000 сПз, которая почти не изменяется при добавлении солей и кислот. Гуаровая камедь используется для загущения и стабилизации соусов, майонезов, кетчупов, мороженого (в количестве до 1,0%), может использоваться для сохранения свежести хлебобулочных изделий в (количестве 0,2...0,5%). Вместо гуара и камеди рожкового дерева может использоваться камедь тары.

Ксантановая камедь (Е 415) является очень сильным загустителем, чьё действие совершенно не зависит от кислот, солей, нагрева и механического воздействия. При взаимодействии с другими загустителями, особенно с камедью рожкового дерева, ксантан образует тиксотропные, плавящиеся при 80...90°С, гели. Благодаря химической стабильности и независимости от внешних воздействий ксантан особенно пригоден для загущения и/или желирования сильнокислых и соле-содержащих продуктов. Он оказывает хорошее стабилизирующее действие на эмульсии, суспензии и пены. В майонезах,

соусах, молочных продуктах, фруктовых и овощных консервах ксантан используется обычно в количестве 1...4 г/кг, в напитках — 0,2...0,5 г/кг.

✓ Геллановая камедь (E 418) легко диспергируема в холодной воде, растворяется при нагревании и желирует при охлаждении. Уже начиная с концентрации 0,05% гели устойчивы к разрезу, но очень склонны к синерезису. Прочность, твёрдость гелей из геллановой камеди и их плавление зависят от присутствия ионов кальция и других солей. Поэтому геллановая камедь часто применяется в комбинации с другими гелеобразователями — ксантаном, камедью рожкового дерева, модифицированными крахмалами и др. Такие свойства гелей, как прозрачность, стабильность, высвобождение аромата, улучшаются с помощью геллана.

Гуммиарабик (E 414) вряд ли можно считать загустителем, поскольку его растворы имеют низкую вязкость даже при концентрации 50%, однако он может стабилизировать дисперсии. Это используется в производстве ароматизаторов и фруктовых порошков, полученных распылительной сушкой: хорошая растворимость в воде при незначительной гигроскопичности гуммиарабика обеспечивает быстрое растворение порошка. Гуммиарабик стабилизирует эмульсии «масло в воде», не изменяя их консистенцию, это его свойство используют в производстве эмульсий для напитков и напитков на основе эфирных масел. Гуммиарабик позволяет ароматизатору при хранении напитка оставаться равномерно распределённым по всему объёму.

Камедь гхатти (E 419) также оказывает хорошее стабилизирующее действие на эмульсии и дисперсии. Она применяется вместо гуммиарабика или вместе с ним.

Смола лиственницы (арабиногалактан, E 409), так же как и гуммиарабик, имеет в растворах, в том числе концентрированных, низкую вязкость (в 40%-ном растворе только 23 сПз); эти растворы устойчивы к действию солей, кислот и щелочей и могут стабилизировать эмульсии и суспензии (например, концентраты ароматизаторов). Как безвкусный наполнитель смола лиственницы может придавать низкокалорийным продуктам ощущение наполненности во рту.

Даже сильно разбавленные растворы трагаканта (Е 413) имеют высокую вязкость, которая не меняется ни при нагревании, ни в сильноокислой среде. Поэтому трагакант применяется в очень кислых соусах, заливках и фруктовых продуктах, где он не может быть заменён дешёвыми продуктами (пропиленгликольальгинатом, метилцеллюлозой, ксантаном). Обычные дозировки — от 5 до 10 г/кг.

Дорогостоящий трагакант иногда заменяют в этих продуктах камедью карайи (Е 416), хотя она не обладает кислотостойкостью трагаканта и имеет специфический привкус. Способность набухать на холоду и синергическое усиление желирующей силы в присутствии молочного белка открывают широкие возможности применения карайи в молочной и сырной продукции, а также в специальных мясопродуктах.

Модифицированная целлюлоза (Е 461, Е 463...465, Е 467) используется в качестве загустителя (в холодной воде), при нагревании происходит обратимое гелеобразование. Все виды модифицированной целлюлозы, особенно метилцеллюлоза, являются хорошими наполнителями в таблетках. Они позволяют уменьшить добавку жира в продукт, а в сдобных хлебобулочных изделиях (в количестве 1...5 г/кг) обеспечивают увеличение удельного объёма за счёт усиления газообразования. Модифицированные целлюлозы (5...10 г/кг) загущают при холодном и горячем способе производства кетчупы и соусы, стабилизируют пену, улучшают структуру, уменьшают синерезис в мороженом и других взбитых десертах. Очень малое количество модифицированной целлюлозы (0,1...0,5 г/кг), добавленное в газированные напитки, способствует замедлению выделения из них газа.

Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) в форме натриевой соли (Е 466) является одной из самых популярных пищевых добавок. Она хорошо растворима в холодной и горячей воде, однако является ионогенным эфиром целлюлозы, и её действие зависит от концентрации соли и других свойств среды. Несмотря на это области использования КМЦ чрезвычайно многочисленны: десерты, мороженое, желе, майонезы, соусы, кремы, оболочки для мяса, рыбы, кондитерских изделий, орехов. Обычно дозировка составляет 1...8 г/кг. Существуют

товарные формы КМЦ, дозировки которых могут заметно отличаться от стандартных.

Нативные (натуральные) крахмалы обладают пищевой ценностью и не относятся к пищевым добавкам, но их основной технологической функцией является загущение и желеобразование. Незначительная стабильность клейстера/геля и его зависимость от температуры, старения, кислотности и солей ограничивают применение нативных крахмалов в качестве загустителей и желеобразователей. Физическая и химическая модификации крахмала меняют свойства крахмального клейстера/геля (см. выше), вследствие чего расширяется область применения и снижаются рекомендуемые дозировки. Крахмалы, нативные и модифицированные, используются для загущения и стабилизации овощных, грибных, рыбных консервов, кисломолочных продуктов, кетчупов, майонезов, соусов, продуктов быстрого приготовления, кондитерских изделий. Рекомендуемые дозировки модифицированных крахмалов, как правило, не превышают 60 г/кг. Крахмалы используются в производстве детского питания, в т.ч. в питании грудных детей.

Образующийся при охлаждении растворов гидролизованных крахмалов (Е 1401, Е 1402, Е 1405) клейстер не очень клейкий и только при высоком содержании сухих веществ легко образует гель. Гидролизованные крахмалы применяются в качестве наполнителей в супах, соусах; в качестве желеобразователей во фруктовых жевательных конфетах; как компоненты глазирующих составов и носители пищевых добавок.

Набухающие крахмалы используют в выпечных изделиях, продуктах быстрого приготовления и других пищевых продуктах, для которых характерно короткое время хранения после перемешивания, так что быстрая ретроградация клейстера не оказывает отрицательного влияния.

Благодаря ацетилированию старение крахмала замедляется, но он становится менее стойким в отношении нагревания, механического воздействия и кислот, поэтому пищевые продукты с ацетатными крахмалами (Е 1420, Е 1421) нельзя стерилизовать. Ацетилированные шитые крахмалы (Е 1414,

Е 1422, Е 1423) применяют везде, где может использоваться обычный крахмал. Наиболее часто они используются для загущения и стабилизации кетчупов и других соусов. В противоположность ацетилюрованному крахмалу оксипропилированные крахмалы (Е 1440, Е 1442, Е 1443) устойчивы при варке и стерилизации. Сшитый Е 1442, кроме того, устойчив к надрезу, циклам замораживания/оттаивания и желирует.

Фосфатные крахмалы (Е 1410, Е 1412, Е 1413) применяются в тех же продуктах, что и нативные, обеспечивая получение консистенции, более стойкой к ретроградации (Е 1410), к воздействию температуры, кислот и надрезу (Е 1412), к циклам замораживания-оттаивания (Е 1413), чем при использовании нативных крахмалов. Вследствие этерификации октенилглантарной кислотой крахмал (Е 1450) приобретает эмульгирующие и пеностабилизирующие свойства. Он с успехом может применяться в производстве майонеза и как эмульгатор, и как стабилизатор эмульсии. Крахмалглицерины (Е 1411, Е 1423, Е 1443) в пищевой промышленности практически не применяются.

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ХРАНЕНИЕ

Все загустители и гелеобразователи, разрешённые для применения в пищевых продуктах, встречаются в природе. Пектины и желатин являются природными компонентами пищевых продуктов, регулярно употребляемых в пищу: овощей, фруктов, мясных продуктов.

Почти все загустители и гелеобразователи, за исключением крахмалов и желатина, являются растворимыми балластными веществами. Они не всасываются и не перевариваются. В количестве 4...5 г на один приём для человека они, как правило, являются лёгким слабительным. Каррагинаны и пектины могут уменьшать степень и скорость всасывания других составляющих пищевых продуктов (например, холестерина). Пектин, особенно низкометоксилированный, обладает высокой комплексообразующей способностью, благодаря чему способствует выведению из организма тяжёлых металлов и радионуклидов. Рекомендуемое суточное потребление пекти-

новых веществ в рационе взрослого здорового человека составляет 5...6 г.

Нативный крахмал является питательным веществом, он полностью усваивается после растворения; нерастворённый крахмал практически не усваивается. Модифицированные крахмалы расщепляются и усваиваются, как нативный крахмал, некоторые быстрее. Крахмалы, обработанные эпихлоргидрином, считаются непригодными для пищевого производства, поскольку контакт с токсичным и канцерогенным эпихлоргидрином вызывает у токсикологов опасения.

Желатин является съедобным белком, поэтому может считаться пищевым продуктом. Из-за отсутствия эссенциальной аминокислоты триптофана собственная пищевая ценность этого белка низкая, однако желатин может увеличивать пищевую ценность других белков (например, белков мяса с 92 до 99%).

В соответствии с рекомендациями JECFA, ДСП подавляющего большинства загустителей и гелеобразователей не ограничено. Есть ограничение ДСП для полуочищенного каррагинана — 20 мг/кг в день.

Срок годности сухих загустителей и гелеобразователей, в соответствии с требованиями Госсанэпиднадзора РФ, от полугода до двух лет.

Они обязательно должны храниться в сухом месте и быть защищены от прямых солнечных лучей и длительного воздействия тепла. Ёмкости, в которых хранят добавку, обязательно следует плотно закрывать после отбора каждой порции. Все гидроколлоиды являются благоприятной средой для развития микроорганизмов, поэтому при работе с ними следует особенно тщательно соблюдать правила производственной санитарии и гигиены.

2.3. НАПОЛНИТЕЛИ

Наполнителями называют недорогое пищевое сырьё, применяемое для регулирования массы и объёма пищевого продукта, например таблеток (см. с. 127).

Наполнители, используемые в производстве низкокалорийных продуктов, не имеют (или практически не имеют) пищевой ценности и используются для компенсации потери массы и объёма продукта при снижении содержания в нём жира, сахара и других углеводов. Кроме того, наполнители вызывают чувство насыщения, не привнося лишних калорий в рацион.

Простейшими «наполнителями» являются вода и воздух. Их использование в пищевых продуктах требует дополнительного внесения эмульгаторов и загустителей. Важнейшими наполнителями являются крахмалы, сахар, различные виды целлюлозы.

3. ВЕЩЕСТВА, СПОСОБСТВУЮЩИЕ УВЕЛИЧЕНИЮ СРОКОВ ГОДНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

3.1. КОНСЕРВАНТЫ

Консерванты добавляются к пищевым продуктам с целью предотвращения их микробиологической порчи и увеличения срока годности.

Консерванты не могут компенсировать низкое качество сырья и нарушение правил промышленной санитарии. Если продукт бактериально сильно загрязнён или начал портиться, консерванты уже бесполезны.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Под консервированием пищевых продуктов понимают меры, направленные против развития в продукте вредных микроорганизмов, образования ими токсинов, предотвращения плесневения, появления неприятных вкуса и запаха. Различают физическое, биологическое и химическое консервирование.

Самые известные *физические* методы, препятствующие росту микробов: стерилизация и пастеризация (тепловая обработка), охлаждение и замораживание (воздействие холодом), высушивание (удаление воды) и обработка ионизирующими излучениями. *Биологическое* консервирование предполагает воздействие на пищевой продукт безвредных для здоровья человека культур микроорганизмов с целью предотвращения развития патогенной или другой нежелательной микрофлоры. *Химические* методы консервирования заключаются в добавлении определённых веществ, которые подавляют

ют развитие микроорганизмов. Такие вещества называют консервантами. На практике, как правило, не пользуются только одним методом консервирования: с давних пор успешно сочетают различные методы. Например, при копчении воздействие антимикробных составляющих дыма дополняется подсушиванием, а хранить копчёности рекомендуется при пониженной температуре.

Наиболее используемыми консервантами в настоящее время являются: поваренная соль, этиловый спирт, уксусная (E 260), сернистая (E 220), сорбиновая (E 200), бензойная (E 210) кислоты и некоторые их соли (E 202, E 203, E 211, E 221...E 228, E 261...E 263), углекислый газ (E 290), нитриты (E 249, E 250), нитраты (E 251, E 252), низин (E 234). Сахар в концентрации более 50% также проявляет антимикробное действие. Установлено, что высокую антимикробную активность проявляют эфирные масла чеснока, корицы, чабреца и ряда других растений.

Многие из консервантов обнаружены в природе. Сорбиновая (2,4-гексадиеновая) кислота встречается в ягодах рябины (*Sorbus aucuparia*), бензойная — в ягодах брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.), черники (*Vaccinium myrtillus* L.), в мёде, кислом молоке, йогурте и сыре. Молочная и уксусная кислоты образуются в результате молочного или уксуснокислого брожения в винах, кисломолочных продуктах и квашеных овощах; низин продуцируется бактериями вида *Streptococcus lactis* и встречается во всех кисломолочных продуктах. Для промышленного использования эти консерванты получают синтетически, но они полностью идентичны натуральным.

Консерванты можно условно разделить на собственно консерванты и вещества, обладающие консервирующим действием (помимо других полезных свойств). Действие первых направлено непосредственно на клетки микроорганизмов (замедление ферментативных процессов, синтеза белка, разрушение клеточных мембран и т. п.), вторые отрицательно влияют на микробы, в основном, за счёт снижения pH среды, активности воды или концентрации кислорода. Соответственно, каждый консервант проявляет антимикробную ак-

тивность только в отношении части возбудителей порчи пищевых продуктов. Иными словами, каждый консервант имеет свой спектр действия.

ПРИМЕНЕНИЕ КОНСЕРВАНТОВ

Применение веществ, обладающих консервирующим действием, — поваренной соли, уксуса, сахара, углекислого газа, этилового спирта — давно и хорошо известно. Обычно их используют в количестве нескольких процентов или десятков процентов, чаще добиваясь определённого вкуса пищевого продукта, а консервирующее действие рассматривают как побочное.

Вещества, условно отнесённые к собственно консервантам, — сорбиновая, бензойная, сернистая кислоты и их соли, нитраты, нитриты, низин — используются в гораздо меньших количествах (менее 0,5%) и практически не влияют на органолептические показатели продукта.

Основные области использования *нитратов* и *нитритов* — мясопродукты и сыры. Антимикробное действие самих нитратов незначительно, но в мясопродуктах они превращаются в нитриты. Нитриты не только способствуют образованию требуемой окраски и специфического аромата мясных продуктов, но и защищают их от окислительной и бактериальной порчи. Действие нитритов направлено, главным образом, против бактерий рода *Clostridium*, образующих ботулиновые токсины. В соответствии с «Санитарными правилами по применению пищевых добавок» №1923–78, остаточное содержание нитритов в готовом мясном продукте не должно превышать 30...50 мг/кг; нитраты применяются в сырах согласно ТИ, но не более 300 мг/л обрабатываемого молока.

