

Сенсорный контроль качества пищевых продуктов

Тема 3. Компоненты и сенсорные свойства пищевых продуктов

ПЛАН ЛЕКЦИИ

1. Вещества, обуславливающие окраску продуктов.
2. Ароматообразующие (флеворобразующие) и вкусовые вещества.
3. Консистенция и другие показатели, воспринимаемые органами осязания.

1. Вещества, обуславливающие окраску продуктов

Растительные пигменты

- Окраска растительных продуктов обусловлена следующими пигментами:
 - Хлорофиллом,
 - Каротиноидами,
 - Фикобилинами,
 - Флавоноидами (антоцианами).
- Эти соединения избирательно поглощают свет в видимой части спектра и придают веществу соответствующую окраску

Растительные пигменты

- Оптические свойства пигментов связаны с их химической структурой.
- Отдельные элементы (например, магний или железо), а также последовательность связей в молекуле (одинарных, двойных) способны вызывать поглощение или возбуждение световых лучей в определенном спектре длин волн, образуя тот или цвет растительной клетки.

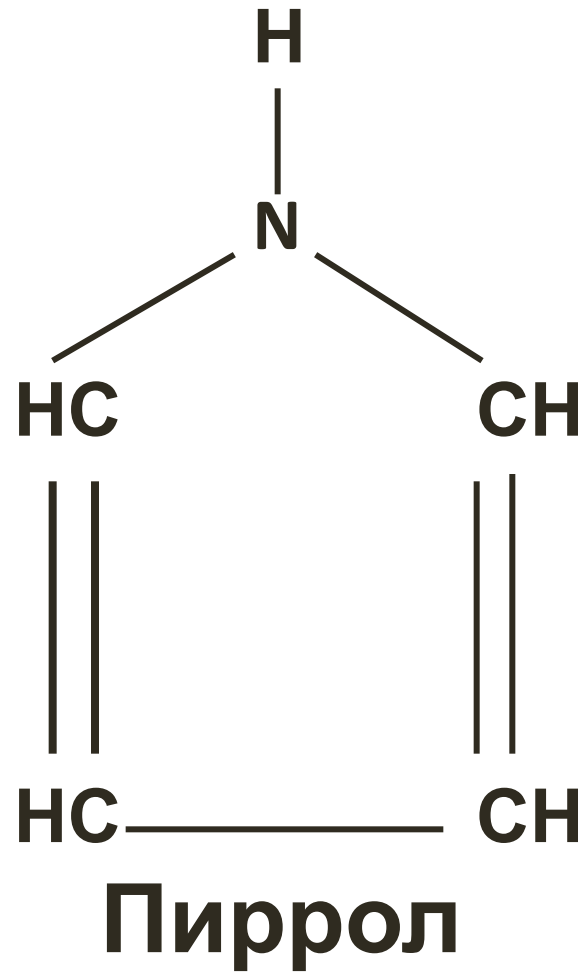
Растительные пигменты

- **Хлорофилл** (от греч. $\chi\lambda\omega\rho\acute{o}\varsigma$ (chloros) - зеленый и $\phi\acute{\upsilon}\lambda\lambda\omicron\nu$ (phyllon) –лист), природные макрогетероциклические пигменты, участвующие в процессе фотосинтеза; относятся к металлопорфиринам.
- Из высших растений, водорослей и фотосинтезирующих бактерий выделено и структурно охарактеризовано свыше **50 различных хлорофиллов.**

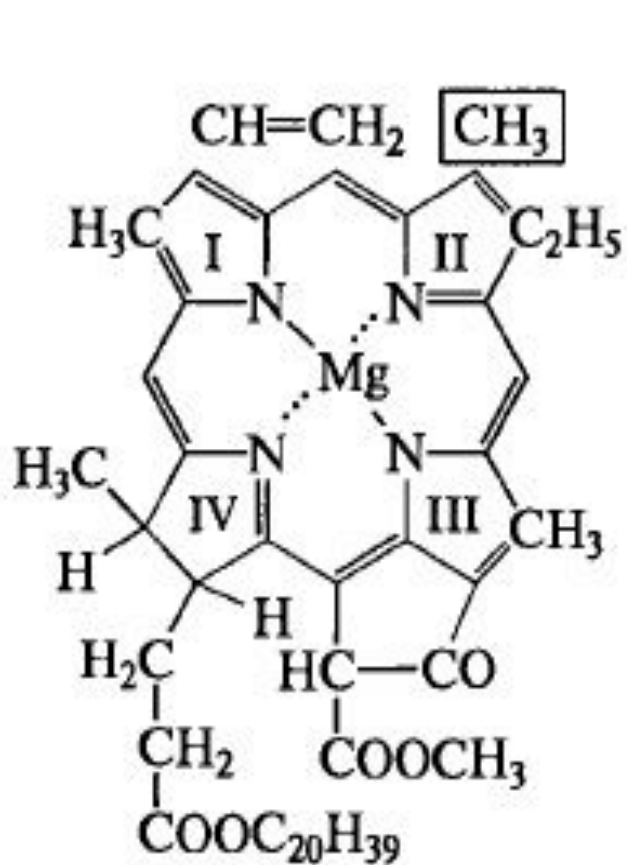
Растительные пигменты

- Основные пигменты высших растений и зеленых водорослей - хлорофиллы **a** и **b**:
 - **a** - сине-зеленый хлорофилл ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$)
 - **b** - желто-зеленый хлорофилл ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$),
- которые различаются по степени окисленности и оптическим свойствам.
- Оба соединения представляют собой магниевые соли тетрапиррола.
- Четыре пиррольных кольца (I — IV) соединены между собой метановыми мостиками (a, p, y, 5), образуя порфириновое ядро.

