



Государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования
Новосибирский государственный медицинский университет
Министерства здравоохранения РФ

Фармацевтический факультет
Кафедра фармакогнозии и ботаники

Д.Л. Макарова, В.В. Величко, Д.С. Круглов, М.А. Ханина

Эфирные масла: основы теории

Электронное учебное пособие



Большая золотая медаль
«Учсиб-2013»
ITE Сибирская ярмарка

Новосибирск - 2013

© Авторский коллектив



Содержание

1. Понятие о терпенах
2. Классификация терпенов
3. Понятие об эфирных маслах
4. Классификация эфирных масел
5. Дитерпены
6. Политерпены
7. Значение эфирных масел для растений
8. Локализация эфирных масел в растении
9. Эндогенные структуры
10. Экзогенные структуры
11. Биосинтез терпенов
12. Глоссарий
13. Проверочный тест
14. Рекомендуемая литература
15. Авторы
16. Контактная информация



Понятие о терпенах

Прежде чем остановиться на эфирных маслах необходимо рассмотреть главную их составную часть – терпены.

Терпены — это природные органические углеводороды на основе изопрена с общей формулой $(C_5H_8)_n$, где n — число звеньев - от 2 до 10 и более.



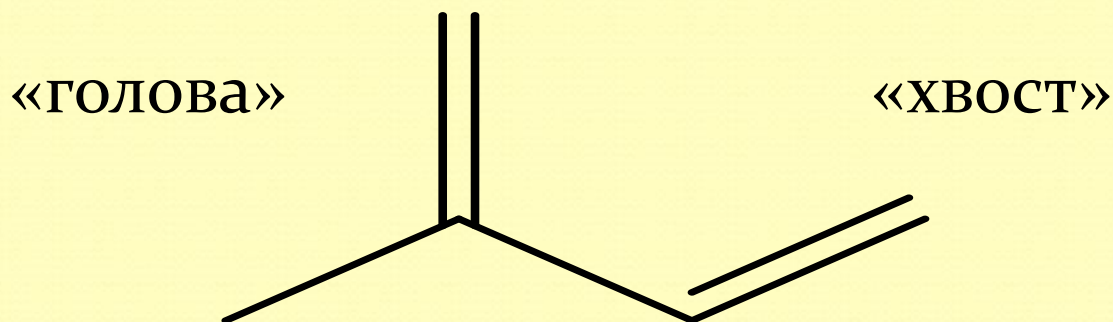
[К содержанию...](#)



Понятие о терпенах

Изопрен — 5-углеродное соединение с разветвленной цепью и двумя сопряженными двойными связями.

При этом разветвленный конец изопреновой единицы рассматривается как «голова», а неразветвленный — как «хвост».



[К содержанию...](#)



Классификация терпенов

№ п/п	Название группы	Формула	Примеры соединений
1	Гемитерпены	C_5H_8	Изовалериановая кислота
2	Монотерпены	$(C_5H_8)_2 - C_{10}H_{16}$	Ментол, камфора, борнеол, пинен и др.
3	Сесквитерпены	$(C_5H_8)_3 - C_{15}H_{24}$	Хамазулен, ледол, анетол и др.
4	Дитерпены	$(C_5H_8)_4 - C_{20}H_{32}$	Витамин А, фитол
5	Тритерпены	$(C_5H_8)_6$	Тритерпеновые сапонины, сквален
6	Тетратерпены	$(C_5H_8)_8$	Каротиноиды
7	Политерпены	$(C_5H_8)_n$	Каучук, гуттаперча

[К содержанию...](#)

Классификация терпенов

В каждой группе выделяют ациклические и циклические соединения.

Циклические классифицируют по числу циклов:

- моноциклические
- бициклические
- трициклические и т.д.



[К содержанию...](#)



Понятие об эфирных маслах

Эфирные масла (*Olea aetherea*) – летучие, подвижные, бесцветные или окрашенные жидкости, представляющие собой сложные смеси органических веществ, главным образом терпеновой природы, с характерным запахом.

Свое название эфирные масла получили благодаря наличию характерного ароматного запаха и маслообразной консистенции.

В отличие от жирных масел они испаряются, не оставляя жирного пятна.