Сернистая кислота, её соли и сернистый ангидрид давно и широко применяются в виноделии, производстве соков, для сохранения фруктовых полуфабрикатов промышленной переработки (перед использованием полуфабриката консервант удаляют нагреванием или вакуумированием). Действие сернистой кислоты, в основном, бактериостатическое. Кроме того, она обладает антиокислительными свойствами и замед-

ляет реакции ферментативного и неферментативного побурения. Добавление сернистого ангидрида во время и после приготовления вина приводит к связыванию ацетальдегида, стабилизации окраски, микробиологической устойчивости. В соответствии со своим спектром действия диоксид серы, прежде всего, предотвращает болезни вина: уксуснокислое, молочнокислое скисание, маннитное брожение, мышинный привкус и ожирение вина. Согласно «Санитарным правилам по применению пищевых добавок» №1923–78, предельно допустимые концентрации (ПДК) сернистого ангидрида в соках и винах, как правило, не более 150..400 мг/л; во фруктовых продуктах, подлежащих дальнейшей переработке, — до 3 г/кг.

Низин — это природный антибиотик, продуцируемый молочнокислыми бактериями вида *Streptococcus lactis*. Он предохраняет продукты от грамположительных термоустойчивых бактерий и их спор. Он неэффективен против дрожжей, плесеней и грамотрицательных бактерий. В РФ низин разрешён для применения в производстве плавленых и других сыров (200..600 г/т), молочных продуктов (50..150 г/т), овощных и фруктовых консервов (100..200 г/т).

Консерванты на основе *сорбиновой* и *бензойной* кислот — собственно сорбиновая и бензойная кислоты, сорбат калия, сорбат кальция, бензоат натрия — могут применяться в производстве маргаринов, майонезов, соусов и салатных заправок, безалкогольных напитков, при консервировании фруктов и овощей. Благодаря отсутствию влияния на вкус и проявлению консервирующего действия в слабокислой среде (при $\text{pH} < 6,5$), сорбиновая кислота и её соли применяются также для увеличения сохранности вин, кондитерских, хлебобулочных изделий, сыров, а также в приготовлении противогрибковых упаковочных материалов. Например, добавка в масляный крем 0,2% сорбиновой кислоты позволяет увеличить срок хранения кремовых тортов и пирожных при температуре 2..8°C с 36 до 120 часов (ОСТ 10–060–95 «Торты и пирожные»); обработка поверхностей батонов полукопчёных колбас концентрированным раствором сорбата калия увеличивает срок хранения без плесневения в 4 раза; маргарин, содержащий сорбиновую кислоту, хранится при 6..8°C

не менее 2 мес вместо обычных 20 дней (ГОСТ 240–85 «Маргарин»); безалкогольный напиток с добавкой сорбата калия хранится до 180 сут.

Антимикробное действие консервантов на основе бензойной кислоты направлено, в основном, против дрожжей и плесневых грибов, включая афлатоксинообразующие, но самым активным в отношении этих микроорганизмов консервантом является сорбиновая кислота и её соли. Поскольку сорбиновая кислота очень активна в отношении дрожжей, в тесто для хлебобулочных изделий добавляют её специальную форму ПАНОСОРБ®, не угнетающую дрожжи до термообработки. Существует специальная форма сорбата калия ВИНОСОРБ®, позволяющая избежать нежелательных технологических эффектов при консервировании вин.

Рекомендуемые ориентировочные дозы внесения сорбиновой, бензойной кислот, сорбата калия и бензоата натрия приведены в табл. 16 и 17. Применительно к конкретной рецептуре и конкретному производству эти дозировки могут быть уточнены.

При разработке конкретной рецептуры внесения консерванта в продукт необходимо учитывать следующее:

- кислотность среды влияет на эффективность консервантов
 - чем более кислую реакцию имеет продукт, тем меньше в него требуется добавлять консерванта;
- как правило, продукты пониженной калорийности имеют высокое содержание воды и легко подвергаются порче, поэтому количество добавляемого к ним консерванта должно быть на 30...40% больше, чем рекомендуется для обычных продуктов;
- добавка спирта, большого количества сахара и/или другого вещества, проявляющего консервирующие свойства, снижает требуемое количество консерванта;
- консерванты, за исключением сернистого ангидрида и углекислого газа, — термостойкие соединения;
- консерванты на основе сорбиновой и бензойной кислот не подвержены воздействию высоких температур, обычно используемых в пищевых технологиях. Тем не менее, если технологический процесс включает длительное кипячение

Таблица 16. Ориентировочные дозы внесения в пищевые продукты взаимозаменяемых консервантов на основе сорбиновой кислоты

Продукт	Количество консерванта, г/100 кг продукта	
	сорбиновая кислота	сорбат калия
Маргарины ¹⁾	30—60	30
Маргарины	—	60—120
Майонезы, кетчупы, соусы	—	100—200
Меланж	40	60
Консервированные овощи	100—200 ²⁾	120—240 ²⁾
Томатное пюре, 12%	—	50—100
Джемы, варенья, повидло и т. п., фруктовые начинки для выпечки	50—100	65—100
Фруктово-ягодное пюре	50—60	65—80
Фруктовые начинки для йогуртов и других молочных продуктов	—	100—150
Фруктовые соки-полуфабрикаты	50—60	65—80
Концентраты фруктовых соков	—	100—200
Изделия кондитерские пастильные, мармелад	40—60	50—70
Безалкогольные и слабоалкогольные напитки	—	17,7—50,0
Сыры	60—100	—
Сметана	100—200	120—240
Творог	60—85	70—100
Сахарные кондитерские изделия	80—150	150—200
Мучные кондитерские изделия	100—200	130—260
Полуфабрикаты кондитерского производства (тесто)	200—300	260—400
Масляный крем	200	260
Хлеб и хлебобулочные изделия	150—200 ³⁾	—

¹⁾ Совместное использование сорбиновой кислоты и сорбата калия.

²⁾ На 100 л рассола.

³⁾ На 100 кг муки (используется ПАНОСОРБ).

Таблица 17. Ориентировочные дозы внесения в пищевые продукты взаимозаменяемых консервантов на основе бензойной кислоты

Продукт	Количество консерванта, г/100 кг продукта	
	бензойная кислота	бензоат натрия
Маргарины ¹⁾	50	60
Маргарины	—	100—120
Майонезы, кетчупы, соусы	—	160
Меланж	60	70
Рыбопродукты	100	120
Консервированные овощи	100—200 ²⁾	120—240 ²⁾
Фруктовые полуфабрикаты	100—200	120—240
Изделия кондитерские пастильные, мармелад	40—60	50—70
Безалкогольные и слабоалкогольные напитки	—	17,7—50,0

¹⁾ Совместное использование бензойной кислоты и бензоата натрия.

²⁾ На 100 л рассола.

продукта в открытой ёмкости, необходимо увеличить их дозировку, так как они могут частично улетучиваться с паром;

- двуокись серы, используемая в производстве ряда продуктов (вино, фруктовые соки и пюре), не может быть полностью заменена другими консервантами, так как двуокись серы выполняет функции не только консерванта, но и антиокислителя;
- нитриты и нитраты, применяемые в производстве мясопродуктов, не могут быть полностью заменены другими консервантами, так как выполняют в мясопродуктах ещё и функцию цветообразования.

Пищевые продукты очень разнообразны по своему составу и способу производства. Даже один и тот же продукт, произведённый по одной и той же технологии на разных предприятиях, не получается совершенно одинаковым. Поэтому в условиях конкретного производства рекомендуется

проведение предварительных испытаний, которые позволят уточнить перечень подходящих консервантов и их концентрацию, а также проверить их совместимость с компонентами конкретного продукта.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ КОНСЕРВАНТА

Для получения нужного эффекта при консервировании следует использовать тот или иной консервант в соответствующей дозировке или несколько консервантов разного спектра действия. Например, эффективно сочетание низина и сорбата калия при консервировании овощей; сорбата калия и бензоата натрия (1:1) для увеличения срока годности майонезов, кетчупов и безалкогольных напитков. Выбор консервантов и их дозировок зависит от степени бактериальной загрязнённости, условий хранения, физико-химических свойств продукта, технологии его получения и желаемого срока годности.

Стадия внесения консерванта в продукт определяется технологией его производства. Оптимальным считается момент внесения сразу после пастеризации или стерилизации, когда в результате термообработки снижается уровень обсеменённости микроорганизмами, а добавка консерванта

позволяет сохранять его достаточно долго.

Антимикробная активность кислот и их солей одинакова. При условии равномерного распределения консерванта в продукте сорбат калия и сорбиновая кислота, а также бензоат натрия и бензойная кислота — взаимозаменяемы.

Применение консервантов может быть эффективно только при их равномерном распределении в продукте, которое легче всего достигается растворением консерванта. Поскольку в воде лучше растворимы соли (см. табл. 18), они реко-

Таблица 18. Растворимость некоторых консервантов в воде

Консервант	Растворимость при 20 °С, г в 100 мл
Сорбиновая кислота	0,16
Сорбат калия	138,00
Бензойная кислота	0,34
Бензоат натрия	63,00
Нитрат натрия	88,00
Нитрат калия	37,00
Нитрит натрия	82,90

мендуются для консервирования продуктов с высоким содержанием воды. Пищевые эмульсии с высоким содержанием жира также рекомендуется консервировать солями или смесями кислоты и соли, поскольку водная фаза маргарина или майонеза в значительно большей степени подвержена микробиологической порче, чем жировая*. При этом соли используют, как правило, в виде водных растворов, а кислоты — в виде порошков. Водная фаза реальных пищевых продуктов почти всегда содержит поваренную соль, сахар или другое вкусовое вещество. Растворимость консервантов при этом изменяется. В табл. 19 приведены данные об изменении растворимости сорбиновой кислоты и сорбата калия в зависимости от добавок соли, сахара, спирта и пищевых кислот.

Таблица 19. Растворимость сорбиновой кислоты и сорбата калия в различных водных растворах

Вкусовое вещество	Концентрация водного раствора, %	Растворимость, г/100 мл	
		сорбиновой кислоты	сорбата калия
Поваренная соль	5	0,16	90
	10	0,07	45
	15	0,04	—
Сахар	10	0,14	132
	50	0,10	55
Этиловый спирт	5	0,16	130
	20	0,30	120
	50	5,00	80
	96	14,50	2
Уксусная кислота	5	0,10	—
	25	0,22	—
	99,8	12,30	—
Лимонная кислота	5	0,16	—
	25	0,20	—

* Растворимость в жирах сорбиновой кислоты составляет 6...8 г/л, сорбата калия — 0,1 г/л.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

На практике чаще всего используют водные растворы сорбата калия, бензоата натрия или их смесей (обычно в соотношении 1 : 1) с концентрацией от 5 до 25%. Растворы сорбата можно готовить более высокой концентрации (до 40%). Для приготовления раствора нужное количество консерванта растворяют приблизительно в половине требуемого объёма питьевой воды, нагретой до 50...80°C. После полного растворения соли в полученный раствор добавляют оставшуюся воду и тщательно перемешивают. Рекомендуется отфильтровать раствор через слой хлопчатобумажной ткани (бязи). Необходимые количества консервантов и воды для приготовления растворов приведены в табл. 20.

Если консервант растворён в жёсткой воде, то раствор может быть слегка мутным, но это не влияет на его консервирующее действие. К растворам не следует добавлять ли-

Таблица 20. Количества консервантов и воды, необходимые для приготовления растворов разных концентраций

Консервант	Требуемая концентрация раствора, %	Количество на 10 л раствора			Содержание в 1 л раствора, г	
		сорбата калия, кг	бензоата натрия, кг	воды, л	сорбата калия	бензоата натрия
Сорбат калия	5	0,51	—	9,65	51	—
	10	1,03	—	9,30	103	—
	20	2,13	—	8,53	213	—
	30	3,30	—	7,79	330	—
	40	4,51	—	6,76	451	—
Бензоат натрия	5	—	0,51	9,81	—	51
	10	—	1,06	9,53	—	106
	20	—	2,19	8,75	—	219
	25	—	2,78	8,33	—	278
Смесь бензоата натрия и сорбата калия	5	0,26	0,26	9,73	25,4	25,4
	10	0,52	0,52	9,41	52,0	52,0
	20	1,08	1,08	8,61	108,0	108,0

монную и другие кислоты, т. к. это может привести к выпадению осадка малорастворимых в воде сорбиновой или бензойной кислот.

Растворы консервантов имеют ограниченный срок хранения. В идеале они должны быть свежеприготовленными. Рекомендуется готовить их не реже одного раза в смену. Ёмкость, в которой хранится раствор, должна быть снабжена этикеткой. На этикетке указывают наименование вещества, его концентрацию и время приготовления раствора.

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ХРАНЕНИЕ

Учёные-гигиенисты считают наиболее важным потенциальным источником вреда в пищевых продуктах их микробное заражение. Опасны как сами микроорганизмы, так и продуцируемые ими токсины. Накапливаясь в организме человека,

Таблица 21. Допустимое суточное поступление консервантов (JECFA)

Консервант	ДСП, мг/кг веса тела
Сорбиновая кислота и сорбаты калия и кальция (в пересчёте на сорбиновую кислоту)	25,0 ¹⁾
Бензойная кислота и бензоат натрия (в пересчёте на бензойную кислоту)	5,0 ¹⁾
Метилловый, этиловый, пропиловый эфиры <i>n</i> -оксибензойной кислоты (как сумма эфиров)	10,0
Муравьиная кислота	3,0 ¹⁾
Сернистый ангидрид и сульфиты натрия и калия (в пересчёте на сернистый ангидрид)	0,7
Нитраты натрия и калия (в пересчёте на нитрат-ион)	3,7 ¹⁾
Нитриты натрия и калия (в пересчёте на нитрит-ион)	0,06 ¹⁾
о-Фенилфенол и о-фенилфенолят натрия	0,2
Дифенил	0,05

¹⁾ Нормы даны без учёта природного содержания соответствующих веществ в продуктах.

они могут вызывать тяжёлые пищевые отравления, в том числе с летальным исходом (ботулизм, сальмонеллёз, стафилококковая интоксикация и др.), и тяжёлые заболевания, затрагивающие самые разные органы и системы. Поэтому, с точки зрения предотвращения таких заболеваний рационально применение консервантов, прошедших токсикологическую проверку; в таком случае риск отравления уменьшается.

Значения допустимого суточного поступления консервантов приведены в табл. 21.

Срок годности сухих консервантов, в соответствии с требованиями Госсанэпиднадзора РФ, от одного до пяти лет.

Консерванты должны храниться в сухом месте и быть защищены от света и длительного воздействия тепла. Защита от влаги особенно важна для порошков сорбата калия, бензоата натрия, низина и других растворимых в воде консервантов. Ёмкости, в которых хранят консервант, обязательно следует плотно закрывать после отбора каждой порции.

3.2. АНТИОКСИДАНТЫ И ЗАЩИТНЫЕ ГАЗЫ

Антиоксиданты (антиоксиданты) защищают жиры и жиродержащие продукты от прогоркания, предохраняют фрукты, овощи и продукты их переработки от потемнения, замедляют ферментативное окисление вина, пива и безалкогольных напитков. Хранение продуктов питания в атмосфере защитных газов (вместо воздуха) предохраняет их не только от окисления и ферментативного побурения, но и от микробиологической порчи. В результате сроки хранения этих продуктов увеличиваются в несколько раз.