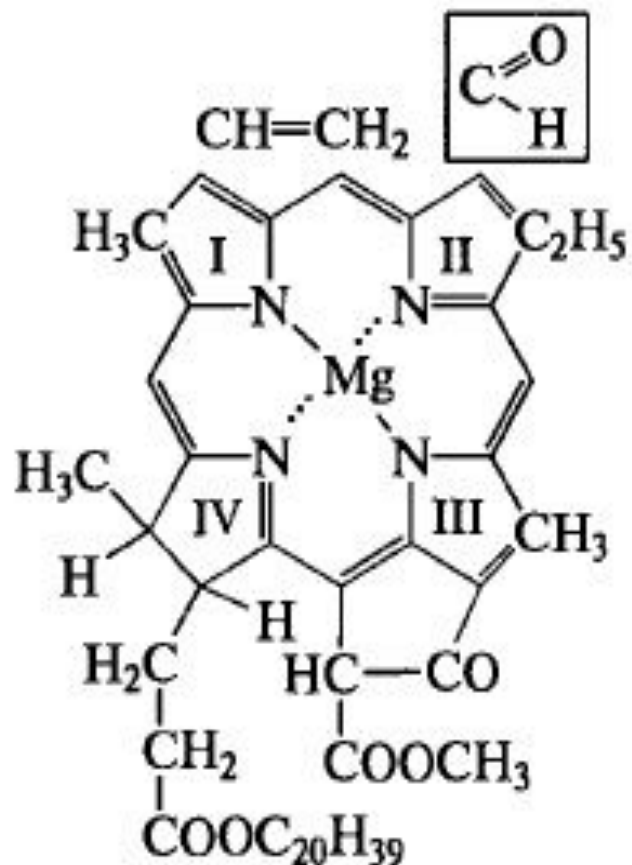
Растительные пигменты



Структурная формула хлорофилла *a* и *b*



Хлорофилл *a*

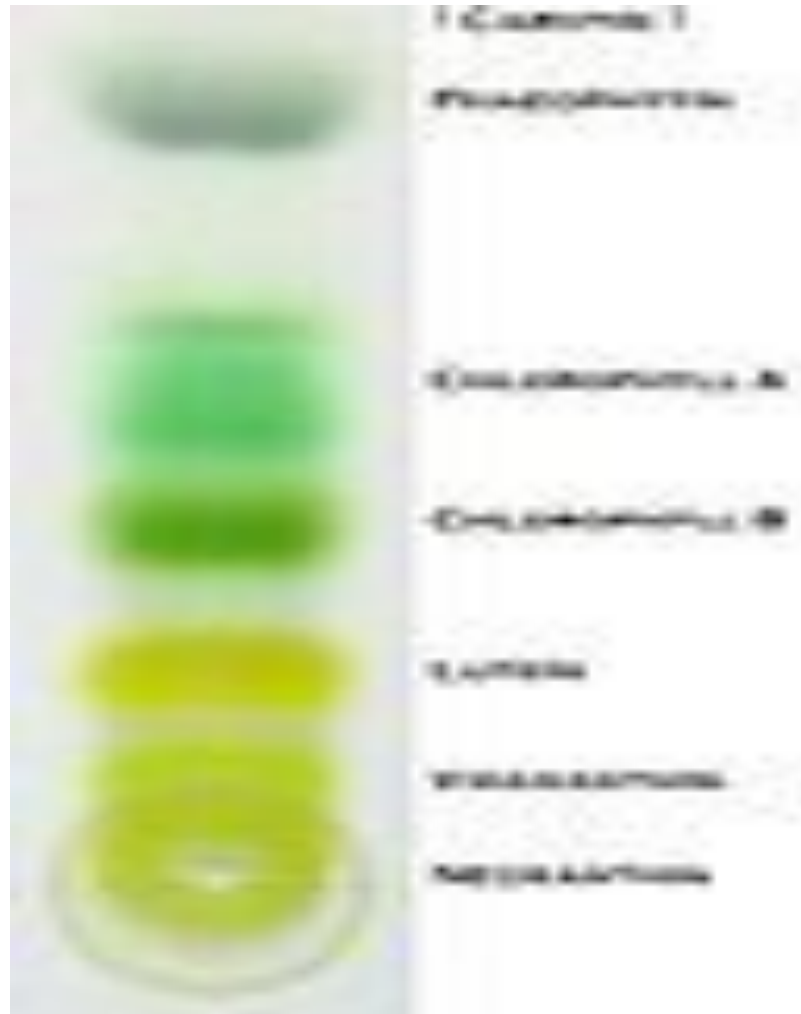


Хлорофилл *b*

Растительные пигменты

- При общем содержании хлорофиллов 0,7-1,1 г на 1 кг зеленой массы растений соотношение хлорофиллов **a** и **b** обычно составляет 3:1.
- В зависимости от освещенности, наличия удобрения и других факторов может колебаться от 2:1 до 3,4:1, что используется для контроля за развитием растений.
- Хлорофиллы **a** и **b** выделяют главным образом из листьев крапивы и шпината (разделяют эти хлорофиллы хроматографически), хлорофилл **a** - также из сине-зеленых микроводорослей, не содержащих хлорофилла **b**.

Хроматограмма зелёного пигмента растений



Растительные пигменты

- В твердом виде хлорофилл **a** представляет собой аморфное вещество сине-черного цвета.
- Температура плавления хлорофилла **a** - 117 — 120 °С.
- Хлорофиллы хорошо растворимы в этиловом эфире, бензоле, хлороформе, ацетоне, этиловом спирте.
- Плохо растворимы в петролейном эфире и нерастворимы в воде.

Растительные пигменты

- Раствор хлорофилла **a** в этиловом эфире имеет сине-зеленый цвет, хлорофилла **b** — желто-зеленый.
- Резко выраженные максимумы поглощения хлорофиллов лежат в красной и синей частях спектра.
- В этиловом эфире максимумы поглощения хлорофиллов группы **a** в красной части спектра — в пределах 660 — 663 нм, в синей — 428 — 430 нм.

Растительные пигменты

- В этиловом эфире максимумы поглощения хлорофилла **b** в красной части спектра — в пределах 642 - 644, в синей — 452 - 455 нм.
- Хлорофиллы очень слабо поглощают оранжевый и желтый свет и совсем не поглощают зеленые и инфракрасные лучи.
- Хлорофилл **a** поглощает в красных лучах в 80 раз больше, чем в зеленых.
- Хлорофилл **b** - в 20 раз больше.
- Хлорофилл **a** более устойчив к воздействию теплоты, чем хлорофилл **b**.