[К содержанию...](#)



Классификация эфирных масел

По химической природе эфирные масла представляют собой сложные смеси различных органических соединений. Основную группу среди них составляют вещества, имеющие изопреноидную структуру.

В состав эфирных масел входят не все терпеноиды, а только два класса - монотерпеноиды и сесквитерпеноиды. Также во многих маслах содержатся вещества ароматического и алифатического ряда.



[К содержанию...](#)



Классификация эфирных масел

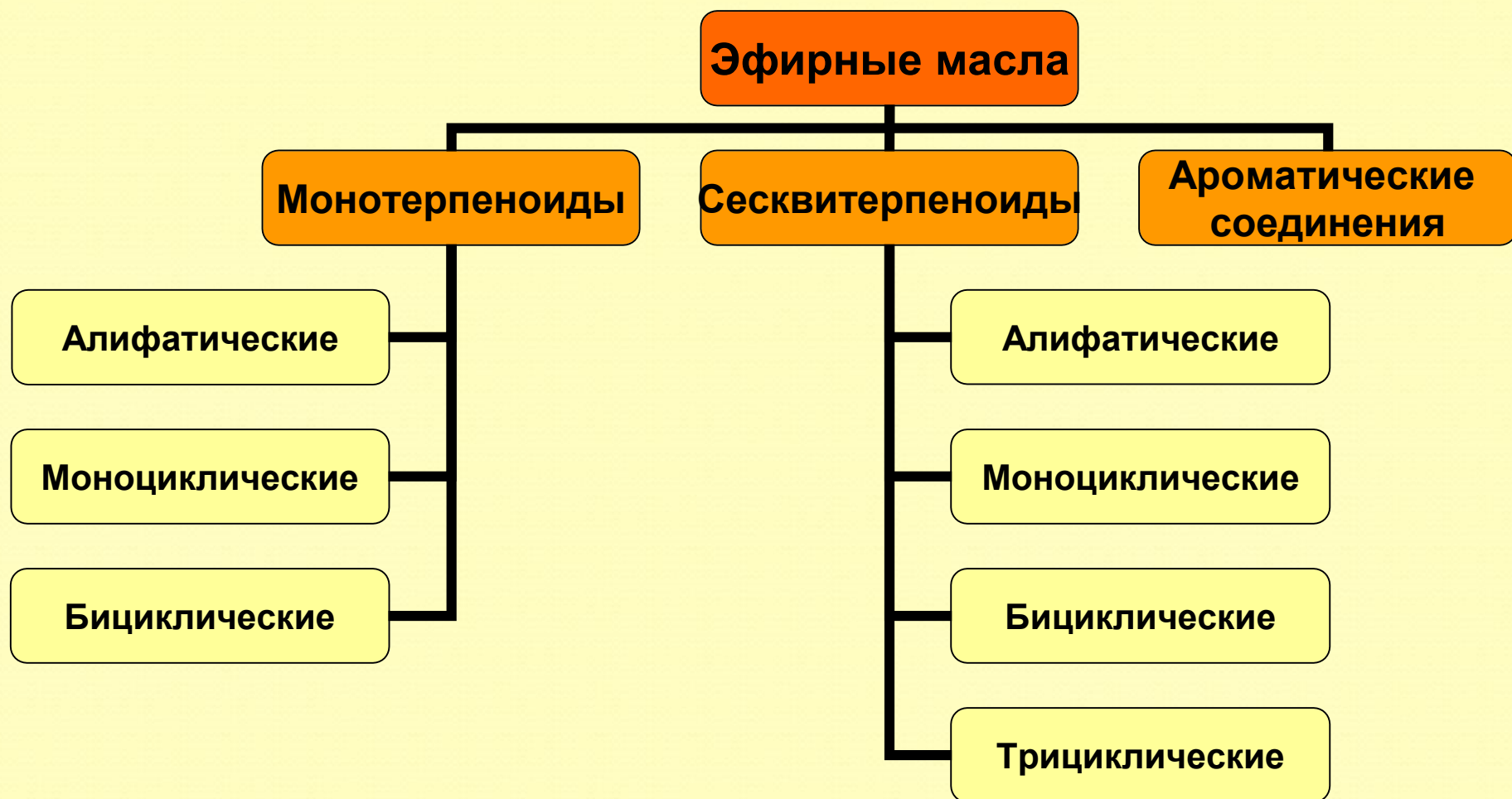
Терпеноиды эфирных масел являются углеводородами или их кислородными производными: спиртами, альдегидами, кетонами, фенолами, кислотами, эфирами, лактонами, окисями. Количество терпеноидов увеличивается благодаря склонности этих соединений к разным формам изомерии: оптической, геометрической (цис-, транс-изомерия).



