

Кафедра химии Красноярского института советской торговли  
Кафедра технологии продуктов общественного питания  
Ленинградского института советской торговли  
им. Ф. Энгельса

В. П. Сургутский, Л. И. Горностаева,  
Г. А. Новожилова

## **ВКУС И АРОМАТ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

Учебное пособие для студентов  
технологического факультета.

Под редакцией д. т. н., профессора Н. И. Ковалева

Красноярск 1992

Кафедра химии Красноярского института советской  
торговли

Кафедра технологии продуктов общественного питания  
Ленинградского института советской торговли  
им. Ф.Энгельса

В.П. Сургутский, Л.И. Горностаева,  
Г.А. Новожилова

ВКУС И АРОМАТ ГИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Учебное пособие для  
студентов технологического  
факультета. Под редакцией  
д.т.н., профессора  
Н.И. Ковадева

Красноярск

1992

Отглавление

1.	Вкус и вкусовые ощущения	3
2.	Строение молекул и сладкий вкус	5
3.	Восприятие и физическая природа запахов	11
4.	Природа душистых веществ	18
5.	Эфирные масла растений	21
6.	Формирование вкуса и запаха пищевых продуктов в процессе кулинарной обработки	27
7.	Вкус и аромат пищевых продуктов	29
	Природные сладкие вещества	29
	Овощи, фрукты и ягоды	33
	Приности и специи	38
	Мясо и мясные продукты	44
	Рыбные пищевые продукты	47
	Молочные продукты	50
	Хлеб и изделия из дрожжевого теста	53
	Вкусовые и ароматические вещества горячих напитков	54
8.	Имитация вкуса и аромата пищевых продуктов	64
	Синтетические сладкие вещества	66
	Мясные ароматизаторы	68
	Ароматизаторы молочных продуктов	71
	Приности. Эфирные масла. Ароматические эссенции	72
	Грибные ароматические композиции	75

Выпуск № 1653. Тир. 200,000. Тип. "Сибирь."

Цена договорная.

## Г. Вкус и вкусовые ощущения

Пища полезна, когда она вкусна. Пищевой аппарат человека обычно находится в заторможенном состоянии. Вкус и аромат пищи, рефлекторно возбуждает деятельность пищеварительных желез еще до того, как она попадает в пищеварительный тракт. Благодаря этому пища усваивается быстрее и полнее. Поэтому пища должна быть не только питательной, но и возбуждать аппетит своим вкусом, ароматом и внешним видом.

Вкусовые вещества способствуют оздоровлению кишечной микрофлоры. Запах и аромат являются важными показателями качества пищевых продуктов. Поэтому вкусовые вещества — обязательный компонент любого рациона.

Французский кулинар Риппербок утверждал, что кулинария, с одной стороны, — искусство, а с другой стороны, — наука, опирающаяся на все достижения естествознания. Для придания нужного вкуса и аромата кулинары используют целый набор вкусовых и ароматических веществ: соль, сахар, пищевые кислоты, ванилин, различные пряности, содержащие эфирные масла, гликозиды, алкалоиды и другие вещества, придающие им характерные вкус и запах.

Различают четыре основные вкусовые ощущения — сладкое, соленое, кислое и горькое. Различные вкусовые оттенки создаются благодаря сочетанию этих основных ощущений.

Воспринимают вкусовые ощущения так называемые рецепторы — вкусовые сосочки, подавляющее количество которых расположено на поверхности языка. Они специализированы: расположенные на кончике языка чувствительнее всего к сладкому, на его боковых поверхностях — к соленому и кислому, а в его задней части — к горькому. Взаимодействуя со вкусовыми веществами — стимуляторами, рецепторы вырабатывают нервные импульсы, идущие в мозг.

Существует много теорий вкуса /химическая, физико-химическая, ферментативная/, но общепринятая теория до сих пор отсутствует.

Заслуживают внимания работы американского биохимика Ф. Дастли, которому удалось выделить вещества — рецепторы вкуса и показать решающую роль физико-химического взаимодействия и восприятия вкусовых ощущений.

Дастли показал, что между белком эпителия и сладкими веществами существует взаимодействие и, более того, им были извлечены

клеточные белки из эпителия кончика языка.

Таким же образом был обнаружен рецептор горечи, но в качестве белка были выделены эпителии вкусовых сосочков задней поверхности языка. Белки, как и их комплексы, имели несколько отличный качественный состав.

Концентрации сладкого или горького вещества-стимулятора коррелировала с интенсивностью нервного импульса, величина которого прямо пропорциональна их концентрациям и достигает насыщения. Это также явилось очевидным подтверждением прямой связи выделенных белков со вкусом восприятием.

Было также показано, что сладкочувствительный и горькочувствительный белок резко отличаются друг от друга. Сладкочувствительный белок содержит менее 10% углеводов и много лизина и пролина, дает сильную щелочную реакцию; горькочувствительный содержит 33% углеводов и нейтрален.

С молекулярной точки зрения наиболее изученным и лучше других понятием является вкус сладкого. Долгое время господствовала глюкофорная теория сладкого вкуса. По этой теории носители сладкого вкуса — это так называемые глюкофорные группы /например,  $-CH_2OH$ ,  $>CHOH$ /, а другие группы атомов  $/CH_3$ ,  $-C_2H_5$  и т.п./ усиливают или ослабляют ощущение. Однако некоторые аминокислоты и сахарин, не имеющие глюкофорных групп, оказалось также имеют сладкий вкус.

Затем возникли другие теории: Лазарева /ионная/, Ренквиста /адсорбционная/, Шелленбергера Бейдлера, Дастоли. Три последние, наиболее современные, объясняют, как отмечалось выше, ощущение сладости контактом вещества с определенными сладкочувствительными белковыми молекулами во вкусовых клетках языка.

Кислый и соленый вкус объяснить оказалось проще. Кислый связан, как правило, с наличием водородных ионов, соленый присущ соли с низкой молекулярной массой. Чистый соленым вкусом обладает только поваренная соль. Все остальные органические и неорганические соли вызывают смешанное ощущение соленого и горького вкуса, причем, чем выше молекулярный вес одноосновных солей, тем сильнее выражена горечь.

Горький вкус присущ почти всем алкалоидам /теобромин, кофеин, хинин, морфин и др./, а также некоторым гликозидам /например, амигдалин/, эфирам, неорганическим солям и др. Природа горького вкуса изучена совсем мало.

## 2. Строение молекул и сладкий вкус

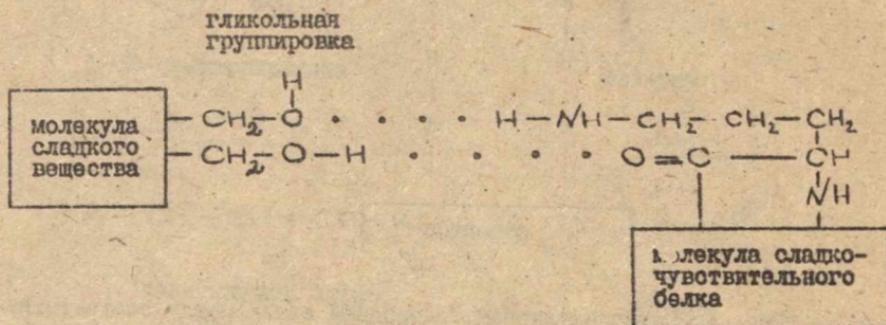
Первое общее представление о воздействии сладких веществ носило физико-химический характер. Бейдлер, например, определил вкус как результат селективной адсорбции на вкусовом рецепторе, которую можно описать адсорбционной изотермой:

$$C/R = C(1/R_m + 1/R_m)$$

где  $R$  — доза при концентрации  $C$  действующего вещества,  $R_m$  — максимальная доза при насыщенных рецепторах,  $K$  — константа, характеризующая действие вещества на рецепторы. По его представлениям, в результате адсорбции изменяется локальная геометрия и строение поверхности клеточной мембраны, что приводит к появлению соответствующего вкусового ощущения. Гипотеза Бейдлера вскоре была подтверждена.

Разнородность происхождения, строения и структуры сладких веществ долго мешала выяснению их основных общих характерных признаков, вызывающих реакцию рецептора. Шелленбергер в 1963 г. открыл единое, характерное для молекул сладких веществ, свойство. Он предположил, что между вкусовым веществом и рецептором существует взаимодействие, заключающееся в возникновении водородной связи между определенными местами молекул сладкого вещества и активными центрами рецептора. Термином "рецептор" обозначается высоко-специфическое упорядоченное место на целевой молекуле, которая принимает /рецептирует/ молекулу сладкого вещества.

Была дана схема предполагаемого взаимодействия молекул сладкого вещества и молекул сладкочувствительного белка, которая представлена ниже



Взаимодействие, таким образом, происходит за счет образования водородной связи между бифункциональной рецепторной группой "слабкочувствительного" белка аминокислоты лизина и бифункциональной гликолевой группировкой сладкого вещества /обе водородные связи обозначены точками/.

Такая связь очень слаба; к тому же, в отличие от химической связи, она не имеет жесткой пространственной ориентации. Но слабые физико-химические силы, действуя совместно, могут достаточно прочно связать молекулы между собой. Если бифункциональные звенья совмещаются в пространстве /как на рисунке/, то между ними завязывается достаточно прочная и жесткая связь.

Для рецептора характерно то, что он способен связывать молекулы с определенной конфигурацией и вызывать биологически точный ответ. Это мнение, высказанное Шелленбергером, было дополнено и в других работах; авторы этих работ нашли другие структурно и генетически различные сладкие соединения. Вклад Шелленбергера состоит в том, что он определил основную сущность сладкого вещества как системы АН,В, где А и В - электроотрицательные атомы, находящиеся в непосредственной близости друг от друга. АН - кислотная функция /Н<sup>+</sup> обладает кислотными свойствами/, В - ацетил протон, а потому выступает в качестве основания. Система АН,В /рис. I/ сладких молекул может быть связана водородной связью с подходящей системой АН,В рецепторного белка вкусовой почки. Возникающий при этом комплекс

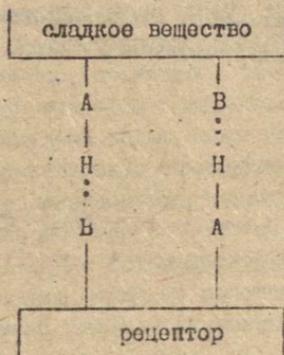
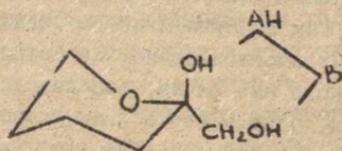


Рис. I. Межмолекулярная водородная связь между соответствующим центром сладкого вещества и активным центром рецептора

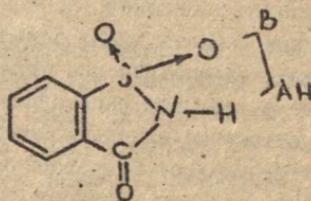
с двумя водородными связями обуславливает возникновение сладкого восприятия, а прочность водородной связи обеспечивает и чистоту ответа. В сахарах имеется система АН, В -  $\alpha$ -гликолевый фрагмент. С помощью системы АН, В Шелленбергер и Акри объяснили сладкий вкус разных типов веществ.

В качестве примера из ряда сахаров авторы работы взяли  $\beta$ -D-фруктопиранозу /схема I/.  $\beta$ -D-фруктопираноза находится в гол- /скошенной/ -конформации типа кресла /конформации - это структуры, возникающие в результате вращения в молекуле атомов или групп вокруг простых связей и их выхода из плоскости, проходящей через остальные атомы цикла/. По мнению Шелленбергера и Акри, все смежные гидроксильные группы, находящиеся в гол-конформации, представляют сладкие гликолевые фрагменты. В этой молекуле аномерная группа -ОН содержит наиболее кислотный атом водорода и представляет собой фрагмент АН системы АН, В; гидроксиметильная группа, находящаяся в непосредственной близости и способная вращаться, представляет собой фрагмент В.

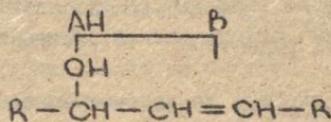
В сахарине фрагмент АН системы АН, В - это группа -NH, с 3 - атомы кислорода либо карбонильной, либо сульфогруппы. О взаимодействии через кисл. од сульфогрупп свидетельствует тот факт, что псевдосахарин /енольная форма/ не обладает сладким вкусом. Считают, что сладкий вкус цикломатов также обусловлен наличием в них имидной и сульфогрупп.



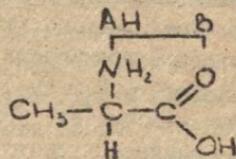
$\beta$ -D-фруктопираноза



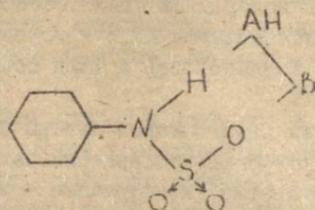
сахарин



ненасыщенный спирт



аланин



циклоамат

Схема I

В ненасыщенных спиртах OH-группа находится в  $\alpha$ -положении к двойной связи, вследствие чего водород этой гидроксильной группы является слабокислым. Двойная связь представляет собой протонакцепторный фрагмент.

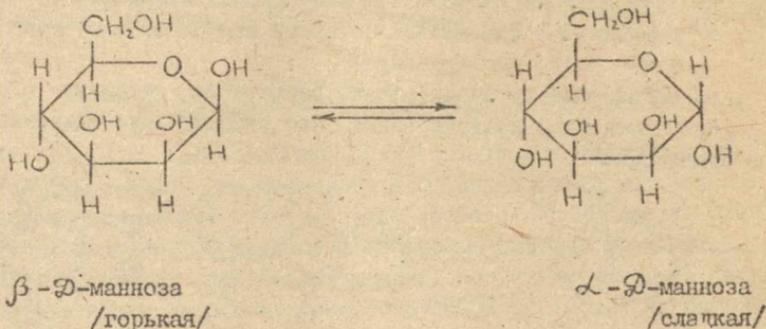
Сладким вкусом обладают некоторые аминокислоты и пептиды. Сладковатый вкус у глицина и L-изомеров нормальных аминокислот. Но можно считать сладкими и L-изомеры аланина, серина, треонина и даже валина.

Шелленбергер пришел к выводу, что геометрия системы AH, B молекул сахаров и активного центра на рецепторе определяет прочность конечного комплекса, поэтому конфигурация и конформация молекул сладких веществ имеют большое значение. Преимущество молекул, содержащих ароматические циклы, таких, как сахарин и нитроанилин, состоит в том, что расстояние a-B в них зафиксировано. Известно, что искусственные сладкие вещества во много раз слаще, чем сахара. Чувство сладости, вызванное сахарами, длится всего лишь несколько секунд, так как прочность возникающих связей невелика. Для того чтобы осуществилось полное взаимодействие и для возникновения водородной связи, расстояние между атомами и группами атомов A, B в молекуле сладкого вещества должно соответствовать расстоянию между соответствующими группами на рецепторе. Это расстояние составляет  $\sim 0,3$  нм/.

Бих утверждает, что сладкая молекула стереохимически соответствует активному центру на рецепторе и скорость, с которой центры взаимно реагируют, также может оказывать решающее действие на степень и длительность вкусового ощущения.

Известно, что все сахара обладают неодинаковым вкусом. Глюкозу, сахарозу и фруктозу легко отличить по вкусу друг от друга и

от других сахаров. На вкус влияют даже столь незначительные структурные различия, как конфигурация относительно аномерного углеродного атома циклической формы гексозы. Так,  $\alpha$ -D-манноза сладкая, в то время как  $\beta$ -D-манноза горькая на вкус.



Эти две структуры переходят друг в друга в результате так называемой таутомерии и различаются лишь конфигурацией относительно аномерного углеродного атома. Мутаротация – постепенное изменение оптической активности некоторых веществ после их растворения до установления постоянного вращения плоскости поляризации. Причиной мутаротации является превращение таутомерных форм до установления динамического равновесия между ними.

Мутаротация возможна не только для моносахаридов, но и для дисахаридов – мальтозы и лактозы, олигосахаридов, некоторых производных сахаров, например N-гликозидов. Самым сладким из всех обычных сахаров считается фруктоза в форме  $\beta$ -D-пиранозы. Ее сравнительная сладость заметно уменьшается при повышении температуры раствора и увеличении длительности хранения, видимо, за счет мутаротации.

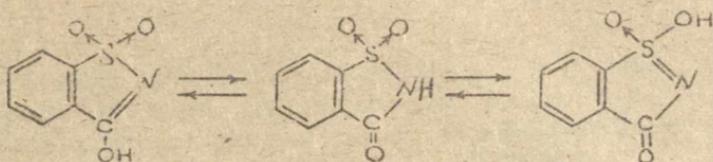
Считают, что на вкусовые свойства веществ оказывает влияние природа функциональных групп, входящих в соединения, химические и физические свойства молекул, образование специфических внутримолекулярных водородных связей. Специфические группы атомов в молекуле, придающие веществу сладкий вкус, были названы "сапороформными звеньями". Этими группами являются полиокси- или аминокислотные остатки. Были введены понятия о глицофорах – группах, при взаимо-

действии которых с "ауксогруппами" /т.е. безвкусными группами/ образуются соединения, обладающие сладким вкусом.

Для понимания структурных особенностей, определяющих вкус и, в частности, сладость веществ, существенно следующее:

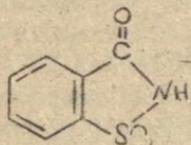
- а/ вкус сладких веществ при модификации изменяется;
- б/ соединения, содержащие активный атом в дорода, обладают заметно различным вкусом;
- в/ оптические антиподы обычно различаются по вкусу.

Было высказано предположение, что сладкий вкус сахарина связан с енолизацией.

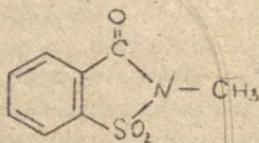


Такие таутомерные превращения позволили объяснить, почему N-алкилзамещенные сахарины не являются сладкими: они не могут претерпевать енолизацию.

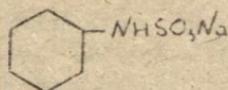
Известно, что соединение, обладающее сладким вкусом, нелегко модифицировать, сохранив при этом его сладкий вкус. Сахарин является сладким, в то время как его N-алкилпроизводные безвкусны. Соли щелочных металлов циклогексиламинсульфата-цикломата /см. схему I/ обладают сладким вкусом, тогда как такие же соли анилинсульфата почти безвкусны.



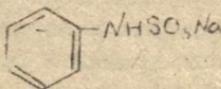
сахарин  
/сладкий/



N- метилсахарин  
/безвкусный/



цикломат натрия  
/сладкий/



анилинсульфат натрия  
/безвкусный/

Гипотеза Шелленбергера в какой-то степени позволяет объяснить отношение рецептора к различным типам соединений сладких веществ. Однако теории, четко объясняющей зависимость между строением вещества и его вкусовыми свойствами, в настоящее время пока нет. Определены лишь некоторые общие закономерности строения и его влияния на сладость вещества, хотя в этой связи есть еще много неясных вопросов.