Растительные пигменты

- Хлорофилл находит применение как пищевая добавка (Регистрационный номер в европейском реестре E140) для окрашивания ликеров, эссенций, безалкогольных напитков, а также кондитерских изделий.
- Однако при хранении в этанольном растворе, особенно в кислой среде, неустойчив, приобретает грязно-коричнево-зеленый оттенок, и не может использоваться как натуральный краситель.
- Нерастворимость природного хлорофилла в воде также ограничивает его применение в качестве натурального пищевого красителя.
- Но хлорофилл вполне успешно используется в качестве натуральной замены синтетических красителей при изготовлении кондитерских изделий

Растительные пигменты

- Производное хлорофилла — хлорофиллин медный комплекс (тринатриевая соль) получил распространение в качестве пищевого красителя (Регистрационный номер в европейском реестре E141).
- В отличие от природного хлорофилла, медный комплекс устойчив в кислой среде, сохраняет изумрудно-зеленый цвет при длительном хранении и растворим в воде и водно-спиртовых растворах.
- Американская (USP) и Европейская (EP) фармакопеи относят хлорофиллид меди к пищевым красителям, однако вводят лимит на концентрацию свободной и связанной меди (токсичный элемент).

Растительные пигменты

- В растительных продуктах хлорофиллу сопутствуют **каротиноиды** — большая группа пигментов желтого, оранжевого и красного цветов, синтезируемые бактериями, грибами, водорослями, высшими растениями и коралловыми полипами.
- Например, в стручковом перце содержится до ста отдельных пигментов каротиноидов:
 - каротин,
 - капсорубин,
 - капсантин,
 - криптоксантин и др.

Растительные пигменты

- **Каротиноиды** — тетратерпены и тетратерпеноиды, формально являющиеся производными (продуктами гидрирования, дегидрирования, циклизации, окисления либо их комбинации) ациклического предшественника - Ψ, Ψ -каротина (*ликопина*).
- К каротиноидам также относят *каротины, ксантофиллы и некоторые продукты циклизации и потери части углеродного скелета ликопина*.
- Из-за многочисленных двойных связей, обычно циклического окончания молекул и наличия ассимметричных атомов углерода каротиноиды имеют разнообразные конфигурации и стереоизомеры с различными химическими и физическими свойствами.

Растительные пигменты

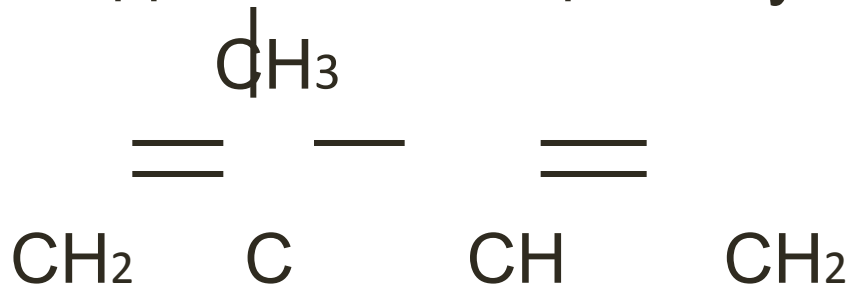
- К 2012 г. было описано около **600** различных каротиноидов.
- Примерно **50** каротиноидов обнаружены в пищевом рационе человека, из которых только **10** присутствуют в плазме крови в ощутимых количествах.
- Многие продукты окислительного расщепления каротиноидов являются пахучими веществами, определяющими запах пищевых продуктов и цветов (иононы, дамасконы, дамасценоны).

Растительные пигменты

- **Ионон** — ненасыщенный кетон, обладающий приятным цветочным запахом.
- Используется в качестве компонента парфюмерных изделий, отдушек для мыла и вкусовых добавок в пищевой промышленности.
- В природе содержится в некоторых эфирных маслах.
- **Дамасконы** содержатся в эфирных маслах болгарской розы, герани.
- Запах зеленого чая и табака высокого качества в некоторой степени обусловлен *изомерными дамасконами*.
- **Дамасценон** содержится в розовом масле только в количестве около 0,05%, но придает ему природную полноту запаха и гармоническую законченность.

Растительные пигменты

- Термин каротиноиды относится ко многим растительным желтым пигментам, растворимым в жирах и жировых растворителях.
- В основе молекул каротиноидов лежат 8 соединенных в цепочку остатков изопрена:



- Деление каротиноидов (1):
 - С открытой цепью (ациклические) – ликопин;
 - Циклические (α - и β -каротины).

Растительные пигменты

- Деление каротиноидов (2):
 - Бескислородные (каротины);
 - Кислородсодержащие или окисленные (ксантофиллы).
- **Бескислородные** – ненасыщенные углеводороды, в молекуле которых есть только два элемента С и Н (полиеновые красящие вещества).
- Общая формула $C_{40}H_{56}$.

Растительные пигменты

- **Бескислородные** каротиноиды.
- Полагают, что все они – производные ликопина.
- В состав некоторых каротиноидов входят группы с кислородом:



- Они усиливают основную окраску.

Растительные пигменты

- **Бескислородные** каротиноиды.
- Каротиноиды поглощают свет в сине-фиолетовой области.
- Характерная окраска каратиноидов обусловлена наличием двойных связей.
- С присоединением кислорода по месту двойных связей окраска исчезает (поэтому каротиноиды неустойчивы к кислороду и свету).

Растительные пигменты

- К бескислородным каротиноидам относятся ***α*-**
- ***β* - и *γ*-каротины** и ликопин.
- Термин «каротины» происходит от латинского *carota*, что означает морковь.
- Наиболее распространенная форма каротинов — ***β*-каротин**.
- В растительных продуктах, окрашенных в желто-оранжевые тона, обычно встречается смесь изомеров каротина: *α*-, *β* - и *γ*-каротины, которые различаются оптическими свойствами.

Растительные пигменты

- β -каротин в чистом виде представляет собой темно-рубиновые кристаллы.
- В природе распространен в виде наиболее стабильного транс-изомера по всем двойным связям.
- В растворах под действием света, при нагревании или добавлении йода частично изомеризуется в цис-изомеры.
- При воздействии O_2 или нагревании в присутствии воздуха β -каротин постепенно окисляется и обесцвечивается.
- Продуктами окисления являются различные эпоксиды (например, 5,6-эпокси- и 5,8-эпокси- β -каротины) и производные β -ионона.

