



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РФ**

**Федеральное государственное
образовательное учреждение высшего
образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Биологический факультет

**Лекарственные растения
и фитотерапия**

Лекция № 6,7

Вещества вторичного биосинтеза

Содержание

1. Вещества вторичного биосинтеза
2. Гликозиды растений и их производные
3. Алкалоиды
4. Терпены и терпеноиды
4. Фенольные соединения

Химический состав растений



вода

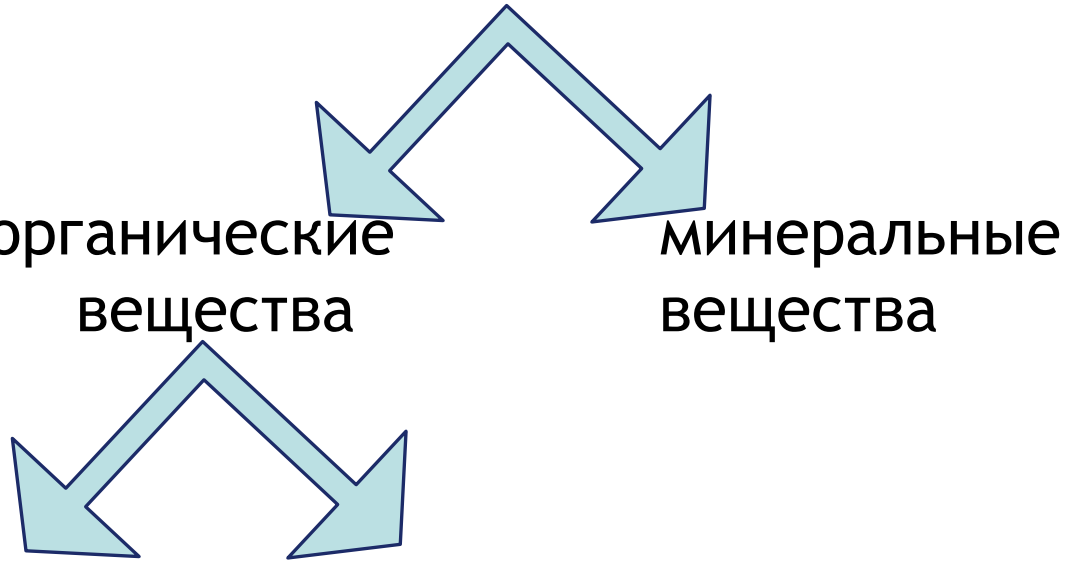
сухие вещества

органические
вещества

минеральные
вещества

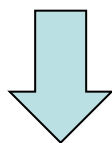
вещества первичного
биосинтеза

вещества вторичного
биосинтеза

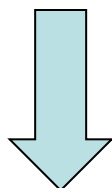


- **Вещества вторичного обмена** – разнообразные вещества, возникающие в растениях в процессах превращения основных органических соединений (белков, жиров, углеводов).
- Они не требуются для роста и не существенны для выживания растительного организма.
- Физиологическое значение этих веществ для растительного организма до сих пор не полностью изучено. Тем не менее, часто они выполняют полезные и защитные функции.
- Вещества вторичного метаболизма обладают выраженным терапевтическим воздействием на организм человека и животных.
- Некоторые из них токсичны.

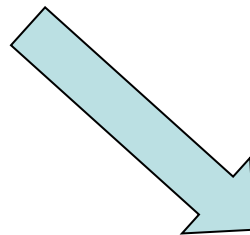
вещества вторичного биосинтеза
продукты углеводного обмена



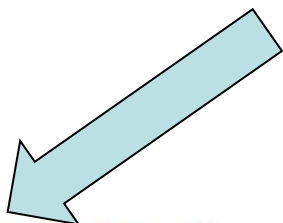
ГЛИКОЗИДЫ



АЛКАЛОИДЫ



терпены и
терпеноиды



фенольные
соединения



сапонины



антибиотики

Гликозиды

Это сложные безазотистые органические соединения, состоящие (ферментативно распадающиеся) из двух частей - **сахара (гликон)** и **несахарного компонента (агликон или генин)**.

Терапевтическое действие оказывают агликоны, химическое строение которых и свойства отличаются многообразием. Сахара обеспечивают растворимость и легкую всасываемость гликозидов (проницаемость через клеточные мембраны), способность связываться с белками крови.

Гликозиды - обычно бесцветные кристаллические вещества горького вкуса, легко растворимые в воде. Редко встречаются окрашенные гликозиды. Так, гликозиды ревеня, крушины - имеют оранжевый цвет.

Разнообразие гликозидов огромно, поэтому их классификация также разнообразна:

- **От количества** моносахаридов:
(монозиды, биозиды, триозиды..., олигозиды).
- **От строения сахарного** компонента гликозидов, которые имеют циклическую форму:
гликопиранозиды (шестичленная)
гликофуранозиды (пятичленная)
- **В зависимости от α - и β - симметрии** моносахарида:
 α -гликозиды
 β -гликозиды
- **В зависимости от связи** сахара с агликоном:
O- гликозиды S- гликозиды
C- гликозиды N- гликозиды

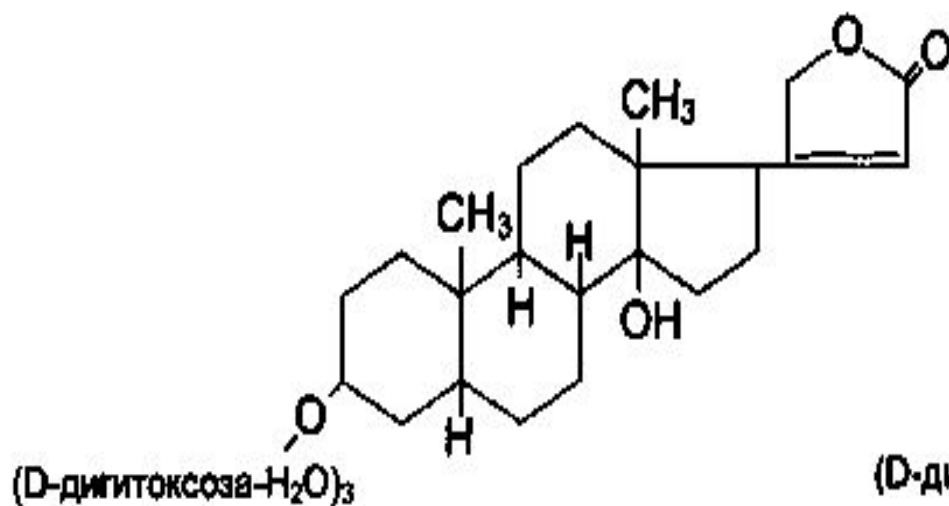
Наибольшее распространение в природе имеют следующие гликозиды, чья классификация обусловлена природой агликона:

1. цианогенные гликозиды (*синильная кислота*)
2. сердечные гликозиды (*1,2 – циклопентанопергидрофенатрен*)
3. антрагликозиды (*антрацен*)
4. горькие гликозиды (*иридоиды*)
5. гликоалкалоиды (*алкалоиды*)
6. сапонины (*тритерпены и стероиды*)

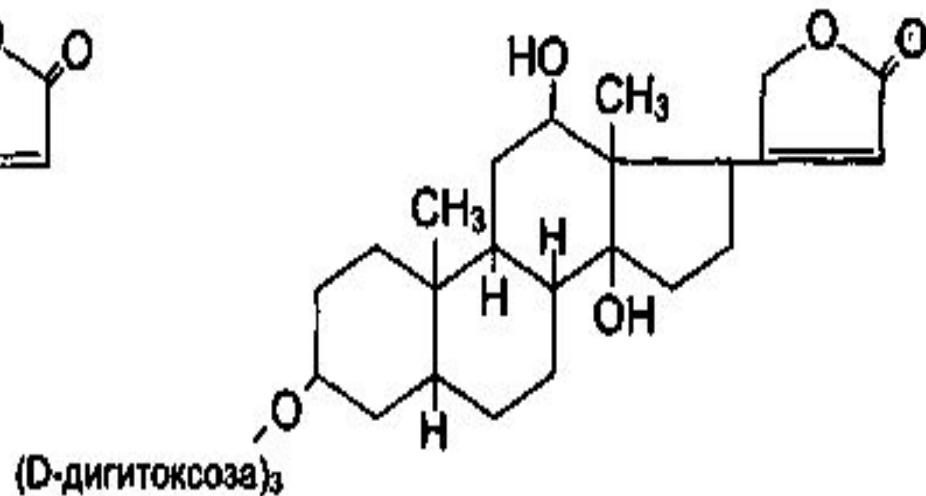
Гликозиды, как правило, очень ядовиты, вплоть до летального исхода.

Сердечные гликозиды

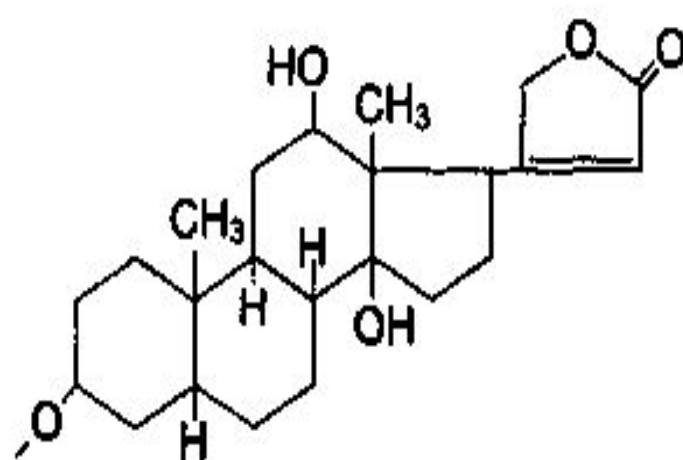
- В медицине особенно широко используются сердечные гликозиды, действующие на сердце избирательно. Под их влиянием улучшается сердечная деятельность, усиливается скорость кровотока, снижается венозное давление, уменьшается возбуждение нервной системы (ЦНС).
- Сердечные гликозиды характерны для растений семейства лютиковых, крестоцветных, лилейных, ластовневых, норичниковых и др. В медицине широко применяются индивидуальные сердечные гликозиды (**строфантин, конваллятоксин, адонитоксин, эризимин, дигитоксин** и др.), приготовленные из травы горлицы, желтушника, ландыша, наперстянки и т. д.



Дигитоксин

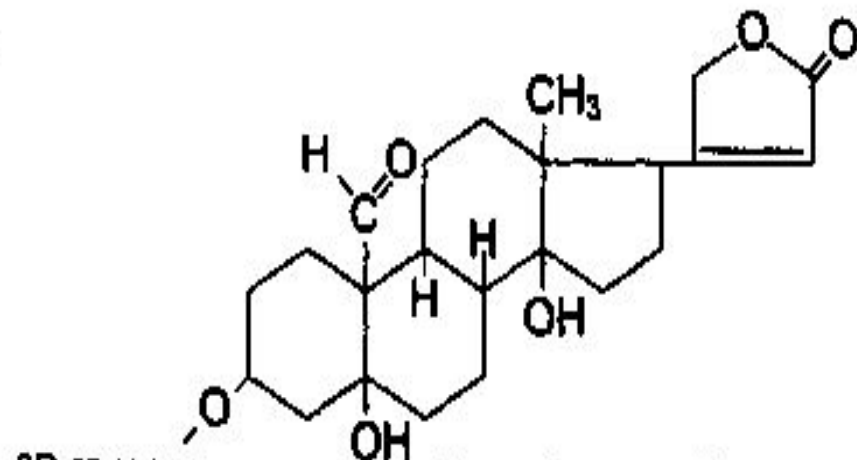


Дигоксин



Ланатозид С

2 молекулы дигитоксозы
+ 1 молекула ацетилдигитоксозы
+ 1 молекула D-глюкозы



Строфантин К

βD-глюкоза
+D-цимароза
(К-строфантин β) или
αD-глюкоза
+D-цимароза
(К-строфантозид)

наперстянка пурпуровая -
ДИГИТОКСИГЕНИН,
ГИТОКСИГЕНИН,
ДИГОКСИГЕНИН - 5



ландыш майский -
КОНВАЛЛОТОКСОЛ,
КОНВАЛЛОЗИД,
ФАРНЕЗОЛ,
ЛИКОПИН - 20



**желтушник раскидистый -
эризимин, эризимозид;
горицвет весенний
(адонис) - адонитоксин,
цимарин;
морозник кавказский -
корельборин,
геллебрин.**