Антиоксиданты и защитная атмосфера не могут компенсировать низкое качество сырья, грубое нарушение правил промышленной санитарии и технологических режимов. Если концентрация пероксидов или свободных кислот в продукте выше нормы, а тем более если изменились запах, вкус или цвет продукта, то антиоксиданты и упаковка в инертной атмосфере уже бесполезны.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Пищевые продукты в процессе получения, переработки и хранения подвергаются окислению кислородом воздуха. При этом в них накапливаются токсичные вещества, снижается их биологическая ценность и ухудшаются органолептические свойства. Склонность пищевых продуктов к окислению приводит к уменьшению сроков их хранения.

В качестве критериев степени окисленности пищевых продуктов используют два показателя — перекисное и кислотное числа. Первичными продуктами окисления являются перекиси, которые затем превращаются во вторичные продукты — альдегиды, кетоны, кислоты. Содержание первичных продуктов окисления выражают перекисным числом (ПЧ), которое определяют иодометрически (ГОСТ 26593–85) и измеряют в миллимолях кислорода на 1 кг продукта. Показателем содержания вторичных продуктов окисления служит кислотное число (КЧ). Его значение определяют алкалиметрически (ГОСТ 5476–80) и измеряют в миллиграммах КОН на 1 г продукта. В процессе окисления первым из этих двух показателей меняется ПЧ. Например, при хранении растительного масла КЧ может долго оставаться постоянным или меняться незначительно, а ПЧ за это время возрастает в десятки раз:

<i>Масло</i>	<i>ПЧ, ммоль O₂/кг</i>	<i>КЧ, мг КОН/г</i>
Свежеприготовленное	1,63	0,21
После 5 месяцев хранения	22,30	0,40

Поэтому выбраковку продукта надёжнее проводить по перекисному числу. Например, ГОСТ 1129–93 «Масло подсолнечное. Технические условия» требует обязательного определения перекисного числа, и выбраковка продукта по этому ГОСТ производится уже при значении ПЧ > 10 ммоль O₂/кг.

Окислению способствуют повышенная температура, свободный доступ кислорода и присутствие ионов металлов переменной валентности. Следовательно, для предотвращения окислительной порчи необходимо исключить воздействие на продукт перечисленных факторов. Эффективным способом защиты продуктов от кислорода является использование тех-

нологии их хранения в газонепроницаемой упаковке в атмосфере инертных газов вместо воздуха. Эта технология называется «упаковкой с регулируемой атмосферой». В качестве защитных газов чаще всего используют диоксид углерода (Е 290), азот (Е 941) и их смеси с кислородом. Для связывания ионов металлов переменной валентности используют комплексообразователи: лимонную, винную кислоты, этилендиаминтетрауксусную кислоту, цитраты и т.п. Но для многих пищевых продуктов, особенно содержащих высокоактивные полиненасыщенные соединения, существенно замедлить окисление можно только с помощью антиокислителей.

Известными природными антиокислителями являются следующие витамины: аскорбиновая кислота (Е 300, витамин С), встречающаяся во многих растениях, и смеси токоферолов (Е 306, витамин Е), которыми богаты рыбий жир и некоторые растительные масла. Несмотря на высокую антиокислительную активность, природные экстракты этих веществ гораздо чаще используются в качестве витаминов. Антиокислителями служат те же вещества и их производные, полученные синтетически: аскорбиновую кислоту получают из глюкозы; аскорбат натрия (Е 301), аскорбат калия (Е 302), аскорбилпальмитат (Е 304i) и аскорбилстеарат (Е 304ii) — из аскорбиновой кислоты. Причём производные аскорбиновой кислоты частично сохраняют С-витаминную активность. Токоферолы (Е 307...Е 309) также получают синтетически, но они полностью идентичны соответствующим природным соединениям и тоже обладают Е-витаминной активностью. Из природных источников (древесины сибирской лиственницы) получают антиоксидант дигидрокверцетин, обладающий Р-витаминной активностью. В последнее время в качестве антиокислителей стали успешно применяться розмариновое и шалфейное эфирные масла.

Наибольшее распространение среди пищевых искусственных антиокислителей получили производные фенолов: бутил(гидр)оксианизол (БОА, Е 320), бутил(гидр)окситолуол (БОТ, «ионол», Е 321), а также изоаскорбиновая (эриторбовая) кислота (Е 315) и изоаскорбат натрия (Е 316), третбутилгидрохинон (Е 319) и эфиры галловой кислоты (Е 310...Е 313).

Этих соединений в природе не обнаружено. Побочного витаминизирующего действия они не оказывают, но их существенным достоинством является высокая стабильность и, как следствие, значительное увеличение срока хранения пищевых продуктов.

Антиокислители замедляют процесс окисления путём взаимодействия с кислородом воздуха (не допуская его реакции с продуктом), прерывая реакцию окисления (дезактивируя активные радикалы) или разрушая уже образовавшиеся перекиси. При этом расходуются сами антиоксиданты. Можно было бы ожидать, что любое повышение содержания антиокислителя приводит к увеличению времени защиты продукта, но это не так. На практике для большинства антиоксидантов существует предельная концентрация, выше которой срок хранения продукта уже не увеличивается. Как правило, она составляет 0,02%, что соответствует гигиеническим требованиям к допустимому содержанию антиокислителей в продуктах питания.

ПРИМЕНЕНИЕ АНТИОКИСЛИТЕЛЕЙ И ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ

Универсального антиокислителя не существует. Эффективность применения антиоксиданта зависит от свойств конкретного продукта и самого антиоксиданта (табл. 22).

Применение индивидуальных антиокислителей не позволяет полностью предохранить пищевые продукты от окислительной порчи. Поэтому целесообразнее использо-

Таблица 22. Относительные сроки сохранности жиров в зависимости от вида антиокислителя

Антиокислитель	Жировая фаза сливочного масла	Растительное масло	Орехи
Без добавления антиокислителя	1,00	1,00	1,00
Пропилгаллат	9,73	—	—
Третбутилгидрохинон	6,75	4,11	1,96
Бутилоксианизол	4,66	1,02	3,75
Бутилокситолуол	—	1,34	—
Токоферолы	3,23	—	—

вать несколько антиоксидантов одновременно. При этом возникает явление синергизма. Синергизм заключается во взаимном усилении антиоксидантной способности при смешении нескольких (обычно двух) антиоксидантов. Например, введение 0,02% БОА или 0,02% БОТ в свиной жир увеличивает срок его хранения в 2 раза. Введение того же количества их смеси в соотношении 1:1 (0,01% БОА + 0,01% БОТ) увеличивает срок хранения этого жира в 4 раза. Дозировки антиоксидантов, рекомендуемые для замедления окисления пищевых продуктов, приведены в табл. 23.

Усиления антиоксидантного действия можно также добиться, используя антиоксиданты или их смеси в комбинации с веществами, которые сами или не обладают антиоксидантным действием, или являются слабыми антиоксидантами. К таким веществам (их называют синергистами) относятся некоторые многоосновные органические оксикислоты (лимонная, виннокаменная), амины, отдельные неорганические кислоты (например, фосфорная) и их кислые эфиры, ряд аминокислот, полифосфаты и другие соединения. Кислоты являются донорами водорода, необходимого для регенерации антиоксидантов, а действие комплексообразователей основано на связывании (переводе в неактивную форму) ионов металлов, катализирующих окисление. В последнем случае трудно провести чёткую границу между антиоксидантами и синергистами.

Синергические смеси можно готовить непосредственно на пищевом предприятии. При этом, однако, сложно добиться оптимального с технологической и экономической точки зрения состава смеси. Поэтому в настоящее время во всём мире производители пищевых продуктов предпочитают пользоваться готовыми смесями, полученными в промышленных условиях. Для удобства пользования и с целью prolongации собственного срока хранения они часто выпускаются в форме растворов в растительных маслах или пищевом пропиленгликоле.

Процесс окисления является самоускоряющимся. Поэтому, чем раньше к продукту добавлен антиоксидант, тем большего эффекта можно от него ожидать. Наоборот, если

скорость окисления уже достигла своего порогового значения, добавлять антиоксидант бесполезно.

Необходимым условием эффективного применения антиоксидантов является обеспечение их полного растворения или

Таблица 23. Рекомендуемые дозировки антиоксидантов (кг/т готового про-

Вид продукта	Продукт
Растительные и животные жиры	Животные жиры твёрдые (свиной, говяжий и т. п.)
	Маргарин, жиры и масла для жарки
	Растительные масла
	Растительные масла нерафинированные
Мясные и колбасные изделия	Полукопчёные и копчёные колбасы
	Варёные колбасы
	Бекон, солонина, окорока
	Мясо сушёное
Рыбные продукты	Свежемороженая, копчёная, сушёная и вяленая рыба ⁴⁾
	Рыбий жир
	Рыбные консервы
Напитки и фрукты	Бутылочное вино
	Пиво
	Безалкогольные напитки и соки
	Свежезамороженные ягоды, фрукты
	Консервированные фрукты
Кондитерские изделия	Сохранение аромата шок. изделий ⁶⁾
	Жевательная резинка
	Смеси для выпечки кексов, тортов и т. п.
Пищевые концентраты	Сушёный картофель
	Пищевые концентраты, сухие завтраки на зерновой основе
	Картофельные хлопья, крупка
	Супы и бульоны сухие
Прочее	Орехи очищенные измельчённые
	Соусы, приправы
	Биологически активные добавки

¹⁾ Если добавляется комбинация из двух или более перечисленных антиоксидантов, массовая доля каждого из них должна быть снижена по отношению к другим так, чтобы сумма долей не превышала 100%.

²⁾ Килограммов на тонну фарша.

диспергирования в продукте. Так как количество добавляемых антиоксидантов очень мало, эффективность их применения зависит от методов внесения в продукт. Антиоксиданты вводят в жир в виде концентрированного раствора в небольшой

дукта) отдельно или в смеси ¹⁾

БОА	БОТ	Эфиры галловой кислоты	Токоферолы	Третбутил-гидрохинон	Аскорбиновая кислота или изоаскорбат натрия
0,2	0,1	—	0,2	0,2	—
0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	—
—	—	0,2	0,2	0,2	—
0,1	—	—	—	—	—
0,15	0,1	—	—	—	—
—	—	—	0,2	—	0,3 ²⁾
—	—	—	—	—	2,5 ³⁾
0,2	—	0,2	—	—	—
0,5—1,0 ⁵⁾	0,5	—	—	—	5—12,5 ⁵⁾
—	—	0,2	0,2	0,2	—
0,1	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	0,12
—	—	—	—	—	0,03
—	—	—	0,1	—	0,15
—	—	—	—	—	0,5
—	—	—	—	—	1-2
1,0 ⁵⁾	—	—	—	—	—
0,4	0,4	0,4	—	—	—
0,2	—	0,2	—	—	—
0,01	0,01	—	—	—	—
0,2	—	0,2	—	—	—
0,025	0,025	—	—	—	—
0,2	—	0,2	—	—	—
0,2	—	0,2	0,2	0,2	—
0,2	—	0,2	0,2	—	0,1
0,4	0,4	0,4	—	—	—

³⁾ Килограммов на 1000 л рассола.

⁴⁾ Погружение продукта в раствор указанной концентрации.

⁵⁾ Килограммов на 1000 л воды.

⁶⁾ Опрыскивание продукта раствором антиокислителя.

части продукта. Пищевые продукты типа орехов или шоколадных изделий обрабатывают напылением разбавленного раствора антиокислителя в воде или масле, либо погружением их в концентрированный раствор антиокислителя. Иногда антиокислители вносят непосредственно в продукт, но в этом случае велика вероятность его неравномерного распределения.

Защитную атмосферу используют при бункерном хранении муки, чая, пряностей, круп, при хранении в потребительской упаковке сыров, охлаждённого свежего мяса и мясопродуктов, птицы, рыбы, овощей, фруктов, грибов, орехов, соков, безалкогольных напитков, хлебобулочных изделий (особенно нарезанного хлеба), полуфабрикатов из теста, жировых продуктов, сухих завтраков, макаронных изделий, яиц и др.

При бункерном хранении муки, чая, пряностей создают давление углекислого газа 10...30 атм в течение 30...240 мин. В этих условиях наблюдается быстрая гибель микроорганизмов. Очень высокое давление (несколько тысяч атмосфер) пригодно также для дезинсекции (уничтожения насекомых) в рисе или другом сырье. Также очень высокое давление применяется для инактивации пектинэстераз во фруктовом соке. Инертный газ в сочетании с нагреванием замедляет действие полифенолоксидаз (ответственных за ферментативные реакции, вызывающие появление бурой окраски) в омахах. Использование инертной атмосферы является щадящим способом замедления как микробиологических, так и ферментативных изменений при хранении фруктов, овощей и грибов (картофеля, инжира, груш, шампиньонов и вёшенки).

Упаковка и хранение полуфабрикатов из теста, выпечки или нарезанного хлеба в атмосфере инертного газа сегодня — общепринятый технологический приём. Его применение затрудняется высоким содержанием в выпечных изделиях воздуха или кислорода. На практике упаковку и хлеб перед вакуумированием следует «промыть» газом. Состав газовых смесей колеблется в зависимости от условий (активность воды, температура хранения, вид и количество микроорганизмов) от 100% диоксида углерода до 100% азота.

Литературные данные об оптимальных составах защитной атмосферы для хранения различных пищевых продуктов

противоречивы. Примеры газовых смесей, применяемых для некоторых продуктов, приведены в табл. 24.

Таблица 24. Примеры газовых смесей, применяемых для хранения пищевых продуктов

Продукт	Содержание, %			Продукт	Содержание, %		
	CO ₂	O ₂	N ₂		CO ₂	O ₂	N ₂
Свежее мясо	30	30	40	Рыба	40	30	30
	15...40	60...85	—		40	—	60
Солонина	20...50	0	50...80		60	—	40
Жареное мясо	75	10	15	Твёрдый сыр	0...70	—	30...100
					30	—	70
Яйца	20	—	80	Сандвичи	20...100	0...10	1...100
					—	—	100
Птица	25...30	—	70...75	Макаронные изделия	70...80	—	20...30
	60...75	5...10	20				
	100	—	—				
Свинина	20...40	—	60...80	Хлебобулочные изделия	20...70	—	80...20
	20	80	—		—	—	100
	—	—	100				

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРОВ АНТИОКСИДАНТОВ

При использовании кристаллического антиоксиданта растворение проводят в три этапа. Сначала часть жира (примерно 1...2 кг), предназначенного для обработки антиоксидантом, помещают в десятилитровый бак из нержавеющей стали или белой жести, либо в эмалированный. Нужно количество антиоксиданта отвешивают с погрешностью не более 2% и добавляют к жиру, подогретому до температуры не ниже 70°C. Антиоксидант растворяют в жире при тщательном перемешивании (достаточно интенсивном, но исключающем попадание в продукт воздуха) до полного исчезновения кристаллов антиоксиданта.

На втором этапе к полученному раствору добавляют, тщательно перемешивая, ещё 3...5 кг жира с температурой 70°C. Наконец, раствор, полученный на втором этапе, вливают тонкой струйкой в ёмкость с обрабатываемым жиром, имеющим температуру не ниже 70°C. При этом жир тщательно перемешивают деревянным веслом. Бак, в котором готовили раствор, ополаскивают обрабатываемым жиром. После добавления антиокислителя жир перемешивают в течение 5...10 минут, затем охлаждают и сливают в тару или накопительные ёмкости.

При использовании товарных форм антиоксидантов в виде масляных растворов первый этап растворения исключается.