### Э. Восприятие и физическая природа запахов

Аромат - один из важнейших показателей качества пищевых продуктов. В настоящее время его оценивают в основном органолептически: о химической природе известно чрезвычайно мало. Установление природы летучих веществ, обуславливающих аромат пищевых продуктов, позволяет разработать способы объективной оценки их качества, полнее изучить влияние на аромат технологической обработки и хранения, синтезировать ароматические вещества, соответствующие природному аромату любого пищевого продукта, и на основе этого быстро и дешево облагораживать пищевое сырье.

Ароматообразующие летучие вещества значительно улучшают качество пищи, повышают ее усвояемость, возбуждая аппетит и усиливая деятельность пищеварительных органов. Изучение запаха и вкуса тесно связано друг с другом. Поэтому достаточно удалить комплекс летучих веществ из продукта, чтобы он потерял не только аромат, но и вкус.

Для характеристики ароматообразующих веществ в практике часто применяют термины "летучие вещества", "эфирные масла" и "ароматические соединения". Термин "эфирные масла" более применим к определенному классу соединений - терпеновым производным; "ароматические вещества" - в большей степени относятся к бензо- и его производным. Поэтому считают, что наиболее удачно отражает специфику ароматизирующих соединений термин "летучие вещества".

Летучие вещества пищевых продуктов чрезвычайно разнообразны по химическому строению. К ним относятся кислоты, лактоны, альдегиды, кетоны, спирты, серосодержащие соединения, углеводороды и соединения со смешанными функциями. Ароматические вещества либо содержатся в самих природных пищевых продуктах, либо накапливаются при их переработке. Так, характерный аромат плодов и ово-

шей появляется вследствие созревания и хранения; аромат сыров образуется при их созревании под воздействием микроорганизмов; аромат хлеба, а также аромат жареного кофе и мяса появляется под действием высоких температур.

Наконец, вкусовые оттенки и аромат некоторых натуральных пищевых продуктов иногда определяется кормовым рационом животных и насекомых. Это, например, касается молока, мяса, меда и т.д. Так, свободные кислоты в меде, придающие ему вкус и аромат, определяются видом растений, цветы которых являются источником для сбора меда пчелами. В рапсовом меде обнаружена пенилпропионовая кислота; в грее шином — высоко содержание 4-оксибензойной кислоты; в вересковом меде отмечена высокая концентрация бензойной кислоты.

Запахи воспринимаются органами обоняния. Обонятельные ощущения тесно связаны со вкусовыми, например, когда речь идет о вкусе пищи, они сливаются. Если же у человека нарушено обоняние, то остается лишь одно ощущение — вкусовое. Тогда нормально воспринимаются только четыре основные категории вкуса — сладкое, горькое, соленое и кислое, а те специфические тонкости, которые свойственны вкусу того или иного продукта, исчезают; так как связаны с запахом. Например, когда у человека сильный насморк, лук кажется ему сладким, как яблоко. В таких случаях пища становится невкусной, пропадает аппетит, появляется тяга к острым, раздражающим блюдам.

Интересно, что обоняние связано и с другими видами ощущений: некоторые пахучие вещества способны влиять на зрение, на ощущение цвета, влияют на остроту слуха. Эти ощущения обостряются или притупляются в зависимости от запахов различного происхождения.

Восприятие аромата человеком зависит от концентрации вещества. Это связано с тем, что пахучие химические соединения в разбавленном состоянии поступают очень медленно в органы обоняния и требуется много времени для восприятия запаха. Из концентрированного раствора насыщенные пары пахучего вещества поступают в органы обоняния в больших количествах. Таким образом объясняют, например, весьма неприятный запах индола /триптофала/ и его тонкий приятный аромат в малых концентрациях. Разбавленные растворы октилового, nonилового и децилового спиртов приторуют запах розы, фиалки, апельсинных и мандариновых корок.

Аналогичная картина наблюдается и у низших гомологов алифатических спиртов. Так, в неразбавленном состоянии спирты от  $C_7$  до

$C_5$  имеют острый удручающий запах. При разбавлении спиртов водой этот запах исчезает /за исключением уксусного альдегида/, у муравьиного, пропионового, масляного и валерианового альдегидов появляется /особенно у валерианового/ приятный оттенок.

Порог ощущения аромата определяется минимальным количеством вещества, которое может вызвать у человека обонятельное ощущение. Так, минимальная концентрация ванилина, который ощущается обонянием, составляет одну часть на  $2 \cdot 10^6$  частей воздуха, а минимальная концентрация лимонного масла - одну часть на  $8 \cdot 10^6$  частей воздуха.

Запах различных веществ со временем как бы притупляется. Это важное свойство обоняния называется адаптацией. Она целесообразна с биологической точки зрения - происходит предохранение обонятельных анализаторов от излишнего перераздражения. Обонятельная адаптация к запаху происходит гораздо быстрее, чем адаптация зрительная. Время адаптации зависит от концентрации пахучего вещества: чем она выше, тем быстрее наступает адаптация. Адаптационный процесс может протекать по-разному у здоровых и больных людей.

При определенных условиях может происходить и обратный процесс - сенсibilизация, или повышение чувствительности к запаху. Обычно сенсibilизацию обоняния вызывают многократные, частые и периодические воздействия очень слабых запахов. Это позволяет лучше обнаруживать присутствие в воздухе даже очень малые количества пахучих веществ. Это важно, например, для химиков, гигиенистов, а также и технологов общественного питания.

Большое значение имеют условия внешней среды: влажность, температура и степень загрязнения воздуха, атмосферное давление, освещенность. Длительное действие пыли и сухого воздуха может сильно ухудшить обоняние. Зимой некоторые ощущают запах лучше, чем летом.

Для большинства людей запахи лучше всего ощущаются при температуре воздуха  $37-38^{\circ}C$ . Резкие запахи могут вести к ухудшению обоняния. Длительное действие неприятного запаха может вообще парализовать обонятельный нерв.

Обоняние обычно ухудшается с возрастом. Снижение обонятельной чувствительности, особенно заметное после 45-летнего возраста, объясняется уменьшением рецепторной поверхности обонятельной области носа и общими изменениями в организме. Постоянная тренировка сохраняет остроту обоняния у химиков, парфюмеров, дегустаторов

и у работников пищевой промышленности.

Обонятельная функция человека часто бывает понижена в результате внешних воздействий, заболеваний мозга, обонятельного нерва, а главным образом — носа. Некоторые вещества могут травмировать окончания обонятельного нерва /пары аммиака, ниханге табака и т.д./ — человек в этом случае на некоторое время теряет способность ощущать запахи.

В определенные периоды у женщин нарушается обоняние, иногда возникают извращения обоняния: человек воспринимает запахи, большей частью неприятные /запахи сероводорода, гнили, чеснока/, даже при отсутствии соответствующего пахучего вещества.

При нарушении обоняния важную роль может сыграть правильная диета, направленная на улучшение питания нервной ткани. Она должна включать масло, рыбный жир, мясо, особенно говядину; рекомендуются также бобовые, дрожжи, а также напитки и блюда, возбуждающие нервную систему /крепкий чай, кофе, копчености, соленья/. Такие блюда способны улучшить обоняние. Возбуждающе на нервную систему действуют кофеин, эфедрин, а также витамин А — он входит в состав обонятельных клеток. Усиливать обоняние могут и витамины группы В.

У каждого кушанья свой аромат, иногда аромат еды дополняют специи: перец, тмин, лавровый лист, ваниль и т.д.

Запах пищи обусловлен веществами, которые придают ей не только аромат, но и вкус. Разделить эти ощущения невозможно. Запах готовых блюд и продуктов определяется в большинстве случаев ароматическими веществами, образующимися в процессе обработки: аромат жареного мяса и рыбы, хлеба и других выпечных изделий и т.п.

Ароматообразующие вещества способны улетучиваться, окисляться, подвергаться полимеризующим и другим изменениям.

Выделение, определение строения и количества этих веществ связаны со значительными трудностями ввиду их малого содержания, неустойчивости и трудности разделения на индивидуальные компоненты. В большинстве пищевых продуктов летучие вещества содержатся в ничтожно малых количествах: в сотых, тысячных и даже миллионных долях массы продукта. Тем не менее, изучение летучих веществ пищевых продуктов успешно осуществляется с использованием газовой хроматографии, масс-спектрометрии и, особенно, хромато-масс-спектрометрии.

Ароматические комплексы пищевых продуктов являются весьма слож-

ными. В одном продукте может насчитываться десятки и сотни летучих ароматообразующих веществ, относящихся к различным классам органических соединений /табл. I/.

Таблица I  
Ароматические вещества некоторых пищевых продуктов  
/в мкг/г/

Пищевые продукты	общее количество аром. в-в	Классификация идентифицированных в-в						
		углеводороды	гетероциклические углеводороды	карбонильные соединения	спирты /+ фенолы/	кислоты /+ лактоны/	эфирны	соединения серы
Земляника	251	31	5	47	40	36	94	3
Апельсины	157	49	-	31	35	10	29	-
Помидоры	113	12	3	51	26	10	6	4
Арахис поджаренный	187	29	69	40	19	3	8	8
Кофе	370	40	16	136	56	21	33	21
Изделия из какао	201	21	29	37	23	28	35	-
Коньяк	128	-	-	12	27	13	76	-
Пиво	183	6	2	29	44	30	61	9
Хлеб	211	2	28	75	23	32	17	9
Мясо птицы	189	35	12	54	23	7	3	20

Природа запаха пока остается еще загадочной: хотя ясно, что запах того или иного вещества целиком зависит от химического строения. Исследователями выделены соединения, определяющие запах того или иного продукта - так называемые ключевые компоненты запаха. В каждом продукте преобладают определенные летучие соединения, которые обуславливают его основной аромат. Так, основной тон в аромате задают следующие вещества: цитраль - в лимонах, п-гидроксифенил - в малине, аллилсульфид - в чесноке, аллилизоцианат - в горчице, ванилин - в ванили, карвон - в тмине и т.д. Экспериментально доказано, что главным носителем мясного запаха и вкуса нужно считать серосодержащие органические соединения.

Современный уровень развития науки и производства позволяет в настоящее время синтезировать некоторые ключевые компоненты запахов. Так, сотрудники института элементоорганических соединений АН СССР разработали способ синтеза таких веществ - 2-метил-3-меркаптопурина, его дисульфида и др., которые имеют запах готового мяса или курицы. Они прошли медико-биологические испытания и допущены для ароматизации пищевых продуктов. Аналогичный ароматизатор - 2-метил-3-меркаптопропанол-1 создан физико-химическим институтом АН СССР.

Иногда возникает необходимость разложить запах на составные части или воссоздать его синтетическим путем даже тогда, когда речь идет о природных пахучих веществах.

Например, лимонная эссенция /комплекс эфирных масел лимона/ широко использовалась в кондитерском деле, производстве различных напитков, но в последние годы на лимонных плантациях субтропиков Грузии обыкновенный лимон заменил другой сорт - лимон Мейер с повышенной устойчивостью к холодам и болезням. Его эфирные масла содержат, однако, много тимола, что не позволило заменить им лимонную эссенцию. В институте биохимии растений Грузинской АН был разработан способ обработки эфирного масла этой разновидности лимона, позволяющий придать им запах обычной лимонной эссенции путем удаления тимола и введения недостающих карбонильных соединений и эфиров терпеновых спиртов.

В ряде случаев появляется необходимость имитировать характерные запахи отдельных плодов, ягод, овощей и т.д., а для этого надо знать, какими веществами эти запахи обусловлены и получить их. Эти компоненты часто извлекают из ягод, плодов, овощей различными методами. Они получили название - отдушки.

Для получения отдушек часто используют отходы основного производства. Например, в процессе консервирования яблок теряется около 12% их веса в виде яблочных очисток, семечек, выжимок. В отходах остаются значительные количества ценных продуктов, в том числе душистые вещества и урсоловая кислота  $C_{30}H_{48}O_3$  - полухлорогенин. Он отличается активным биологическим действием, стимулирует деятельность сердца, проявляет противовирусные и противовоспалительные свойства.

С целью рационального использования сырья, очистки, скопившиеся на консервных заводах, высушивают, а затем подвергают

экстракции спиртом. В раствор переходят при этом, помимо урсоловой кислоты, вещества, придающие яблокам характерный аромат. После отгонки спирта остается вязкая зелено-коричневая масса с ощутимым яблочным запахом. Затем продукт подвергают обработке водой — урсоловая кислота нерастворима в воде и остается в осадке, из которого получают чистую урсоловую кислоту для фармакологов, а душистый фильтрат используют в пищевой промышленности взамен синтетических композиций, имитирующих запах яблок.

Отдушки нужны не только кондитерам. Искусственное мясо или искусственную черную икру приходится ароматизировать, чтобы придать им мясной или рыбный запах. Маргарин часто ароматизируют для придания ему запаха сливочного масла и т.д.

Вещества, найденные в концентратах запаха, в разных сочетаниях пахнут по-разному. Если к одному пахнущему веществу прибавить другое, то в принципе возможны четыре варианта: запах первого вещества усилится; запах второго вещества подавит первый; два запаха дадут в сумме новый, третий запах; запахи обоих веществ взаимно уничтожатся.

Обнаружено, что запах копченой консервированной говядины связан с определенным соотношением 2-метилтиофена, 2-метилпропаналя и 2-метилбутаналя, а в запахе черной смородины важную роль играет отношение лимонена и  $\beta$ -фелландрена.

Сейчас пищевая промышленность нашей страны использует несколько десятков ароматических пищевых эссенций. Разработаны рецептуры и более тонких ароматизаторов (Ленинградский отраслевой НИИ пищевой промышленности).

Колоссальный дефицит белка, все большее использование морских организмов, ося, перспективы развития микробиологической промышленности придают проблеме ароматизации пищи актуальность. К полезным, но необычным продуктам человек часто относится с предубеждением. Поэтому нетрадиционным блюдам надо постараться придать традиционный вкус и запах. Современная пищевая промышленность нуждается в новых ароматических эссенциях, в имитации запаха самих различных продуктов, и над их созданием работают исследователи у нас в стране и за рубежом.

Не всегда, однако, имеется возможность связать те или иные органолептические ощущения с конкретным веществом, т.к. мало еще данных о взаимном влиянии этих веществ в смеси. Механизм образования

аромата достаточно сложен. В сложении аромата, букета и вкуса готовых блюд, овощей, фруктов и т.д. принимают участие вещества, не только входящие в состав исходного продукта, но также и соединения, образующиеся в процессе специальной обработки. При этом определяющую роль может играть технология изготовления продукта, влияющая на глубину химических и биохимических процессов и способствующая накоплению новых веществ, придающих готовой продукции специфические оттенки аромата и вкуса.

#### 4. Природа душистых веществ

Душистые вещества — это органические соединения, обладающие характерным приятным запахом, применяемые при производстве различных пищевых продуктов для придания им определенного запаха. Душистые вещества широко распространены в природе. Они находятся в эфирных маслах, душистых смолах и других сложных смесях органических веществ, выделяемых из природных продуктов как растительного, так и животного происхождения. Многие душистые вещества получают синтетически.

С древнейших времен и до 19 века в качестве ароматических продуктов применялись только природные смеси — эфирные масла, выделяемые из растений отгонкой с водяным паром, настои и экстракты, получаемые обработкой растительного или животного сырья растворителями, душистые смолы, бальзамы и некоторые другие, без разделения их на отдельные компоненты. Однако уже в 19 веке было установлено строение ряда душистых веществ и освоен синтез некоторых из них. Некоторые душистые вещества, оказывается, все же целесообразнее получать пока из природных продуктов, тогда как для многих душистых веществ уже в настоящее время используются главным образом синтетические методы.

Считают наиболее рациональным классифицировать душистые вещества по группам в соответствии с систематикой органических соединений. Такая классификация душистых веществ могла бы позволить связывать их запах с наиболее важной химической характеристикой — строением молекулы. Однако эта зависимость установлена еще не настолько строго, чтобы можно было с полной определенностью предвидеть запах того или иного соединения на основе данных о его строении. Тем не менее, некоторые частные закономерности влияния струк-

ктурных особенностей молекулы на запах установлены.

Восприятие аромата человеком связано с суммарным действием осморных групп веществ на рецепторы, расположенные в обонятельных клетках носовой полости. Например, в сложении аромата винограда, его специфических оттенков, участвуют летучие соединения разного состава. Они, в основном, сосредоточены в кожице винограда и во внешних слоях мякоти и составляют эфирные масла винограда. В их состав входят углеводороды, спирты, терпеноиды, карбонильные соединения, жирные кислоты, сложные эфиры и др. В последние годы из эфирных масел винограда выделено 225-300 соединений, представителей углеводородов, кислот, спиртов, альдегидов, кетонов, эфиров, терпеноидов. Это не исключает, однако, определяющего влияния на аромат продукта ключевых компонентов запаха.

Для большинства душистых веществ характерно наличие в их молекуле функциональных групп: карбонильной  $\geq C=O$ , карбонильной  $>C=O$ , сложноэфирной  $-C \begin{smallmatrix} \diagup O \\ \diagdown OR \end{smallmatrix}$  и некоторых других.

Во многих случаях запах вещества определяется отношением его к тем или иным классам. Так, отличительные свойства сложных эфиров, обладающих нежным фруктовым ароматом, - наличие в их молекулах атомов углерода и кислот, соединенных в группу  $-COO$ . Все меркаптаны, содержащие группу  $-SH$ , имеют неприятный запах. Амины в их состав входят группы  $-NH_2$  или  $-NH$  / пахнут также специфически /напоминают запах сельди/.

В других случаях строение всей молекулы в целом оказывает значительно большее влияние на запах, чем наличие в молекуле тех или иных группировок атомов. Особенно это заметно при рассмотрении аромата душистых веществ группы макроциклических соединений /например, макроциклических кетонов и многочленных лактонов/ - их запах определяется, главным образом, числом звеньев в цикле. Различие в запахе у таких аналогов проявляется лишь в его силе и оттенках.

Вместе с тем, влияние строения молекулы на запах вещества общепризнано, при этом проявляются некоторые общие закономерности.

Эфирная связь делает более ярким фруктовый аромат. Сложным эфирам высших жирных кислот с двумя химическими связями присущ нежный аромат. С их наличием /эфиры линолевой и линоленовой кислот/ некоторые исследователи связывают подсолнечный тон в шампанском. Эфиры сивушных спиртов /бутилацетат, амилацетат, гексилаци-

тат, гексилбутират, гептилацетат, изоамилкапронат, изоамилкаприлат, изобутиллаурат, изоамиллаурат, гексиллаурат, гексилмирилат/ также имеют фруктовый и цветочный ароматы. Эфиры фенолокарбоновых кислот более пахучи, чем алифатических. Аромат терпеновых спиртов зависит от расположения спиртовой группы, стереоизомерии, например, линалоол имеет запах ландыша, гераниол - розн.

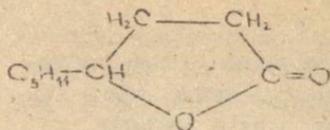
Запах вещества также зависит от его строения, места расположения осмоформных групп, молекулярной массы. Так, в ароматических спиртах расположение гидроксильной группы в боковой цепи обеспечивает им более приятный запах, чем в алифатических. Например, для  $\beta$ -фенилэтанола и  $p$ -оксифенилэтанола характерен запах розн. В зависимости от положения гидроксильных групп вторичные и третичные спирты отличаются по запаху от нормальных и изомерных первичных спиртов. Такое отличие наблюдается, например, у первичного и вторичного бутиловых спиртов и метилэтилкарбинола. Запахом обладают спирты только с одной гидроксильной группой, спирты с двумя и тремя группами /этиленгликоль, глицерин/ запаха не имеют.