[К содержанию...](#)



Классификация эфирных масел

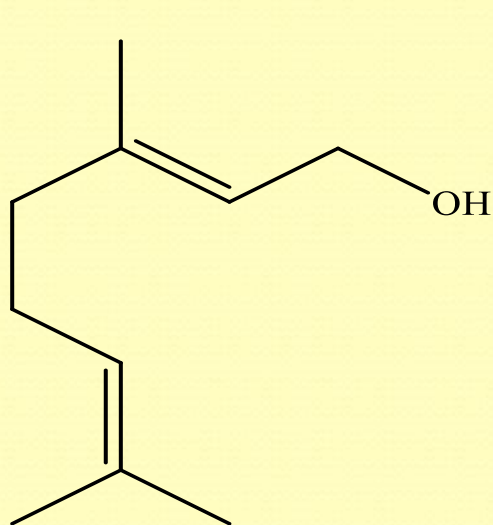


[К содержанию...](#)



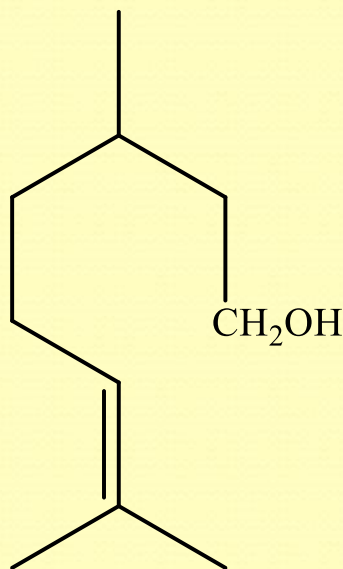
Классификация эфирных масел

Ациклические монотерпены



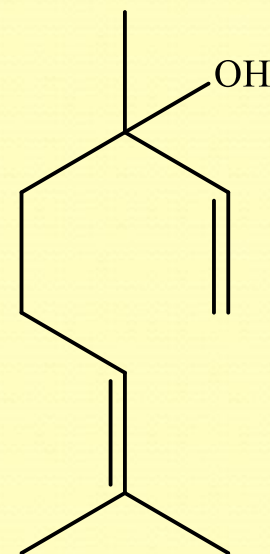
гераниол

Содержится в эфирных
маслах герани, розы



цитронеллол

Основной компонент
эфирного масла мелиссы
лекарственной



линалоол

Основной компонент
эфирного масла
кориандра посевного

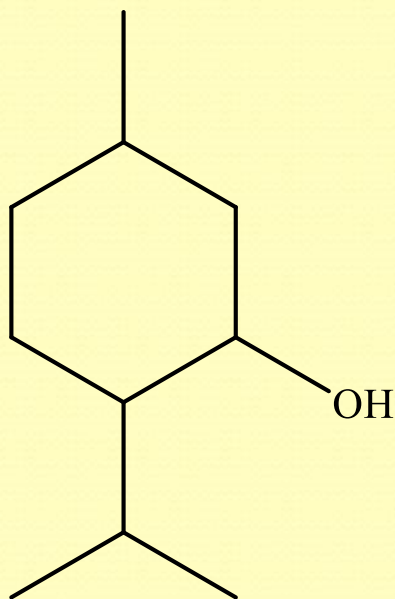


[К содержанию...](#)