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ХРАНЕНИЕ

Окисление, которому подвергаются пищевые продукты в процессе получения, переработки и хранения, приводит к накоплению в них перекисных соединений. Перекиси, попадая вместе с пищей в организм человека, ускоряют протекание в нём процессов окисления, то есть развитие болезней «оксидативного стресса» (сердечно-сосудистых, бронхо-лёгочных, онкологических). Кроме того, перекиси постепенно превращаются во вторичные продукты окисления: альдегиды, кетоны, кислоты, являющиеся высокотоксичными веществами, способными вызывать тяжёлые интоксикации. Таким образом, предотвращение и замедление процессов окисления в продуктах питания исключительно важно с медицинской точки зрения. Разумное применение разрешённых органами здравоохранения пищевых антиокислителей, а тем более хранение продуктов в атмосфере инертного газа, служит сохранению здоровья человека.

Токсикологическими исследованиями Комитета по пищевым добавкам ФАО/ВОЗ установлено допустимое суточное поступление антиокислителей в организм человека (табл. 25).

Срок годности антиокислителей (порошков и масляных растворов), в соответствии с требованиями Госсанэпиднадзора РФ, — от шести месяцев до одного года.

Таблица 25. Допустимое суточное поступление антиоксидантов (JECFA)

Антиоксидант	ДСП, мг/кг веса тела
Бутилоксианизол	0,5
Бутилокситолуол	0,3
Третбутилгидрохинон	0,2
Пропилгаллат	1,4
Октилгаллат	0,1
Додецилгаллат	0,05
Аскорбиновая, изоаскорбиновая кислоты и их натриевые соли ¹⁾	Без ограничений
Аскорбилпальмитат, аскорбилстеарат	1,25
Токоферолы ¹⁾	2
Тиодипропионовая кислота и ее дилауриловый эфир	3
Лимонная кислота	Без ограничений

¹⁾ Нормы даны без учёта природного содержания соответствующих веществ в продуктах

Антиоксиданты хранят в сухих, прохладных, защищённых от света помещениях в герметично закрытых ёмкостях.

3.3. УПЛОТНИТЕЛИ

Уплотнители (отвердители) растительных тканей — это вещества, улучшающие структуру и внешний вид перерабатываемых пищевых продуктов, в основном фруктов и овощей, за счёт уплотнения их тканей. Благодаря действию уплотнителей растительные ткани приобретают устойчивость к термической обработке (бланшировке, пастеризации, стерилизации, сушке нагреванием, сушке вымораживанием и глубокой заморозке), что особенно важно в производстве консервированных продуктов. Кроме того, уплотнители помогают сохранить имеющиеся в растительном сырье витамины, минеральные соли и питательные вещества.

Фрукты и овощи содержат пектиновые вещества, образующие вокруг волокон их тканей гели, которые укрепляют структуру растительных пищевых продуктов и снижают их разрушение и размягчение при обработке. Этого, однако, недостаточно для надёжной стабилизации качества фруктов и овощей. Приходится дополнительно использовать уплотнители, которые обеспечивают необходимую защиту благодаря взаимодействию с пектинами и образованию соответствующих пектатов. С этой целью применяются соли кальция, магния и алюминия в виде ацетатов, карбонатов, хлоридов, цитратов, лактатов, малатов, фосфатов, полифосфатов, сульфитов или тарتراتов — индивидуально или в смесях (в том числе в смесях с поваренной солью).

Выбор уплотнителя зависит от его растворимости и реакционной способности. Концентрация соли должна быть достаточна для эффективного действия. При расчёте следует учитывать жёсткость воды: слишком мягкая вода способствует вымыванию питательных веществ и размягчению тканей, а слишком жёсткая — может вызывать нежелательную жёсткость и клейкость.

Обработку проводят во время термообработки (или перед ней) погружением в раствор или добавкой уплотнителя к заливке консервов.

3.4. ВЛАГОУДЕРЖИВАЮЩИЕ АГЕНТЫ

Влагоудерживающие агенты — это гигроскопичные вещества, регулирующие активность воды (a_w) в пищевых продуктах и предохраняющие их, таким образом, от высыхания и вызванных им нежелательных изменений структуры и текстуры (чаще всего, черствения).

Влагоудерживающие агенты добавляют к тем продуктам, качество которых ухудшается с потерей воды. Благодаря своей гигроскопичности, влагоудерживающий агент связывает имеющуюся в свежеприготовленном продукте воду, тем самым предотвращая или существенно замедляя её испарение в атмосферу. Вследствие этого сохраняется консистенция

исходного продукта (например, бисквита) и продлевается его свежесть. В высококонцентрированных сиропах добавка таких сахаров, как глюкоза или инвертный сахар, повышает растворимость сахарозы, благодаря чему замедляется процесс её кристаллизации; это позволяет сохранить консистенцию сахарных кондитерских изделий (обычно помадных конфет) до окончания срока годности.

Кроме того, влагоудерживающие агенты используют для связывания нежелательной воды, оставшейся в продукте после окончания производственных процессов.

Важнейшими влагоудерживающими агентами являются глицерин, сорбит, инвертный сахар и другие сахароподобные вещества. Все они в той или иной степени обладают сладким вкусом. Это не помеха, поскольку эти вещества преимущественно используются в кондитерских изделиях и выпечке. Следует, однако, учитывать их сладость при расчёте рецептур. Для связывания влаги в пищевых продуктах применяют также гидроколлоиды (например, агар, альгинаты, пектины — см. гл. 2.2).

Необходимое количество и момент внесения влагоудерживающих агентов зависят от механизма их действия, вида готового продукта и желаемого результата. Действие их можно усилить применением герметичной упаковки. Кроме того, для предотвращения потери влаги рекомендуется хранить продукты при постоянной невысокой температуре.

3.5. АНТИСЛЁЖИВАЮЩИЕ АГЕНТЫ

Антислёживающие агенты добавляются к порошкообразным и мелкокристаллическим пищевым продуктам для предотвращения слипания их частиц и сохранения сыпучести. К ним относятся:

- вещества, препятствующие слёживанию и комкованию;
- присыпки;
- вещества, уменьшающие липкость;
- высушивающие добавки;
- добавки, препятствующие затвердеванию.

Действие антислёживающих агентов основано на адсорбировании влаги или образовании тонких гидрофобных слоёв между частицами продукта. В результате, решаются проблемы, связанные с гигроскопичностью веществ (например, преждевременное протекание реакций между компонентами пекарского порошка).

Увеличивая расстояния между частицами продукта добавкой антислёживающих агентов, можно уменьшить силы когезии, а также уменьшить или предотвратить электростатическое взаимодействие разноимённо заряженных частиц. Таким образом можно воспрепятствовать склеиванию, слипанию и комкованию порошкообразных и мелкокристаллических пищевых продуктов. При хранении под собственным весом в больших ёмкостях они сохраняют сыпучесть и не создают проблем при автоматическом дозировании и фасовке поваренной соли, смесей пряностей и приправ, порошкообразных сушёных овощей и фруктов, сухих супов и соусов, сухих смесей для мороженого, сухих напитков, киселей, пекарских порошков, сахарной пудры, кондитерских изделий.

В качестве антислёживающих агентов используются инертные органические и неорганические вещества в виде тонкодисперсных порошков: силикаты, алюмосиликаты, карбонаты магния и кальция, фосфаты магния и кальция, оксид магния, диоксид кремния, ферроцианиды, целлюлоза. Почти все они нерастворимы в воде. Дозировка их, как правило, составляет 0,1...1,0%; ферроцианиды добавляют к соли в количестве 5...20 мг/кг.

3.6. ПЛЁНКООБРАЗОВАТЕЛИ

Плёнкообразователи (покрытия, глазирователи, глянецователи) — это вещества, наносимые в виде плёнки или тонкого слоя (глянца) на поверхность пищевых продуктов или являющиеся компонентами защитных покрытий.

Плёнкообразователи сохраняют свежесть пищевых продуктов, защищают их от высыхания, снижения веса, потерь витаминов и ароматических веществ, а также от нежелатель-

ного воздействия окружающей среды (окисление, микробное заражение и т.п.). Кроме того, с помощью плёнообразователей можно придавать продукту привлекательный внешний вид.

Если между покрытием и поверхностью пищевого продукта существует химическое сродство, на поверхности продукта образуется химически связанная с ним плёнка. Гибкие прозрачные водорастворимые неклеякие плёнки образуют модифицированные крахмалы, особенно ацетатные.

В качестве плёнообразователей преимущественно используются загустители и гелеобразователи, дисперсии полимеров, глицерин, моно- и диглицериды жирных кислот, натуральные и синтетические воски, парафин. Их смеси часто называют воско-жировыми составами.

Используемые количества плёнообразователей незначительны и составляют 0,1...1,0%. Для обработки поверхности цитрусовых применяют около 0,1 г на 1 кг фруктов. Нанесение осуществляют опрыскиванием, погружением или обмазыванием. Некоторые плёнообразователи перед нанесением на поверхность необходимо расплавить (например, воски).

Добавкой к плёнкообразующим составам различных веществ можно целенаправленно изменять свойства покрытий. Например, глицерин действует как умягчитель; консерванты удлиняют сроки годности покрытых плёнкой продуктов; белые пигменты (карбонат кальция) защищают от света; водоталкивающие вещества — от воды и т. д.

4. ВЕЩЕСТВА, УСКОРЯЮЩИЕ И ОБЛЕГЧАЮЩИЕ ВЕДЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ)

Технологические добавки можно разделить на три группы.

Первая включает в себя так называемые вспомогательные материалы. Они не вступают в химические реакции с продуктом и после выполнения своих технологических функций полностью удаляются из него, т.к. в готовом пищевом продукте вспомогательные материалы должны отсутствовать (их неудаляемые остатки регламентируются в составе примесей). К вспомогательным материалам относятся осветлители, осушители, катализаторы, средства для снятия кожицы с плодов, экстрагенты.

Другая группа веществ, ускоряющих и облегчающих ведение технологических процессов, остаётся в пищевом продукте вплоть до его использования. К этим веществам относят средства для капсулирования, для таблетирования, пеногасители. (Пропелленты, в зависимости от обстоятельств использования, могут относиться как к первой, так и ко второй группе, это же касается веществ, облегчающих фильтрование.)

Некоторые технологические добавки (третья группа) в процессе изготовления продукта разрушаются (например, разрыхлители или вещества, способствующие жизнедеятельности полезных микроорганизмов).

4.1. РЕГУЛЯТОРЫ КИСЛОТНОСТИ

Вещества, устанавливающие и поддерживающие в пищевом продукте определённое значение рН, называются регулято-

рами кислотности. Добавление кислот снижает рН продукта, добавка щелочей увеличивает его, а добавка буферных веществ поддерживает рН на определённом уровне.

Компоненты буферной смеси находятся в состоянии химического равновесия. Значение рН такой системы слабо меняется при концентрировании, разбавлении и введении относительно небольших количеств веществ, которые взаимодействуют с одним из компонентов буферной системы. Чаще всего компонентами пищевой буферной системы являются слабая кислота (основание) и её соль с сильным основанием (кислотой). Добавкой солей слабых кислот (например, ацетата натрия) или оснований (например, хлорида аммония) можно «нейтрализовать» сильнокислые и сильнощелочные растворы, т.е. сделать их слабокислыми и слабощелочными соответственно.

Регуляторы кислотности используются в производстве напитков, мясо- и рыбопродуктов, мармеладов, желе, твёрдой и мягкой карамели, кислых драже, жевательной резинки, жевательных конфет.

В производстве мясопродуктов, особенно сырокопчёных колбас, поддержание кислой реакции среды необходимо для оптимизации протекания процессов созревания, в частности, для предотвращения развития нежелательной микрофлоры и повышения эффективности использования нитритов (нитратов); для этих целей используют глюконо-дельта-лактон. Благодаря добавке кислот в колбасах и ветчинных изделиях происходит ускорение превращения миоглобина в термостойкие нитрозомиоглобин и нитрозогемоглобин. Обычно добавляют 0,1% лимонной кислоты или 0,2...0,3% глюконо-дельта-лактона.

При переработке кишок, кислоты (обычно уксусная или молочная, в количестве 2...4%) замедляют развитие микроорганизмов и устраняют неприятный запах.

Для увеличения сохранности мяса (после убоя скота) поверхность его обрабатывают водным раствором смеси уксусной, молочной, лимонной и аскорбиновой кислот.

Обработка поверхности рыбы растворами кислот также способствует её сохранности и осветлению. Кроме того, кис-

лоты связывают триметиламин, устраняя тем самым неприятный рыбный запах. По этой причине их добавляют к панировочным смесям для жарки и запекания рыбы. Снижение pH в консервах позволяет уменьшить время и температуру стерилизации.

В производстве овощных соков для сохранения их окраски, витамина С и смягчения условий термообработки хорошо подходят фруктовые кислоты. Сухие овощи бланшируют с добавкой к воде 0,5% лимонной кислоты, что также обеспечивает сохранение естественной окраски и витамина С. Добавка солей лимонной кислоты ускоряет гидратацию, за счёт чего уменьшается время варки овощей.

Буферные соли используют в пищевом производстве для того, чтобы снижать коагуляцию белков и расщепление желирующих веществ при нагревании, влиять на набухание гелей, регулировать протекание процессов желирования и инверсии сахарозы, управлять ферментативными реакциями и увеличивать выходы пищевых продуктов, улучшать их сохранность, текстуру и реологические свойства. С помощью буферных солей регулируют, облагораживают и гармонизируют вкус фруктовых десертов, желе, мороженого и кондитерских изделий.

4.2. ПЕНОГАСИТЕЛИ И АНТИВСПЕНИВАЮЩИЕ АГЕНТЫ

Антивспенивающие агенты на определённых стадиях ряда процессов производства пищевых продуктов предотвращают или снижают образование пены. Пеногасители разрушают уже образовавшуюся пену.

В результате ускоряется и облегчается ведение таких технологических процессов, как фильтрование, перекачка, дозирование и розлив жидкостей. Эти процессы важны в производстве крахмала, сахара, продуктов переработки картофеля, растворимого кофе, пекарских дрожжей, мясopодуlктов, жиров и масел, молочных продуктов, супов и соусов, консервированных овощей, сиропов, фруктовых продуктов, варенья, мармеладов и желе, жиров для жарки, при разливе в бутылки фруктовых соков и других напитков.

Антивспенивающие агенты замещают пенообразователи на границе поверхности раздела газовой и жидкой фаз и, образуя там непроницаемую поверхностную плёнку, повышают поверхностное напряжение. Они должны быть нерастворимы в жидкостях, к которым добавляются.

Пеногасители имеют тот же состав, то же химическое строение и аналогичный механизм действия, что и антивспенивающие агенты. Они тоже образуют на поверхности раздела газовой и жидкой фаз плёнку, благодаря которой разрушаются пузырьки газа. При этом снижается величина поверхности, и система переходит в термодинамически более устойчивое состояние.

Свойствами отрицательно влиять на пенообразование обладают жирные спирты, полисилоксаны, природные жиры и масла, полиглицоловые эфиры жирных кислот, полиглицоли, моно- и диглицериды, полисорбаты, сложные эфиры сорбитана и жирных кислот.

Дозировка этих добавок очень мала, обычно достаточно нескольких миллиграмм на 1 кг (в конечном продукте они практически отсутствуют).

4.3. ЭМУЛЬГИРУЮЩИЕ СОЛИ

К эмульгирующим солям относят вещества, добавка которых способствует образованию эмульсии. Но эмульгаторами являются не сами вещества, а продукты их взаимодействия с белковыми молекулами субстрата. Типичный пример — фосфаты.