С удлинением углеродной цепи у алифатических спиртов и альдегидов их аромат становится более приятным. Так, у бутиловых и амилловых спиртов и их изомеров - резкий неприятный запах, у более высокомолекулярных, например, гексилового, гептилового, октилового, нонилового и децилового он сравнительно более приятный, с цветочными тонами при сильном разбавлении. Аромат альдегидов  $C_6 - C_8$  более интенсивный, чем у  $C_1 - C_5$ .

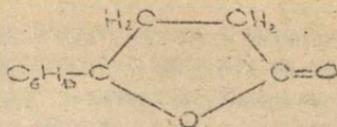
Значительное влияние на аромат оказывает разветвление углеродной цепи, особенно наличие третичных атомов углерода. В этом случае обнаруживается более свежий и сильный запах, как, например, в случае миристинового слабopахнущего альдегида и его сильнопахнущего изомера с тремя третичными атомами углерода.

Наличие двойных и тройных связей в цепи и их расположение также влияют на запах вещества. Так, акролеин  $/CH_2 = CH - CHO/$  обладает очень острым запахом, у кротонового альдегида с большей молекулярной массой  $/CH_3 - CH = CH - CHO/$  эта острота выражена слабее.

На запах определенное влияние оказывает структура молекул. Часто наблюдается изменение запаха в зависимости от характера замещения атомов в структуре молекулы. Например, для  $\gamma$ -лактонов: 5-н-гексилпроизводное пахнет персиками, а 5-н-амилпроизводное имеет запах кокосового ореха.

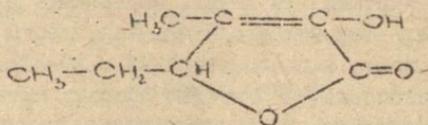


Запах кокосового  
ореха



Запах персика

Близкий к ним по структуре другой  $\gamma$ -лактон распространяет очень сильный аромат мясного бульона:



Запах мясного бульона

Большое влияние на запах органического соединения оказывает не только положение заместителей в молекуле, но и пространственные факторы. Соединения, даже очень близкие по своему строению /например, цис- и транс-изомеры/, иногда обладают различными оттенками запаха.

### 5. Эфирные масла растений

Эфирные масла занимают особое положение в пищевой промышленности и кулинарии. В составе различных концентратов /вытяжек/ они используются для ароматизации пищи и придания ей нужного аромата.

Эфирные масла — это летучие жидкие смеси органических веществ, вырабатываемые растениями и обуславливающие их запах. При обычной температуре эфирные масла представляют собой прозрачные, легкоподвижные или вязкие, бесцветные или желтые, зеленые, бурные жидкости. Эфирные масла растворимы в органических растворителях и животных жирах и редко в воде. Некоторые эфирные масла при незначительном понижении температуры застывают /анисовое, бадьяновое и др./ Под действием света, на воздухе эфирные масла быстро окисля-

ются, осмолются и изменяют свой запах.

Их получают из растений экстракцией или прессованием. Масла, получаемые из растений экстракцией растворителями содержат, кроме летучих, нелетучие, слабо пахнущие или лишённые запаха вещества, которым приписывают способность понижать летучесть эфирных масел; масла, добываемые из корок плодов цитрусовых, содержат мало таких веществ.

Число растений, содержащих эфирные масла, очень велико. Они содержатся в листьях, стеблях, цветах, корнях, семенах, коре и древесине в свободном состоянии или в виде гликозидов; их накопление происходит в особых клетках или ходах. Содержание эфирных масел в растениях колеблется в широких пределах. Так, цветы розы содержат 0,07-0,1% эфирного масла, а почки гвоздики - 20-22%. Большинство растений содержит наибольшее количество эфирных масел в период цветения и созревания семян. Так, мятное масло получают из цветков и зеленой массы мяты перечной. Содержание эфирных масел зависит также от состава почв, климатических условий и времени года, влажности, времени уборки и возраста растений. Иногда в ходе развития растения состав масла меняется.

Эфирные масла вырабатываются как из сырой зеленой массы, так и из высушенного и предварительно ферментированного сырья. Названия эфирных масел происходят обычно из названия растений, реже - по главному содержащемуся в них компоненту.

Отгонка с паром остается до сих пор самым распространенным методом получения эфирных масел, так как он сравнительно прост и не требует дорогостоящего оборудования. Методом прессования получают масла из измельченных корок плодов цитрусовых /лимонное, апельсиновое и др./ . В небольших масштабах применяют и другие методы извлечения.

Характерным компонентом эфирных масел являются терпены /табл.2/. Терпены - это углеводороды, имеющие общую формулу  $C_5H_8/n$ , где  $n = 2, 3, 4$  и т.д. Все терпены обычно рассматривают как продукты полимеризации изопрена. По количеству изопреновых звеньев терпены разделяют на ряды: собственно терпены -  $C_{10}H_{16}$ ; сесквитерпены -  $C_{15}H_{24}$ ; ди-, три- и политерпены. Каждый ряд разделяется на группы: I/ алифатические, или алициклические терпены - соединения с открытой цепью углеродных атомов. Собственно терпены этой группы  $C_{10}H_{16}$  содержат три двойные связи /мирцен, оцимен/; 2/ карбо-

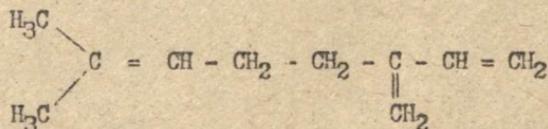
циклические терпены - содержат одно или несколько колец углеродных атомов. По характеру функциональных групп производные терпенов разделяют на спирты, альдегиды, кетоны, кислоты и т.д.

Таблица 2  
Основные компоненты некоторых эфирных масел

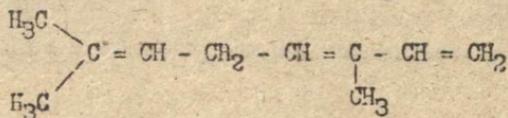
Наименование масла	Состав
Аирное	Азарон /до 80%/, камфара, каламеол, каламен и др.
Анисовое	Анетол, анискетон и др.
Базиликовое	Эвгенол, оцимен
Кориандровое	Линалоол, пинен, мирцен и др.
Мятное	Ментол, ментон, метилацетат и др.
Тминное	Карвон, карвеол, лимонен

Запах терпенов, как правило, приятный. Особенно нежный запах имеют алифатические и моноциклические терпены, их спирты и эфиры. Терпены и их производные являются главными составными частями различных эфирных масел из цветов, плодов, листьев и др. частей растений.

Алифатические терпены встречаются сравнительно редко. К ним относятся мирцен и близкий к нему по строению оцимен, входящие в состав соответственно, кориандрового и базиликового эфирного масла:



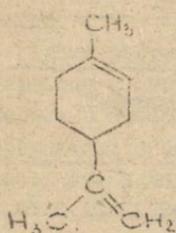
$\beta$ -мирцен



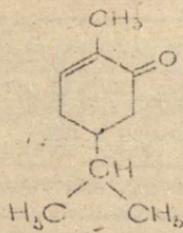
оцимен

В составе эфирных масел преобладают моно- и сесквитерпены и продукты их окисления. Особенно разнообразны монотерпены.

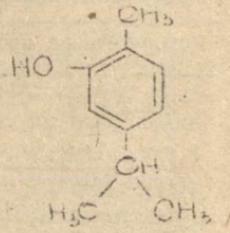
Большая часть моноциклических терпенов имеет шестичленный углеродный цикл, содержащий метильную и изопропильную группы в пара-положении:



Лимонен



Карвон

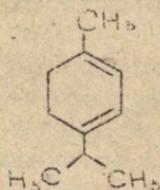
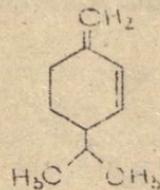


Карвакрол

$\alpha$ -лимонен — соединение с приятным запахом, напоминающим лимонный или апельсиновый запах, является главной составной частью лимонного масла, находится также в сельдерейном масле /до 60%/ и в тминном масле /около 40%/.  $\ell$ -лимонен встречается в некоторых видах хвойных масел, русском масле кудрявой мяты.

Карвон и карвакрол также входят в состав многих эфирных масел, в том числе укропного и тминного.  $d$ -карвон — есть главная часть тминного масла.  $\ell$ -карвон содержится в масле кудрявой мяты. Карвон нашел применение в ликерном производстве как заменитель тминного масла.

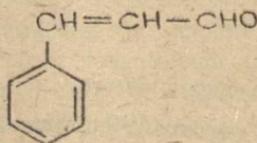
К этому же классу относятся фелландрены:

 $\alpha$ -фелландрен $\beta$ -фелландрен

Они содержатся в масле горького укропа, коричном и эвкалиптовом масле.

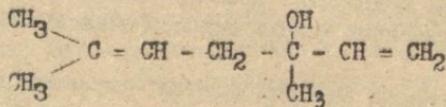
Наряду со свободными терпенами в растениях содержатся продукты их окисления и изомеризации. Окисленные терпены и их сложные эфиры обладают более приятным запахом.

Кислородосодержащие производные терпенов - это спирты, альдегиды, кетоны. Часто встречается в эфирных маслах пряностей коричный альдегид. В эфирном масле корицы его от 60 до 93%.



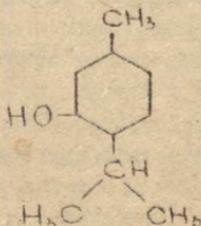
Коричный альдегид

К терпеновым спиртам относится линалоол, содержащийся в эфирном масле семян кориандра, в мяте /линалоол обладает запахом ландыша/ и других эфирных маслах.

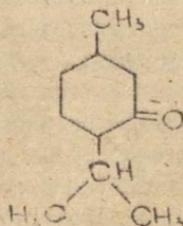


Линалоол

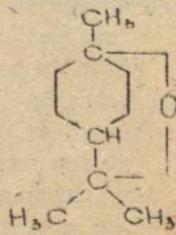
Из кислородосодержащих веществ этого класса одним из важнейших является ментол и продукт его окисления ментон:



Ментол



Ментон

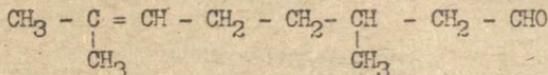


Цинеол

Ментол - главная составная часть мятного масла /до 80%/, от которого и зависит запах мяты. В пищевой промышленности ментол используют для приготовления ликеров, пряников, конфет. Ментон так-

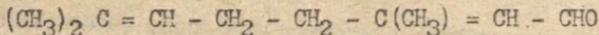
же содержится в масле перечной мяты /до 30%/, в масле полевой мяты /6-18%/. Ментол и ментон имеют характерный мятный запах, охлаждающий вкус.

Важной составной частью душистых эфирных масел являются альдегиды. Среди них - цитронеллаль -



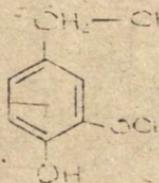
#### цитронеллаль

он содержится в некоторых сортах эвкалиптового масла, в лимонном, мандариновом и мелиссовом маслах. Одним из важнейших альдегидов душистых масел является так называемый цитраль -  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$ :

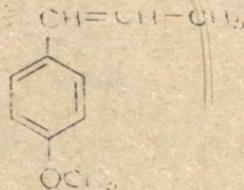


Он составляет главную часть некоторых сортов эвкалиптового масла. Очень много /70-85%/ содержится его в масле лимонной травы, в больших количествах содержится в лимонном, имбирном масле. Цитраль имеет сильный лимонный запах, используется в пищевой промышленности.

Из эвкалиптового масла выделяют цинеол - простой эфир цис-терпина. В эфирных маслах содержатся эфиры ненасыщенных фенолов, например, эвгенол - главная составная часть гвоздичного масла и анетол - основная часть анисового масла, содержится также в укропном /фенхелевом/ и других эфирных маслах.



эвгенол



анетол

Кроме терпенов, запахом обладают и некоторые другие вещества, вырабатываемые растениями. К ним относятся простые и сложные эфиры жирных кислот и спиртов. Например, аромат винограда обусловлен

эфиром антралиловой кислоты и другими эфирами. Запах яблок зависит от амиловых эфиров муравьиной, уксусной, капроновой и каприловой кислот.

Всего из эфирных масел выделено около тысячи индивидуальных органических соединений. В некоторых эфирных маслах содержатся десятки соединений, таких, как насыщенные и ненасыщенные, алифатические, ароматические, терпеновые углеводороды и их кислородные производные — спирты, альдегиды, кетоны, простые и сложные эфиры, кислоты, лактоны и окиси, а также гетероциклические соединения. Количество эфирных масел в различных эфирноносных растительных продуктах составляет, как правило, 2-7% /исключение — гвоздика — до 18%/.

#### 6. Формирование вкуса и запаха пищевых продуктов в процессе кулинарной обработки

В сложном комплексе факторов, обуславливающих изменение вкуса и запаха пищевых продуктов во время их тепловой кулинарной обработки, большая роль принадлежит процессам образования новых веществ. Эти процессы до настоящего времени еще мало изучены.

При варке пищевых продуктов выделяются различные летучие вещества, которые в сыром продукте в свободном состоянии не содержатся. Среди них почти всегда присутствуют формальдегид, ацетальдегид и альдегиды, дающие при окислении нелетучие кислоты. Количество последних альдегидов значительно больше, чем первых двух.

Источники и пути образования альдегидов при варке пищевых продуктов точно не установлены. Часть альдегидов, выделяющихся при варке мяса, овощей и некоторых других продуктов, обязана, по видимому, своим происхождением реакциям меланоидинообразования.

Под меланоидинообразованием понимают взаимодействие восстанавливающих сахаров /монозы и восстанавливающие дисахариды, как содержащиеся в продукте, так и образующиеся при гидролизе более сложных углеводов/ с аминокислотами, пептидами и белками. Характерные ее признаки — потемнение продуктов и появление ароматизирующих веществ.

Меланоидинообразование — это окислительно-восстановительный процесс, представляющий собой совокупность последовательно и параллельно идущих реакций. При этом образуется большое число про-

мелюточных продуктов, которые на следующих этапах взаимодействуют между собой и с исходными веществами.

Скорость и глубина меланоидинообразования зависит от состава взаимодействующих продуктов, рН среды, температуры, влажности. Интенсивное меланоидинообразование протекает в нейтральной и щелочной средах, в концентрированных растворах. В результате этого процесса из аминокислот и сахаров образуются карбонилсодержащие соединения - фурфурол, оксиметилфурфурол, ацетальдегид, изовалериановый альдегид, диацетил и др. Эти вещества принимают участие в формировании аромата и вкуса готовых продуктов.

Реакции меланоидинообразования протекают наиболее интенсивно при повышенных температурах - выпечке хлеба, сушке овощей, фруктов, получении сухого молока, получении сахарного сиропа. Продукты, образующиеся при получении вина, изготовлении коньяка и шампанского, в результате процесса меланоидинообразования влияют на их цвет, вкус и аромат.

С реакциями меланоидинообразования связано потемнение фруктовых соков при хранении, внешний вид, вкус и запах готовых мясных продуктов.

Образование специфического вкуса и аромата жареных и запеченных продуктов в значительной степени обуславливается меланоидинами, а также продуктами пирогенетического распада углеводов и белков.

Варка и другие тепловые способы приготовления пищи - это, в сущности, получение экстрактов из мяса и овощей, перераспределение и превращение множества содержащихся в них химических соединений.

Появление характерных вкуса и запаха в вареном мясе вызывается, главным образом, изменением содержащихся в нем экстрактивных веществ. В присутствии жирных кислот отмечается усиление специфического запаха исходного продукта, что связано, видимо, с тем, что продукты окисления жирных кислот при нагреве до высоких температур также участвуют в образовании запаха. В ряде случаев вещества, образующиеся при нагревании жиров, являются основными компонентами летучей фракции /мясо цыплят и индеек/ и аромат усиливается при нагревании жира в присутствии воды /мясо баранины/.

Аромат блюд определяется и многими другими компонентами. Постоянной составной частью летучих веществ, выделяющихся при варке различных продуктов, является сероводород. Образование его начинается при сравнительно невысоких температурах. Так, например, в

молоке появление сероводорода наблюдается уже при  $75^{\circ}\text{C}$ , в яйцах — при  $80-84^{\circ}\text{C}$ .

Сероводород образуется в различных продуктах, главным образом за счет отщепления серы, входящей в состав аминокислот /метионина, цистеина, цистина/, в результате изменения их связей в молекуле белка при его денатурации. Источником образования сероводорода являются также небелковые вещества, в состав которых входит цистеин.

Установлено, что при тепловой обработке мяса содержащийся в нем глутатион теряет всю серу, превращаясь в  $\text{H}_2\text{S}$ .

Тепловая обработка вызывает появление в некоторых пищевых продуктах и других сернистых соединений — меркантинов /мясо, белок куриного яйца, капуста/, дисульфида /капуста/.

Варка таких продуктов, как мясо, яйца, картофель, капуста, а также кипячение молока сопровождается выделением фосфористого водорода вследствие расщепления фосфатидов и денатурации фосфопротеинов.

Все рассмотренные выше вещества в большей или меньшей степени растворяются в воде, в которой варится продукт. Таким образом, они играют существенную роль в формировании вкуса и запаха как вареных продуктов, так и получаемых из них отваров.

В формировании вкуса сладкого принимает участие не только сахар, но и продукты инверсии сахарозы, обладающие большей сладкостью /варка киселей, варенья, запекание яблок и т.д./.

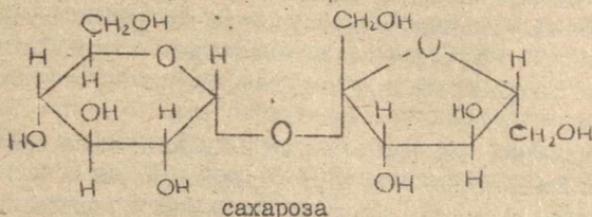
Видимо, это является следствием кислотного гидролиза крахмала с образованием мальтозы. Мальтоза, как известно, образуется и при ферментативном гидролизе крахмала /брожение дрожжевого теста, варка картофеля/.

Таким образом, формирование вкуса и запаха готовых кулинарных блюд и изделий — это комплекс сложных физико-химических процессов, проявляющихся в процессе кулинарной обработки. Направленность этих процессов определяется химическим составом продуктов, условиями обработки и типом пищевого сырья.

## 7. Вкус и аромат пищевых продуктов

Природные сладкие вещества. Древнейшими природными сладкими веществами являлись мед, соки плодов и растений. Наиболее распространенное в наше время сладкое вещество — сахароза, вырабатываемая из сахарного тростника и сахарной свеклы. Сахароза относится

к классу сахаридов, являющихся составной частью растений и клеток живых организмов. В последних они служат источником химической энергии и составляют основу соединительных тканей.