Растительные пигменты

- **β -каротин** может быть выделен экстракцией из сухой моркови, люцерны, гречихи, пальмового масла и других растительных материалов.
- В промышленном масштабе его получают микробиологическим путем, выращивая гриб *Blakeslea trispora* на отходах крахмально-паточного производства или мукомольной промети (кукурузная, соевая мука), а также синтетически из производных витамина А.
- **α -каротин** представляет собой красные кристаллы.
- Содержится в тех же растениях, что и β -каротин, но в значительно меньшем кол-ве (до 25% от содержания β -каротина).

Растительные пигменты

- При нагревании с этилатом Na **α -каротин** частично превращается в β -каротин.
- Оптически активен ($[\alpha]_D +315^\circ$).
- Желтую окраску корнеплодов моркови, плодов абрикосов, рябины, облепихи, апельсинов, мандаринов, бананов, дыни, желтка куриного яйца и меланжа, подсолнечного и сливочного масла, грибов (лисичек, сыроежек, рыжиков) обуславливают каротины наряду с другими каротиноидами.

Растительные пигменты

- В 1 л подсолнечного масла содержится от 1 до 15 мг каротиноидов, в 1 кг красной моркови — 90 — 120, в 1 кг грунтовых томатов — 15 — 20 мг, примерно столько же в облепихе, черноплодной рябине, абрикосах.
- Хорошими источниками β -каротина служат тыква, сладкий перец, зеленый лук, зелень петрушки и укропа, салат, черемша, шпинат, плоды шиповника.
- В моркови 85 % общего количества каротинов составляет β -каротин.

Растительные пигменты

- Желтый краситель каротин получают из моркови, тыквы, зеленой хвои, плодов шиповника, водорослей, цветков календулы (ноготки).
- Каротин можно применять в пищевой промышленности для подкрашивания сливочного масла, маргарина, сыров, а также в качестве антиоксиданта для улучшения сохраняемости пищевых жиров.

Растительные пигменты

- Препараты желтого красителя, богатые каротином, перспективны для окраски и витаминизации плодовых и овощных соков, кондитерских изделий, напитков, мороженого, хлебобулочных и других изделий.
- Каротины предупреждают развитие авитаминоза А, причем β -каротин в два раза более активен по сравнению с *a*- и *y*-формами.
- В чистом виде каротиноиды характеризуются высокой лабильностью: они чувствительны к воздействию солнечного света, кислорода воздуха, нагреванию, воздействию кислот и щелочей.

Растительные пигменты

- Под воздействием этих неблагоприятных факторов каротиноиды подвергаются окислению и разрушению.
- В тоже время, входя в состав различных комплексов (например, протеиновых), они проявляют намного большую стабильность.
- К **бескислородным каротиноидам** относится и **ЛИКОПИН**.
- В молекуле ликопина содержится 13 двойных связей и в чистом виде представляет собой кристаллы красно-фиолетового цвета.

Растительные пигменты

- Ликопин — основной пигмент плодов красных томатов.
- Наряду с другими пигментами ликопин присутствует в плодах абрикосов, шиповника, мякоти арбуза, ярко-красных сортов грейпфрута, хурмы.
- Может быть выделен из томатов или получен синтетическим путем.
- Аналогично каротинам его применяют в качестве пищевого колоранта.

Растительные пигменты

- Ликопин не обладает витаминными свойствами, но по окрашивающей способности превосходит каротин.
- Доказано его благотворное влияние на зрение.
- К бескислородным каротиноидам относятся также **кроцетин** и **биксин**.

Растительные пигменты

- Рыльца цветков шафрана являются сырьем для получения желтого красителя **кроцетина**, который применяется в кондитерской промышленности.
- Кроцетин (гликозид кроцин) имеет высокую окрашивающую способность: одна часть пигмента окрашивает в желтый цвет 200 тыс. частей воды.

Растительные пигменты

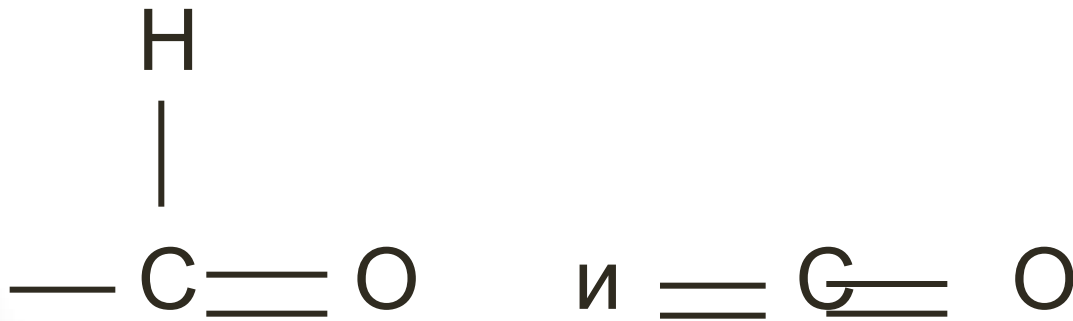
- К желтым пищевым красителям относится также **биксин**, который получают из вещества, окружающего семена биксы аннатовой.
- Биксин применяют для подкрашивания сыров и пищевых жиров.

Растительные пигменты

- Кислородсодержащие каротиноиды, называемые **ксантофиллами**, преобладают среди пигментов зерен желтой кукурузы, а также содержатся в кожуре мандаринов, плодах шиповника, других растительных продуктах с желтой окраской.
- Ксантофиллы можно рассматривать как производные каротинов.

Растительные пигменты

- Ксантофиллы содержат в изопреноидной цепи одну или несколько гидроксильных, алкоксильных, эпоксидных, альдегидных или кетонных групп.
- В молекулах ксантофиллов присутствуют группы



Растительные пигменты

- В природе распространены лютеин, виолоксантин, неоксантин, фукоксантин, криптоксантин, кантоксантин, астаксантин и др.
- Среди ксантофиллов изучены, в частности, **криптоксантин** (содержится в кожуре плодов мандаринов, красном перце), является производным β -каротина и имеет свойства провитамина А;
- **рубиксантин** (в плодах шиповника),
- **зеаксантин** (в зернах кукурузы, плодах облепихи, курином желтке),
- **виолоксантин** (в ярко-желтых апельсинах).