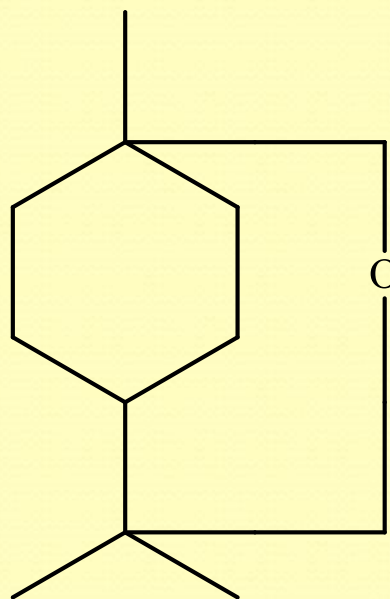
Классификация эфирных масел

Моноциклические монотерпены



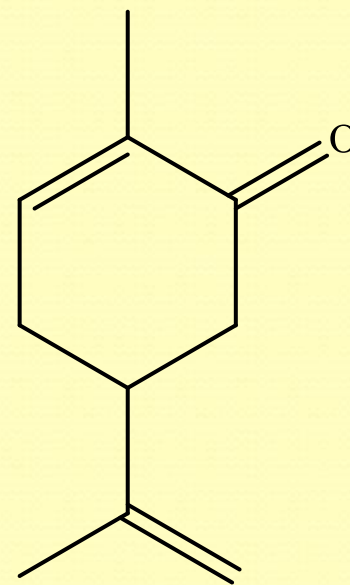
ментол

Основной компонент
эфирного масла мяты
перечной



1,8-цинеол

Основной компонент
эфирных масел шалфея
лекарственного, видов
эвкалипта



карвон

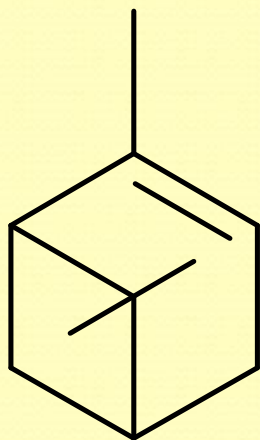
Основной компонент
эфирных масел тмина
обыкновенного, укропа
огородного

[К содержанию...](#)



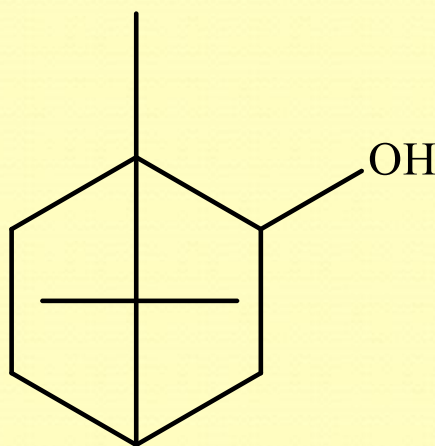
Классификация эфирных масел

Бициклические монотерпены



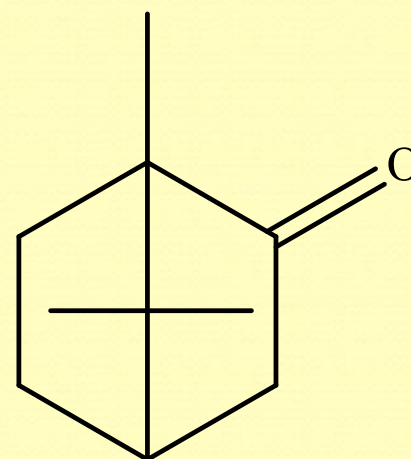
α -пинен

Содержится в смоле
хвойных деревьев



борнеол

Содержится в эфирном
масле валерианы
лекарственной



камфора

Содержится в эфирных
маслах камфорного лавра,
видов пихты

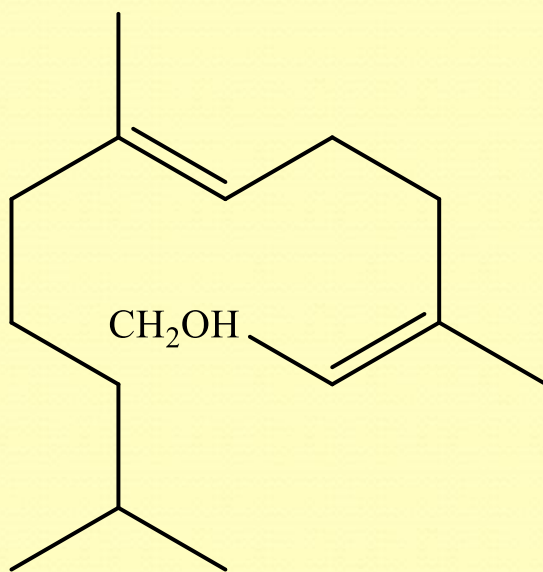


[К содержанию...](#)