Калорийность сахарозы составляет от 16,54 до 16,75 кДж/г. Ежедневная потребность в углеводах составляет  $\sim 500$  г. Эта потребность удовлетворяется не только за счет сахаров, но и крахмала /картофель, зерновых и других продуктов/. Сахароза усваивается организмом человека значительно быстрее, чем крахмал и, благодаря своему сладкому приятному вкусу, имеет огромное значение в питании. Однако благодаря тому, что сахара быстро усваиваются, избыток их в рационе способствует ожирению, так как организм способен излишек их перерабатывать в жировое депо. Поэтому общее количество сахаров в рационе ограничивается: при рациональном питании максимальная ежедневная доза сахарозы не должна превышать 75 г.

Сахар широко используется в пищевой и кондитерской промышленности. К природным сладким веществам из группы сахаридов относится D-глюкоза. Глюкоза используется в лечебном и детском питании, при приготовлении безалкогольных напитков, целебных масел, физиологических растворов и т.д.

Из кетогексоз наибольшее значение имеет D-фруктоза, которая широко используется в лечебном питании, поскольку для ее расщепления не требуется инсулин. В промышленности фруктоза используется при консервировании, изготовлении фруктовых соков, сиропов и других безалкогольных напитков.

В растительных продуктах часто содержится смесь глюкозы и фруктозы. Такой смесью является также мед. Мед обладает приятным вкусом и запахом. Состав, цвет и аромат меда во многом определяется растениями, с которых был получен нектар пчелами. Содержит 75% моно- и дисахаридов, в том числе около 40% фруктозы.

35% глюкозы и 2% сахарозы, крахмала - 5,5%.

Мед используют в питании и в качестве лекарства, а также в кондитерской и хлебопекарной промышленности, при изготовлении напитков.

Искусственную смесь глюкозы и фруктозы получают гидролизом сахарозы и называют ее инвертным сахаром.

Концентрированные фруктозные сиропы получают, как правило, из кукурузы. Фруктоза предотвращает кристаллизацию сахаров /засахаривание/, усиливает фруктовый запах и вкус, что особенно важно для ряда кондитерских изделий, молочных продуктов и хлебобулочных изделий.

Фруктоза встречается в свободном виде во многих фруктах и ягодах; особенно богаты фруктозой помидоры и яблоки.

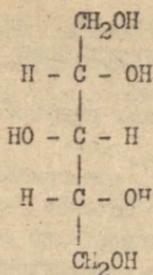
Фруктоза - ценный пищевой сахар; ее сладость в 1,5 раза превышает сладость сахарозы и в 3 раза - сладость глюкозы.

Фруктозу получают из фруктов, гидролизом сахарозы и полисахаридов, а также элиминацией D-глюкозы /при действии щелочей/.

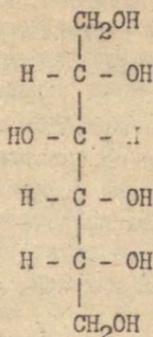
Для получения глюкозы используют крахмал картофеля и кукурузы. Гидролиз представляет собой сложный химический процесс, протекающий в присутствии кислот или ферментов. Сиропы глюкозы не имеют неприятного вкуса и являются ценным сырьем для получения продуктов со сладким вкусом. Эти сиропы широко используются в производстве кондитерских изделий. Сироп, полученный путем гидролиза крахмала, называют патокой. При кислотном гидролизе получают глюкозу, а при ферментативном - дисахарид мальтозу. Преимуществом глюкозы по сравнению с сахарозой является то, что ее потребление в меньшей степени способствует ожирению.

Глюкоза - моносахарид, в виде D-формы встречается в свободном виде и в виде олигосахаридов /тростниковый сахар, молочный сахар/ полисахаридов, гликозидов и других производных. В свободном виде D-глюкоза содержится в плодах, других органах растений, а также в живых тканях.

Практическое значение имеют многоосновные спирты /ксилит и сорбит/, образующиеся при восстановлении моносахаридов - ксилозы и глюкозы.



ксилит



сорбит

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

Эти спирты — бесцветные вещества, прекрасно растворяющиеся в воде /D-сорбит и др./ В пищевой промышленности в значительных количествах используется только сорбит, в диетическом питании — ксилит. Ксилит и сорбит содержатся в естественных продуктах в очень малых количествах и поэтому их получают синтетическим путем.

В организме человека расщепление сорбита и ксилита не требует инсулина, поэтому они используются, главным образом, в рационе питания больных диабетом.

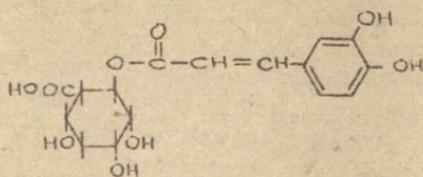
Пищевые продукты, содержащие ксилит, не плесневеют. Сорбит благоприятно влияет на деятельность желудочно-кишечного тракта.

Некоторые сладкие вещества способны модифицировать /изменять/ вкусовые ощущения. Известно, что такой способностью обладают артишоки (*Cynara Scolymus*).

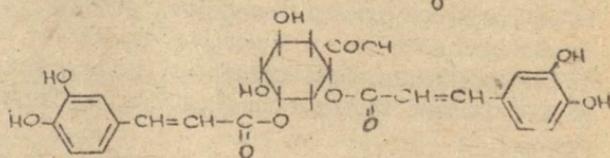
Было показано, что растворы с различным вкусом /сахароза, лимонная кислота, хининий-хлорид, хлорид натрия/ вызывает одинаково сладкое вкусовое ощущение, если предварительно прополоскать рот экстрактом из артишоков.

Два основных соединения, которые обеспечивают этот эффект — хлорогеновая кислота /а/ и синарин /б/:

а



б



### Хлорогеновая кислота /а/ и синарин /б/

Эти соединения выделяют экстракцией свежих листьев артишоков спиртами. По данным Паниши и Скарпати, синарин представляет собой бесцветное кристаллическое вещество, плохо растворяющееся в воде, но хорошо растворяющееся в спирте. Высказано предположение, что благодаря модифицирующим способностям компонентов артишоков удастся улучшить вкус пищевых продуктов, полученных из водорослей и других нетрадиционных источников.

Овощи, фрукты и ягоды. Основная роль в питании этой группы продуктов определяется содержанием углеводов, витаминов и минеральных веществ. Большую часть азотистых веществ представляют свободные аминокислоты и полипептиды. Роль свободных аминокислот в овощах, фруктах и ягодах также очень важна — они участвуют в реакциях, связанных с образованием аромата.

Вкусовые и ароматические свойства овощей, фруктов и ягод окончательно формируются в процессе их созревания. Хранение этой группы продуктов также накладывает свой отпечаток на их органолептические свойства. И в процессе созревания, и при хранении овощей, фруктов и ягод велика роль ферментов, участвующих в дыхании и способствующих сохранности этих продуктов. Другие ферменты /пектолитические/, наоборот, способствуют размягчению некоторых плодов, что улучшает их органолептические свойства.

Для большинства фруктов и ягод большое значение, с точки зрения органолептических свойств, имеет определенное соотношение простых сахаров /глюкозы, фруктозы/ сахарозы и суммы органических кислот. В зависимости от вида растительного продукта состав

углеводов довольно разнообразен. Например, в картофеле преобладает крахмал, в свекле — сахароза, в ягодах — глюкоза и фруктоза. В отношении органических кислот разнообразия много меньше — в большинстве случаев преобладает яблочная кислота. В цитрусовых доминирует лимонная кислота, в винограде — винная. Соотношение сахаров и органических кислот в основном определяет специфический вкус и аромат указанных групп продуктов. Для каждого вида и даже сорта их оптимальное соотношение различно, что определяет и их вкусовые оттенки.

Овощи, фрукты и ягоды содержат липиды /в основном глико- и фосфолипиды/, комплекс витаминов и минеральных веществ, которые также участвуют в образовании их вкуса и аромата. Эта группа продуктов, помимо перечисленных компонентов, обладает рядом других физиологически активных веществ. К ним относятся фенольные вещества, гликозиды, эфирные масла и т.д. Их общее количество невелико — 0,3—1,5%. Такие фенольные вещества, как антоцианы, катехины и продукты их конденсации — танины, флавонолы и лейкоантоцианидины влияют на цвет, вкус и аромат, сохранность и физиологические свойства продуктов.

Продолжительное хранение плодовоовощной продукции и ягод сказывается на их вкусе и аромате, так как при хранении протекают различные химические и ферментативные процессы. Лучшие вкусовые достоинства имеют созревшие овощи, плоды и фрукты. Однако биологическая их зрелость не всегда совпадает с периодом уборки урожая в силу ряда причин. Многие овощи и фрукты для приобретения высоких органолептических свойств должны созреть. Известны зимние сорта яблок, груш, айвы, которые достигают наивысшего качества только после определенного периода хранения. Для многих зимних видов фруктов большое значение имеет превращение пектина. При их хранении происходит постепенное разрушение вторичной структуры пектина, который придает фруктам твердость. В результате водонепроницаемая способность снижается и пектин переходит в основном в растворимую форму, вкус продукта при этом улучшается.

Ориентальными процессами, происходящим при хранении и снижающим пищевую ценность и органолептические качества продуктов, является распад части сахаров за счет внутриклеточного брожения и накопления этанола и ацетальдегида. Избыток этанола приводит в конечном итоге к разрушению плодов и ягод.

В случае картофеля углеводы ведут себя несколько иначе: возможен распад крахмала по фосфорилазному или амилазному пути. Нормальный режим хранения картофеля обеспечивает почти полное расщепление образующейся глюкозы на дыхание. При нарушении режима хранения /например, при подмораживании картофеля/ система дыхания разрушается или ослабляется - в результате глюкоза накапливается и картофель "сладит".

При хранении происходит также окислительное разрушение органических кислот. Общая кислотность при этом падает и вкус овощей и фруктов становится "плоским".

Переработка овощей, фруктов и ягод преследует в основном цель сохранения в максимальной степени исходных высокоорганических свойств сырья. Для овощей используется консервирование, сушка, для фруктов и ягод - получение сока, консервирование, концентрирование, сушка, для винограда - получение вина и т.д. Характер переработки определяет вкус и аромат конечного продукта за счет химических и ферментативных процессов.

Тепловая обработка овощей весьма разнообразна: их варят, жарят, тушат, припускают, пассеруют. При этом происходят довольно существенные изменения в составе. Часть пищевых веществ удаляется из продукта: при варке переходит в бульон, при жарке остается с соком и жиром и т.д. При тепловой обработке теряется "жесткость" продукта за счет третичных структур белков /денатурация/. В случае крахмалистых продуктов происходит клейстеризация и частичный гидролиз крахмала с образованием глюкозы. Редуцирующие сахара, особенно при жарке, взаимодействуют со свободными аминокислотами с образованием новых вкусовых и ароматических веществ.

Тепловая обработка фруктов и ягод осуществляется реже. Лишь некоторые фрукты /печеные яблоки/ и ягоды /клубника/ используют после тепловой кулинарной обработки в основном в качестве вкусовой добавки к основным блюдам.

Тепловая обработка позволяет получать кулинарные блюда с уникальным вкусом и специфическим ароматом. При этом осуществляется комплекс различных физико-химических превращений. Однако надо иметь в виду то, что степень тех или иных изменений /пищевая ценность, цвет, консистенция, вкус и аромат/ уже начинается при механической кулинарной обработке.

При последующей тепловой обработке прежде всего инактивиру-

ются ферменты, цитоплазма и клеточные мембраны вследствие денатурации белков; отдельные компоненты клеточного сока и других структурных элементов клетки получают возможность взаимодействовать друг с другом. В результате окислительных, гидролитических и других процессов изменяется химический состав продуктов, их структурно-механические свойства и органолептические показатели /в том числе вкус и аромат/.

При тепловой кулинарной обработке происходит размягчение плодов и овощей, что обусловлено частичной деструкцией клеточных стенок. Однако клеточные оболочки окончательно не разрушаются, благодаря чему не ощущается, например, вкус крахмального студня при употреблении крахмалистых продуктов /например, картофеля/.

На вкус и аромат готовой кулинарной продукции из овощей и плодов большое влияние оказывает продолжительность тепловой обработки, которая зависит от свойств самого продукта и технологических факторов: способа тепловой обработки, степени измельчения продукта, температурного-режима обработки, pH среды и пр.

Свойства самого продукта определяются степенью этерификации полигалактуроновых кислот: чем выше степень этерификации, тем более продолжительная тепловая обработка требуется. Повышенные содержания оксипролина способствуют термоустойчивости продукта. На продолжительность тепловой обработки овощей, особенно с невысокой степенью этерификации полигалактуроновых кислот протопектина, существенно влияют содержащиеся в клеточном соке органические кислоты и их соли, участвующие в ионно-обменных реакциях с расщеплением хелатных связей в протопектине. Этим можно объяснить и различия в продолжительности тепловой обработки разных сортов одного и того же овоща или плода: чем больше в их клетках содержится органических кислот и солей, тем быстрее продукт достигает кулинарной готовности.

Одновременно с размягчением овощей, вещества, входящие в их состав, претерпевают различные физико-химические превращения. В результате этих изменений овощи приобретают вкус, присущий тем или иным продуктам, доведенным до состояния готовности.

При этом играет важную роль способ варки. Необходимо прежде всего обеспечить быстрый прогрев овощей, однако, варить овощи в воде следует при умеренном кипении. Отсрота и обычно используемый прием готовки овощей - доводят овощи до готовности после не-

продолжительного кипения за счет аккумулированного аппаратами тепла. При этом не допускают испарения жидкости /крышка котла закрыта/, так как при испарении жидкости понижается ее температура. Такой режим варки имеет ряд преимуществ: лучше выражен вкус готового продукта, лучше сохраняется витамин С и т.д.

В процессе приготовления блюд из овощей иногда добавляется уксус, что повышает кислотность варочной среды. рН среды имеет двойное влияние: с одной стороны, гидролиз в кислотной среде способствует образованию растворимых продуктов, а, с другой стороны, кислая среда, как правило, приводит к увеличению сроков тепловой обработки /что нежелательно/ и к уплотнению их консистенции. Поэтому с целью сокращения времени варки подкислять варочную среду следует в конце варки.

Для придания определенных вкусовых свойств овощи закладывают в горячую или холодную подсоленную воду. Без соли варят свеклу, морковь, зеленый горошек, так как свекла и морковь в подсоленной воде приобретают неприятный вкус, а зеленый горошек и плохо разваривается. Подсоление воды положительно сказывается на размочивании тканей корнеплодов и к тому же замедляется диффузия из них минеральных веществ.

Тепловой режим и время кулинарной обработки предусматривают прежде всего необходимость исключить возможную потерю части ценных веществ. Так, при варке в воде овощи могут терять от нескольких процентов до половины содержащихся в них минеральных веществ: в основном теряются такие элементы как калий, натрий, магний и фосфор, происходит также потеря микроэлементов — Fe, Cu, J, Mn, Zn, Co. В отвар из овощей переходят и азотистые вещества, в основном небелковой фракции. Значительны потери аминокислот, сахара могут теряться на 1/3 первоначального их содержания. Поэтому очень важно при варке не превышать времени кулинарной готовности, использовать отвар от очищенных овощей для приготовления супов и соусов.

При варке овощей на пару растворимые вещества диффундируют в конденсат. Потери растворимых веществ при этом ниже, чем при варке в воде. Поэтому овощи после варки на пару отличаются от овощей, сваренных в воде, более выразительным вкусом и ароматом.

Потери растворимых веществ при жарке, запекании и пассеровании

очень малы. Аромат овощей, подвергнутых такой обработке, значительно отличается от аромата свежих, поскольку здесь образуются новые ароматические вещества. В пассерованных овощах эфирные масла, частично растворившись в жире, лучше сохраняются как при изготовлении блюд, так и при дальнейшем хранении их. На этом основано их использование для ароматизации и придания специфического вкуса различным супам, соусам, фаршам и разнообразным блюдам из мяса.

Тепловая обработка овощей приводит к образованию меланоидинов, продуктов деструкции крахмала, превращению полифенолов и т.д. Характер и интенсивность этих процессов обуславливают вкус и аромат приготавливаемых блюд.

Пряности и специи. Часто не только в быту, но и в кулинарии и даже в научной литературе путают пряности, специи, приправы и просто душистые вещества, используемые для ароматизации некоторых пищевых продуктов. Между тем каждый из перечисленных терминов относится только к одной определенной группе веществ, наделенных совершенно отличными от других групп свойствами.

Приправы придают пище только определенный вкус - соленый, кислый, сладкий, горький и их сочетания - кисло-сладкий, горько-соленый и т.д. Ароматические вещества способны придавать пище только аромат, например, роза, какао, жасмин. Пряности же сообщают аромат в сочетании с характерным привкусом.

Имеются и объективные признаки, отличающие пряности от приправ и ароматических веществ. Пряности в процессе приготовления пищи применяют в малых дозах, они обладают бактерицидными свойствами и тем самым способствуют более длительному сохранению пищи. Подавляющее большинство пряностей обладает способностью активизировать выведение различного рода шлаков из организма, а также служат в нем катализаторами в ряде ферментативных процессов. По этой причине пряности не должны отождествляться с ароматизаторами, которые не обладают бактерицидными и другими подобными свойствами и диапазон применения которых более ограничен.

Специями кулинары называют набор наиболее кодовых пряностей /красный и черный перец, гвоздика, корица, лавровый лист/ и приправ /соль, сахар, уксус и столовая горчица/. Специи - понятие чисто бытовое. Оно объединяет совершенно разнородные продукты на том основании, что все они в той или иной мере наиболее часто

служат для слабления пищи.

К приностям относятся только продукты растительного происхождения. Их делит на две большие группы: классические приности и приности местные. Местные приности подразделяются на пряные овощи и пряные травы. Самостоятельную группу приностей составляют так называемые комбинированные или сложные приности /пряные смеси/, а также искусственные или синтетические приности, не являющиеся натуральными продуктами.

Приности, используемые для слабления пищи, являются одним из поставщиков вкусовых и ароматных веществ. Они содержат эфирные масла с выраженным вкусом и характерным запахом. Обнаружены в них также гликозиды, алкалоиды и другие вещества, обладающие сильным возбуждающим и раздражающим действием.

Специи и приности обладают неограниченной возможностью улучшать вкус пищи, придавать ей остроту и пикантность, они улучшают общее пищеварение, усиливают отделение соков, уменьшают образование газов, способствуют перистальтике кишечника.

Пищевая ценность приностей невелика — белков, жиров и углеводов содержится в них сравнительно мало. Большинство приностей ценится за особый аромат, отдельные растения /например, перец, горчица и др./ отличаются острым горьким вкусом.

Кроме приностей используют и пряные овощи — лук, чеснок, укроп, петрушку, сельдерей, хрен и т.д. Пряные овощи обладают выраженной биологической активностью, содержат витамины, ценные минеральные вещества и часто фитонциды. Больше всего в них витамина С, каротина, фолиевой кислоты и пиридоксина /витамина В<sub>6</sub>/. Этот набор витаминов образует активный комплекс, который проявляет свое биологическое действие и при малом содержании пряных овощей в рационе.

Некоторые компоненты эфирных масел приностей и пряных овощей обладают бактерицидными, консервирующими свойствами. Такие вещества содержатся в мускатном орехе, лавровом листе, тмине, гвоздике, горчице.