Растительные пигменты

- **Лютеин** — пигмент, относящийся к ксантофиллам.
- Молекула лютеина липофильна.
- Наличие сопряженных двойных связей объясняет светопоглощающие свойства и антиоксидантное действие лютеина.
- Лютеин зарегистрирован в качестве разрешенной добавки к пище E161 b (относится к красителям).
- Лютеин используется в фармацевтической и косметической промышленности, для обогащения пищевых продуктов, входит в состав кормов для животных и рыб.
- Лютеин входит в состав биологически активных добавок и некоторых безрецептурных лекарственных препаратов.

Растительные пигменты

- **Фикобилины** (от греч. φύκος — водоросли и лат. bilis — желчь) — тетрапиррольные пигменты (билины) красных водорослей, криптофит и цианобактерий (сине-зеленых водорослей).
- Фикобилины являются хромофорной группой фикобилипротеинов — кислых водорастворимых глобулярных хромопротеинов билисом светособирающего комплекса фотосинтетических структур водорослей.
- В водорослях наиболее распространены **красные фикоэритрины** с максимумом поглощения $\lambda_{\max} = 560\text{—}570$ нм и **синие фикоцианины** с $\lambda_{\max} = 610$ нм, при этом большинство видов содержат как фикоэритрины, так и фикоцианины.

Растительные пигменты

- Отношение количеств фикоэритринов и фикоцианинов зависят от спектрального состава света в среде обитания водорослей:
 - преобладание зелёного света в освещении при росте на глубине вследствие поглощения водой красного участка спектра ведёт к синтезу поглощающего в этом участке спектра фикоэритрина,
 - при достаточном красном освещении у поверхности воды преобладает синтез фикоцианинов.
- Фикобилины светятся в определённом световом диапазоне, и поэтому обычно используются в химических исследованиях, например, фикобилипротеины связывают с антителами (эта техника известна под названием иммунофлюоресценция).

Растительные пигменты

- **Флавоноиды.**
- Окраска многих плодов, ягод, овощей обусловлена присутствием этих соединений.
- Это гетероциклические кислородсодержащие пигменты, придающие продуктам растительного происхождения основную цветовую гамму.
- В литературе описано более 2000 соединений, относящихся к этой группе.

Растительные пигменты

- **Флавоноиды.**

- Молекулы флавоноидов имеют 15 углеродных атомов.
- Термином флавоноиды объединяют большое число естественных пигментов, представляющих собой водорастворимые фенольные гликозиды:
 - *флавоны и флавонолы* с желтой окраской,
 - *антоцианы* с красной, фиолетовой, синей окрасками.

Растительные пигменты

- **Флавоноиды.**
- Среди желтых пигментов наиболее распространены **флавонол, кверцетин и его гликозиды**, которые содержатся в груше, сливе, чешуе лука, а также плодах цитрусовых.
- Кверцетин и его гликозиды используют в качестве пищевых красителей.
- Желтую окраску имеет **рибофлавин (витамин B₂)**, который в небольших количествах содержится в цитрусовых, моркови, винограде, в больших — в яйцах, рыбных продуктах, субпродуктах: печени,

Растительные пигменты

- **Флавоноиды.**
- **Антоцианы** называют растительными хамелеонами.
- Это название произошло от греческих слов «антос» (цветок) и «цианос» (лазоревый, голубой).
- Многообразие окраски плодов, ягод, цветов обуславливается в основном антоцианами, которые присутствуют в форме гликозидов.

Растительные пигменты

- **Флавоноиды.**
- Остатки сахаров (глюкозы, галактозы или рамнозы) связаны в молекуле гликозида с окрашенным агликоном антоцианидином.
- Спектр поглощения антоцианов имеет два максимума (в пределах 250 — 300 и 500 — 550 нм).
- Окраску ягод земляники определяет гликозид красного *пеларгонидина*.

Растительные пигменты

- **Флавоноиды.**
- Малиновый *цианидин* содержится в ягодах брусники, смородины, ежевики, малины, в плодах вишни, терна, рябины.
- В состав большинства винных сортов винограда входят *петунидин, дельфинидин и мальвидин*.
- Около 70% плодов содержат гликозиды цианидина.
- Окраска кожуры синего баклажана обусловлена преимущественно *дельфинидином*.

Растительные пигменты

- **Флавоноиды.**
- В большинстве плодов и овощей антоцианы сосредоточены:
 - в поверхностных эпидермальных слоях (яблоки, груши, сливы),
 - а в некоторых сортах винограда и вишен — в мякоти.
- Антоцианидины присутствуют, как правило, в виде солей.
- Полагают, что синий цвет антоцианов обусловлен комплексообразованием с металлами.

Растительные пигменты

- **Флавоноиды.**
- В зависимости от кислотности среды (pH) антоцианы могут изменять окраску:
- красно-фиолетовый антоциан, выделенный из краснокочанной капусты:
 - при pH 4 — 5 - розового цвета,
 - при pH 2 — 3 — красный,
 - при pH 7 — синий,
 - при pH 8 — зеленый,
 - при pH 9 — зелено-желтый,
 - при pH 10-желто-зеленый,
 - при pH свыше 10 — желтый.

Растительные пигменты

- **Флавоноиды.**
- **Антоцианы** обуславливают окраску натуральных соков, вин, сиропов, наливок, фруктового мармелада, варенья, ликеров и других изделий, приготовленных из плодово-ягодного сырья.
- Для получения антоциановых пищевых красителей используют сок ежевики, черемухи, рябины, калины и т.д.
- Из отходов первичного виноделия и производства соков (виноградных выжимок) получают красный пищевой антоциановый

Растительные пигменты

- **Флавоноиды.**
- Красные красители можно получать из цветков мальвы и махрового георгина, выжимок клюквы, малины, черники, черной смородины, вишни, красной свеклы и другого сырья.
- Эти красители применяют в кондитерском и ликероводочном производстве, для окрашивания безалкогольных напитков.