В стуженном стерилизованном молоке благодаря стабилизирующему действию фосфатов снижается осаждение казеина. При стужении молока (например, выпариванием) или концентрировании его добавкой сухих продуктов нарушается имеющееся в молоке равновесие, что приводит к увеличению концентрации минеральных веществ, в том числе ионов кальция. Следствием этого является сшивание казеина кальциевыми мостиками, благодаря чему казеин осаждается, и эмульсия разрушается. Если полифосфаты «перехватят» ионы кальция, эмульсия в процессе производства не разрушится.

Непрямое эмульгирующее действие фосфатов используется в производстве плавленых сыров. Термическая обработка сыра возможна только через промежуточное образование казеинового золя. Имеющийся в исходном сыре кальциево-казеиновый гель переходит в жидкий натрий-казеиновый золь благодаря полифосфату натрия или другим фосфатам, цитратам, тартратам и лактатам.

Казеинат натрия образует вместе с тонкодиспергированным при плавлении молочным жиром и растворенными в водной фазе органическими и неорганическими веществами стойкую дисперсию (эмульсию, суспензию). При охлаждении казеинат снова переходит из состояния золя в гель, молочный жир укрепляется, и масса переходит в стабильную суспензию. Если сыр нагревать без эмульгирующих солей, он не плавится, а сморщивается, превращаясь в резиноподобную массу, и отделяет масло и воду. Если добавить при перемешивании 2...3% соли-плавителя в виде водного раствора, компоненты стекаются в гомогенное тесто.

К колбасным изделиям эмульгирующие соли добавляют для более равномерного распределения жира и стабилизации эмульсии к механическим и термическим воздействиям. Полифосфаты в качестве вспомогательных средств при измельчении продукта улучшают его нарезаемость, органолептические свойства и облегчают переработку даже мороженого мяса.

Фосфаты оказывают опосредованное влияние на пены. Они нужным образом изменяют поведение белковых мембран, повышая взбитость и стабильность пен. Кроме того, фосфаты способствуют гидратации и набуханию белков, благодаря чему протеины растворяются и диспергируются. Возможное при этом возрастание вязкости положительно влияет на взбивание.

4.4. РАЗРЫХЛИТЕЛИ

Разрыхлители — это вещества, способные выделять при определённых условиях газ (обычно — диоксид углерода), с помощью которого происходит разрыхление теста и увеличе-

ние его объёма. Их добавляют в муку или в тесто. Разрыхлители бывают биохимические (дрожжи) и химические (например, двууглекислый натрий и углекислый аммоний).

Дрожжи обладают способностью сбраживать часть сахаров теста с образованием спирта и диоксида углерода. Оптимальная температура жизнедеятельности дрожжей 26...30°C, при температуре 55°C дрожжи погибают.

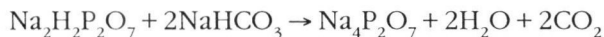
Химические разрыхлители представляют собой химические соединения, способные разлагаться с выделением газообразных веществ. Они, как правило, используются для производства мучных кондитерских изделий, т.к. высокое содержание сахара и жира действует угнетающе на дрожжи.

Следует различать индивидуальные разрыхлители и смешанные пекарские порошки. Индивидуальными разрыхлителями являются химические соединения, образующие при нагревании необходимый для разрыхления теста диоксид углерода: карбонаты и бикарбонаты натрия и калия, углеаммонийные соли. Например, при термическом разложении карбоната и бикарбоната аммония протекают следующие реакции:



Выделяющийся аммиак может придавать неприятный запах готовой выпечке, поэтому углеаммонийные соли обычно используют только при производстве мелкоштучных изделий.

Пекарские порошки состоят из трёх и более веществ, одно из которых является носителем углекислого газа, другое (одно или несколько) реагирует с первым с выделением газа, третье (разделитель) предотвращает их преждевременное взаимодействие. Под действием влаги и нагревания пекарский порошок в результате химической реакции выделяет необходимый для разрыхления теста и увеличения его удельного объёма углекислый газ, например, в результате следующей реакции между дифосфатом и бикарбонатом натрия (питьевой содой):



Носителем углекислого газа в пекарских порошках практически всегда является бикарбонат натрия. Для его разложе-

ния применяют пищевые органические кислоты, например, винную или адипиновую, глюконо-дельта-лактон или кислые соли, например винный камень, кислые орто- или пирофосфаты, а также сульфат алюминия. В пекарских порошках для домашнего хозяйства обычно используют винный камень и кислый дифосфат натрия. В качестве разделителей чаще всего используют крахмалы, муку или соли кальция: карбонат, трикальцийфосфат и сульфат. Мелкозернистый крахмал (рисовый или кукурузный) предпочтительнее крупнозернистого (пшеничный). Иногда пекарские порошки ароматизируют ванилином или этилванилином.

4.5. ВЕЩЕСТВА, ОБЛЕГЧАЮЩИЕ ФИЛЬТРОВАНИЕ

Вещества, облегчающие фильтрование (адсорбенты, флокулянты и др.), — это инертные нерастворимые вещества, повышающие эффективность фильтрования, т.е. облегчающие и улучшающие отделение твёрдых частиц от жидкостей или газов при фильтровании, ускоряющие и дающие возможность удалять нежелательные замутняющие компоненты из жидкостей (преимущественно из напитков), которые длительное время должны оставаться прозрачными. Они не изменяют химический состав фильтруемого вещества. Вспомогательные фильтрующие материалы придают фильтрующему слою необходимую прочность и регулируют размер пор. Они способны также разрыхлять осадок, образующийся на фильтре, и уменьшать забивание пор фильтра.

Вспомогательные фильтрующие материалы добавляют к фильтруемой жидкости в виде суспензии или образуют вспомогательный слой на фильтре. Чаще всего используются целлюлоза, кизельгур и перлит. Целесообразно перед их применением провести очистку от растворимых оксидов железа и/или соединений микроэлементов.

Фильтрование может иметь целью не только очистку жидкости, но и получение твёрдых веществ, например, ультрафильтрация — метод фракционирования и концентрирования белков с помощью полимерных мембран.

В производстве прозрачных натуральных соков пользуются фильтрацией и сепарацией. Для облегчения фильтрации, например пектинсодержащих фруктовых и ягодных соков, практикуют расщепление замутняющих пектинов и белков и снижение вязкости с помощью обработки ферментами. Возможные в дальнейшем белково-полифенольные помутнения предотвращают, удаляя полифенолы желатином, полиамидом или поливинилпирролидоном, а белки — бентонитом или танином.

Адсорбенты — это обычно твердые нерастворимые вещества, которые благодаря большой удельной поверхности могут селективно адсорбировать из жидкостей определённые вещества и вместе с ними выпадать в осадок.

Коагуляцией называют превращение золя (коллоидного раствора твердого вещества) в гель, сопровождающееся флокуляцией. Это превращение может быть вызвано добавкой коагулянтов (флокулянтов).

4.6. ОСВЕТЛИТЕЛИ

С помощью осветлителей удаляют мелкодисперсные и коллоидные компоненты, которые невозможно отфильтровать. Осветлители связывают мельчайшие частички мути и осаждаются вместе с ними. Принцип действия осветлителей может быть очень разным: адсорбция, коагуляция или образование с ионами металлов труднорастворимых соединений, которые выпадают в осадок и могут быть отфильтрованы от водных растворов.

Для осветления обычно используют агар, активированный уголь, каррагинан, целлюлозу, желатин, рыбий клей, древесный уголь, высушенный белок куриного яйца (10...20 г на 100 л), каолин, гексацианоферрат калия, кизельгур (300...400 г/100 л), фитиновую кислоту, поливинилполипирролидон, танин и другие вещества. Фруктовые соки, особенно яблочный, можно осветлять с помощью пектата натрия. В особых случаях для осветления вин применяют жидкий рыбий клей. Фурцеллеран облегчает осаждение белков в пиве.

Для эффективного использования осветлителей рекомендуется предварительно уточнить их дозировку в лабораторных условиях.

Осветлители полностью удаляются фильтрацией или седиментацией из напитка, поэтому в готовом продукте они отсутствуют.

4.7. ЭКСТРАГЕНТЫ

Экстрагенты — это жидкости или сжиженные газы, способные экстрагировать из растительного или животного сырья определённые его компоненты. При этом экстрагент и экстрагируемое вещество не вступают в химическое взаимодействие. По окончании процесса экстрагирования экстрагент обычно удаляют перегонкой.

Экстракция применяется в пищевой промышленности для выделения нужных веществ при получении сахара из сахарной свёклы, сока солодки, выделении жиров из жиросодержащего сырья, получении ароматических веществ и эфирных масел из растительного и животного сырья, получении экстрактов пряностей (олеорезинов), экстрактов хмеля, натуральных красителей, или для удаления нежелательных компонентов (спирта из напитков, никотина из табака, кофеина из кофе и чая).

Различают три вида экстракции: жидкостью из твёрдого вещества, жидкостью из жидкости и сжиженным газом из твёрдого вещества. Последний вид экстракции протекает под высоким давлением, достаточным для сжижения используемого газа. По окончании процесса экстрагирования давление снижают до атмосферного, газ полностью улетучивается и отпадает необходимость его дополнительного удаления. В качестве жидких экстрагентов чаще всего применяют воду, пищевые растительные масла, этиловый спирт и другие алифатические спирты, гексан и другие углеводороды, в том числе хлорированные. Сжиженные газы — это обычно диоксид углерода, азот или пропан.

Экстракцию проводят в экстракторах различной конструкции непрерывного или периодического действия. Напри-

мер, перфораторы применяют для экстрагирования жидкости жидкостью, а перколяторы — для экстрагирования из измельчённых твёрдых веществ.

4.8. НОСИТЕЛИ, РАСТВОРИТЕЛИ, РАЗБАВИТЕЛИ

Рецептурные компоненты часто необходимо перед использованием разбавлять или растворять: для удобства дозирования малых количеств и равномерного распределения в продукте (ароматизаторы, красители, антиокислители), для защиты от нежелательных воздействий (витамины), для стандартизации свойств (агары) и т.п. Часто возникает также необходимость использования носителей для предотвращения пыления (гранулирование, капсулирование), увлажнения. Пеккарские порошки и ферментные препараты требуют присутствия разделителей для предотвращения преждевременного действия.

Вещества, делающие более легким, безопасным и эффективным процесс внесения рецептурных компонентов в продукт, а также защищающие и стабилизирующие эти компоненты, называются носителями, растворителями или разбавителями (средства для разбавления). Сами носители, растворители и разбавители не выполняют никаких технологических функций в продукте.

4.9. СРЕДСТВА ДЛЯ КАПСУЛИРОВАНИЯ

Средства для капсулирования — это вещества, способные образовывать защитный обволакивающий слой в форме капсул или микрокапсул на поверхности пищевых компонентов, благодаря чему увеличивается срок годности последних. Они защищают жиры, витамины, ферменты, ароматизаторы от атмосферных воздействий (света, УФ-излучения, влаги, окисления, высыхания), предотвращают реакции между отдельными компонентами пищевого продукта, а также позволяют переводить водорастворимые вещества в маслораспределительные

мую форму и наоборот. Получение и использование капсул пришло в пищевую промышленность из фармацевтики.

Капсулированию можно подвергать твёрдые, жидкие и газообразные вещества. Капсулированные жидкости можно перерабатывать как порошки.

Существует много способов микрокапсулирования: распыление, расплавление, экструзия, коацервация, разделение фаз и полимеризация на поверхности.

Обычно в качестве средств для капсулирования используют различные крахмалы и желатин. Крахмальные капсулы наполняют порошкообразными веществами. Капсулы получают из чистого пшеничного крахмала или из его смесей с пшеничной или рисовой мукой, либо кукурузным крахмалом.

Следует различать жёсткие и мягкие желатиновые капсулы. Первые наполняют преимущественно порошкообразными веществами, вторые — жидкостями и эмульсиями (например, эфирными маслами или рыбьим жиром). Для водных растворов желатиновые капсулы непригодны.

Материал стенок желатиновых капсул состоит из желатина и пластификатора. По стандартной рецептуре на 100 частей желатина приходится до 50 частей глицерина в качестве пластификатора. Соотношение желатина и глицерина меняется в зависимости от жёсткости капсул (мягкие капсулы получают без глицерина). Если глицерин заменить сорбитом, то снижается влияние атмосферной влаги на капсулы. То же происходит при использовании смеси гуммиарабика с сахаром.

Желатиновые капсулы можно получать методом погружения или прессования. В первом случае кусочки жира при определённой (повышенной) температуре погружают в желатиновый раствор или расплав. Они выходят из раствора (расплава), окружённые желатиновой оболочкой. Охлаждаясь на воздухе, оболочка застывает, принимая нужную форму. Метод прессования заключается в том, что капсулы получают под давлением из желатиновых плёнок. Желатиновые плёнки получают, разливая желатиновый раствор тонким слоем и высушивая его.

Микрокапсулы являются результатом капсулирования капелек или тонкодисперсных частиц твёрдой фазы. Их диа-

метр, как правило, составляет несколько микрометров. Материалом стенок микрокапсул могут быть желатин, казеин, гуммиарабик, пектин, КМЦ, жиры и полимеры. В качестве средств для капсулирования часто применяются также смеси эмульгаторов и гидроколлоидов, а в качестве пластификаторов — глицерин, сорбит, камеди и сахара.

4.10. СРЕДСТВА ДЛЯ ТАБЛЕТИРОВАНИЯ

Средства для таблетирования — это вещества, облегчающие изготовление таблеток и целенаправленно влияющие на их свойства. Таблетки получают на специальных прессах из основы с добавками средств для таблетирования в мелкокристаллической, порошкообразной или гранулированной форме. Существуют таблетки в оболочке и без оболочки, разновидностью первых является драже. В пищевой промышленности различают рассасываемые, жевательные и шипучие таблетки.

К средствам для таблетирования относятся наполнители, разделители, влагоудерживающие агенты, адсорбенты, ускорители и ингибиторы растворения, стабилизаторы, красители и вкусоароматические вещества. Средства для таблетирования часто выполняют одновременно несколько технологических функций.

Наполнители позволяют регулировать массу и объём таблеток. Используемые для этого различные типы крахмала (картофельный, кукурузный, пшеничный) одновременно могут выполнять функции связующего, влагоудерживающего агента и смазки. В качестве наполнителей обычно используют амилозу, микрокристаллическую целлюлозу, дикальций-фосфат, лактозу, оксид магния, маннит, полигликоли, сахара и сахарозаменители. Для рассасываемых таблеток наполнителями служат, преимущественно, сахароза, сорбит, маннит, виноградный сахар или водорастворимые этиленгликоли.

Разделители (антиадгезионные или антисклеивающие средства) предотвращают склеивание таблеток с матрицей и улучшают скольжение масс наполнителя в матрице таблетировающей машины, поэтому их ещё называют смазками. Смаз-

ки облегчают выемку таблеток из матрицы, побочное их действие заключается в облегчении заполнения матрицы и, следовательно, в поддержании постоянного веса таблеток. В качестве смазок применяют ПАВ, порошкообразную целлюлозу, парафин, цетиловый спирт, стеариновую кислоту, стеараты, тальк и полиэтиленгликоли. Для водорастворимых таблеток подходят полиэтиленгликольмоностеарат, полиэтиленгликольмонопальмитат и стеарат сахарозы в количестве до 5%.

Ускорители растворения (разрывные агенты) должны вызывать быстрое разрушение таблеток в воде или другой жидкости. Это гидрофильные вещества, способные быстро и сильно набухать. К ним относятся специальные модифицированные крахмалы, порошкообразная целлюлоза, микрокристаллическая целлюлоза в количестве до 10%, метил- и этилцеллюлоза, кроскаррамеллоза, альгиновая кислота, нерастворимый альгинат кальция. Хуже подходят пектин, трагакант, агар и альгинат натрия. Они хоть и сильно набухают, но способны желировать. Вещества, способные выделять газ — кислород или диоксид углерода, — например, перекись магния или смеси бикарбоната натрия с органическими кислотами (лимонной или винной), — не так эффективны, но тем не менее используются. Усилить действие всех этих веществ можно с помощью смачивающих агентов.