Многие приности — гвоздика, имбирь, тмин и т.д. — способны тормозить пероксидацию. Так, шалфей и розмарин по силе действия не уступают бутилгидроксианизолу /а это сильный антиоксидант/ в концентрации 0,1%. Чабрец, гвоздика и майоран оказывают несколько меньший, хотя и ощутимый эффект, а имбирь по антиокислительному

действие превосходит 0,1%-ную смесь токоферолов /витамины E/.

В нашей стране произрастает более 150 различных пряных растений. Одни из них общего назначения, другие употребляются только для блюд национальной кухни.

Среди пряных овощей петрушка отличается особо тонким ароматом, нерезким вкусом; она пользуется заслуженным вниманием в кулинарии, так как улучшает вкус пищи, особенно бульонов. Зелень петрушки содержит 8,40 мг% каротина, 126 мг% аскорбиновой кислоты, значительное количество железа /5,9 мг%/.

Укроп по содержанию полезных веществ почти не уступает петрушке. Он добавляется свежим в салаты, супы, вторые блюда, используется при засолке огурцов и других овощей.

Самый распространенный среди пряных овощей - лук: репчатый, порей, батун, шалот и т.д. Он нередко используется как самостоятельное блюдо или гарнир. Лук не столь богат витаминами, как петрушка. Так, репчатый лук содержит всего 8,4 мг% аскорбиновой кислоты, а зеленый лук - вчетверо больше /48 мг%/. В нем содержится каротин /4,8 мг%/, до 20% сухих веществ, преимущественно сахаров, и ценные минеральные вещества. Главное достоинство лука - содержащиеся в нем эфирные масла /от 8 до 35 мг на 100 г/. Эфирные масла лука вызывают раздражение слизистой оболочки глаза. Он обладает бактерицидным действием. Компоненты запаха репчатого лука - диаллил-, три-, тетра- и пентасульфиды. Из 44 идентифицированных соединений - 39 серосодержащие.

Особое место среди пряных овощей занимает чеснок. Его резкий запах и острый вкус зависит от наличия чесночного масла, в состав которого входят биологически активные аллиловые соединения. Из-за резкого запаха и вкуса чеснок используют в малом количестве - как приправу к блюдам и при засолке овощей. Большое значение имеют так называемые фитонциды чеснока. Эти летучие вещества уничтожают многие болезнетворные микроорганизмы. Из чеснока получают фитонцидные препараты, среди которых наиболее известны аллицин и сативин.

В эфирных маслах чеснока идентифицировано, например, около 20 компонентов. Основными компонентами их являются: 3-винил-1,2-дитио-5-циклогексен и 3-винил-1,2-дитио-4-циклогексен. В ароматной фракции чеснока содержатся в различных соотношениях диаллил-, -дисульфид и -трисульфид.

В русской народной медицине чесноком лечат множество болезней, особенно расстройства пищеварения. Сухой экстракт чеснока входит в состав общеизвестного аллохола. Чеснок возбуждает аппетит, улучшает выделение пищеварительных ферментов и желчи, расширяет кровеносные сосуды, замедляет сердечный ритм.

Фитонциды чеснока вредоносны для самых разных микробов: стрептококков, стафилококков, тифозных бактерий, туберкулезной палочки ... Свежей чесночной кашицей, завернутой в марлю, лечат гнойные раны и плохо заживающие язвы. Чеснок полезен со многих точек зрения. Кроме эфирного масла, в нем много микроэлементов, витамина С, витаминов группы В, фитостеринов, есть даже собственный антибиотик - аллицин.

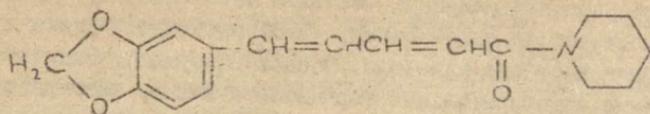
Запах чеснока определяет содержащийся в нем аллиин. Его в 1944 году выделил американский ученый Ч. Кавалито. Но сам по себе аллиин абсолютно лишен запаха. Выяснено, что специфический аромат появляется из-за распада аллиина под действием особого фермента - аллиин-лиазы. Только при нарушении целостности растительных клеток чеснока фермент и аллиин вступают во взаимодействие: образуется аллицин, который, как и аллиин, тоже является аминокислотой.

Аллицин чрезвычайно нестабилен, спонтанно распадается на более устойчивые соединения. Одно из них - диаллилдиисульфид. Он-то и придает чесноку устойчивый запах.

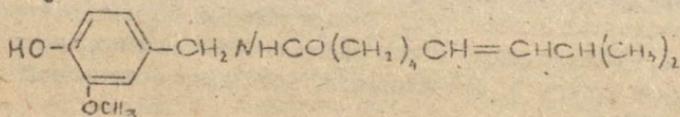
Хрен, как и чеснок, - также источник фитонцидов. Это весьма полезная приправа. Он отличается высоким содержанием аскорбиновой кислоты, достигающим 128 мг%. В хрене представлены разнообразные минеральные вещества, и в немалом количестве. Хрен содержит гликозид, который после измельчения корня распадается на сахаристый компонент и алликон - эфирное масло, обладающее острым вкусом и раздражающим действием на слизистую оболочку.

Перец - одно из часто используемых пряных растений. В старину перец был символом пряностей. Существует три основных сорта перца: черный, красный и душистый.

Черный перец - это плоды тропического растения, похожего на лианы (Индонезия, Цейлон, Филиппины). Горечь и острота вкуса перца обуславливаются алкалоидом пиперином  $C_{17}H_{19}NO_3$  и его изомером хавицином. Содержит перец около 7% алкалоида.



Пиперин



Капсаицин

Жгучий вкус имеют и стручки красного перца. Действующее начало красного перца - алкалоид капсаицин  $C_{18}H_{27}NO_3$ , обладающий жгучим вкусом и сильными раздражающими свойствами. Содержание его в перце до 1%. В сладком красном перце капсаицина содержится меньше - от 0,01 до 0,15%. Одна восьмисотая доля миллиграмма этого алкалоида на языке вызывает жжение.

Душистый перец - это высушенные незрелые плоды тропического дерева из семейства миртовых /Ямайка/. Ценность его определяется превосходным бальзамическим ароматом, который дает терпеновый спирт - эвгенол  $C_{10}H_{12}O_2$ .

В эфирном масле душистого перца - от 65 до 89% эвгенола. Он содержится также и в эфирном масле гвоздики. Поэтому у душистого перца и гвоздики очень сходные ароматы.

В кулинарии горький перец используется для приготовления острых приправ, настоек; сладкий перец - для фарширования, маринования, тушения, запекания и употребления в сыром виде.

Горчица - также часто используется в качестве пряности. Горчица - растение умеренного климата. Она бывает трех видов: белая, черная и сизая. В нашей стране выращивают преимущественно сизую. Столовая горчица готовится из размолотых обезжиренных семян - жмыха.

В семенах горчицы содержится гликозид синигрин, который и определяет вкус горчицы.

При замешивании горчичного порошка с теплой водой синигрин под

влиянием ферментов распадается на глюкозу, бисульфит калия и аллилгорчичное масло, которое почти полностью состоит из аллилизотиоцианата  $C_3H_5-N=C=S$ . Это вещество с характерным острым запахом и слезоточивым раздражающим действием. Аллилизотиоцианат входит также и в состав хрена, придавая ему также острый горький вкус и слезоточивое действие.

Горчица – маслянистое растение и ее основное использование – получение горчичного масла. Его в семенах горчицы до 35%. Горчичное масло обладает ценным свойством – при хранении оно прогоркает меньше, чем другие масла. Масло горчицы широко используют в производстве пищевых продуктов: маргарина, консервов, печенья.

Горчица – близкая родственница капусты, салата и редиса /из одного семейства крестоцветных/. Молодые листья некоторых разновидностей горчицы идут на приготовление салата – горчичное масло придает ему пикантный вкус.

Горчица обладает бактерицидными свойствами, что используется в домашнем консервировании. Горчичный порошок широко используется и как мощное средство.

Горчица очень ценится пчеловодами. Благодаря длительному периоду цветения, пчелы собирают с нее большое количество меда отличного вкуса и аромата.

Лавр благородный – часто используемая приправа. Родина лавра – Средиземноморье. Произрастает также в Крыму, Закавказье, на Черноморском побережье. Используется лавр в качестве пряноароматической приправы. Листья его содержат до 3,5% ароматического эфирного масла. Около половины этого масла составляет цинеол, другая половина представлена пиненом /циклический терпен/ и эвгенолом /см. стр.26 /. В плодах лавра содержится до 25% производных лауриновой кислоты –  $CH_3(CH_2)_{10}COOH$  /в основном триглицеридов/.

Сейчас из эфирного масла лаврового листа, крахмала и поваренной соли готовят лавровый порошок, обладающий ароматом лаврового листа.

В народной кулинарии широко используют семена тмина. Тмин кладут как пряность в кушанья, употребляют при засолке огурцов и капусты, им посыпают хлеб и булочки.

Выяснено, что эфирные масла тмина образуются из крахмала. Участвуя в процессе дыхания, крахмал превращается в пировиноград-

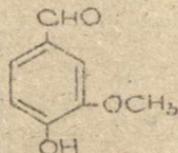
ную кислоту, а она — в уксусную. Уксусная кислота наращивает длину своей углеродной цепи, что ведет к образованию мевалоновой кислоты и к дальнейшему синтезу главных компонентов эфирного масла тмина.

Основную массу эфирного масла тмина составляют терпеноиды: карвон, карвакрол и лимонен /см. стр. 24 /. Кроме них в плодах тмина обнаружены флавоноиды, кумарины, тубильные вещества, спирты, жирные кислоты.

Для человека эфирное масло тмина полезно. Известно, например, что отвары или водные настои семян тмина повышают выделение молока у кормящих женщин, раздражая вкусовые рецепторы, плоды тмина рефлекторно улучшают деятельность пищеварительного аппарата, а также предотвращают процессы гниения и брожения в кишечнике.

Для ароматизации сладких блюд часто используют ваниль. Ваниль — это высушенные плоды /стручки/ растений из семейства орхидных /Мексика, Индия, Цейлон, Ява/. В своих плодах эти растения накапливают глюкованилин, которому они обязаны своим ароматом. Если в ванилине метильную группу заменить на этильную, то у полученного вещества запах будет в несколько раз сильнее, чем у природного вещества.

Плоды ванили убирают в незрелом состоянии /в них тогда больше глюкованилина/, подвергают тощению и затем сушат на солнце. При этом происходит гидролиз: отщепляется глюкоза и выделяется свободный ванилин:



ванилин

Его содержание в сушеных стручках (от 1,5 до 3%) отвечает метиловому эфиру диоксибензойного альдегида. Синтезированный искусственно синтетический ванилин в настоящее время почти полностью вытеснил натуральную ваниль.

Мясо и мясные продукты. Вкус и запах мясных кулинарных изделий и блюд определяется широким комплексом экстрактивных и лету-

чих веществ. Главными их компонентами являются так называемые ключевые вещества.

Доказано, что общий фрагмент, отвечающий за появление мясного запаха, как правило, содержит гетероароматический цикл /содержащий  $-N$ ,  $-S$  или  $O$ -гетероатом/ с определенной структурой и конформационными свойствами. Все ароматические компоненты, обладающие мясным ароматом, можно разделить на 3 группы: алифатические соединения, тиофены и фураны. Тиопроизводные фурана /меркаптофураны и их дисульфиды/ играют важную роль среди компонентов мясного вкуса и аромата. Кроме того, они имеют чрезвычайно низкий порог ароматической чувствительности. Например, порог ароматической чувствительности бис- $2$ -метил- $3$ -фурил-/дисульфида составляет 2 части на  $10^{14}$  частей воды. Найдены дисульфиды с метил-, фурил-, тиенильными и тиенильными группами.

Условия тепловой обработки оказывают существенное влияние на образование летучих гетероциклических соединений. Так, установлено, что в хорошо прожаренном мясе свинины содержатся 66 гетероциклических летучих компонентов, в том числе пиразины, тиазолы, тиофены, фураны, пирролы. Общее содержание пиразинов составляет около 80% от суммы ароматических компонентов. В образцах, обжаренных в печи до малой и средней степени готовности, а также в вареной свинине общее содержание летучих компонентов было ниже, чем в хорошо прожаренном мясе и доминирующими соединениями в них являлись альдегиды и спирты - продукты окисления липидов.

Из обезжиренной мышечной ткани говядины было выделено 17 ароматических компонентов. Все они обладают сильным запахом, 15 из них идентифицированы: 2-метил-3-фурантиол и бис- $2$ -метил- $3$ -фурил-/дисульфид - обладают запахом типа мясного; метиональ /аромат типа вареного картофеля/, 2-ацетил-1-пирролин и 2-ацетилтиазол /оба имеют запах жареного мяса/, 2/Е/ - октеналь, 2/Е/ - ноненаль, 2/Е/, 4/Е/ - нонадиеналь и 2/Е/, 4/Е/ - декадиеналь /последние 4 компонента обладают запахом жареного мяса, похожим на запах жареного картофеля/, 1-октен-3-он /грибоподобный запах/, 2-октанон, 2-деканон и 3-додеканон /последние 3 компонента имеют кислородный запах/, фенилацетальдегид /запах типа медового/ и  $\beta$ -ионон /запах типа фиалкового/.

В говяжьем бульоне высоко содержание бис- $2$ -метил- $3$ -фурилсульфида, метанала и фенилацетальдегида - придающих бульону "мясной

аромат". Ароматические соединения, придающие бульону "жирный" аромат - 2/E/, 4/E/ - декадиональ, образуются в результате самоокисления линолевой кислоты.

Интенсивность запаха и вкуса баранины определяют сложные смеси веществ, образующиеся в результате реакций между компонентами мяса и продуктами их деструкции. К этим веществам относят аммиак, сероводород, карбонильные соединения, сахара, нуклеотиды, реагирующие между собой и образующие алифатические, ароматические и гетероциклические соединения. Считают, что запах и вкус баранины обуславливают лактоны, кислоты с разветвленными цепями, производные пиразина, пиридина, пиррола, тиофена, пирана, тизана, тиопана, а также меркаптаны и органические сульфиды.

В курином бульоне также обнаружено 43 летучих соединения. Концентрация четырех из них наибольшая: 2-метил-3-фуранол, 2-фуфурол, 2/E/, 4/E/-дек диеналь и  $\gamma$ -додекалактон.  $\gamma$ -додекалактон и 2-ацетиленаль преобладают в курином бульоне. Установлено, что в курином бульоне почти в 2 раза больше жира и в 10 раз больше линолевой кислоты, чем в бульоне из говядины. Поэтому в формировании аромата куриного мяса участвуют и продукты распада жирных кислот.

Таким образом, формирование вкуса и аромата указанных продуктов происходит при их кулинарной обработке. Вкус обычного вареного мяса определяется смесью летучих и нелетучих соединений. Образование неприятного вкуса происходит за счет окисления липидов. Ведущую роль при этом играют процессы липидного окисления и образования продуктов окисления, отвечающих за появление неприятных привкусов.

Установлено, что при хранении мяса, подвергнутого кулинарной обработке, окислительное прогоркание липидов ведет к образованию летучих соединений, главным образом, гексаналя, а также пропаналя, пентаналя, 2,3-октадиена и нонаналя. Концентрации этих соединений коррелируют с результатами сенсорного /органолептического/ анализа мяса. Накопление указанных летучих соединений, вызывающих специфический вкус и запах, маскирует присущие мясу вкус и аромат. Специфический вкус и запах может быть ингибирован за счет введения в мясо химических добавок, например, антиоксидантов.

В мясе, подвергнутом кулинарной обработке /или в измельчен-

ном мясе в присутствии кислорода воздуха/, специфический прогорклый запах развивается в гораздо более короткие сроки по сравнению с необработанным мясом /при одинаковых режимах холодильного хранения/. Установлено, что главным катализатором процессов, ведущим к образованию прогорклого запаха, является свободное двухвалентное железо  $Fe^{2+}$ , а миоглобин служит лишь источником  $Fe^{2+}$  и высвобождает его при термической обработке и измельчении мяса. Субстратом окисления при развитии прогорклого запаха являются фосфолипиды /главным образом фосфатидилэтаноламин/. Главными продуктами окисления липидов замороженного мяса являются триглицериды. Ингибиторами прогорклого запаха являются полифосфаты, нитриты и продукты покоричневения реакции Майяра.

Аромат соленого мяса также имеет свою специфику, определяемую образованием при термообработке различных газообразных нитрилов. В образцах, для посола которых применяли  $NaNO_2$ , содержится адипилнитраты и арил-, алкилнитрилы.

Для сохранения вкуса мяса при хранении важное внимание уделяют условиям его хранения. Этому способствует, например, его кондиционирование. Показано, что при этом лучше сохраняются свободные аминокислоты и олигопептиды, что способствует улучшению вкуса мяса при хранении.

Рыбные пищевые продукты. Рыба и беспозвоночные играют важную роль в питании человека благодаря низкой калорийности их мяса, низкому содержанию в нем холестерина и высокому - биологически активных жирных кислот.

Большое значение придается при хранении рыбного сырья вопросам сохранения его аромата. Рыбе могут быть приданы и уникальные вкусовые качества, например, при ее мариновании, копчении, консервировании и т.д.

В рыбе, особенно морской, много экстрактивных веществ, среди которых преобладают небелковые азотистые вещества, в состав которых входят свободные аминокислоты /преобладает гистидин/, а также амины, в основном гистамин и бетаин. Амины и продукты их превращений обуславливают специфический рыбный запах. Считают, что триметиламиноксид - одно из основных соединений, участвующих в образовании запаха рыб.

В жирных рыбах проявляют высокую активность тилоксигеназы, участвующие в образовании гидроперекисей, а также таких продук-

тов их распада, как спирты и карбонильные соединения с 6, 8 и 9 углеродными атомами. Последние ответственны за наличие у рыбы свежего рыбного запаха, напоминающего запах огурца, морских трав и водорослей.

Для липидов рыбы характерно высокое содержание быстроокисляющихся полиненасыщенных жирных кислот. Это обуславливает быстрое окисление липидов при хранении рыбы.

Показано, что основные причины порчи морепродуктов и их аромата связаны с развитием микрофлоры, окислением жира и деятельностью тканевых ферментов. Развитие микрофлоры приводит к распаду веществ, ответственных за специфический запах свежих морепродуктов и образованию веществ, придающих морепродуктам не свойственные им запахи. К накоплению несвойственных, неприятно пахнущих веществ в морепродуктах приводит также окисление в них жира. К важнейшим из них принадлежит 2, 4, 7 - декатриеналь, обладающий резко выраженным "рыбным" запахом.

При повышенном содержании в морепродуктах природных антиоксидантов, например, токоферола, направление окисления может измениться и вместо декатриенала могут накапливаться другие вещества, например, октадиенол, не имеющий резкого запаха.

В рыбах после длительного хранения обнаруживается заметное количество летучих оснований. Под действием эндогенных ферментов триметиламин оксид восстанавливается в триметиламин, обладающий стойким неприятным запахом.