Растительные пигменты

- **Флавоноиды.**
- Красные красители можно получать из цветков мальвы и махрового георгина, выжимок клюквы, малины, черники, черной смородины, вишни, красной свеклы и другого сырья.
- Эти красители применяют в кондитерском и ликероводочном производстве, для окрашивания безалкогольных напитков.

Растительные пигменты

- **Флавоноиды.**
- В качестве пищевых желтых красителей используют *кверцетин* и *рутин* (*витамин Р*).
- Сырьем для их получения служат зеленая масса гречихи, бутоны софоры японской, цветы каштана конского, для кверцетина — также щавель конский, листья хурмы, чешуя репчатого лука.

Растительные пигменты

- **Флавоноиды.**
- Кверцетин и рутин обладают антиокислительными свойствами.
- Окраска свежих и переработанных плодов и овощей является важным фактором оценки их качества.
- По окраске судят о степени зрелости плодов и ягод, свежести плодовоовощных консервов.

Растительные пигменты

- **Флавоноиды.**
- При хранении и переработке ягод, фруктов, овощей красящие вещества могут разрушаться и изменять цвет.
- Особенно неблагоприятно влияют на сохранность растительных пигментов термическая обработка, изменение кислотности среды (рН), контакт плодов с металлами.

Пигменты животного происхождения

- **Мясные продукты.**
- Характеристика цвета служит первичной информацией при оценке их качества, прежде всего свежести.
- Естественный цвет мышечной ткани мяса обусловлен **миоглобином** (на 90%) и **гемоглобином** (на 10%).

Пигменты животного происхождения

- Оба вещества являются сложными белками — *хромопротеидами*, в состав которых входят простой белок *глобин* и *гем*, содержащий двухвалентное железо.
- Миоглобин аналогично гемоглобину выполняет в организме функции дыхательного белка, являясь промежуточным переносчиком кислорода от гемоглобина к

Пигменты животного происхождения

- В мышечной ткани животного массовая доля **миоглобина** колеблется от 0,1 до 1 %.
- **Миоглобин** имеет пурпурно-красную окраску.
- Чем больше в мышцах миоглобина, тем ярче их окраска.

Пигменты животного происхождения

- Под воздействием кислорода воздуха миоглобин окисляется с образованием **оксимиоглобина**, обеспечивающего светло-красную окраску в течение двух-трех недель хранения мяса в холодильнике после убоя животного.
- Потемнение мяса на поверхности туши и в местах кровоподтеков объясняется образованием **метмиоглобина**, в котором железо из двухвалентного переходит в трехвалентное.

Пигменты животного происхождения

- Более светлая окраска свинины по сравнению с говядиной обусловлена меньшим (в 2 - 5 раз) содержанием миоглобина.
- Мышцы молодых животных светлее, чем старых, самцов — темнее, чем самок.
- Мускулы, имевшие при жизни животных большую физическую нагрузку, имеют более темный цвет, например мышцы шеи темнее, чем длиннейший мускул спины.

Пигменты животного происхождения

- Миоглобин и оксимиоглобин в присутствии оксида углерода образуют **карбоксимиоглобин** — соединение вишнево-красного цвета, которое участвует в формировании окраски мясных изделий холодного копчения.
- При взаимодействии с сероводородом в присутствии кислорода миоглобин переходит в **сульфوميоглобин** желто-зеленого цвета, характеризующий порчу мяса, особенно непотрошенных и полупотрошенных тушек кур, гусей и уток.

Пигменты животного происхождения

- Сероводород образуется при гнилостной порче белков мяса и птицы.
- Особенно интенсивное выделение его происходит при разложении остатков пищи в кишечнике птицы.
- Диффундируя в брюшную полость тушек, сероводород окрашивает кровеносные сосуды в желто-зеленый цвет.

Пигменты животного происхождения

- Окраска мяса в кислой или щелочной среде, а также при повышении температуры изменяется.
- Тепловая обработка сопровождается денатурацией белков и образованием *метмиоглобина*, что вызывает изменение цвета мяса.
- Для придания колбасным изделиям устойчивой окраски применяют нитриты натрия и калия, которые добавляют в посолочную смесь или рассол.

Пигменты животного происхождения

- Нитриты подвергаются гидролизу и другим превращениям с образованием оксида азота, который взаимодействует с миоглобином.
- В результате реакции получается *нитрозомиоглобин*, имеющий устойчивый красный цвет.
- При тепловой обработке он может подвергаться изменениям с образованием денатурированного *глобина* и *нитрозомиохромогена* (*нитрозомиохрома*), придающего копченостям и колбасам коричневые оттенки.

Пигменты животного происхождения

- Нитриты участвуют также в развитии вкуса и аромата ветчины.
- Дозы нитритов строго формируются: в вареных, полукопченых и варено-копченых колбасах допускается не более 0,005 % нитритов, в сырокопченых — не более 0,003 %.

Пигменты животного происхождения

- **Рыба.** Большое разнообразие окраски рыбы объясняется комбинированием хроматофоров — клеток с *пигментными зернами*, которые находятся в дермисе кожи.
- Пигменты хроматофоров могут иметь различную окраску: *меланофоры* окрашены в черный, *эритрофоры* — в красный, *ксантофоры* — в желтый цвет.
- Серебристая окраска рыбы обусловлена кристаллами *гуанина*, расположенными в коже под чешуей.
- Гуанин сильно отражает свет.

Пигменты животного происхождения

- Цветовые особенности служат систематическими признаками и характеризуют свежесть рыбы.
- В Мировом океане и пресноводных водоемах обитают более 20 тыс. видов рыбы, около 15 тыс. из них имеют промысловое значение.
- Окраска тела, боковой линии, плавников является признаком в систематике рыбы.
- *Эритрин* и *ксантин* — нестойкие пигменты, быстро обесцвечиваются, рыба вскоре после вылова теряет прижизненную окраску.

Пигменты животного происхождения

- Доброкачество продукта оценивают по визуальным признакам.
- Рыба безупречной свежести имеет естественную окраску и блестящую чешую, ярко-красные жабры, выпуклые, с прозрачной роговицей глаза.
- Для рыбы сомнительной свежести характерны потускневшая, местами сбита чешуя, *серые жабры, порозовевшие*, неплотно прилегающие жаберные крышки, впалые тусклые глаза.
- У несвежей рыбы чешуя *тусклая*, жабры *темно-бурого или серо-зеленого* цвета, жаберные крышки *розовые или красные* раскрыты, глаза ввалившиеся, мутные, анальное кольцо темно-коричневого цвета.