Адсорбенты обеспечивают всасывание жидкостей в таблетлируемую массу. В качестве адсорбентов применяют крахмалы, молочный сахар, целлюлозу, каолин, бентонит, высокодисперсную пирогенную кремниевую кислоту.

Влагоудерживающие агенты придают таблеткам оптимальную влажность, их ещё называют регуляторами влаги. К ним относятся крахмалы с содержанием влаги около 15%, глицерин в количестве 1,5...3,0% от массы таблетки, сорбитный сироп или низкомолекулярные полиэтиленгликоли.

Ингибиторы растворения обеспечивают постепенное растворение таблеток, особенно требующих рассасывания во рту. Наиболее эффективны в качестве ингибиторов растворения гидрофобные вещества: твёрдый парафин, стеарин, какао-масло, большие количества КМЦ, полиэтиленгликоль и поливинилпирролидон.

4.11. РАЗДЕЛИТЕЛИ

Разделители — это вещества, облегчающие выемку таблеток из форм (см. гл. 4. 10), мучных кондитерских изделий с противней, скольжение кондитерских масс по поверхности оборудования, отделение от жарочной поверхности хлебо-булочных изделий, а также вещества, предотвращающие контакт частиц и частей продукта друг с другом (компонентов пекарских порошков, кусочков мармелада, нуги, рахат-лукума).

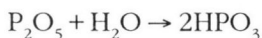
Разделители (антиадгезивы) уменьшают силу адгезии между двумя граничащими поверхностями. Например, тонкая масляная плёнка между поверхностью хлеба и поверхностью хлебопекарной формы предотвращает прилипание.

В качестве разделителей используют крахмалы, муку, соли кальция, силикаты, растительные масла, жиры и воски, а также эмульсии, состоящие из воды, жира и эмульгатора. Применение эмульсий экономит масла и жиры и позволяет получить на поверхности форм более тонкую разделительную плёнку многократного использования. Эффективность этой плёнки не снижается при изменении состава продукта. Например, хлебобулочные изделия одинаково хорошо отделяются от формы, смазанной эмульсией, независимо от того, высокое или низкое содержание белка и сахара в этих изделиях.

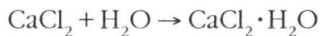
Разделители могут применяться также в виде суспензий, спреев, паст и порошков. Разделители наносят на поверхность форм намазыванием или распылением.

4.12. ОСУШИТЕЛИ

Осушители — это вещества, удаляющие влагу из газов, жидкостей и твёрдых субстанций в закрытых ёмкостях. Осушители делят на две группы: химически и физически связывающие воду. Первые могут это делать путём образования новых соединений, например:



или путём образования гидратов, например:



Физическое связывание воды происходит путём растворения или адсорбции.

Сушка — один из древнейших методов обработки пищевых продуктов. Сушка их с помощью осушителей — очень мягкий, щадящий метод, при котором в продукте сохраняются даже легколетучие ароматические вещества. Практическое его осуществление возможно разными способами. Обезвоживаемый продукт, например, можно поместить на определённое время в эксикатор, сушильный шкаф, башню, трубку или пистолет, заполненные осушителем. Газ обычно сушат, медленно пропуская его через ёмкость, заполненную хлоридом кальция или силикагелем, адсорбирующим воду. Жидкости сушат, засыпая в них нерастворимые осушители, выдерживают их некоторое время и отфильтровывают или декантируют адсорбировавший воду осушитель.

Осушители, действие которых основано на образовании гидратов, можно регенерировать нагреванием. Это относится к оксиду кальция, солям кальция (карбонату, хлориду, сульфату) и другим сульфатам (меди, магния и натрия). Гидроксид калия и пятиокись фосфора не регенерируются.

Осушители используются не только для сушки пищевых продуктов и сырья, но также для установления и поддержания определённой влажности воздуха в закрытой ёмкости, например в упаковочном контейнере.

4.13. СРЕДСТВА ДЛЯ СНЯТИЯ КОЖИЦЫ (С ПЛОДОВ)

Удалять кожицу и кожуру с плодов и овощей можно механически, вакуумированием, обработкой паром или химическими средствами, обычно щелочами. Часто эти методы комбинируют.

Основные средства для снятия кожицы — это вещества, химическим путём удаляющие кожицу (кожуру, шкурку) с определённых видов фруктов и овощей: помидоров, огурцов,

моркови, корней сельдерея, картофеля и других корнеплодов, груш, яблок, абрикосов, персиков и других косточковых плодов. Средства для снятия кожицы химическим путём размягчают оболочку растительных продуктов так, что после обработки ими она легко удаляется.

Химическая (щелочная) очистка проводится при различных концентрациях (от 0,5 до 20%) щелочи и температуре ванны, с разной продолжительностью (в зависимости от вида растительного сырья): время обработки может колебаться от 2 (при 90...100°C) до 15 мин (при 50...80°C). Обработку можно повторять. Она проводится в специальных очистных машинах разной конструкции (например, во вращающемся проволочном барабане). Отделение кожуры происходит во время вращения барабана — за счёт трения овощей (фруктов, корнеплодов) друг о друга и о стенки барабана. Процесс можно вести сухим способом, а можно обрызгивать содержимое барабана водой. По окончании обработки щелочами проводят нейтрализацию очищенного сырья погружением его в раствор кислоты. Для фруктов используют 1...2%-ный раствор лимонной кислоты.

4.14. ОХЛАЖДАЮЩИЕ И ЗАМОРАЖИВАЮЩИЕ АГЕНТЫ

Охлаждающие агенты — это вещества, понижающие температуру пищевого продукта при прямом контакте с ним. Не следует путать охлаждающие агенты с хладоагентами, применяемыми в холодильной технике.

Охлаждающие и замораживающие агенты способны отнимать тепло у контактирующего с ними продукта благодаря очень низким собственным температурам плавления и кипения. Они могут применяться в форме газов, жидкостей или твёрдых тел. Замораживание можно проводить в одну или в две (то есть через предварительное охлаждение) стадии.

Старейшим охлаждающим агентом является лёд. Отнимая тепло у охлаждаемого пищевого продукта, лёд превращается в воду. Это превращение во многих случаях нежелательно, но лёд и сегодня сохраняет своё значение при охлажде-

нии рыбы и морепродуктов. Кроме того, лёд применяют, заменяя им часть вносимой по рецептуре воды, в производстве фаршевых мясopодуlктов (колбаса, сосиски и т.п.), — чтобы предотвратить разогрев фаршевой массы.

Охлаждение *воздухом* подразделяют на медленное и быстрое. Медленное замораживание (более старый способ) осуществляют перемещающимся с небольшой скоростью воздухом (температурой до -25°C). Быстрое замораживание заключается в обдувании замораживаемого продукта потоком воздуха высокой скорости и высокой влажности при температуре от -30 до -40°C .

Эффективность способа существенно повышается заменой воздуха на *углекислый газ* (диоксид углерода) и *азот*, которые используются в качестве охлаждающих и замораживающих агентов везде, где не годятся лёд и воздух. Жидкий азот и «сухой лёд» (твёрдая углекислота) обеспечивают очень высокую скорость замораживания, благодаря чему клеточная вода в обрабатываемом продукте кристаллизуется так быстро, что больших кристаллов, способных повредить клеточные стенки, не образуется, и продукт при замораживании не разрушается. Хорошие результаты даёт использование смесей диоксида углерода с азотом в разных соотношениях. Мгновенное замораживание продуктов, особенно дорогостоящих, с применением таких смесей является прекрасным способом обеспечить их длительное хранение без изменения питательных и органолептических характеристик. При этом в продукт не попадает вода, как в случае льда (а при размораживании газы полностью улетучиваются). Обычно процесс проводят в заполненных пищевым продуктом туннелях, через которые с высокой скоростью пропускают сжиженный газ (для этих целей существует также специальное оборудование).

В хлебопечении охлаждение и замораживание диоксидом углерода и азотом используется для сохранения готовой продукции, прекращения процесса брожения в тесте, мгновенного охлаждения выпеченных изделий до температуры хранения, предварительного и промежуточного охлаждения на полностью автоматизированных линиях и отвода тепла при механической обработке тестовых масс.

Охлаждающие и замораживающие агенты с успехом применяются для сохранения идеальной влагоудерживающей способности парного мяса для его дальнейшей переработки в деликатесные продукты, для хранения и транспортировки сублимированных молочных заквасок. Использование «сухого льда» вместо обычного предпочтительно для быстрого охлаждения мяса птицы сразу после забоя. Жидкий азот применяют для сушки вымораживанием.

Охлаждающие агенты необходимы при помоле — для охлаждения разогреваемого за счёт силы трения продукта.

4.15. ВЕЩЕСТВА, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОЛЕЗНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Целый ряд пищевых продуктов изготавливают в ходе биотехнологических процессов: хлеб и хлебобулочные изделия, вино, пиво, квас, спирт получают в результате дрожжевого брожения; сырокопчёные колбасы, квашеные овощи, кисломолочные продукты образуются под действием бактерий, а отдельные виды сыров обязаны своим существованием плесневым грибам.

Обмен веществ и развитие клеток микроорганизмов невозможны без питания. Кроме воды им необходимы углерод, азот, минеральные вещества, микроэлементы, витамины, аминокислоты, пиримидины и пурины.

По способности использования источников углерода различают автотрофные и гетеротрофные микроорганизмы. Первые используют в качестве источника углерода углекислый газ и органические вещества, которые они могут получать, окисляя неорганические. Гетеротрофным микроорганизмам требуются органические источники углерода. В пищевой промышленности применяются гетеротрофы. Источниками углерода им служат моносахариды (глюкоза, фруктоза, галактоза и др.), дисахариды (сахароза, лактоза, мальтоза, целлобиоза), трисахариды (раффиноза), полисахариды, олиго- и полипептиды, аминокислоты, а также природное сырьё и продукты его переработки (картофель, мука, свёкла, целлю-

лоза, шрот и др.). В настоящее время в качестве источника углерода в биотехнологии используют гидролизаты крахмала и целлюлозы, сахарную мелассу, спирт и др.

В целом, плесневые грибы растут преимущественно на сахаросодержащих средах, а бактерии — на белоксодержащих.

Микроорганизмам, не способным усваивать азот из воздуха, нужны для развития азотсодержащие среды. Обычно в качестве таковых используют производные аммиака, сам аммиак, мочевины, аминокислоты (глицин, аланин, валин и др.), пептоны и белковые продукты (например, мясной экстракт).

Из минеральных веществ самым важным для микроорганизмов является фосфор, участвующий в переносе энергии и входящий в состав нуклеиновых кислот. Кроме того, им требуются сера, калий, кальций, магний и натрий, а также микроэлементы: кобальт, марганец, медь, цинк, молибден, хром, никель, ванадий, бор, селен, кремний, вольфрам, хлор и иод. Для удовлетворения потребности микроорганизмов в этих элементах их вносят в субстрат в виде неорганических солей.

Витамины являются необходимым условием развития различных микроорганизмов, так как они входят в состав коферментов (например, никотинамид в НАД⁺ и НАДФ⁺). Наиболее важными для микроорганизмов витаминами являются тиамин (В₁), рибофлавин (В₂), пиридоксин (В₆), биотин, пантотеновая кислота, фолиевая кислота и цианокобаламин (В₁₂).

Пиримидины и пурины необходимы живой клетке для синтеза нуклеиновых кислот.

4.16. ПРОПЕЛЛЕНТЫ

Пропелленты — это газы, выдавливающие пищевые продукты из ёмкости (контейнера, баллончика со спреем, танка или хранилища для сыпучих продуктов). Пропелленты не являются компонентом пищевого продукта, хотя вступают с ним в тесный контакт и, поэтому, обычно рассматриваются как пищевые добавки (исключение — взбитые сливки из баллончика).

В маленьких ёмкостях используют газы, сжижаемые при низком давлении. Они выдавливают продукт из баллончиков

в виде пены или аэрозоля. Существуют также двухкамерные устройства, в которых пропеллент не контактирует с пищевым продуктом.

В хранилищах, при перемещении сахара-песка, соли и других сыпучих продуктов пневмотранспортом, в качестве пропеллента практически всегда выступает воздух. Газ, используемый для выдавливания продуктов из контейнеров, не должен содержать масла, пыли, грибковых спор и влаги.

4.17. ФЕРМЕНТЫ И ФЕРМЕНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ

Ферменты (энзимы) — биологические катализаторы белковой природы, способные во много раз ускорять химические реакции, протекающие в животном и растительном мире. Ферменты имеют ряд достоинств перед небиологическими катализаторами: во-первых, скорость ферментативного катализа на несколько порядков выше (от 10^3 до 10^9); во-вторых, большинство их отличается исключительно высокой субстратной специфичностью; в-третьих, ферменты катализируют реакции в мягких условиях (при атмосферном давлении, температуре от 20 до 70°C, pH от 4 до 9). В пищевой промышленности ферментные препараты представляют собой мультиэнзимные комплексы и, помимо активного белка, содержат различные балластные вещества. Большое число ферментных препаратов получают в промышленном масштабе с использованием микроорганизмов — активных продуцентов соответствующих ферментов.

Ферментные препараты позволяют значительно ускорять технологические процессы, увеличивать выход готовой продукции, повышать её качество, экономить ценное сельскохозяйственное сырьё, улучшать условия труда на производстве.

В технологии пищевых продуктов применяются ферментные препараты с амилолитической, протеолитической, липолитической, оксидазной активностью. Они используются в пивоварении, виноделии, производстве спирта, фруктовых и овощных соков, хлебопечении, производстве дрожжей, сыра,

творого, мясо- и рыбопродуктов, переработке крахмала, производстве белковых гидролизатов и инвертного сиропа.

В основе промышленной переработки крахмала и крахмалсодержащего сырья (картофеля, семян хлебных злаков) лежит превращение этого полисахарида в сахара и декстрины, которые используются в изготовлении большого числа пищевых продуктов и напитков, а также являются источником углерода при ферментациях. Ферментативный гидролиз крахмала осуществляется с помощью амилаз.

Основной операцией в технологии хлебобулочных изделий является брожение теста, вызываемое дрожжами; его цель — разрыхление теста за счёт диоксида углерода, выделяемого при сбраживании сахаров. В этом процессе амилазы играют исключительно большую роль. Активность амилаз в муке обуславливает её сахарообразующую способность; от неё зависит интенсивность брожения теста, количество остаточных сахаров в нём и, в конечном счёте, качество хлебобулочных изделий.

Гидролиз крахмала в сбраживаемые сахара в технологии продуктов брожения (пива и спирта) осуществляется под действием амилаз солода. Для экономии солода в пивоварении применяют несоложёное сырьё. Неблагоприятные изменения и осложнения в процессе приготовления пивного суслу на несоложёном сырье можно устранить с помощью ферментных препаратов. Добиться наиболее полного превращения крахмала в сбраживаемые сахара в технологии спирта позволяют грибные амилазы.

Производство фруктозно-глюкозных сиропов в настоящее время получило широкое распространение во многих странах. Катализатором инверсии сахарозы и полисахаридов является фермент инвертаза.