Многие изменения в запахе рыбы обязаны кулинарной обработке. Посол рыбы - часто используемый прием. После посола ее хранят некоторое время при пониженных температурах для созревания. В результате исчезает запах и вкус сырой рыбы, мясо становится нежным, сочным, с приятным ароматом. Соль ускоряет денатурацию и протеолиз белков, окислительный распад липидов, но тормозит их гидролиз. Продукты окисления липидов /в основном карбонильные соединения/, взаимодействуя с продуктами гидролитического распада белков, образуют новые ароматические и вкусовые компоненты, придающие мясу рыбы высокоценные органолептические свойства.

Высокие вкусовые достоинства рыбы достигаются при вялении, сушке и копчении. В последнем случае возникает и приятный аромат копченой рыбы.

Копчение рыбы - широко распространенный прием для получения

продукции с уникальными вкусовыми качествами. Это способ обработки мясных или рыбных продуктов дымом, получаемым при неполном сгорании древесины, с целью повышения стойкости изделий при последующем хранении и придания им особых вкусовых свойств.

Коптильные вещества дыма обладают бактерицидным действием, являются хорошими антиокислителями, обладают специфическим ароматом и вкусом.

Коптильный дым — это очень сложная по составу дисперсная система типа аэрозоля, при этом дисперсионной средой является парогазовая смесь, а дисперсной фазой — продукты неполного сгорания древесины.

Наилучшим технологическим свойством отличается коптильный дым, получаемый при неполном сгорании древесины лиственных пород. Для получения различных вкусовых оттенков иногда в коптильных камерах сжигают различные комбинации древесины и другого растительного сырья.

Химический состав дымовых выбросов коптильных камер довольно сложен, он зависит в первую очередь от режима их работы. При этом не исключено присутствие в коптильном дыме и канцерогенных веществ, например, бензпирена. Дым с низким содержанием бензпирена образуется при температурах ниже  $700^{\circ}\text{C}$ . Поэтому чаще всего пиролиз древесины перегретым водяным паром проводят при температурах  $300\text{--}400^{\circ}\text{C}$ .

С целью выявления компонентов ароматизации дым подвергали фракционированию. Получен общий эфирный экстракт, карбонильная, нейтральная, основная и фенольная фракция. Наибольшая интенсивность коптильного аромата обнаружена у карбонильной фракции. В коптильных ароматизаторах обнаружено около 20 фенолов, 16 веществ терпеновой природы, фураны, карбонильные и карбоксильные соединения. Различными методами установлена их антиокислительная и антициполитическая активность. Причем, она повышается в присутствии эфирных масел из пряно-ароматических растений.

Бактерицидный эффект коптильных веществ обусловлен, главным образом, формальдегидом, содержащимся в дыме в значительном количестве. Наибольшей антиокислительной активностью отличаются также фенольные компоненты дыма — производные пирогаллола и пирокатехина. Вкус и аромат копченых изделий обусловлен наличием в коптильном дыме и органических кислот, ароматических

альдегидов и кетонов, фенолов и некоторых других соединений. Определено, например, что наибольшую связь с ароматом копчености имеют эвгенол, этилгваякол, транс-изоэвгенол, циклотен, ванилин, метилгваякол, метил- и пропиосиренгол, винилгваякол.

Показано, что 2,6-диметоксифенол /сиреневый альдегид/ является ключевым соединением копильного дыма и копченых рыбных и мясных продуктов. Применение копильной жидкости, содержащей в качестве основного компонента сиреневый альдегид, позволит отказаться от дымового копчения, представляющего определенную опасность для здоровья людей из-за высокого содержания в копильном дыме канцерогенных веществ.

Процесс копчения сопровождается протеканием сложных физико-химических превращений и происходит в основном в две фазы: осаждение копильных веществ на поверхности и последующий перенос их к центральной части продукта. Интенсивность этих процессов определяется температурой и продолжительностью копчения, состоянием продукта /например, размерами куска/ и свойствами продукта. Установлено, например, что в образцах с малым содержанием жира /0,1-2,0%/ преимущественно накапливаются одно-, двухатомные и низкокипящие фенолы. В более жирном сырье /8-9%/ соотношение фенолов смещено в сторону трехатомных и высококипящих компонентов. Эти факторы, безусловно, определяют вкус и аромат готового продукта.

Приводятся данные и о химическом взаимодействии копильных веществ друг с другом, а также с составными частями продукта или кислородом воздуха; при этом происходят реакции меланоидинообразования, конденсации, полимеризации и окисления. Так, например, показано взаимодействие компонентов дыма с аминогруппами аминокислот /гистидина, гистамина, триптофана/ и белков продукта и образование сложных карбоновых кислот в основном за счет реакций с альдегидами копильного дыма.

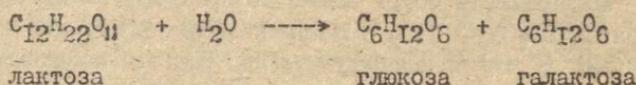
Молочные продукты. Вкусовые достоинства молока определяются его химическим составом. Различные вкусовые оттенки могут проявляться за счет его изменения в результате многочисленных превращений составляющих компонентов, например липидов. В основном липиды молока представлены триглицеридами, замещенными насыщенными жирными кислотами /пальмитиновой, стеариновой и миристиновой/.

Свободных жирных кислот в молоке немного. Однако при хранении молока под действием липаз происходит гидролиз триглицеридов и содержание жирных кислот увеличивается. Низкомолекулярные жирные кислоты имеют неприятный запах /например, масляная/ и участвуют в образовании тона "прогорклости" у молочных продуктов. Содержание свободных жирных кислот также увеличивается и при заражении молока микробами, обладающими липолитической активностью.

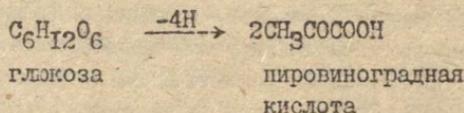
При наличии в молоке микрококков и гнилостных бактерий, имеющих активные протеазы, происходит частичный распад белков. Продукты гидролитического распада могут вызвать появление неприятного горького привкуса. Наличие таких микроорганизмов, попадающих в молоко извне, должно строго контролироваться.

Сладкими вкусовыми качествами обладают кисломолочные продукты /кефир, рьженка, сметана/. Молочнокислые бактерии, вносимые с закваской в молоко, расщепляют с помощью фермента лактазы лактозу до молочной кислоты в три стадии:

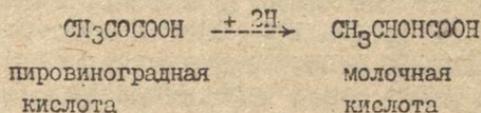
расщепление лактозы:



ферментативного превращения:



ферментативного восстановления:



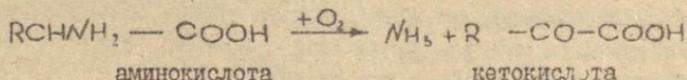
На каждой стадии преобразования образуются побочные продукты, например, летучие кислоты /уксусная, пропионовая и др./, карбонильные соединения /диацетил, ацетоин, уксусный альдегид и др./, спирт,  $\text{CO}_2$  и ряд других веществ, участвующих в образовании аромата и вкуса кисломолочных продуктов.

Кисловатый привкус кисломолочных продуктов связан с накоплением летучих компонентов, вырабатываемых молочнокислыми микро-

организмами, например, диацетилом или ацетальдегидом в соответствующей концентрации. Другими ароматическими компонентами при этом являются ароматические альдегиды, спирты, кетоны, лактоны, дикетосоединения, производные фурана, диметилсульфид.

Сложный комплекс преобразований, обеспечивающий вкус и аромат получаемого продукта, происходит при образовании сыров. Существует исключительное многообразие сыров и технологий их получения. Вкусовые и ароматические качества сыров формируются в процессе их созревания и использования той или иной технологии.

Гидролиз белков при созревании сыров происходит с образованием растворимых фракций /типа полипептидов/ и свободных аминокислот. Часть из них может расходоваться при деаминации с образованием аммиака и кетокислоты:



Аминокислоты могут подвергаться и другим превращениям с образованием  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  и алифатического альдегида с числом углеродных атомов на единицу меньше. Все эти соединения в той или иной степени участвуют в образовании аромата и вкуса сыра.

Свободные жирные кислоты, возникающие при гидролизе триглицеридов /при действии ферментов/ и химических превращений /под влиянием кислорода/, катализируемых микроэлементами сыра, могут распадаться с образованием различных альдегидов и кетонов, участвующих в образовании аромата и вкуса сыров.

Лактоза при их созревании подвергается также глубоким изменениям. Она превращается главным образом в молочную кислоту и  $\text{CO}_2$ , а также в ряд побочных продуктов — уксусную кислоту, диацетил, ацетон и другие, влияющие на вкус и аромат сыра.

Специфический вкус и аромат имеют плавленые сыры. Они вырабатываются из различных сыров, творога, других молочных продуктов и специй при помощи тепловой обработки с добавлением специальных солей — плавителей /соли ортофосфорной кислоты/ или солей лимонной кислоты, триполифосфата натрия и ряда других солей в смеси.

Своеобразный аромат имеют и другие молочные продукты. Например, при пастеризации и сгущении молока сахара взаимодействуют

с аминокислотами сырья, образуя меланоидины, придающие молоку своеобразный аромат.

Хлеб и изделия из дрожжевого теста. В ассортименте общественного питания большую роль занимают изделия из дрожжевого теста: пироги, пирожки, ватрушки, кулебяки и др. При их выпечке в тесте происходят сложнейшие биохимические и физико-химические процессы, многие из которых способствуют образованию ароматических веществ. Процессы эти во многом аналогичны тем, которые происходят при выпечке хлеба.

Концентрат ароматических веществ, возникающий при изготовлении хлеба и изделий из дрожжевого теста, достаточно сложен — список ароматических соединений, входящих в этот комплекс, превышает две сотни наименований.

Вещества, создающие аромат, появляются уже во время брожения теста. В результате жизнедеятельности микробов, внесенных с дрожжами или с закваской, распадаются органические вещества муки и при этом в первую очередь образуются спирты/преимущественно этиловый/. Затем альдегиды, среди которых основной компонент — ацетальдегид. При брожении образуются также кислоты, прежде всего молочная и уксусная.

Продукты жизнедеятельности дрожжей и кислотообразующих бактерий, накапливающиеся в тесте к концу брожения, оказывают сильное влияние на вкус и аромат выпеченных изделий.

Среди этих продуктов наибольшее значение имеют следующие: сливочные масла, органические кислоты /молочная, уксусная, янтарная, пропионовая и др./, сложные эфиры, ацетилметилкарбинол и продукт его окисления — диацетил / $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CO} - \text{CH}_3$ /.

Формирование запаха хлеба завершается уже при выпечке. В условиях пекарной камеры при температурах выше  $100^\circ\text{C}$  идут реакции меланоидинообразования, при которых сахара соединяются с аминами, аминокислотами, пептидами и белками. Эти реакции идут преимущественно в хлебной корочке. Образуются мальтол и изомальтол, а кроме того, пиразины и их производные, замеченные пиррола и пиридина и т.д. Хлеб приобретает аромат. В процессах формирования вкуса и запаха хлеба большая роль принадлежит альдегидам, например, изовалериановому, а также фурфуролу и оксиметилфурфуролу, который образуется во время выпечки из моноз.

Формирование вкуса и аромата изделий из дрожжевого теста имеет

свои особенности, так как для жарки используют нагретые до 180-190°C растительные масла или смеси их с говяжьим или кулинарным жиром. Комплекс вкусовых и ароматических веществ в этом случае более разнообразен за счет возможного использования фаршей для начинки этих изделий.

Вкусовые и ароматические вещества горячих напитков. Одной из характерных особенностей высших растений является их способность к образованию и накоплению огромного разнообразия так называемых "веществ вторичного происхождения". К таким веществам относятся, например, алкалоиды, эфирные масла, серусодержащие гликозиды, фенольные соединения /в их числе и дубильные вещества/ и т.д.

Природные фенольные соединения часто проявляют высокую биологическую активность, играют важную роль в создании вкуса и аромата многих пищевых продуктов и напитков, например, чая, кофе и какао. Важной составной частью горячих напитков являются и некоторые алкалоиды, благоприятно оказывающиеся на работе отдельных органов пищеварения.

Фенольные соединения, алкалоиды, эфирные масла являются важными составными частями горячих напитков - чая, кофе, какао. Черный байховый чай содержит большое количество экстрактивных веществ, которые при заваривании почти полностью переходят в настой и придают напитку вкус, цвет и аромат. Терпкий вкус и окраску заварке чая придает дубильные вещества, относящиеся к танину и катехинам. Сильный тонизирующий эффект настоев чая обусловлен совместным действием кофеина и танина. По этой причине для понимания роли этих веществ целесообразно рассмотреть свойства указанных классов соединений с точки зрения влияния их на качество готового продукта.

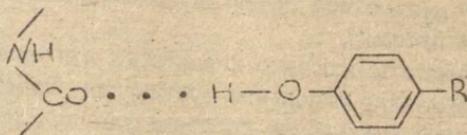
Фенольными соединениями называются вещества, имеющие в своих молекулах ароматическое /бензольное/ ядро, содержащее одну или более гидроксильных групп.

Фенолы являются слабыми кислотами, что определяет их склонность образовывать фенолятные анионы и хорошую растворимость в воде. С возрастанием числа фенольных оксигрупп кислотность фенольных соединений обычно несколько увеличивается.

Фенолятные анионы способны к реакциям обмена, при этом тяжелые металлы образуют нерастворимые в воде соединения. По этой причине очень жесткая вода непригодна для заварки чая. Последний

получается неприятного вкуса, теряет аромат и делается мутным за счет образования слаборастворимых кальциевых солей галловой и других кислот.

Характерной особенностью фенольных соединений является их способность к образованию водородных связей, в том числе с белками. При этом водородные связи возникают между пептидным кислородом и фенольной гидроксильной группой:



Водная вытяжка дубильных веществ всегда присутствует в том или ином количестве в чайном напитке. Добавление молока к чаю, как известно, приводит к изменению его вкуса. Видимо, это связано с изменением коллоидного состояния белка за счет образования водородной связи между фенольными соединениями, содержащимися в чае, и белком молока.

Использование жесткой воды для приготовления чая оказывает негативное влияние на качество напитка, в частности, на его цвет: с солями трехвалентного железа таниды дают черно-зеленое или сине-черное окрашивание. Интенсивно окрашенные комплексы образуют с солями тяжелых металлов и другие фенольные соединения, что не может не отразиться на глубине цвета чайного настоя.

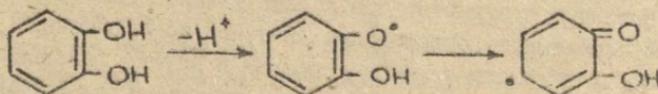
С растворимостью экстрактивных веществ связаны рекомендуемые приемы приготовления этого напитка. Большое значение для качества заварки имеет температура воды. Она должна приближаться к  $100^{\circ}\text{C}$ , чтобы обеспечить лучшую экстракцию растворимых веществ. Экстрактивные вещества хорошо растворяются в воде, но при охлаждении могут выпадать в осадок. Поэтому при охлаждении заварка чая мутнеет, а при нагревании эта мутность исчезает. В этой связи при заварке чая важно взять оптимальное количество его, обеспечивающее более полную экстракцию фенольных компонентов. Оптимальное количество чая для заварки должно составить 1-2 г на 50 мл напитка. При этом чайный напиток приобретает и наиболее

выраженные вкус и аромат.

Важнейшим свойством фенольных соединений является их способность к окислению. Именно эта особенность фенольных соединений объясняет обилие природных полимеров ароматической природы /дубильные вещества, меланины/. Образование конденсированных дубильных веществ на первых этапах происходит в живых тканях при участии окислительных ферментов. В дальнейшем процессы полимеризации углубляются неферментативным путем.

Легкая окисляемость особенно характерна для многоатомных фенолов. Наиболее лабильные фенольные соединения /катехины, лейкоантоцианы/ окисляются в аэробных условиях уже при действии прямого солнечного освещения, причем с достаточно большой скоростью. С биологической точки зрения наиболее важное значение имеет ферментативное окисление фенольных соединений, которое осуществляется различными оксидазами /главным образом полифенолоксидазами и пероксидазами/. Процесс окисления может закончиться образованием сложных полимеров.

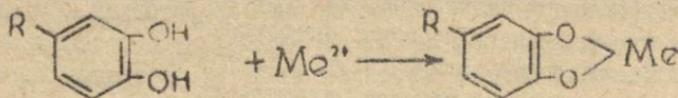
В кислой и нейтральной среде фенольные соединения окисляются через феноксильные радикалы /семихиноны/ и хинонные формы до олигомеров и полимеров, часто имеющих оранжево-красную окраску:



Пирокатехин

Феноксил  
/семихинон/

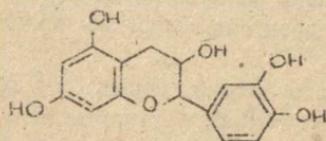
Важнейшим свойством фенольных соединений является их способность образовывать комплексы с ионами тяжелых металлов. Комплексообразование особенно свойственно пирокатехинам:



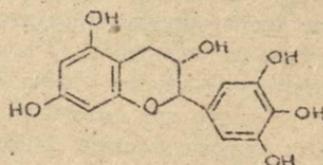
Эти комплексы интенсивно окрашены.

Типичными представителями полифенолов являются катехины. Катехины широко распространены в растениях. Особенно большие количества катехинов содержатся в чайном растении /до 20-25%/, бобах какао.

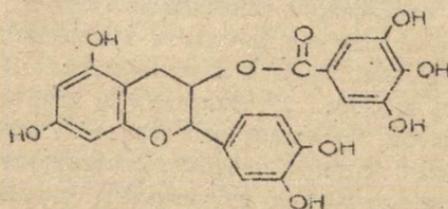
Катехины, содержащиеся в листьях чая, обладают высокой Р-витаминной активностью, впервые установленной советскими исследователями /А.М. Курсанов, М.Н. Заплетов/. Обычно препараты витамина Р получают из огрубевших листьев чая, которые не используют в чайной промышленности. Чайные листья измельчают и удаляют из них кофеин, хлорофилл и другие пигменты, а также смолы путем экстракции хлороформом. Затем извлекают катехины спиртом, полученный спиртовой экстракт выпаривают. Остаток после сушки представляет собой смесь катехинов. Было установлено, что до 90% всей массы катехинов составляют 4 вещества: I-эпикатехин, эпикатехингаллат, эпигаллокатехин, эпигаллокатехингаллат:



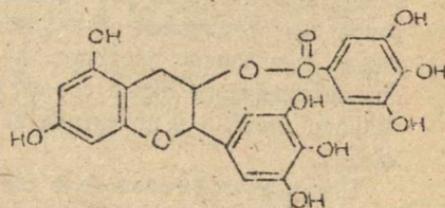
I-эпикатехин



эпигаллокатехин



эпикатехингаллат



эпигаллокатехингаллат

Катехины — природные вещества группы флавана. Это бесцветные кристаллы с вяжущим вкусом, хорошо растворимы в воде, легко окисляются на солнечном свете и при нагревании.

Подобно углеводородам фенольные соединения встречаются в растениях в виде мономеров и полимеров. Обнаружено также большое количество олигомерных фенольных соединений. Сами по себе простейшие фенольные соединения встречаются в растениях крайне редко.