Пигменты животного происхождения

- Окраска мышц семейства лососевых (от розовой до ярко-красной), икры лососевых (от оранжево-желтой до оранжево-красной), икры семейства осетровых (от светло-серой до темно-серой и даже черной) и икры большинства частиковых (серовато-желтая) обусловлена *липохромами*.
- В икринках рыбы семейства осетровых липохромы расположены под оболочкой, в лососевой икре они растворены в капельках жира.

2. Ароматообразующие (флеворобразующие) и вкусовые вещества.

Оценка запаха и вкуса

- Основное место в органолептическом анализе занимает оценка запаха и вкуса.
- Ощущение запаха возникает посредством органа обоняния, расположенного в носовой полости и возбуждаемого летучими веществами.
- Вкус продукта в ротовой полости возникает при возбуждении органов вкуса растворимыми веществами.
- Поскольку носовая полость сообщается с ротовой, первоначальное обонятельное ощущение часто сливается со вкусовым или дополняется новыми оттенками при определении вкуса.
- Поэтому для многих продуктов запах и вкус оценивают как один общий показатель качества.

Оценка запаха и вкуса

- Для характеристики комплексного ощущения запаха и вкуса применяют термины «вкусность» и «флевор» (более правильное звучание флейвор от английского слова *flavour*, но реже употребляемое).
- Понятие флевора может включать и ощущение консистенции продукта, воспринимаемое в ротовой полости.
- Для описания вкуса и запаха употребляют термины характерный или посторонний.
- Второе понятие включает не свойственные оцениваемому продукту запах или вкус.

Ароматобразующие вещества

- Запах продукта может быть обусловлен композицией двух, трех, нескольких или многих низкомолекулярных компонентов (аромат шоколада, чая, кофе, копчения) либо присутствием ключевого вещества.
- Например, этил-(2-метил-2-фенил) глицинат определяет запах клубники; п-гидроксифенил-3-бутанон придает характерный запах малине; аллилфеноксиацетат — ананасу; 2-метокси-3-изобутилпиразин — зеленому стручковому перцу; аллилсульфид — чесноку;

Ароматобразующие вещества

- Другие примеры ключевых веществ, определяющих основной аромат: ванилин — в ванили, коричный альдегид в корице, эвгенол — в гвоздика, карвон в тмине, анетол — в анисе, цинеол — в листьях лавра благородного, ментол — в мяте, цитраль — в лимонах.
- Многие продукты имеют композиционный аромат, который развивается при созревании плодов, ягод, овощей либо при технологической обработке (обжаривание какао-бобов и зерен кофе, выпечка хлеба, копчение рыбы и мяса, ферментация листьев чая, жарение мяса, чипсов, арахиса, выдержка коньяка и вина, созревание рыбных консервов, брожение пива, кисломолочных продуктов, сыров и другие процессы).

Ароматобразующие вещества

- Ароматобразующие композиции могут содержать несколько десятков или сотен веществ.
- В помидорах, апельсинах, коньяке обнаружено от 110 до 160 летучих соединений,
- В пиве, мясе птицы, поджаренном арахисе - 180-190,
- Изделиях из какао, хлебе, землянике – 200-250,
- Кофе - от 370 до 500 ароматических веществ.
- По мере развития инструментальных методов исследования увеличивается число обнаруженных в пищевых продуктах и идентифицированных летучих веществ.

Ароматобразующие вещества

- По опубликованным данным, в коптильном дыме и копченых продуктах найдено более 1000 летучих соединений, из которых определены только около 300.
- Изучение ароматобразующих веществ представляет большие трудности:
 - их массовая доля в пище чрезвычайно мала,
 - концентрирование летучих соединений может вызвать количественное и качественное изменение запаха.
 - запах создают многие химические компоненты, относящийся к разным классам, для каждого из них необходимы уникальные приемы выделения и подготовки к хроматографическому анализу.
 - концентраты запаха являются, как правило, сложными смесями, причем многие из ароматобразующих веществ легко вступают в различные реакции.

Ароматобразующие вещества

- Сумма ароматобразующих веществ составляет ничтожно малую часть массы продукта.
- Например, эфирорастворимые вещества, выделенные из конденсата консервов «Шпроты в масле», имеют суммарную массу 1 г в расчете на 1 кг продукта,
- по мере старения консервов и ослабления аромата копчения их массовая доля уменьшается в несколько раз.
- Выделенные из мяса летучие вещества составляют несколько десятков миллиграммов, а доля их в хлебе, ягодах, фруктах, овощах обычно не превышает 10 мг/кг.
- Для разделения и идентификации летучих веществ

Ароматобразующие вещества

- Широкие возможности открывает газожидкостная хроматография с масс-спектрометрической (ГЖХ-МС) идентификацией компонентов.
- Современные зарубежные и отечественные исследования с помощью ГЖХ-МС дают новую научную информацию о природе запаха, которая необходима для решения проблемы управления качеством продуктов и разработки имитаторов запаха.
- Сложные летучие композиции, выделенные из продуктов, содержат обычно соединения, относящиеся к 4-9 и более классам:
 - карбонильные соединения,
 - спирты,

Ароматобразующие вещества

- Сложные летучие композиции, выделенные из продуктов, содержат обычно соединения, относящиеся к 4 — 9 и более классам:
 - кислоты,
 - сложные эфиры,
 - углеводороды и гетероциклические углеводороды,
 - азотистые и серосодержащие соединения,
 - фенолы,
 - лактоны.
- Представители первых четырех классов — наиболее постоянные ароматобразующие компоненты:
 - Карбонильная фракция в рыбе составляет около 1/2 общего числа летучих веществ,

Ароматобразующие вещества

- Представители первых четырех классов — наиболее постоянные ароматобразующие компоненты:
 - в кофе, хлебе, мясе птицы, говядине — $1/3$ — $1/4$ композиций летучих соединений,
 - в землянике и апельсинах — $1/5$,
 - в какао-продуктах — $1/7$,
 - в пиве — $1/9$,
 - в коньяке — $1/10$.
 - К эфирам относятся более $1/2$ индивидуальных летучих соединений в коньяке и $1/3$ в землянике и пиве.
 - В запахе говядиной и птицы преобладают серосодержащие вещества (около 70 соединений).
 - В рыбе присутствуют азотистые летучие соединения.