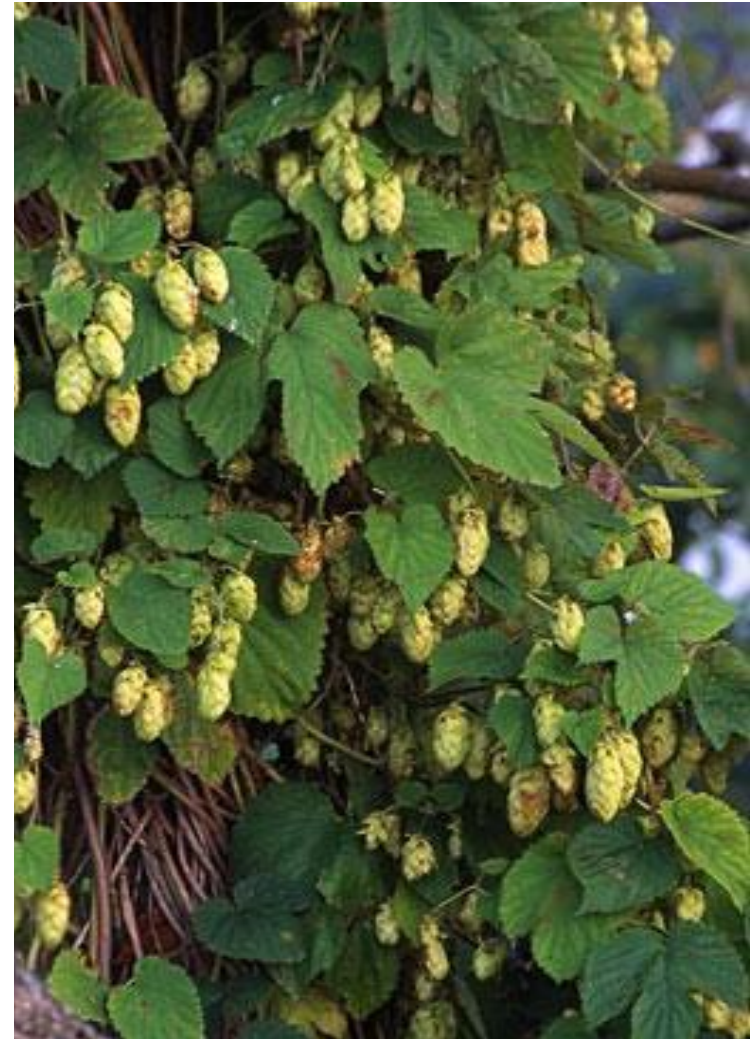
Рис. 27. Желтушник раскидистый.



- Добываемые из различных растений сердечные гликозиды сходны по химическому строению и механизму действия.
- Различия между ними касаются скорости наступления эффекта и его продолжительности, их способности всасываться при приеме внутрь и аккумулироваться в организме.
- В крови гликозиды вступают в связь с белками. Инактивация гликозидов происходит главным образом в печени, а выводятся они из организма почками.

Горькие гликозиды (горечи)

- Это безазотистые неядовитые гликозиды с очень горьким вкусом. Горечи усиливают аппетит, улучшают секреторную деятельность желудка и кишечника (улучшают пищеварение). В значительном количестве встречаются в составе у представителей горечавковых и сложноцветных.
- Хмель обыкновенный - **гумулон, лупулон**;
одуванчик лекарственный - **тараксацин, тараксацерин**;



айлант высочайший –
квассин;
полынь горькая – абсинтин,
артабсин.



Антрагликозиды

• Антрагликозиды - группа природных соединений желтой, оранжевой или красной окраски, в основе которых лежит структура антрацена. Обнаружены, главным образом, в высших растениях (около 100 соединений). Найдены также в лишайниках, грибах, некоторых насекомых и морских организмах.
Действуют как слабительное.

Крушина, жостер - **жостерин**,
франгулин, **глюкофрангулин**;



ревень, щавель конский
хризофанеин, реохризин;
алоэ - **алоэмодин, алоин;**
марена красильная –
рубиадин;
зверобой продырявленный
– **гиперицин.**



Циангликозиды

(нитрогликозиды).

В обычных условиях безвредны, но при ферментативном расщеплении в желудочно-кишечном тракте они выделяют синильную кислоту (цианистый водород), которая является сильнейшим ядом.

Миндаль горький,
абрикос обыкновенный –
амигдалин;
бузина черная –
самбунигрин.



Сапонины

- Это безазотистые гликозиды растительного происхождения, водные растворы которых при встряхивании пенятся. Особенно их много у представителей семейств гвоздичных и первоцветных.
- Действуют раздражающе на слизистые оболочки глаз, носоглотки. Небольшие дозы при приеме внутрь безвредны, но большие вызывают рвоту и понос в результате раздражения желудочно-кишечного тракта. При непосредственном введении в кровь вызывают гемолиз крови и отравление.
- В медицине используется отхаркивающее свойство сапонинов, противовоспалительное (солодка), мочегонное и слабительное. Выявлено седативное (успокаивающее), противоязвенное и антисклеротическое действие некоторых сапонинов.



**СОЛОДКА – ГЛИЦИРРИЗИН;
ХВОЩ ПОЛЕВОЙ – ЭКВИЗЕТОНИН;
ИСТОД – ТЕНУИГЕНИН;
ЖЕНЬШЕНЬ - АНОКСИДАМЫ,
ГИНЗЕНОИДЫ.**



- Гликозиды возбуждают аппетит, улучшают пищеварение. Используются при сердечной недостаточности, в качестве средств обезболивания и жаропонижения, противоопухолевых. Повышают умственную работоспособность.
- Многие из гликозидов токсичны или обладают сильным физиологическим действием (наперстянка, строфант),
- Гликозиды - нестойкие соединения, быстро подвергающиеся энзиматическому гидролизу, поэтому собранное сырье следует подвергать быстрой сушке при 60 - 70°, чтобы инактивировать ферменты.