Катехины широко распространены в растениях. Они найдены более чем в 200 видах растений, принадлежащих к различным семействам, например, в плодах многих съедобных растений /яблоки, абрикосы, груши, вишня, слива, персики/, в ягодах /малина, земляника, брусника, крыжовник, смородина/. Особенно большое количество катехинов содержится в молодых побегах чайного растения, бобах какао.

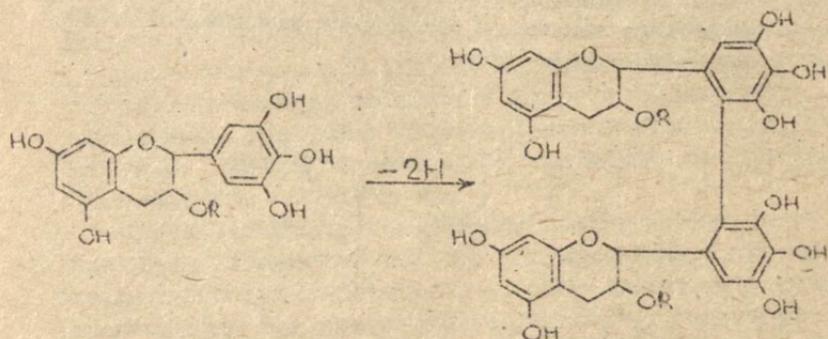
Окислительные превращения катехинов играют важнейшую роль в производстве чая, в виноделии, а также при ферментации бобов какао, консервировании фруктовых соков, разнообразных плодов и фруктов их переработки, поскольку продукты окисления обладают специфическим вкусом и окраской.

Хлоропласты при фотосинтезе являются местом первичного образования водорастворимых фенольных соединений в растительной клетке. Новообразованные фенольные соединения в хлоропластах не накапливаются. Они покидают хлоропласты и уже вне хлоропластов подвергаются вторичным биосинтетическим процессам; например, гликозидированию, этерификации, окислению и конденсации.

Способность хлоропластов к биосинтезу фенольных соединений весьма зависит от возраста листьев. Возраст листьев сказывается в основном на направленности процесса фотосинтеза, на конечном составе образующихся ассимилятов. Показано, что взрослые, полностью прекратившие рост листья /пятый и шестой/, синтезируют фенольные соединения со скоростью в 40–50 раз меньшей, чем молодые, интенсивно растущие. По этой причине для получения доброкачественного сырья строго выдерживается технология сбора чайного листа — в производстве чая используются только молодые листья.

Ряд пищевых производств связан с превращениями фенольных соединений в процессе получения конечного продукта. Это прежде всего относится к производству черного чая, шоколада, кофе, сидра, ишва, коньяка и виноделию. В основе переработки молодых

листьев и побегов чайного растения в черный чай лежат окислительные превращения катехинов. Молодые побеги чайного растения после подвяливания подвергают раздавливанию и скручиванию. При этом катехины вступают во взаимодействие с кислородом воздуха в присутствии фенолоксидазы. В результате на первых этапах окисления образуются димерные молекулы катехинов:



R = H или галлоил

Дикатехин

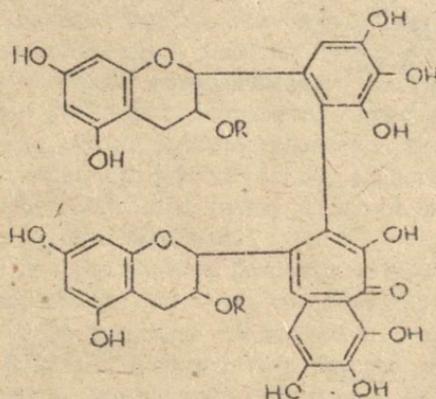
Механизм конденсации катехинов весьма зависит от величины pH реакционной среды. В кислой среде процесс конденсации завершается образованием нерастворимых полимерных дубильных веществ /иногда такие продукты из-за их коричневато-красной окраски называют флавофенанами/, а в среде, близкой к нейтральной, образуются преимущественно димерные катехины; в щелочной среде окисление приводит к темнокрасным полимерам, сходным по строению с меланином или гумусовыми кислотами.

Процесс окислительной конденсации /ферментация чая/ катехинов затормаживается в основном димеризацией исходных молекул. Димерные продукты и придают черному чаю характерный вкус и цвет.

Во время ферментации чая возникает и промежуточные хинонные формы катехинов /в частности, /-/-эпикатехина/. Они обладают высоким окислительно-восстановительным потенциалом и не фермента-

тивно подвергают окислительному дезаминированию ряд аминокислот, что приводит к образованию соответствующих альдегидов, многие из которых обладают приятным запахом, создавая характерный букет черного чая. Таким образом, фенольные соединения участвуют не только в образовании окраски и вкуса, но и аромата готового продукта.

В случае, если одна или обе исходные молекулы катехинов представлены галлоэлированными формами, окисление может привести к разрыву бензольного кольца и к образованию трополоновой /содержащей семиуглеродный цикл/ структуры.



### Теафлавин

Теафлавины в свою очередь способны к дальнейшему окислению. В конечном итоге образуется сложная смесь продуктов различной степени окисления катехина, придающая настою черного чая характерные для него вкус, цвет и, в известной степени, аромат.

При производстве чая задача технолога состоит в поддержании оптимального режима ферментации. Процесс должен протекать со строго определенной скоростью и заканчиваться не исчерпанием субстрата, а образованием необходимого количества продуктов конденсации, причем эти продукты должны иметь оптимальную степень окисления. В противном случае часть наиболее окисленных катехи-

нов переходит в нерастворимое состояние, и тем самым теряется.

Важно также качественное состав и первоначальное содержание фенольных соединений в исходном продукте. Так, например, из листьев чайного растения с малым содержанием катехинов или с низким отношением простые катехины: галлированные катехины нельзя получить черный чай высокого качества.

Если оптимальный режим ферментации не выдерживается, то окислительная конденсация полифенолов завершается образованием олигомеров и полимеров типа конденсированных дубильных веществ.

Аромат чаю придают и эфирные масла. Эфирные масла чая содержат окись линалоола, салициловый альдегид, метилбензоат,  $\alpha$ -терпинилацетат, капроновый альдегид, лиственный альдегид, бензиловый спирт и другие соединения. Их соотношения во многом определяют специфический аромат чая.

Эфирные масла летучи и испаряются при кипячении и длительном нагревании заваренного чая. Это обстоятельство и объясняет ряд рекомендаций при использовании и приготовлении чайного напитка: хранить сухой чай следует только упакованным, заваренный чай запрещается кипятить, время хранения заварки не должно превышать 30 мин — при несоблюдении этих требований чай приобретает неприятный запах "пареного", обусловленный испарением эфирных масел и разложением продуктов, содержащихся в чае.

Широко используется и ароматизация черного байхового чая. Она может осуществляться лепестками розы, листьями эвкалипта /3-5% к массе чайного листа/, цветами жасмина /доли ароматизатора ~10,5%/. Скрученный чайный лист обогащается также водным экстрактом виноградной выжимки. Обогащение является эффективным мероприятием в деле улучшения качества и увеличения объема производства черного чая.

Известны и другие случаи значительной роли фенольных соединений в обеспечении качества растительного сырья и в процессах его промышленной переработки.

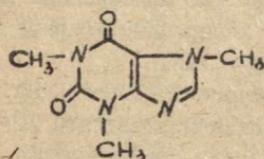
Виноделие имеет свои особенности. Фенольные соединения в этом случае подвергаются значительно более медленным и в основном не ферментативным, а аутоокислительным превращениям. Особенно большое значение фенольные соединения имеют в производстве сухих /столовых/ и десертных красных вин и в производстве белого сухого вина катехинским способом, когда брожение подвергается

виноградный сок вместе с мезгой, в которой содержится много фенольных соединений /в том числе катехинов и проантоцианидинов/, а также продуктов их окисления.

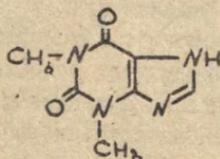
При получении какао и шоколада сырьем служат какао-бобы, богатые фенольными соединениями. Свободные полифенолы в производстве какао и шоколада нежелательны. Для получения хорошего шоколада от них освобождаются размалыванием и обжариванием сырых бобов, что приводит к аутоокислации большей части полифенолов. Возникающие при обжарке сырых /зеленых/ какао-бобов продукты окисления полифенолов и придают готовому продукту характерный вкус и окраску.

Вкус и аромат горячих напитков /чая, кофе/ определяется также содержащимися в них алкалоидами и производными коричичной кислоты.

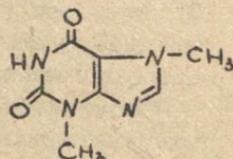
Алкалоиды - кофеин, теобиллин и теобромин являются стимуляторами физиологических процессов. Кофеин содержится в зернах кофе /1,5%/, в листьях чая /5%/, наряду со следами теобиллина; бобы какао содержат теобромин:



кофеин

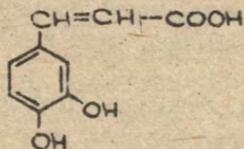


теобиллин

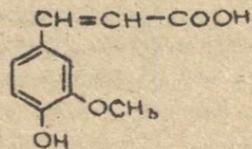


теобромин

Из зерен кофе выделены кофейная кислота и производные феруловой кислоты:

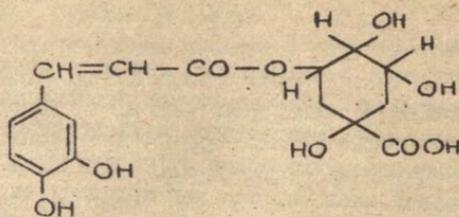


кофейная кислота



феруловая кислота

Хлорогеновая кислота в больших количествах содержится в необжаренных зернах кофе.



хлорогеновая кислота

Кроме солей хлорогеновой кислоты в зернах кофе найдены ее изомеры - кофеил-4-хинная /псевдохлорогеновая/ и кофеил-5-хинная /неохлорогеновая/ кислоты, а также 4,5-дикофеил-хинная /изохлорогеновая/ кислота и ряд ферулоил-хинных кислот. Подобные эфиры оксикоричных кислот с алифатическими кислотами /например, монокофеил-/-/винная и дикофеил-/-/винная-цикоритовая кислоты/ выделены из листьев цикория.

Состав кофе зависит от сорта и вида кофейных зерен. В среднем, кофе содержит 1-2% кофеина; до 1% тригепелина, 5-8% эфиров хлорогеновой, кофейной, хинной кислот, около 1% лимонной и других кислот, 5-6% углеводов, около 3% белка, 4-5% минеральных солей /в основном калия/, эфирные масла /кофеоль/, образующиеся при обжаривании сырых зерен.

Обжаривают кофе при непрерывном помешивании до темно-коричневого цвета зерен. Цвет зерен кофе делается при этом коричневым за счет кармелизации сахаров и реакции меланоидинообразования. Аромат кофе повышается за счет освобождения эфирных масел. При исследовании аромата кофе стало известно около 670 соединений его ароматических компонентов. Характерными компонентами аромата кофе являются серусодержащие фураны. Например, фурфуриммеркаптан - ключевое соединение аромата жареного кофе.

Горячие напитки /чай, кофе, какао/ не несут значительной энергетической нагрузки. Но их употребление оказывает положительное влияние на ряд протекающих в нашем организме процессов. Фенольные соединения /например, катехины/ являются эффективными антиоксидантами. Объясняется это тем, что они препятствуют накоплению порочкоживущих радикалов /возникающих при окислительном расщеплении ненасыщенных жирных кислот/, взаимодействуют с по-

нами тяжелых металлов.

Катехины, содержащиеся в чае и кофе, являются биологически высокоактивными веществами, они регулируют проницаемость мельчайших кровеносных сосудов /капилляров/ и увеличивают упругость их стенок, а также способствуют более эффективному использованию организмом аскорбиновой кислоты, так как являются ее синергистом. Поэтому добавление в чай лимона, клюквы или черной смородины, богатых витамином С, весьма оправдано, так как дубильные вещества чая усиливают благоприятное действие витамина С.

В нашей стране в промышленном масштабе в качестве витамина Р выпускаются препараты комплекса катехинов /из листьев чайного растения/. Основными источниками витамина Р в нашей пище являются плоды /яблоки, персики, сливы, абрикосы, айва, хурма/, ягоды /смородина, земляника, вишня, крыжовник, виноград, черника, брусника/, а также чернила и особенно зеленый чай.

Основными природными источниками пуриновых алкалоидов являются растительные продукты, которые применяются для приготовления напитков - листья чая, зерна кофе, бобы какао.

Пуриновые алкалоиды стимулируют действие на нервную систему и сердце. Действие на сердце и скелетные мышцы особенно сильно выражено у кофеина. Теобромин и теофиллин являются мочегонными и расширяющими коронарные сосуды средствами. Многие фенольные компоненты указанных растительных продуктов обладают противовоспалительным, желчегонным, диуретическим, противоспазмным и регенерирующим функцию печени действием.

Таким образом, употребление чая, кофе, какао в умеренных количествах имеет и лечебное действие.

### 8. Имитация вкуса и аромата пищевых продуктов

В настоящее время используется примерно 2500 веществ, называемых пищевыми добавками. Такие вещества, которые добавляют к пище, относятся к порождению нашей эпохи. Чтобы сохранить продукты, их сдабривали добавками уже в древнейшие времена /соль, уксус, вещества копильного дыма/. Назначение пищевых добавок состоит в том, чтобы сделать пищу вкуснее и привлекательнее.

Из 2500 пищевых добавок 1400 - ароматизаторы, в нашей стране разрешено к применению примерно 70. Многие из них - синтетические

душистые вещества, которые участвуют в создании природных ароматов. Например, фенилуксусная кислота — один из компонентов запаха сыра, фенилацетальдегид есть в хлебе и т.д.

Технологи создают различные композиции из разных синтетических и натуральных компонентов — отдушки. Благодаря этому мы имеем возможность производить недорогую карамель, готовить различные блюда с отличным качеством.

Сейчас появляются имитации пищевых продуктов — мясо из белков сои, бекон, вегетарианская черная икра и т.д. Для таких продуктов кроме белков и жиров нужны и ароматизаторы, и усилители запахов, и вкусовые вещества.

Ароматизаторы условно можно разделить на природные вещества и вещества, имитирующие природные. Первые выделяют из фруктов, овощей и растений в виде соков, эссенций или концентратов, вторые получают синтетическим и нетрадиционным путем. К таким веществам относят ванилин, цитраль, ментол, диацетил и др. Способы получения этих веществ могут быть самыми разнообразными. Ванилин получают из гвангола и эвгенола и применяют для ароматизации кофе, шоколада, булочек, безалкогольных напитков. Цитраль обладает лимонным запахом, синтезируется из газа изопрена и используется в кондитерской промышленности. Ментол синтезируется из ацетона и метакрезола и применяется для приготовления эссенций.

Ароматизаторы широко используются для имитации вкуса и аромата практически всего ассортимента продукции общественного питания.

Важным является имитация сладкого вкуса. Открытие сахарина послужило толчком к изучению синтетических сладких веществ. Искусственные сладкие вещества используются как заменители сахара в тех случаях, когда надо ограничить в рационе содержание углеводов. Кроме того, для получения их не требуется растительное сырье (завоела, сахарный тростник и т.д.), но заменить сахара они не могут, так как не участвуют в обмене веществ и не служат источником энергии.

Природные часто используются для ароматизации пищи. Типичные для пряных растений ароматические вещества — эфирные масла получают из трав, корней, семян с использованием дистилляции. Они, например, получены из корневищ дягиля аптечного, чабера садового, укропа, семян тмина, майорана, петрушки, сельдерея, мяты пе-

речной и тямьяна. Типичными областями применения полученных дистиллятов является использование их в супах, соусах, бульонах, молочных изделиях /творог, сыры, масло/, рыбных изделиях, овощных консервах, а также маринадах.

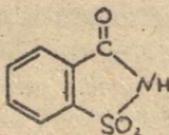
Аромат многих продуктов является результатом действия ферментов. Имеются традиционные продукты /пиво, соевый соус и др./, вырабатываемые с помощью ферментов. Ферменты могут использоваться также для удаления неприятных запахов, горького вкуса, предотвращения окисления.

За последние 20 лет производство в промышленных масштабах ароматических и вкусовых веществ приобрело важное значение во всех отраслях пищевой промышленности и кулинарии. Их использование часто определяется типом пищевых продуктов.

**Синтетические сладкие вещества.** Каковы же особенности синтетических сладких веществ? Во-первых, их вкусовые характеристики позволяют применять эти соединения в пищевых продуктах и напитках. Очень важным требованием к синтетическим сладким веществам является их химическая стабильность при повышенных температурах. Этому требованию сладкие синтетические вещества также отвечают.

Искусственные сладкие вещества должны обладать рядом свойств: быть безвредными, обладать интенсивным сладким вкусом, хорошо растворяться и быть устойчивыми при нагревании в диапазоне температур от  $-30$  до  $+260^{\circ}\text{C}$  и в интервале pH среды от 2,5 до 8. Естественно, что главным требованием к синтетическим сладким веществам является их полная и абсолютная безвредность для здоровья. Из широкой гаммы синтезированных соединений этим требованиям отвечает лишь небольшое число сладких веществ.

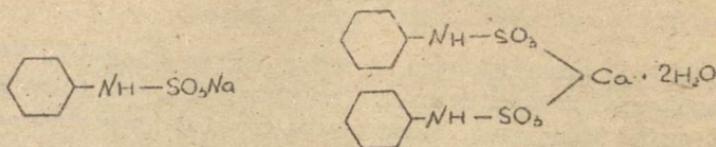
Из синтетических веществ находит применение сахарин:



Это — белое кристаллическое вещество с температурой плавления  $228-229^{\circ}\text{C}$ , обычно употребляется в виде натриевой соли, сладость которой в 500 раз больше сахарозы. На 98% он выводится из организма, разрешен ФАО к употреблению в количестве 5 г/кг продукта.

Используется при производстве пищевых продуктов для больных диабетом, диетических сиров, напитков. Использование сахарина в продуктах и напитках ограничивается присутствием ему горьковатым привкусом.

Во многих странах нашли применение цикломаты — производные циклогексил-амино-*N*-сульфоновой кислоты:



цикломат натрия

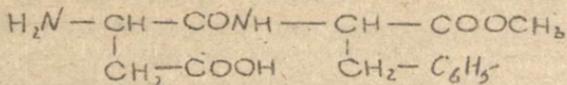
цикломат кальция

Эти соединения с приятным сладким вкусом, без привкуса горечи, стабильные при варке, выпечке, хорошо растворимы в воде. Сладость в 30 раз выше, чем у сахарозы.

Длительными и тщательными исследованиями не удалось обнаружить какого-либо вредного действия цикломатов на печень, почки и другие органы человека. Однако, хотя продукты метаболизма цикломатов достаточно быстро удаляются из организма, от 0,1 до 0,9% их распадается на исходный циклогексилламин, обладающий высокой токсичностью, и канцерогенный дидиклогексилламин. Показано, что цикломаты в больших дозах вызывает у подопытных животных рак мочевого пузыря. Хинс установил, что кальциевая соль циклогексил-амино-*N*-сульфоновой кислоты, подобно сахарину, стимулирует появление опухоли мочевого пузыря у крыс. Поэтому применение цикломатов в продуктах питания требует дальнейшего изучения их биологической активности.