Ароматобразующие вещества

- Исследования московских ученых показывают, что в копченых продуктах более 1/2 массы ароматобразующих компонентов составляют фенолы:
 - гваякол и его производные,
 - фенол и его производные,
 - крезолы,
 - ксиленолы,
 - эвгенол и изоэвгенолы,
 - другие фенольные вещества.
- Помимо этих соединений в формировании аромата копченостей участвуют также *карбонильные соединения, фурфуроловый и другие спирты, фураны, терпены, кислоты.*

Ароматобразующие вещества

- В результате исследований специалистов мясо-молочной отрасли обнаружено:
 - запах сыров характеризуют преимущественно карбонильные соединения и кислоты, отчасти — органические основания;
 - в говядине обнаружено более 40 азотистых соединений;
 - аромат вареного мяса обусловлен, главным образом, серосодержащими соединениями.
- Для рыбных продуктов, не подвергавшихся копчению, *амины* являются наиболее важными соединениями в формировании запаха.
- В рыбе обнаружено около 20 азотистых соединений.
- Низкие концентрации метиламина обладают запахом, напоминающим запах вареного омара.

Ароматобразующие вещества

- Во всех видах рыбы присутствуют первичные и вторичные амины (монометиламин, диметиламин и триметиламин), этиламин, пиперидин.
- Запах севрюжьей и лососевой икры, филе лосося обусловлен аминами и монокарбонильными соединениями.
- Характерный рыбный запах обусловлен триметиламином (ТМА), который при массовой доле 3 мг в 100 г придает рыбе селедочный запах.
- Смесь паров ТМА с воздухом в соотношении 1: 1500 — 1: 8000 имеет отчетливый рыбный запах.
- Массовая доля ТМА в мышцах пресноводной рыбы составляет примерно 0,5 мг в 100 г.
- Свежевыловленная пресноводная рыба не имеет характерного рыбного запаха.

Ароматобразующие вещества

- В мышцах свежих морских костистых рыб ТМА составляет 4 - 7 мг в 100 г, хрящевых (акула, скат) - до 100 мг в 100 г.
- При хранении рыбы количество ТМА возрастает за счет:
 - восстановления триметиламинооксида (ТМАО),
 - в результате расщепления бетаина, образующегося в организме рыб при биологическом окислении холина.
- Массовая доля ТМАО составляет (мг/100 г):
 - в пресноводной рыбе от 0 до 20,
 - в морских костистых вилах от 5 до 1000.
- Интенсивное образование ТМА наблюдается в тот период, когда в тканях рыбы бактериальные процессы преобладают над автолитическими.

Ароматобразующие вещества

- Большинство аминов находится в мышцах рыбы в связанном состоянии.
- Концентрация летучих аминов, определяющих запах рыбы, незначительна над поверхностью продукта, но она непрерывно поддерживается.
- Существенной особенностью изменений, происходящих в составе аминов при варке рыбы, является образование большого количества диметиламина.
- Карбонильные соединения участвуют в формировании запаха рыбы и рыбных продуктов.
- Интенсивность запаха ароматобразующей композиции значительно снижается при удалении фракции карбонильных соединений.

Ароматобразующие вещества

- Установлено, что среди карбониллов:
 - преобладают альдегиды,
 - значительно меньше кетонов.
- Полагают, что нормальный запах нежирной рыбы обусловлен наличием низкомолекулярных альдегидов.
- Запах жирной рыбы определяется продуктами распада жиров.
- Предшественниками карбонильных соединений являются липиды.
- Количество карбонильных веществ резко возрастает при созревании соленой рыбы, а также в процессе вяления рыбы.
- Одновременно развивается аромат деликатесной продукции.

Ароматобразующие вещества

- Дефекты запахов рыбных продуктов часто связывают с карбонильными соединениями.
- Например, в карбонильной фракции, выделенной из рыбных продуктов с неприятным запахом, 60-70 % составляют алканы.
- Карбонильные соединения вместе с летучими кислотами ответственны за резкий неприятный запах темных мышц жареных сардин.
- Предшественниками летучих кислот являются липиды и аминокислоты.
- При хранении рыбы и появлении признаков порчи массовая доля летучих жирных кислот и состав кислотных компонентов резко возрастают.
- Этот показатель можно использовать при контроле свежести рыбных продуктов.

Ароматобразующие вещества

- Термическая обработка, а также порча рыбы сопровождаются накоплением в ней сернистых соединений:
 - сероводорода (составляющая часть запаха стерилизованных рыбных консервов);
 - диметилсульфида (придает неприятный запах подвергающимся бактериальной порче ракообразным — крабам и креветкам);
 - метилмеркаптана и др.
- Предшественниками сернистых соединений являются серосодержащие аминокислоты:
 - цистин,
 - цистеин,
 - метионин.

Ароматобразующие вещества

- Появление запаха нефтепродуктов в натуральных лососевых консервах, не вызванного загрязнением рыбы, объясняют накоплением в ней диметилсульфида.
- Он образуется при стерилизации консервов из диметил-в-пропиотетина, попадающего в мышцы из планктона, которым питается кета.

ВЫВОДЫ

- Летучие вещества служат источниками информации о качестве продуктов.
- Они имеют небольшую молекулярную массу, часто в пределах 100 — 200, как правило, не выше 300.
- Раздражая обонятельные рецепторы, ароматобразующие соединения дают человеку:
 - сведения о свежести продукта;
 - вызывают аппетит;
 - слабый запах порчи говорит о недоброкачественности пищи

ВЫВОДЫ

- Продукты с высоким содержанием питательных веществ теряют свою ценность, если имеют неприятные вкус и запах.
- Отрицательная оценка запаха продукта служит сигналом для человека и часто спасает его от пищевых отравлений.

ВОПРОСЫ?