Алкалоиды

- Это группа природных соединений, содержащие, кроме С и Н, N и имеющие щелочную реакцию (стрихнин, никотин, эфедрин, рицин, папаверин, морфин, робинин, гиосциамин, теин). Они разнообразны по строению, образованию и функциям.
- В растениях находятся в виде солей органических (яблочная, лимонная, щавелевая) и минеральных (фосфорная, серная) кислот. В растворенном виде они локализуются в клеточном соке (вакуоль) паренхимных клеток.
- Ведущая роль в образовании алкалоидов принадлежит листьям и подземным органам.

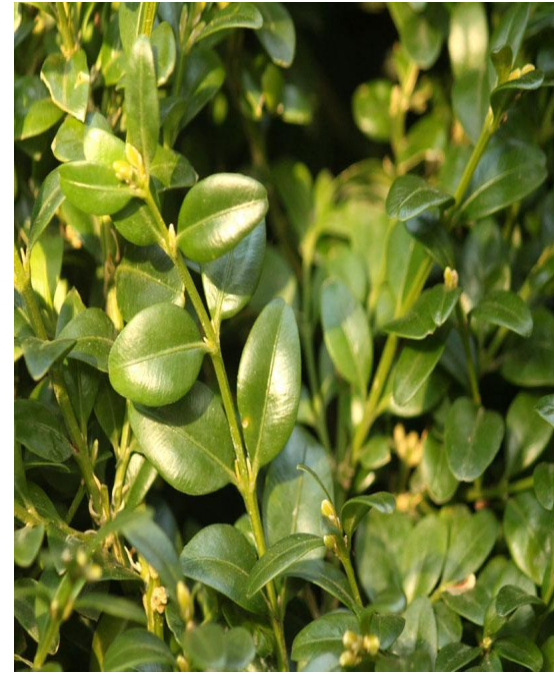
•Алкалоиды содержатся у всех высших растений, но в разных концентрациях (корневище крестовника – 4%; кора хинного дерева, корень барбариса – 15%; в галлах – 70%). Наиболее богаты алкалоидами цветковые растения. Они могут содержаться во всем растении или накапливаться в определенных его органах.

•Родственные группы растений содержат близкие по строению алкалоиды (дурман, белена, беладонна – тропановые алкалоиды).



- Но немало случаев, когда одна родственная группа содержит определенный алкалоид, а другая его не имеет (табак, паслен).

- Или одни и те же алкалоиды характерны для видов разных систематических групп. К примеру, **кофеин** содержится в чае, кофе, какао; **эфедрин** – в эфедре, аконите, ремерии, самшите.



- В растении, обычно, находится не один, а несколько различных алкалоидов (иногда более 20 – мак снотворный, хинное дерево).
- Наиболее богаты ими семейства хвоцевые, плауновые, лютиковые, барбарисовые, маковые, бобовые, рутовые, кактусовые, гранатовые, пасленовые, мареновые.



- Жаркий, сухой климат способствует повышению алкалоидности.
- К примеру, акониты Швеции почти лишены алкалоидов, а в Индии они исключительно ядовиты.



Рис. 141. Верхняя часть растений конопли.
1 — женского (матери); 2 — мужского (посадив)



- Алкалоиды используются для лечения заболеваний внутренних органов и нервных болезней. Их применяют в медицине как средства, возбуждающие и угнетающие нервную систему (галлюциногены, психотропы), повышающие и понижающие кровяное давление, влияющие на сердечную деятельность и дыхание, на чувствительность и тонус мускулатуры (спазмолитики, болеутоляющие). Нередко алкалоиды обладают бактерицидным и бактериостатическим, противомикробным, противоопухолевым и противогельминтозным свойствами.
- **Атропин, пилокарпин, стрихнин, эфедрин** ядовиты, но в малых дозах могут применяться как лекарства.
- В качестве лекарств используют **кодеин** (от кашля), **морфин** (болеутоляющее), **кофеин** (при нервных и сердечно-сосудистых заболеваниях), **хинин** (от малярии).



- Алкалоиды представляют основную группу природных активных веществ, из которой современная медицина получает наибольшее количество высокоэффективных лекарственных средств (более 10%) в виде настоев, экстрактов, концентратов, растворов, ампул, таблеток, драже).



- Они являются ядовитыми или сильнодействующими лекарственными средствами. Применяются по строгой дозировке врача и хранятся в аптеках по спискам **А** (наркотики или яды) и **Б** (сильнодействующие).



Терпены и терпеноиды

- **Терпены** и их производные терпеноиды -это органические соединения, по составу кратные изопрену (C_5H_8), образующиеся из продуктов углеводного обмена. Имеют приятный запах. В больших количествах терпены содержатся в хвойных растениях.
- К ним относятся **ментол, каучук**. Смесь терпенов является **скипидар**, получаемый при перегонке смолы хвойных.
- К терпеноидам относятся многие группы соединений, где они - основной компонент:
 1. Эфирные масла
 2. Горькие гликозиды
 3. Смолы и бальзамы
 4. Каротиноиды
 5. Сердечные гликозиды
 6. Стероидные сапонины