Наибольшее распространение цикломаты получили в США, Японии при приготовлении соков и безалкогольных напитков. Кальциевая соль рекомендуется лицам, которым противопоказано употребление натрия. Цикломаты не следует использовать в питании маленьких детей и беременных женщин.

Весьма перспективным синтетическим сладким веществом, не влияющим на уровень сахара в крови и пригодным для использования в питании больных диабетом, оказался аспартам.



L- $\alpha$ -аспартил-L-Фенилаланин  
/аспартам/

Сладкие дипептиды типа аспартама весьма эффективны для модификации вкуса детских лекарств, поскольку аспартам безвреден для человека. Кроме того, существенным преимуществом аспартама по сравнению с сахарозой является то, что он не стимулирует развитие кариеса зубов.

Аспартам усиливает вкус сахарозы, глюкозы, цикломатов и сахарина, в результате снижается расход сладких компонентов. Наряду с этим небольшие количества /2-3%/ аспартама или его аналогов полностью подавляют неприятные вкусовые ощущения сахарина, что определяет его преимущества по сравнению с другим сладкими веществами. Подробно исследован метаболизм аспартама, изучена его токсичность и канцерогенность. Аспартам влияет на содержание молочной кислоты в слюне человека и тем самым изменяет pH среды.

Аспартам удобен для подслащивания пищевых продуктов /кремов, мороженого и т.д./, которые не требуют тепловой обработки. В продуктах, которые подвергаются тепловой обработке, длительному хранению, его применение нецелесообразно из-за снижения при этом степени сладости готового продукта.

Мясные ароматизаторы. Потребность в ароматизаторах мясных продуктов постоянно возрастает. В настоящее время существует в основном три подхода к разработке таких ароматизаторов: выделение и идентификация вкусовых компонентов, присутствующих в кулинарно обработанном мясе; детальное исследование компонентов сырого мяса, являющихся предшественниками аромата готовых продуктов; осуществление мероприятий по изучению реальных условий, в которых образуются ароматизаторы, с целью их искусственного получения. Последние два направления в настоящее время доминируют.

В последние годы созданы линии по производству ароматизаторов куриного мяса, говядины, свинины. Ароматизаторы получают пу-

тем созданы новые композиции из аминокислот, витаминов и рибонуклеотидов, полученных традиционным способом из животного и растительного сырья и методом биотехнологии, используя специальные микроорганизмы и ферменты. Ароматизаторы различных натуральных продуктов и мясные ароматизаторы, полученные с помощью биотехнологии, могут добавляться к таким видам продуктов, как супы, соусы, запеканки, закуски, первые и вторые блюда, придавая им ароматический вкус и запах.

Изучение биохимических изделий в мясе в ходе его тепловой обработки позволило создать ароматизаторы, которые усиливают вкус и запах обезвоженного продукта при добавлении в него воды и при последующем нагревании.

Ароматизаторы, как правило, представляют собой натуральные мясные белки, содержащие соль и другие минеральные вещества, ограниченное количество жиров.

Замечено, что общий фрагмент, ответственный за появление мясного запаха, содержит группу  $XH_2$  /где X- гетероцикл, содержащий -S, -O или N-гетероатом/ с определенной структурой и конформационными свойствами. Это позволяет прогнозировать и целенаправленно синтезировать новые вещества с мясным запахом. Так, синтезированы некоторые серосодержащие производные фурана /например, 2-метил-3-меркаптофуран - придающий аромат жареному и тушеному мясу/ и его производные, обладающие различными оттенками мясного аромата.

Весьма важна роль серосодержащих аминокислот в имитации мясного вкуса и аромата. При нагревании определенных смесей белков /аминокислот/, жиров и углеводов образуются вещества с мясным вкусом и запахом. Если нагревание этих компонентов происходит во влажной среде, возникает вещество, имитирующее вкус и запах вареного мяса, если нагревание происходит в безводной среде при более высоких температурах /120°C и выше/ - образуются вещества, характерные для вкуса и запаха жареного мяса.

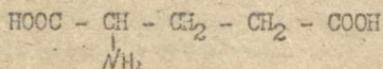
Ароматизаторы мяса чаще всего изготавливают путем нагревания сложных смесей. Например, к смеси кислотного закислого гидролизата и дрожжевых веществ при 80-100°C добавляют компоненты, участвующие в образовании ароматических веществ /дрожжи, экстракт дрожжей, мясной сок, овощи, грибы, сафран/ смесь выдерживают при указанной температуре 30-90 мин, затем добавляют

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  и устанавливают pH 5 + 7. Затем фильтруют, добавляют соли глутаминовой кислоты и другие добавки. Патентуется способ изготовления ароматизатора гидролизом куриного мяса с использованием протеиназы при pH 4,8-7,5 и нагреванием. Балковный гидролизат с выраженным вкусом куриного мяса получают также, например, из цельных яиц, яичного белка или желтка в комбинации с кукурузной клейковиной путем гидролиза с последующей термической обработкой.

Общепринятыми добавками, придающими продуктам мясной вкус и запах, являются глутамат натрия, 5-рибонуклеотиды, динатрийинозинат и динатрийгуанилат. Ежегодное потребление моноглутамата натрия в Западной Европе достигло 10 тыс. тонн, а гидролизатор растительных белков - 30 тыс. тонн, примерно столько же и в США.

Рецепторное восприятие моноглутамата натрия некоторые авторы связывают с существованием особого вкуса, отличающегося от четырех известных ощущений вкуса. В соответствии с пищевым законодательством моноглутамат признан безопасной пищевой добавкой.

Глутаминовая кислота /или  $\alpha$ -аминоглутаровая/:



легко может быть выделена из природных объектов, например, из продуктов гидролиза белка пшеничной муки или из отходов свекло-сахарного производства. Этим путем можно получать большие количества дешевой глутаминовой кислоты, натриевая соль которой находит применение в пищевой промышленности как приправа к пище.

В последнее время в качестве ароматизаторов мясных продуктов используются белковые соевые гидролизаты /страны Востока/ и дрожжевые автолизаты /Европа/, которые применяют для приготовления соусов и различных приправ. Используются для этих целей также экстракты из побочных продуктов переработки говядины /Южная Америка/.

Исследование модельных систем при нагревании гидролизатов дрожжей, животных или растительных белков с цистеином и кислотой показало, что независимо от источника белка образуется ряд компонентов, обладающих ключевым мясным ароматом. Все ароматические компоненты, обладающие мясным ароматом, делят на 3 группы: алифатические соединения, тиофены и фураны.

В модельных системах среди продуктов реакции были обнаружены: 2-метил-3-меркаптотиофен и 2 изомера 2-метил-4-меркапто-тетрагидротиофен-3-она. Эти вещества имеют запах типа мясного и могут быть важными составляющими приправ мясного вкуса и аромата. Были идентифицированы также 20 производных фурана. Тиопроизводные фурана играют важную роль среди компонентов мясного вкуса и аромата. Меркаптофураны и их дисульфиды являются ключевыми компонентами мясного аромата. Кроме того, они имеют чрезвычайно низкий порог ароматической чувствительности: для бис-(2-метил-3-фурил)-дисульфида он составляет 2 части на  $10^{14}$  частей воды. Найденны дисульфиды с метильными, фурильными и тиенильными группами, обладающие мясным вкусом и запахом.

Ароматизаторы молочных продуктов. В молочной промышленности ароматизации могут подвергаться сыры, сливочное мороженое, жиры, кисломолочные продукты, молочные напитки и смеси, десертные напитки и сливочные ликеры. В качестве натуральных ароматизаторов используют эфирные масла /например, из апельсинов и перечной мяты/, фруктовые соки /например, из клубники и черной смородины/, экстракты из бобов, ванили и орехов.

В качестве синтетических ароматизаторов применяют углеводороды, спирты, альдегиды, кетоны и лактоны. Концентрация этих компонентов может определять вкус продукта, поэтому они должны строго дозироваться. Например, добавление в молоко диметилсульфида /в количестве 7 мкг/кг/ освежает вкусовые свойства, тогда как при его концентрации 14 мкг/кг появляется нечистый привкус. 4-цис-гептена-ль, внесенный в концентрации соответственно 0,01-0,1 мкг/кг, придает молоку сливочный или окисленный привкус.

Сухие сырные ароматизаторы находят широкое применение при приготовлении сырных соусов, приправ к салатам, закускам и т.д. Разработаны ароматизаторы типа сыров чеддер, голландского, швейцарского, романского, пармезанского. Их вырабатывают в порошкообразном виде. Такие порошки в 20 раз по интенсивности вкуса превосходят соответствующие натуральные сыры.

Сырные ароматизаторы обладают различной остротой и интенсивностью вкуса. Вырабатываются также смешанные ароматизаторы, обладающие специфическими вкусовыми свойствами. Они не обладают пороками вкуса /горечь, дрожжевой и другие прихвусы/, характерными для соответствующих натуральных жиров, и могут храниться в тече-

ние длительного времени /с консервантами  $\leq 2$  года, без консервантов  $\leq 1$  год/.

В технологии и кулинарии широко используются ароматизаторы, обладающие вкусом сливочного масла и/или животного жира. Они изготавливаются путем смешивания 1-50% молочного жира, модифицированного ферментом, и жировых веществ с последующей тепловой обработкой смеси при 50-300°C для удаления влаги. Смесь обрабатывают для удаления летучих свободных жирных кислот с короткой цепью, содержащих 3-8 атомов углерода, используя соответствующий растворитель.

В смесь можно вносить серосодержащие компоненты мяса и/или аминокислоты. После тепловой обработки получают ароматизаторы. Смесь, содержащая молочный жир, модифицированный ферментом, и жировые вещества, после глубокого обжаривания приобретает аромат сливочного масла.

В качестве жировых веществ вносят жирные кислоты, глицериды жирных кислот, масло ореха пальмы, свиное сало, жир сливочного масла, кукурузное, хлопковое и другие масла, кулинарные жиры, смеси различных жиров и т.д.

В качестве серосодержащих компонентов используют аминокислоты, низкомолекулярные меркаптаны, алкилсульфиды, алкилдисульфиды, аминокислоты сульфокислот или их соли, соединения с неорганической серой, сероводород, цистеин, метионин, тиамин, таурин или их смеси. В качестве аминокислот можно применять аланин, аргинин, аспарагиновую и глутаминовую кислоты, глицин, гистидин, изолейцин и др.

Приготовленную смесь используют как ароматизатор сыра и других продуктов — бекона, говядины, картофеля, яиц, рыбы и т.д.

Прияности. Жировые масла. Ароматические эссенции. Для слабирования пищи широко используют прияности. Наряду с отдельными прияностями, которые порознь или в разных сочетаниях закладывают в пищу в процессе или в конце ее приготовления, в кулинарии применяются также сложные или составные прияности /смеси/, заготавливаемые заранее из строго определенного числа компонентов, сочетаемые в строго неизменных пропорциях. Эти составные прияности представляют собой либо порошкообразную, либо пастообразную однородную смесь с собственным оригинальным запахом и вкусом.

Появление экстрактов и концентратов было продиктовано стремлением облегчить применение сравнительно больших масс пряностей в условиях общественного питания. В настоящее время наша пищевая промышленность выпускает лавровый порошок /экстракт натурального эфирного масла лавра/, укропное масло /концентрат эфирного масла укропа/, а также анисовое, тминное, горчичное, кориандровое и гвоздичное масла, применяемые в пищевой, консервной и ликеро-водочной промышленности.

Пряные овощи и пряная зелень употребляются обычно в свежем виде. Используют и концентраты, например, чесночный, луковый, сельдерейный порошок. Часто в качестве основы используется хорошо просушенная, пудрообразная поваренная соль, к которой добавляется главный компонент — высушенная и растертая в пудру пряность /лук, чеснок, сельдерей, укроп, фенхель, майоран и др./

Находят применение и искусственные пряности. Для нужд кондитерской промышленности, например, выпускается коричный экстракт, являющийся синтетическим продуктом. Коричный экстракт /жидкий/ состоит из 96% альдегида с запахом корицы и 4% эвгенола. Налажено также производство ванилина из сафлора, камфарного лавра и даже из лигнина древесины молодой сосны. Ванилин часто поступает на предприятия общественного питания под названием ванильный сахар и используется в кондитерском деле. Лучше, однако, использовать ванильный сироп, получаемый добавлением спиртового раствора ванилина к охлажденному сахарному сиропу.

Знание свойств пряностей помогает кулинару сформировать вкус и аромат блюда. Пряности могут быть использованы с различными свойствами: для исправления неприятного или специфического естественного запаха первоначальных продуктов или уже готового блюда; усиления внешней привлекательности блюда приданием ему соответствующего цвета, запаха или того и другого вместе; придания блюду совершенно нового аромата; придания блюду особого вкуса; для повышения сохранности продуктов или готового блюда, для консервирования его, предотвращения скорой порчи.

Применять пряности следует с учетом известных правил, учитывая их физико-химические свойства. Тинковать свежие пряные овощи и травы следует на фарфоровых или керамических досках во избежание потерь их аромата. Пряность не должна забирать естественный вкус продукта — она должна оттенить или усилить его. Чем лучше

раздроблены пряности, тем быстрее и полнее они экстрагируются.

Искусство употребления пряностей во многом сводится к тому, чтобы удерживать максимальное количество эфирных масел в приготовленной пище, учитывая при этом температурные условия и среду.

Пряности оказывают влияние на снижение норм соли в блюде. Соль усиливает действие пряностей, но особенно это заметно в кислых средах.

Широкое применение в пищевой технологии и кулинарии получили ароматизаторы для напитков. Они, как правило, обуславливают аромат плодов, овощей, трав и цветов. Разработаны новые способы получения вкусо-ароматических добавок для сокового производства. Предлагаемые способы включают криогенное замораживание, измельчение замороженного сырья и экстракцию нужных веществ этиловым спиртом. Так получены водно-спиртовые растворы из свежих растений: мяты низкорослой, Melissa, лимонного сорго, базилика обжигивенного и листьев смородины. Для увеличения доли ароматических веществ смесь подвергается различным видам мембранной обработки /ультрафильтрации, обработка осмосом и др./.

Эфирные масла лимонов используются для получения напитков с лимонным привкусом. В них идентифицировано, например, 16 соединений терпеновых углеводов и их кислородных соединений /район возделывания - Средняя Азия/, оказывающих в разной степени влияние на аромат лимонного сока. Установлено, что изменение аромата лимонного сока в процессе хранения связано с нестабильностью терпеновых углеводов /в частности лимонена/ в кислой среде при повышенных температурах. Отметим, что биогенез вкусовых и ароматических веществ определяется питательными факторами, содержанием в среде фитогармонов, освещенностью, температурой, степенью аэрации.

Для компенсации потерь аромата плодово-ягодного продукта в результате технологической обработки используют добавление в продукт усилителей запаха и вкуса. Их получают на основе различных плодов и ягод: яблок, бананов, цитрусовых плодов, земляники, малины и др. Усилители аромата могут быть использованы в виде сухих порошков распылительной сушки, сухих концентратов, водорастворимых и жирорастворимых жидкостей.

Сухие порошки ароматизатора используют для введения в порошковые напитки, десерты, сухие завтраки; концентраты - в выпекаемые

изделия, олады; водорастворимые жидкости - в газированные напитки, сиропы, желе; жирорастворимые - в кондитерские изделия.

Широкое применение в кулинарии получили пищевые эссенции. Создание любой фруктовой или ягодной эссенции начинается с общего фруктового фона. Для него берут амилацетат и другие сложные эфиры, в основном уксусной, масляной и валериановой кислот. Затем в зависимости от того, какая эссенция нужна, добавляют определяющие компоненты в различных соотношениях. Есть так называемые ключевые компоненты: вишневая эссенция не будет пахнуть вишней без бензальдегида или его гомологов, для получения персиковой эссенции нужны лактоны, малиновой - ионы и гидроксифенилбутаноны. Подбор компонентов - дело очень сложное.

Установлено, что чем сложнее композиция, тем тоньше аромат. Производство эссенций требует также их унификаций - что определяет возможность их использования, например, и в тортах, и в мармеладе, и в безалкогольных напитках.

Для придания некоторым продуктам специфического запаха, напоминающего натуральный, готовят пищевые ароматические эссенции, в состав которых входит много компонентов. Так, абрикосовая эссенция состоит из 88 компонентов, а кофейная - из 9. Для имитации запаха сливочного масла к маргарину добавляют эссенцию, состоящую из 10 компонентов, главной частью которой является диацетил. Эссенции используют для ароматизации кондитерских изделий, безалкогольных напитков и т.д.

Пищевые эссенции должны быть абсолютно безвредными. Естественно, что их рецептура утверждается после производственных испытаний соответствующими санитарными службами.

Грибные ароматические композиции. Грибные ароматы обладают уникальным запахом. В шампиньонах присутствует I-октен-3/R/-ол и I-октен-3-он. Последний содержится во всех образцах в большом количестве и является важнейшим ароматическим веществом, составляющим

< 1% летучей фракции. Грибная композиция, полученная Украинским физико-химическим институтом АН на основе I-октен-3-ола и его сложных эфиров, позволяет производить продукты питания с грибным запахом. На основе этой грибной композиции и мицелия вешенки обыкновенной получены следующие ароматические добавки. Введение в рецептурный набор 5% мицелия и 0,001% композиции при презентировании комбинированных пищевых продуктов с грибным ароматом /-чных, ово-

ных, соусных паст/ является оптимальным.

Заканчивая рассмотрение вопроса имитации вкуса и аромата пищевых продуктов и кулинарных изделий при помощи ароматизаторов, следует подчеркнуть их необходимость и полезность. Вместе с тем на этот вопрос нельзя смотреть упрощенно и следует признать, что формирование естественного аромата и вкуса - это сложная проблема - иногда для воспроизведения подлинного аромата пищевого продукта требуется сочетание многих компонентов и причем в соответствующем соотношении.

Подтверждением сказанному является попытка воспроизвести, например, подлинный хлебный аромат.

Еще в 1910 г. были синтезированы мальтол и изомальтол, которые участвуют в формировании запаха пшеничного хлеба. Но эти вещества и в одиночку и вместе никак не могли воспроизвести подлинный хлебный аромат. Позднее нашли, что диацетил, ацетоин, оксиметилфурфурол и многие другие вещества тоже играют не последнюю роль в создании хлебного запаха. И как уже отмечалось выше, число этих компонентов превысило 200.

Только в определенном сочетании эти соединения способны придавать хлебу приятный аромат. Например, фурфурилмеркаптан в разбавленном виде придает хлебу его естественный запах, а в концентрированном виде - запах лука-порей.

В настоящее время для усиления аромата хлеба используются различные ароматизаторы и пряности. Выпускается заварной, московский, минский, бородинский, рижский и другие виды хлеба, имеющие специфический аромат. Отдельные ароматизаторы вряд ли найдут себе широкое применение и в дальнейшем, так как истинный аромат хлеба образуется только при определенной композиции весьма значительного числа отдельных сложных по составу веществ.