При переработке фруктов и овощей широко используются пектолитические ферменты, специфически расщепляющие пектиновые вещества. Основной целью в производстве фруктовых и овощных пюре, соков, в виноделии является расщепление растворимого пектина и его предшественника — нерастворимого протопектина, приводящее к разрушению межклеточной структуры и к существенному увеличению сокоотдачи перерабатываемых фруктов и овощей. К фермен-

там, катализирующим расщепление пектиновых веществ, относятся пектинэстеразы, пектиназы и пектинлиазы.

Из протеолитических ферментов, содержащихся в различных органах и тканях животных, широкое применение в пищевой промышленности получили реннин и пепсин. Они способны расщеплять казеин молока и используются в производстве творога и сыра. Из растительных протеаз применяют протеазы семян злаковых, папаин, бромелин и фицин. Эти протеазы обладают более широкой специфичностью по сравнению с реннином и пепсином. Их используют в переработке мяса, рыбы, в хлебопечении.

Оксидоредуктазы играют большую роль в формировании вкуса, цвета и аромата пищевых продуктов. Некоторые из оксидоредуктаз оказывают отрицательное влияние на пищевые продукты. Глюкозооксидаза позволяет удалять из продукта кислород и глюкозу, предотвращая тем самым окисление. Под действием *o*-дифенолоксидазы дубильные вещества чайного листа окисляются кислородом воздуха до тёмноокрашенных соединений, определяющих вкус, цвет и аромат чёрного чая. При этом то же действие *o*-дифенолоксидазы в макаронных изделиях приводит к их нежелательному потемнению.

Липоксигеназа играет отрицательную роль при хранении и переработке зерна, муки, крупы, вызывая их прогоркание. Для предотвращения прогоркания применяют обработку зерна паром. Аскорбинооксидаза снижает содержание в плодах и овощах аскорбиновой кислоты. Для подавления активности фермента используют бланшировку.

4.18. КАТАЛИЗАТОРЫ

Катализаторы — это вещества, ускоряющие течение химических реакций путём снижения энергии активации. Катализаторы при этом не расходуются и не содержатся в конечном продукте. Они используются в очень малой дозировке.

Различают катализаторы трёх видов:

— гомогенные — катализатор и реагирующее вещество имеют одно агрегатное состояние;

— гетерогенные — катализатор твёрдый, а реагенты жидкие или газообразные;

— смешанные — катализатор состоит из двух и более веществ.

Применяют катализаторы, нанесённые на пористые материалы, например, активированный уголь. (Активность гетерогенного катализатора зависит от его удельной поверхности, но в промышленности катализаторы с большой удельной поверхностью не используются, так как они очень нестойки.)

Наиболее широко в пищевой промышленности катализаторы используются для отверждения растительных масел. Консистенция масел и жиров в большой степени зависит от степени насыщенности жирных кислот, входящих в состав их глицеридов. Триглицериды жидких масел содержат много остатков ненасыщенных (с двойными связями) кислот, а триглицериды твёрдых жиров содержат преимущественно насыщенные кислотные остатки. При гидрогенизации жидких масел двойные связи превращаются в простые, и масло отверждается. Чаще всего катализатором этого процесса гидрогенизации является никель (до 25%), нанесённый на пористый материал. Процесс ведут в автоклавах, пропуская очищенный водород через масло в течение нескольких часов при температуре 160...200°С.

Катализаторы необходимы также при переэтерификации жиров, в результате чего из смеси жиров получают жир с определёнными технологическими свойствами. Переэтерификацию проводят обычно при температуре от 80 до 200°С в присутствии 0,05...0,3% катализатора (часто этилата натрия или смеси едкого натра с глицерином).

Оксиды магния или меди применяются для ускорения каталитического расщепления перекиси водорода.

4.19. КАТАЛИЗАТОРЫ ГИДРОЛИЗА И ИНВЕРСИИ

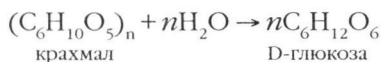
Катализаторами гидролиза и инверсии называются вещества, катализирующие расщепление белков, крахмалов и сахарозы. Ими чаще всего являются кислоты: неорганические (соляная, серная) и органические (лимонная и др.), щёлочи и

ферменты. Продукты гидролиза и инверсии необходимы в технологии получения ряда пищевых продуктов; также они могут играть важную роль для их сохранности.

Подбором катализаторов и сырья, изменением концентрации катализатора, температуры и продолжительности процесса можно менять глубину протекания реакций: белки можно расщепить до пептидов (и далее — до аминокислот); крахмалы — до декстринов (которые, в свою очередь, можно расщепить до мальтозы и далее до D-глюкозы); сахарозу расщепляют до инвертного сахара — равных частей глюкозы и фруктозы. Гидролитическое расщепление сахарозы в инвертный сахар называется инверсией или инвертированием.

Белковые гидролизаты и аминокислоты, полученные кислотным гидролизом белка, имеют характерный вкус. Добавленные к пищевому продукту в очень небольшом количестве, они придают ему специфический вкус или усиливают его собственный (см. гл. 1.3). Вкус приправ, полученных гидролизом белков, зависит от состава смеси аминокислот и пептидов. Белковые гидролизаты находят применение в производстве бульонных кубиков, смесей пряностей, приправ, супов и соусов быстрого приготовления. Сырьём для получения белковых гидролизатов служат: арахис, соевые бобы и другие семена масличных культур, клейковина кукурузы, риса и пшеницы, дрожжи, молочный белок, а также белоксодержащие отходы мясопереработки. В качестве катализатора гидролиза преимущественно используют соляную кислоту (25%).

Огромное значение для пищевой промышленности имеют продукты расщепления углеводов в присутствии разбавленных кислот. В качестве сырья используют крахмалы: кукурузный, рисовый, пшеничный и картофельный. Продуктами частичного гидролиза являются порошки (декстрины, мальтоолигосахариды, мальготриоза, мальтоза) и жидкости (глюкозные и мальтозные сиропы). Полный гидролиз крахмала протекает по реакции:



В качестве катализаторов расщепления углеводов чаще всего используют соляную и серную кислоты, иногда азотную или

уксусную (дозировка — 0,1...0,3% в пересчёте на крахмал). Скорость реакции зависит от соотношения амилозы и амилопектина и от присутствия примесей. Линейные молекулы амилозы гидролизуются гораздо медленнее разветвлённых молекул амилопектина. Разные виды крахмала содержат различное количество примесей: белков, жиров и минеральных веществ. Кукурузный крахмал, содержащий незначительное количество фосфатов, гидролизуетя быстрее других, картофельный особенно богат остатками фосфорной кислоты, способными связывать катионы, поэтому гидролизуетя труднее кукурузного. Использование щелочей в качестве катализаторов гидролиза приводит практически только к получению триптофана из белков.

4.20. ДИСПЕРГИРУЮЩИЕ АГЕНТЫ

Диспергирующие агенты (диспергаторы) представляют собой мицеллообразующие ПАВ, способствующие образованию устойчивых многокомпонентных коллоидных систем (микродисперсий). Размер частиц дисперсной фазы составляет 10...100 нм.

Среди диспергаторов выделяют солюбилизаторы и инстантизаторы.

Солюбилизаторы способствуют образованию жидких коллоидных систем (микроэмульсий), представляющих собой прозрачные или слегка опалесцирующие жидкости. Например, благодаря солюбилизаторам возможно получение прозрачных безалкогольных напитков с использованием эфирных масел или других нерастворимых в воде жидкостей или внесение в масла водорастворимых добавок.

Смачивающие агенты (инстантизаторы) способствуют быстрому образованию микродисперсий, то есть ускоряют и облегчают растворение сухих продуктов: сухого молока, сухих сливок, сухих безалкогольных напитков, растворимого кофе и т.п.

ПРИЛОЖЕНИЯ

I. ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ДОБАВОК И ПРОДУКЦИИ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ С ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ

В настоящее время токсичность пищевых добавок изучена лучше, чем токсичность многих продуктов питания и их натуральных компонентов. Это связано с тем, что к природным составляющим пищевых продуктов традиционно проявляли и проявляют несравнимо меньший интерес, чем к пищевым добавкам.

При токсикологической оценке пищевых добавок исследуются острая, субхроническая, хроническая, репродуктивная токсичности, мутагенность, канцерогенность, аллергенное и другие возможные неблагоприятные воздействия добавок на организм человека. Проявление любого из перечисленных воздействий ведёт к запрещению применения пищевой добавки.

Токсикологические исследования проводятся высококвалифицированными специалистами разных стран по тщательно разработанным и согласованным методикам. Результаты подробно обсуждаются международным органом, специально созданным при Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН и Всемирной организации здравоохранения (ФАО/ВОЗ) — Объединённым комитетом экспертов по пищевым добавкам (JECFA). Он даёт рекомендации по разрешению или запрещению той или иной добавки, а также определяет для каждой разрешённой пищевой добавки величину ADI — acceptable daily intake (ДСП, см. стр. 16) и качественные характеристики (содержание основного вещества, тяжёлых металлов, примесей, микробиологи-

ческие показатели и т. п.), которым она должна удовлетворять для безопасного применения*. ДСП представляет собой количество вещества (в мг на кг веса тела), которое человек может потреблять ежедневно в течение всей жизни без вреда для здоровья. Токсикологические исследования продолжаются и после разрешения добавки, любая новая информация перепроверяется и рассматривается Объединённым комитетом, который на её основании может изменить ранее принятое решение: область применения пищевой добавки может быть расширена или сужена, вплоть до полного запрета, а величина ДСП может быть уменьшена или увеличена. На основании рекомендаций JECFA Комиссией Codex Alimentarius (Международный орган по пищевой продукции при FAO/ВОЗ) определяются предельные количества пищевых добавок в конкретных продуктах.

В Российской Федерации вопросы применения пищевых добавок находятся в ведении Департамента Госсанэпиднадзора Министерства здравоохранения РФ. Основными документами, регламентирующими применение пищевых добавок, являются «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы» — СанПиН 2.3.2.1078–01 (Приложение 7 — «Пищевые добавки, не оказывающие вредного воздействия на здоровье человека при использовании, для изготовления пищевых продуктов») и «Санитарные правила по применению пищевых добавок» № 1923–78. Добавки, вошедшие в Приложение 7 (СанПиН 2.3.2.1078–01), после всесторонней проверки признаны Министерством здравоохранения РФ токсикологически безопасными в дозировках, не превышающих предельно установленных для конкретных пищевых продуктов «Санитарными правилами по применению пищевых добавок», при условии соответствия показателей качества добавки требованиям JECFA. Проверка последнего осуществляется в России в ходе процедуры гигиенической оценки.

* См. Compendium of food additives specifications. FAO. Food and Nutrition papers. 52.- Compendium of food additive specifications. Rome. 1992–1998.

II. ОСОБЕННОСТИ СЕРТИФИКАЦИИ ДОБАВОК И ПРОДУКЦИИ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ С ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ

Пищевые добавки, как и другое пищевое сырьё, подлежат обязательной гигиенической оценке («Продукция, подлежащая санитарно-эпидемиологической экспертизе», утверждённая приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 15.08.01 № 325 с изм. от 18.03.02). Гигиеническая оценка включает проведение специальных санитарно-эпидемиологических исследований и экспертиз, а также выдачу гигиенического заключения.

В ходе гигиенической оценки конкретная пищевая добавка, изготовленная на конкретном производстве, анализируется на микробиологическую чистоту, содержание тяжёлых металлов, остаточное содержание промежуточных соединений, радиационную безопасность и т. д.; определяются допустимые области и условия использования, транспортирования и хранения данной пищевой добавки, обеспечивающие её безопасность для человека. Пищевые добавки входят в перечень «Продукции, подлежащей санитарно-эпидемиологической экспертизе в Департаменте государственного санитарно-эпидемиологического надзора Министерства здравоохранения РФ» (утв. приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 15.08.01 № 325 с изм. от 18.03.02), то есть первичная гигиеническая оценка пищевых добавок осуществляется только в Центре санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава РФ (г. Москва). В других центрах Госсанэпиднадзора могут проходить гигиеническую оценку лишь фасованные, смесевые или другие производные пищевые добавки, уже имеющие гигиенические заключения вышеупомянутого Центра Министерства здравоохранения РФ.

Пищевые добавки не входят в «Номенклатуру продукции и услуг (работ), в отношении которых законодательными актами РФ предусмотрена их обязательная сертификация», т. е. не подлежат обязательной сертификации, и оформления сер-

тификата соответствия на них не требуется. В соответствии с п. 2.4 «Порядка взаимодействия Госстандарта России и Государственной санитарно-эпидемиологической службы РФ при осуществлении сертификации в Системе ГОСТ Р и гигиенической оценки пищевой продукции» (утв. 30.04.98), продукция и товары, не включённые в «Номенклатуру продукции и услуг (работ), в отношении которых законодательными актами РФ предусмотрена их обязательная сертификация», но подлежащие гигиенической оценке, реализуются на основании гигиенического заключения.

Согласно письму Департамента Госсанэпиднадзора РФ, копии гигиенического заключения установленного образца могут выдаваться держателям оригинала учреждениями госсанэпидслужбы, проводившими гигиеническую оценку. Копии гигиенических заключений могут быть также заверены нотариально.

При переходе к производству продукции с использованием пищевых добавок в техническую документацию разработчиком должны быть внесены необходимые изменения. Если такой возможности нет, нужно разрабатывать новый комплект технической документации: ТУ, ТИ и рецептуры. Потенциальный изготовитель продукции может заняться разработкой документации сам или обратиться в соответствующий отраслевой институт или другую компетентную организацию (такие услуги оказывает ЗАО ГИОРД).

Имея комплект технической документации, согласованной в органах Госсанэпиднадзора (комплект может быть согласован по месту нахождения разработчика), и разрешение местных (районных) органов ГСЭН на пищевое производство, изготовитель продукции может получить в Центре ГСЭН санитарно-эпидемиологическое заключение на свою продукцию и в ЦСМ (Центр стандартизации и метрологии) сертификат соответствия на серийное производство данной продукции.

В соответствии с п. 2 ст. 10 Закона РФ «О защите прав потребителей» и ГОСТ Р 51074–97 «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования», на этикетках пищевых продуктов (на вкладышах к ним) обязательно должен быть указан состав продукта. Если в состав входят

пищевые добавки, то указывается их групповое наименование (краситель, подсластитель, эмульгатор и т. д.) и код. В случае применения ароматизатора указывается его групповая принадлежность: натуральный, идентичный натуральному или искусственный. Ниже приведены некоторые примеры информации, наносимой на этикетку продукта, произведённого с применением пищевых добавок (в случае применения смесевых добавок указываются все добавки, входящие в состав смеси).

Пищевая добавка, присутствующая в продукте	Надпись на этикетке
Сорбиновая кислота	Консервант Е 200
Мегасвит, являющийся смесью сахараина и аспартама	Подсластители Е 951 и Е 954
Ванилин	Ароматизатор, идентичный натуральному
Этилванилин (арованилон)	Ароматизатор искусственный
Ароматизатор «Чёрная смородина» арт. 9029423, являющийся натуральным	Ароматизатор натуральный
Ароматизатор «Грецкий орех» арт. 9017194, являющийся смесью натуральных и идентичных натуральным ароматических веществ	Ароматизаторы натуральные и идентичные натуральным
Натуральное анисовое эфирное масло	Натуральное эфирное масло

В соответствии с п. 2 ст. 10 Закона РФ «О защите прав потребителей» и ГОСТ Р 51074–97 «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования», изготовители пищевой продукции обязаны доводить до сведения потребителей информацию о противопоказаниях для применения при отдельных видах заболеваний. Так, если в состав продукта входит подсластитель аспартам Е 951 (как индивидуальный, так и в составе смесевых подсластителей), на этикетку выносится надпись: «противопоказан больным фенилкетонурией» или «в продукте содержится фенилаланин».