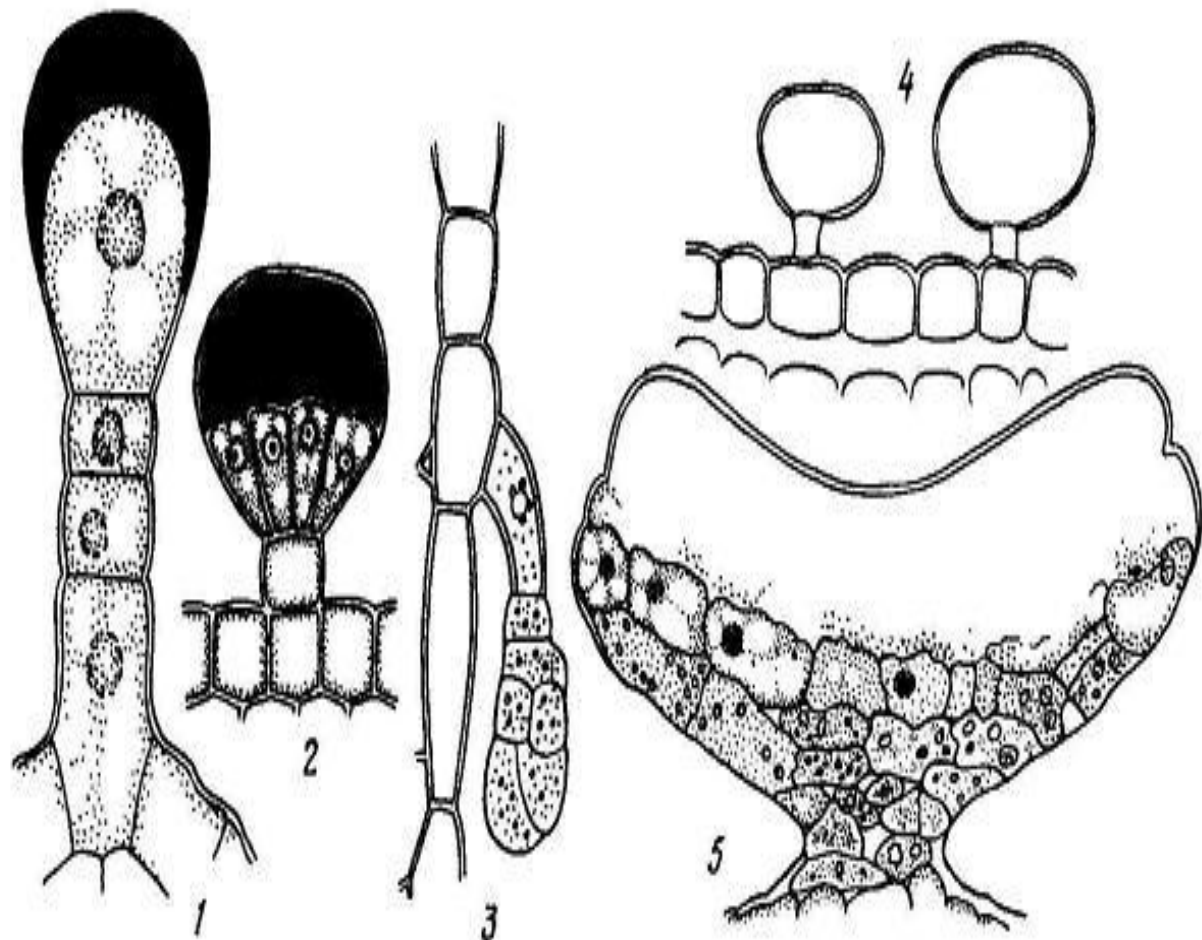
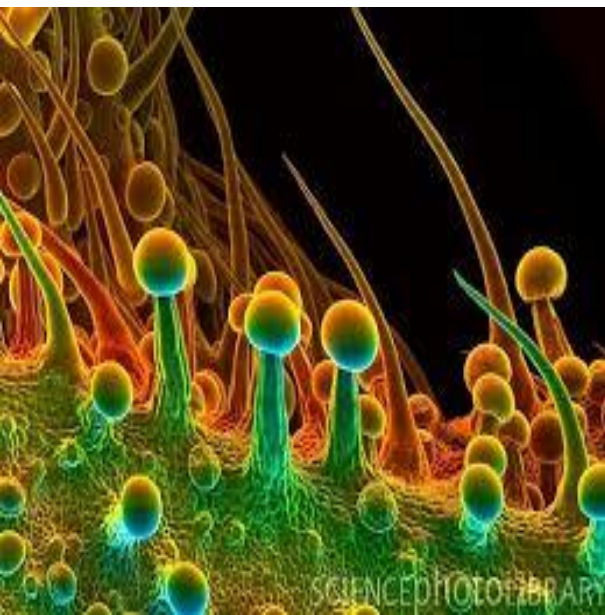
- **Эфирные масла** – смеси разнообразных летучих, ароматических (пахучих) соединений, состоящих главным образом из терпеноидов и их производных. С жирными маслами они не имеют ничего общего.
- Образуются во всех частях растений, но неравномерно. Эфирными маслами особенно богаты хвойные, а из покрытосемянных - представители семейств зонтичных, губоцветных, миртовых, ирисовых, имбирных, лавровых, сложноцветных.
- Содержатся в клеточном соке или сферосомах цитоплазмы клеток в растворенном или эмульгированном виде.



- Эфирные масла образуются экзогенно и эндогенно.

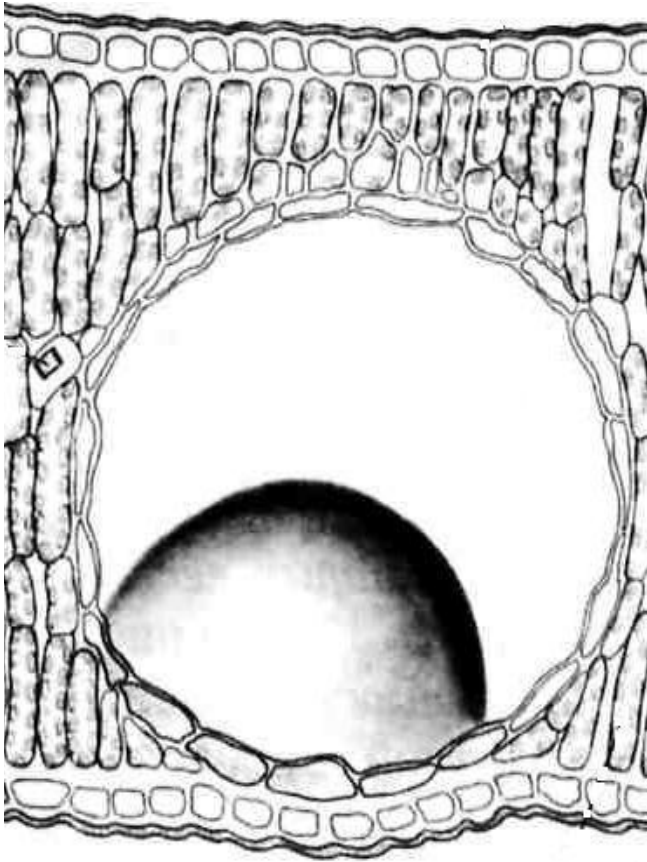
Экзогенно – в эпидермальных клетках, волосках, железках (лепестки роз, ландыша, листья герани, мяты, почечные чешуйки).

Эндогенно – в паренхимных клетках различных органов растений (секреторные клетки, вместилища и ходы): корневище аира, корень валерианы, мезофилл зверобоя, кожура плодов цитрусовых, кора и древесина (сосна, можжевельник, санталовое дерево).