Классификация эфирных масел

Ациклические сесквитерпены



фарнезол

Содержится в эфирном масле цветков липы

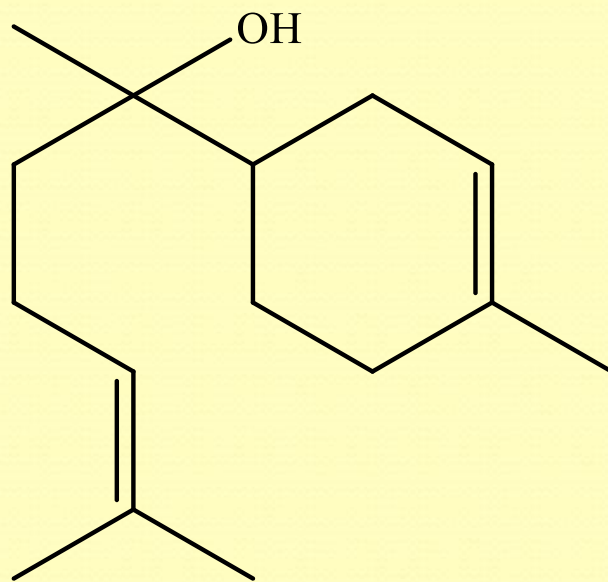


[К содержанию...](#)



Классификация эфирных масел

Моноциклические сесквитерпены



α -бисаболол

Содержится в эфирном масле ромашки аптечной

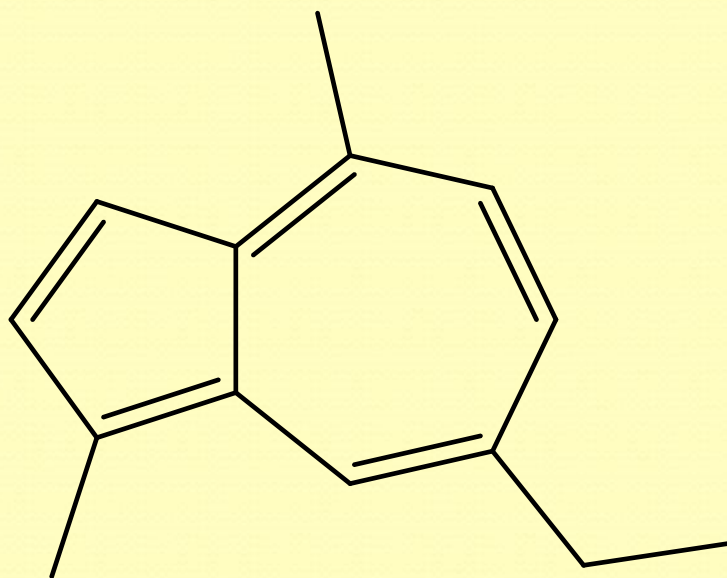


[К содержанию...](#)



Классификация эфирных масел

Бициклические сесквитерпены



хамазулен

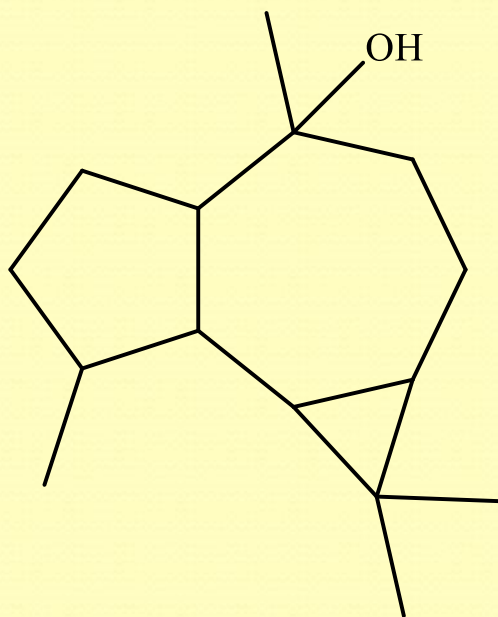
Содержится в эфирных маслах ромашки аптечной, тысячелистника обыкновенного, некоторых видов полыни