III. КОНТРОЛЬ ЗА СОДЕРЖАНИЕМ ДОБАВОК В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ

Контроль за содержанием некоторых пищевых добавок в отдельных видах продуктов питания осуществляется в соответствии со следующими ГОСТами:

- ГОСТ 240–85 «Маргарин. Общие технические условия» (Приложение 3. Определение массовой доли консервантов в маргарине);
- ГОСТ 1923–78 «Консервы молочные. Молоко сгущённое стерилизованное в банках. Технические условия» (п. 3.4. Определение остаточных количеств низина);
- ГОСТ 7636–85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа»;
- ГОСТ 11254–85 «Жиры животные топлёные и мука кормовая животного происхождения. Методы определения антиокислителей»;
- ГОСТ 26181–84 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сорбиновой кислоты»;
- ГОСТ 28467–90 «Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения содержания бензойной кислоты»;
- ГОСТ Р 50476–93 «Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения содержания сорбиновой и бензойной кислот при их совместном присутствии».

Методы анализа пищевых продуктов на содержание некоторых пищевых добавок описаны в сборнике «Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов» под ред. И. М. Скурихина и В. А. Тутельяна. Благодаря наличию метрологических характеристик этот сборник представляет собой основу для создания отраслевых или государственных стандартов на методы контроля качества пищевых продуктов. В нём приводится описание следующих методик анализа пищевых добавок:

- определение витаминов А, Е и β-каротина методами жидкостной хроматографии;

- флуориметрическое определение рибофлавина (витамина В₂);
- титрометрический, фотометрический и флуориметрический методы определения аскорбиновой кислоты и витамина С;
- фотометрический и ионометрический методы определения нитратов и нитритов;
- определение бензойной и сорбиновой кислот методами тонкослойной и высокоэффективной жидкостной хроматографии.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Безвредность пищевых продуктов. / Под ред. Г. Р. Робертса. Пер. с англ. — М.: Агропромиздат, 1986. — 287 с.
2. Борисочкина Л. И. Антиокислители, консерванты, стабилизаторы, красители, вкусовые и ароматические вещества в рыбной промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1976. — 170 с.
3. Бруд В. С., Конопацкая И. Душистая аптека. Тайны ароматерапии. — М.: ГИТИС, 1996. — 152 с.
4. Булдаков А. С. Пищевые добавки. Справочник. — СПб.: Ut, 1996. — 240 с.
5. Гигиеническая оценка сроков годности пищевых продуктов: Методические указания. — М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. — 24 с.
6. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы СанПиН 2.3.2.1078–01. М.: Минздрав России, 2002. — 168 с.
7. ГОСТ 240–85. Маргарин. Общие технические условия.
8. ГОСТ 26181–84. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сорбиновой кислоты.
9. ГОСТ Р 50476–93. Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения содержания сорбиновой и бензойной кислот при их совместном присутствии.
10. ГОСТ Р 51074–97. Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования.
11. Грень А. И., Высоцкая Л. Е., Михайлов Т. В. Химия вкуса и запаха мясных продуктов. — Киев: Наукова думка, 1985. — 100 с.
12. Донченко Л. В., Надькта В. Д. Безвредность пищевого сырья и продуктов питания. — М.: Пищепромиздат, 1999. — 352 с.
13. Дурнев А. Д., Середенин С. Б. Мутагены. Скрининг и фармакологическая профилактика воздействий. — М.: Медицина, 1998. — 328 с.
14. Егоров И., Родопуло А. Аромат пищевых продуктов растительного происхождения / Итоги науки и техники. Сер. Химия и технология пищевых продуктов. Т. 5. — 1993. — 117 с.
15. Карагодина З. В. Контроль содержания перекисных соединений в жирах. // Пищевая промышленность. — 1991. — № 12. — С. 82–83.
16. Касьянов Г. И., Мамонтов Ю. Ю., Золотоколова С. В. Антиокислительные свойства копильного препарата и экстрактов пряностей // Известия ВУЗов. Пищевая технология. — 1996. — № 1–2. — С. 34–36.

17. Крутошникова А., Угер М. Подслащивающие вещества в пищевой промышленности. — М.: Агропромиздат, 1988. — 157 с.
18. Крутошникова А., Угер М. Природные и синтетические сладкие вещества. — М.: Мир, 1988.
19. Кустова С. Д. Справочник по эфирным маслам — М.: Пищевая промышленность, 1978. — 208 с.
20. Лемешек-Ходоровская К. Химические консерванты для пищевых продуктов. Пер. с польск. — М.: Пищевая промышленность, 1969. — 104 с.
21. Люк Э., Ягер М. Консерванты в пищевой промышленности. 3-е изд. Пер. с нем. — СПб: ГИОРД, 2000. — 256 с.
22. Матвеева И. В., Белявская И. Г. Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий. — М., 1998. — 104 с.
23. Нечаев А. П., Кочеткова А. А., Зайцев А. Н. Пищевые добавки. — М., 1997. — 63 с.
24. Овчарова Т. П. Применение сорбиновой кислоты в пищевой промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1966. — 112 с.
25. Росивал Р., Энгст А., Соколай. Посторонние вещества и пищевые добавки в продуктах. Пер. с нем. — М.: Лёгкая и пищевая промышленность. 1982.
26. Роте М. Аромат хлеба. — М.: Пищевая промышленность, 1978. — 238 с.
27. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов. /Под ред. И. М. Скурихина, В. А. Тутельяна. — М: Брандес Медицина. 1998.
28. Санитарные правила по применению пищевых добавок № 1923–78.
29. Харламова О. А., Кафка В. В. Натуральные пищевые красители. М.: Пищевая промышленность, 1979. — 191 с.
30. Шмулович В. Г. Применение антиоксидантов в России для стабилизации жиров, пищевых и кормовых продуктов // Вопросы питания. — 1995. — №12. — С. 42–44.
31. Эмануэль Н. М., Лясковская Ю. Н. Торможение процессов окисления жиров. — М., 1961. — 358 с.
32. Яременко В. В. и др. К вопросу о применении заменителей сахара — аспартама и ацесульфамата калия в пищевой промышленности и медицине // Химия и технология пищевых продуктов. — 1991. — № 3. — С. 97–102.
33. Baltes W. Lebensmittelchemie. 4. Auflage. Springer, 1995. — 474 p.
34. Codex Alimentarius. Volume XIV/ Food Additives. FAO/WHO. Rome, 1983.
35. FAO Food And Nutrition Papers. 52. Compendium Of Food Additive Specifications. JECFA. Rome, 1992.
36. Food Chemicals Codex. Fourth edition. Washington. National Academy Press, 1996.
37. Handbuch Lebensmittelzusatzstoffe. Herausgegeben von Glandorf/Kuhnert/Luck. Hamburg. Behr's Verlag, 1998.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КЛАССЫ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК

Вещества, улучшающие цвет продуктов

- Красители
- Отбеливатели
- Фиксаторы окраски

Вещества, регулирующие консистенцию продуктов

- Эмульгаторы
- Пенообразователи
- Загустители
- Гелеобразователи, желеобразователи, желирующие вещества
- Наполнители

Вещества, улучшающие аромат и вкус продуктов

- Ароматизаторы
- Модификаторы (усилители) вкуса и аромата
- Подсластители
- Сахарозаменители
- Подкислители, кислоты
- Заменители соли

Вещества, способствующие увеличению сроков годности пищевых продуктов

- Консерванты
- Защитные (инертные) газы, защитная (инертная) атмосфера
- Антиокислители (антиоксиданты), ингибиторы окисления
- Синергисты антиоксидантов
- Уплотнители (растительных тканей), отвердители
- Влагоудерживающие агенты
- Антислеживающие агенты, вещества, препятствующие слеживанию и комкованию, присыпки, вещества, уменьшающие липкость, высушивающие добавки, добавки, препятствующие затвердению
- Плёнкообразователи, покрытия, глазирователи, глянецватели
- Стабилизаторы
- Стабилизаторы пены
- Стабилизаторы замутнения

Вещества, ускоряющие и облегчающие ведение технологических процессов

Ферменты и ферментные препараты

Разрыхлители

Пеногасители, антивспенивающие агенты

Средства обработки муки, хлебопекарные улучшители

Экстрагенты

Регуляторы кислотности

Катализаторы гидролиза и инверсии

Осветлители (адсорбенты, флокулянты)

Вещества, облегчающие фильтрование

Носители, растворители, разбавители

Средства для капсулирования

Средства для таблетирования

Разделители, разделяющие агенты, антиадгезивы

Осушители

Средства для снятия кожицы (с плодов)

Охладители, охлаждающие и замораживающие агенты

Вещества, способствующие жизнедеятельности полезных микроорганизмов

Эмульгирующие соли

Пропелленты

Катализаторы

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Адсорбенты 122...123, 127...128
Адсорбция 123, 130
Активированный уголь 123, 138
Антиадгезивы 129
Антивспенивающие агенты 118
Антиокислители (антиоксиданты) 101...111
Антисклеивающие (антиадгезионные) средства 127
Антислёживающие агенты 113
Ароматизаторы 32, 35
- Вещества, облегчающие фильтрование 130
Вещества, способствующие жизнедеятельности 133
Влагоудерживающие агенты 70, 76, 112, 127...128
- Гелеобразователи 12, 70...76, 87, 115
Гели 13, 70, 73, 76, 81...84, 112, 118
Гидроколлоиды 39, 71, 74...76, 88, 113, 127
ГЛБ (гидрофильно-липофильный баланс) 61, 62, 69
- Диспергаторы (диспергирующие агенты) 140
Дрожжи 121
- Желеобразователи — см. *Гелеобразователи*
- Загустители 70, 72, 74...76, 87
Заменители соли 47
Замораживающие агенты 131
- Защитные газы 101...110
- Ингибиторы растворения 127...128
Интенсивные подсластители 49
- Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) 52, 75, 76, 85, 86, 127, 128
Катализаторы 137...140
Кислотность: «активная», «пассивная», титруемая 48
Кислотообразователи 48
Коагуляция 118, 123
Консерванты 90...101
Контроль за содержанием добавок в продуктах питания 146
Красители 14, 15
- Микроорганизмы 133
- Носители 39, 41, 65, 86, 121, 125
Наполнители 88...89
Натуральные эфирные масла 32
- Олеорезины 32, 124
Осветлители 123
Особенности сертификации 143
Осушители 129
Отбеливатели 31
Отвердители — см. *Уплотнители*
Охлаждающие агенты 131
- Пекарские порошки 121
Пеногасители 118
Пены 12, 13, 59...61, 65...70, 83, 118, 120, 135

- Плёнкообразователи 114
Поверхностно-активное вещество (ПАВ) 59, 60, 61, 128, 140
Подкислители 48
Подсластители 49...56
Полисахариды 71, 133
Пропелленты 134
- Разбавители 125, 132
Разделители 68, 121...122, 127, 129
Разрыхлители 120
Растворители 125, 132
Регуляторы кислотности 116
Рыбий клей 123
- Сахарозаменители — *см. Подсластители*
- Секвестранты 30
Синергизм 45, 46, 51, 69, 75, 105
Синергический эффект 75
Солёные вещества 47
Солюбилизатор 61, 140
Средства для капсулирования 133
Средства для снятия кожицы (с плодов) 116, 125...127
Средства для таблетирования 134
- Стабилизаторы окраски 28
Стабилизаторы пены 12, 60...61
Суспензии 13, 41, 70, 76, 83, 84, 122
Сушка 130
- Технологические добавки 116
Токсикологическая безопасность 141
- Уплотнители 12, 111...112
Усилители вкуса и аромата 43
Ускорители растворения 127...128
- Ферменты и ферментные препараты 135
Фиксаторы окраски 28
Фильтрация 122
Флокулянты 122...123
- Экстрагенты 124
Экстракты 32
Эмульгаторы 59...70
Эмульгирующие соли 119
Эмульсии 13, 60...70, 83...84, 87, 98, 119, 120, 129
Энзимы — *см. Ферменты*
Эфирные масла 32

УКАЗАТЕЛЬ Е-КОДОВ

<i>Код</i>	<i>стр.</i>	<i>Код</i>	<i>стр.</i>	<i>Код</i>	<i>стр.</i>
E 100	18, 27	E 200	91	E 322	62, 64
E 101	18, 19	E 202	91	E 400	71
E 102	19	E 203	91	E 401	71
E 104	19	E 210	91	E 406	71
E 110	19	E 211	91	E 407	71
E 120	18	E 220	91	E 409	71, 84
E 122	19, 26	E 221	91	E 410	71, 83
E 124	19	E 228	91	E 411	71
E 127	19	E 234	91	E 412	71, 83
E 131	19, 25	E 249	28, 91	E 413	71, 85
E 132	19, 25	E 250	91	E 414	71, 84
E 133	19, 25	E 251	91	E 415	71, 83
E 140	26	E 252	28, 91	E 416	71, 85
E 141	26	E 260	91	E 417	71
E 142	19, 25	E 261	91	E 418	71, 84
E 150	18, 19	E 263	91	E 419	71, 84
E 151	19	E 290	91, 103	E 432	62
E 152	18	E 300	28, 103	E 432	65
E 153	18	E 301	103	E 436	62, 65
E 154	19	E 302	103	E 440	71
E 155	19	E 304	103	E 442	62, 65
E 160	17, 19, 27	E 306	103	E 461	73, 85
E 161	17	E 307	103	E 463..465	85
E 162	18, 26	E 309	103	E 466	85
E 163	16, 26	E 310	103	E 467	85
E 170	18	E 313	103	E 471	62, 65
E 171	18	E 315	103	E 472	62, 66..67
E 172	18	E 316	103	E 473	62, 67
E 173	18	E 319	103	E 474	67
E 174	18	E 320	103	E 476	62, 68, 69
E 175	18	E 321	103	E 477	69

<i>Код</i>	<i>стр.</i>	<i>Код</i>	<i>стр.</i>	<i>Код</i>	<i>стр.</i>
E 479	69	E 941	103	E 1413	87
E 481	62, 69	E 951	145	E 1414	86
E 482	62, 69	E 957	49	E 1420...1423	72
E 491	62, 68	E 959	49	E 1420	86
E 496	62, 68	E 1400...1405	72	E 1421	86
E 621	44	E 1401	86	E 1422	87
E 627	44	E 1402	86	E 1423	87
E 631	44	E 1405	86	E 1440	73, 87
E 636	44	E 1410...1414	72	E 1442	73, 87
E 637	44	E 1410	87	E 1443	73, 87
E 640	44	E 1411	87	E 1450	73, 87
E 641	44	E 1412	87	E 1518	39

Производственно-практическое издание

Сарафанова Лариса Анатольевна

**ПРИМЕНЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК
ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**
5-е издание

Главный редактор *А. З. Рубинов*

Редактор *А. А. Феропонтов*

Технический редактор *Д. А. Игнашов*

Художник *М. Р. Качалов*

Корректор *В. А. Соловьёва*

Лицензия ИД № 06311 от 19.11.01. Подписано к печ. 23.09.02.
Формат 60×90 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Гарнитура Петербург.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 11. Тираж 1000. Заказ № 791
ЗАО ГИОРД, 193167, Санкт-Петербург, а/я 61. Тел. (812) 327-92-20.

Отпечатано с готовых диапозитивов в типографии «Туруселл»
191186, г. Санкт-Петербург, ул. Миллионная, д. 1

Л. А. Сарафанова

ПРИМЕНЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК

ISBN 5-901065-52-2



Издательство ГИОРД