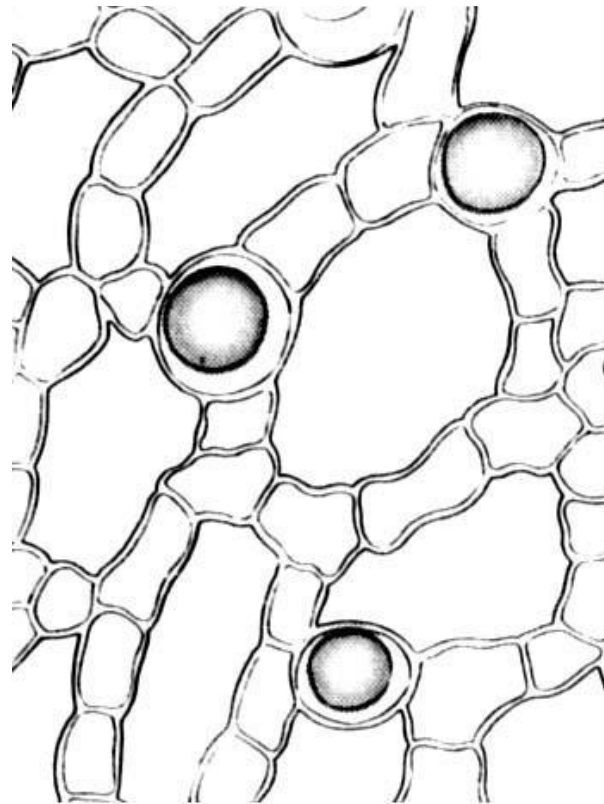


1 – волосок пеларгонии с эфирным маслом, выделенным под кутикулу;
2 – железка розмарина; 3 – волосок картофеля;
4 – пузырьчатые волоски лебеды с водой и солями в вакуолях; 5 – железка листа черной смородины.

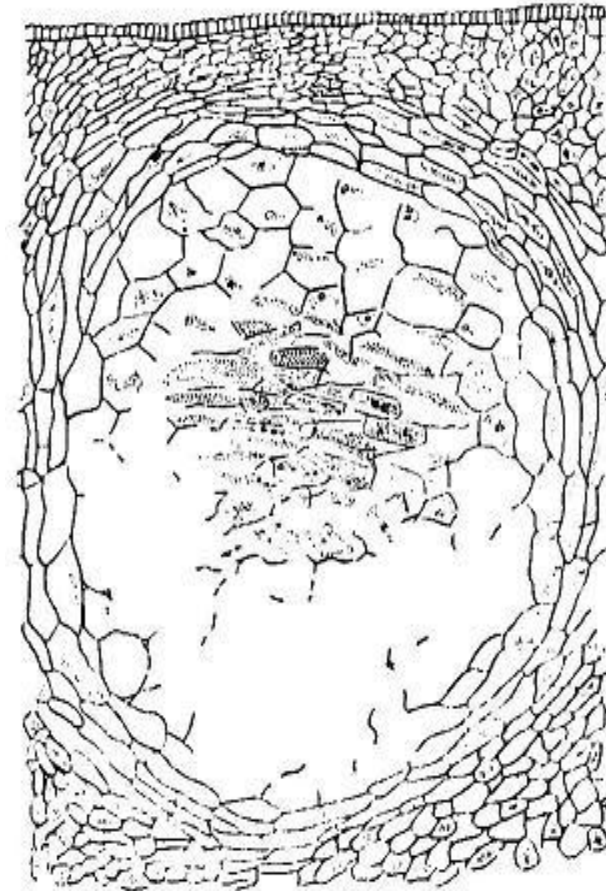
**схизогенное
вместилище
в мезофилле
листа эвкалипта**



**секреторные клетки
с эфирным маслом
в аэренхиме
корневища аира**



**лизигенное
вместилище
в околоплоднике
мандарина**



- Эфирные масла используются в лечебных, парфюмерно-косметических, пищевых и др. целях.
- В медицине эфирное масло применяют для ароматизации и исправления вкуса лекарств.
- Некоторые эфирные масла имеют лечебное значение и используются в чистом виде как антибиотики, седативные, дезинфицирующие, ранозаживляющие, болеутоляющие средства.
- Запахи растений, возникающие под влиянием испарения эфирных масел, благотворно влияют на разные органы и жизненные процессы человека - обоняние, зрение, слух, дыхание. Например, запахи хвои пихты и зелени петрушки улучшают восприятие глазом зеленого цвета и тем самым успокаивают нервную систему.

Основные компоненты эфирного масла лепестков розы – **стеароптен и олеоптен**; древесины камфорного лавра – **камфора**.

Трава мяты – **ментол**
Цветки пижмы - **туйон**
Плоды тмина – **карвон**

Трава шалфея – **цинеол**
Цветки лаванды - **линалоол**
Плоды кинзы – **линалоол**



Многие эфирные масла входят в состав фитонцидов.

- **Фитонциды** - органические вещества различного химического состава, обладающие бактерицидным, фунгицидным и протистоцидным действием, вырабатываемые растениями для самозащиты от патогенных микроорганизмов и других растений. Различают летучие фитонциды и нелетучие (контактного действия).
- Летучие фитонциды многих растений усиливают защитные силы организма больного и здорового человека и, усваиваясь легкими и кожей, благотворно действуют на его здоровье.
- Используются при ряде инфекционных и вирусных заболеваний (простудные, кишечные). К летучим фитонцидам относят некоторые эфирные масла (пихтовое, можжевельное, сосновое), используемые против туберкулеза и трихомонадных кольпитов. Цианогенные гликозиды, содержащиеся в черемухе и серосодержащие соединения хрена, редьки помогают при простуде.

• Фитонцидные свойства многих высших растений – кедра, пихты, сосны, березы, черемухи, калины, сирени, смородины, крапивы, зверобоя обыкновенного, черники, пиона, **чеснока, лука, хрена**, капусты, красного перца и других, использовались в глубокой древности.



Каротиноиды

- Это природные органические пигменты желтого, оранжевого и красного цвета, нерастворимые в воде. Содержатся в хлоро- и хромопластах.
 - Обуславливают пожелтение листьев, окраску лепестков цветков, плодов и т.д.
 - Подразделяют на 2 группы
 1. Каротины: α - и β . Участвуют в образовании витамина А (**ретинол**).
 2. Ксантофиллы. Их свыше 200 (**зеаксантин, антараксоксантин, виолоксантин**).
- Улучшают зрение, состояние кожных покровов, обменные процессы; способствуют росту организма.



Фенольные соединения (ФС)

- **ФС** – это соединения, содержащие ароматические кольца с гидроксильной группой. Обладают сильным характерным запахом.
- Это активные метаболиты клеточного обмена, имеющие большое физиологическое значение для растений (фотосинтез, рост и развитие, дыхание, устойчивость к заболеваниям).
- Образуются они из углеводов и продуктов их фотосинтеза.
- Большая их часть содержится в активно функционирующих органах: листьях, цветках, плодах, ростках. Очень часто придают окраску.

Классификация

- По числу гидроксильных групп различают одно-, двух- и многоатомные фенолы. Если в ароматическом кольце имеется больше одной гидроксильной группы, то это полифенолы.
- Другая классификация учитывает число ароматических колец и атомы углерода в боковой цепи.

Широко распространены следующие **ФС**:

1. Простые фенолы
2. Фенолкислоты (салициловая кислота)
3. Фенолспирты, ацетофенолы
4. Оксикоричные к-ты, кумарины, хромоны
5. Лигнаны
6. Антраценпроизводные
7. Флавоноиды
8. Дубильные вещества

Используются в медицине для стерилизации и как лекарства (салициловая кислота).

- **Фенол** – карболовая кислота (водный раствор применяют для дезинфекции). Токсичен. Вызывает ожоги. (иглы и шишки сосны, листья табака).
- **Пирокатехин** (эфедра, чешуи лука, плоды грейпфрута)
- **Гидрохинон** (рододендрон, брусника, дурнишник, груша, грушанка)
- **Флороглюцин** (шишки секвойи, чешуя лука, околоплодник цитрусовых, папоротники)

Обладают антисептическим и жаропонижающим действием. Входят в состав мочегонных и глистогонных средств. Используют при мочекаменной болезни.

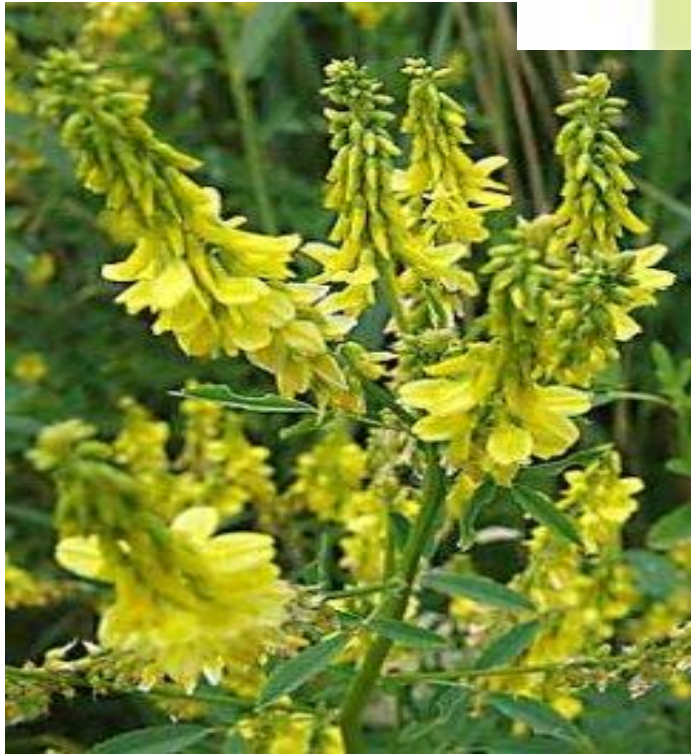
Кумарины

- Это группа фенольных соединений. Они типичны для представителей семейства зонтичные, рутовые, бобовые, сложноцветные. Накапливаются в корнях, коре и плодах. Меньше всего их в листьях и стеблях. В клетках могут находиться в свободном и связанном состоянии (в форме гликозидов). Иногда локализуются в эфиромасличных каналах.
- Значение кумаринов пристально изучается в связи с выявленной противоопухолевой активностью, влиянием на состав крови, чувствительностью организма к свету. Некоторые из них оказывают антибактериальное, антигрибковое действие. Иногда имеют седативное, гипнотическое и токсическое воздействие. У растений стимулируют прорастание семян, ингибируют рост.

Кумарины



LEKAR.RU



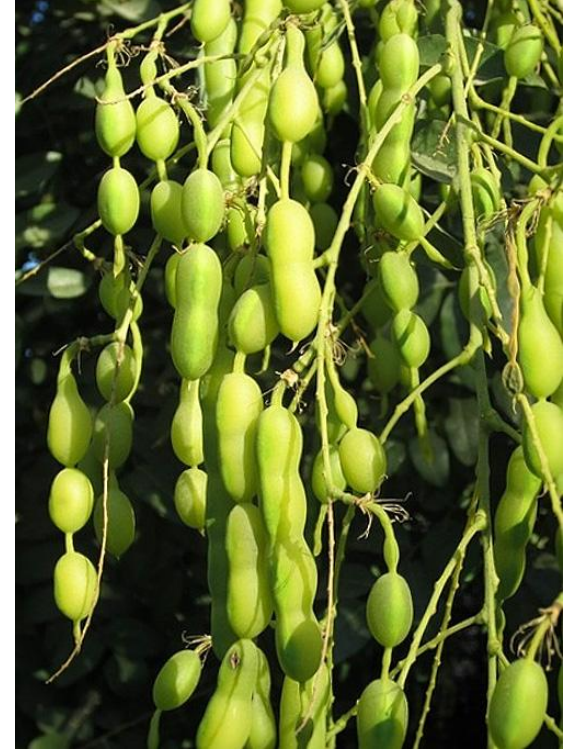
Флавоноиды

- Это группа пигментов фенольной природы, водорастворимые или жирорастворимые. Придают окраску цветкам, плодам, листьям и стеблям.
- Накапливаются во всех органах растений, но чаще всего - в молодых. Их содержание повышено у растений семейств бобовых, зонтичных, гречишных, розоцветных, лютиковых, сложноцветных и др.

Основными группами флавоноидов являются:

1. катехины (черный, красный, желтый);
2. антоцианиды (красн., желт., фиолет., синий) – пеларгонидин, цианидин, дельфинидин;
3. флавононолы (желт.) – таксифолин;
4. халконы (желт.) – изоликвиритигенин (корень солодки);
5. ауроны (желт., оранж., красн.).

Обладают широким диапазоном фармакологического действия: спазмолитики, противовоспалительные, антимикробные, противоопухолевые, диуретические. Заживляют раны, выводят радиоактивные вещества из организма. Кроме того обладают Р-витаминной активностью, повышая прочность стенок капилляров.



В медицине широко применяют четыре вещества этой группы - рутин, гесперидин, кверцетин и эпикатехин. Чай - кверцетин, кемпферол, кахетин. Лимон – гесперин, эриодиктиол.



Дубильные вещества (ДВ)

- Это растительные полифенолы, обладающие вяжущим вкусом и дубящим действием. Растворяются в воде и спирте.
- С белком образуют структуры, устойчивые к гниению.
- Подразделяются на **высокомолекулярные** полимеры (мол. масса 1000-5000) способные дубить невыделанную шкуру, превращая ее в кожу и **низкомолекулярные** - обладают лишь вяжущим вкусом (пищевые или чайные танины).



• **ДВ** широко распространены почти во всех растениях (хвойные, папоротники, плауны, хвощи, мхи), но наиболее - у двудольных. В некоторых из них: например, в коре лиственницы, ели, дуба; корневищах кровохлебки, земляники, лапчатки; траве зверобоя; плодах черемухи, черники, их доля достигает 10-30%. Но наивысшее содержание отмечается в патологических образованиях – галлах (до 70%).



- **ДВ** накапливаются в разных частях растений. Но чаще всего они содержатся в коре стволов (кора ветвей дуба – 12%), затем коре корней и корневищ, листьях, оболочке плодов. **ДВ** локализованы в вакуоли растительной клетки в растворенном состоянии. В листьях – в обкладочных клетках жилок, а в других органах – в паренхимных клетках (кора, сердцевинные лучи, ксилема, флоэма).
- **ДВ** для растения являются защитными веществами против вредителей и возбудителей болезней, а также одной из форм запасных питательных веществ.



• В медицине используются **наружно** для дезодорирования, как вяжущие и бактерицидные при воспалении слизистых оболочек (кишечные расстройства; заболевания полости рта, глотки, гортани), ожогах, кровотечениях **и внутрь** - при желудочно-кишечных расстройствах и отравлениях растительными ядами и тяжелыми металлами.

• **ДВ** - галлотанин, эллаготанин, катехин, мирцен.





Высоким содержанием дубильных веществ выделяются семейства розовые, тамариксовые, гречишные, ивовые, миртовые, бобовые, свинчатковые, буковые и т.д.

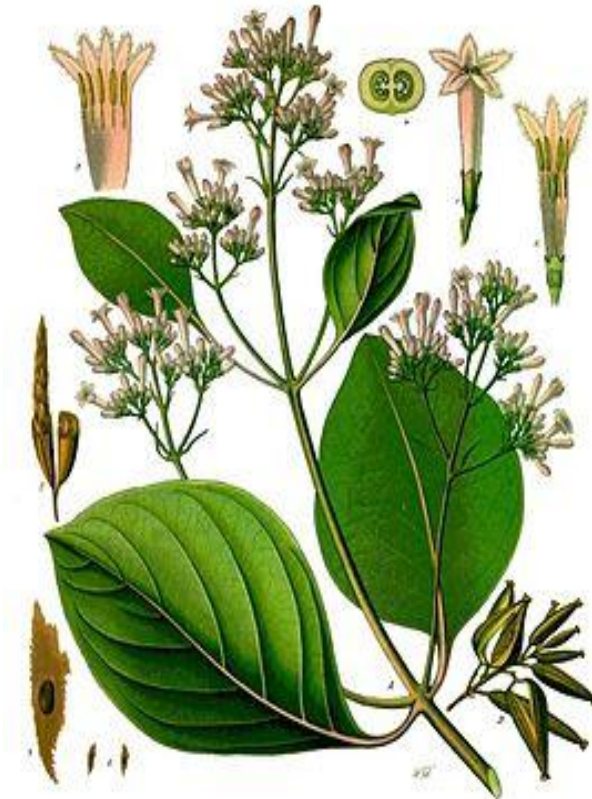


Растительные антибиотики

• Различные растительные вещества, обладающие антибиотическими свойствами, в том числе эфирные масла (фитонциды), алкалоиды, флавоноиды, гликозиды, дубильные вещества и другие. Антимикробные свойства обнаружены у таких известных растений, как: чеснок, лук, хрен, редька, береза (листья и почки), тополь (почки), шалфей, чистотел, полынь горькая, календула, жгучий стручковый перец, гвоздика.



- Современные эффективные растительные антибиотики:
хинин (хинное дерево),
новоиманин (зверобой),
сангвиритрин (чистотел, маклея),
натрия уснинат (лишайник уснея).



- Растительные антибиотики используют наружно и внутрь при бактериальных инфекциях кишечника (дисбактериозе, диарее, дизентерии, пищевых токсикоинфекциях) и органов мочеполовой системы (простатит, цистит, пиелонефрит).

- Используют в качестве наружного средства в виде аппликаций, Примочек и полосканий при инфекционно-воспалительных заболеваниях кожи; слизистых оболочек бактериальной и грибковой этиологии полости рта; среднего уха и наружного слухового прохода; ангине, инфицированных ожогах, длительно не заживающих ранах и язвах.



Литература

- Алехина Н.Д., Балнокин Ю.В, Гавриленко В.Ф. и др.;*
Физиология растений: учебник для студ. Вузов. 2-е изд. - М.:
Академия, 2007.
- Бриттон Г.* Биохимия природных пигментов, пер. с англ. - М.:
Мир, 1986.
- Веселовская Н. В., Коваленко А. Е..* Наркотики. - М.:
Триада-Х, 2000.
- Государственная фармакопея СССР.* - М.: Медицина, 1987.
- Муравьева Д.А., Самылина И.А., Яковлев Г.П.* Фармакогнозия:
Учебник. – 4е изд. - М.: Медицина, 2002.
- Племенков В. В.* Введение в химию природных соединений. -
Казань: 2001.
- Семёнов А. А., Карцев В. Г.* Основы химии природных
соединений. Т. 2. - М.: ICSPF, 2009.