[К содержанию...](#)



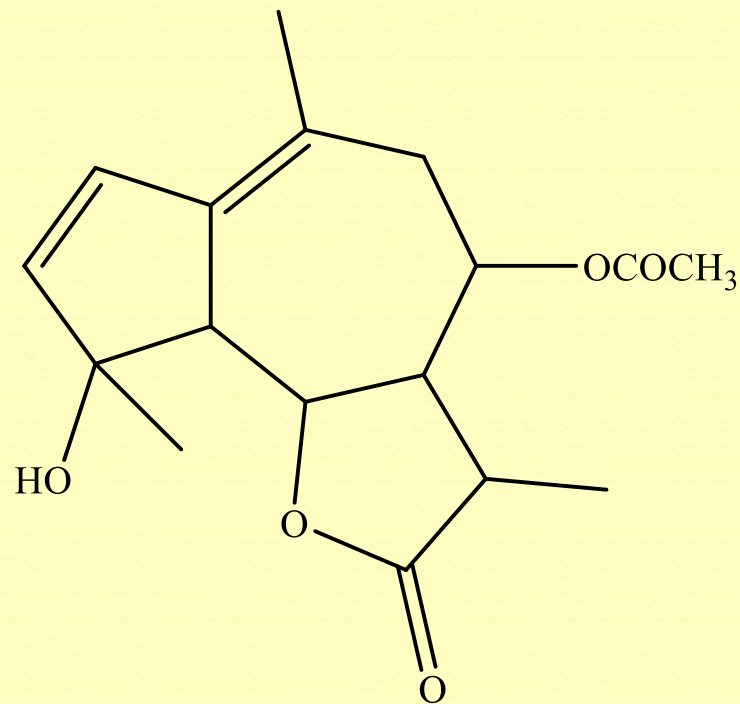
Классификация эфирных масел

Трициклические сесквитерпены



ледол

Содержится в эфирном масле
багульника болотного



матрицин

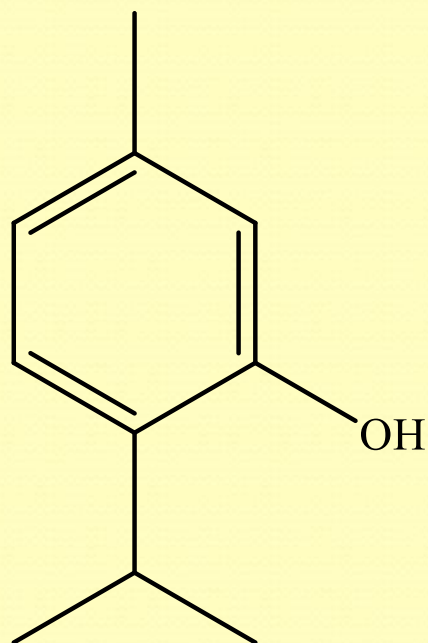
Содержится в ромашке аптечной

[К содержанию...](#)



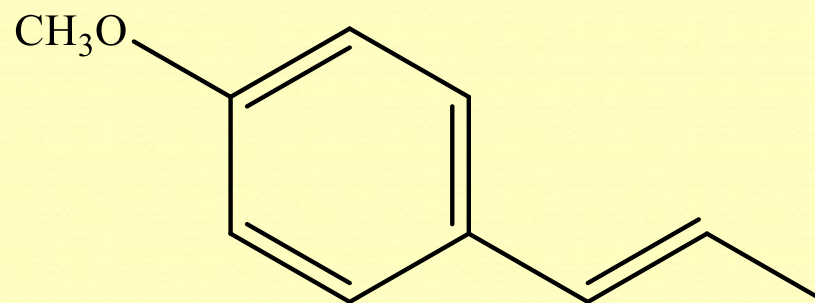
Классификация эфирных масел

Ароматические соединения



ТИМОЛ

Содержится в эфирных маслах тимьяна ползучего, душицы обыкновенной



анетол

Содержится в эфирном масле аниса обыкновенного



[К содержанию...](#)



Дитерпены

Практически нелетучи.

Представлены сравнительно небольшим числом соединений:

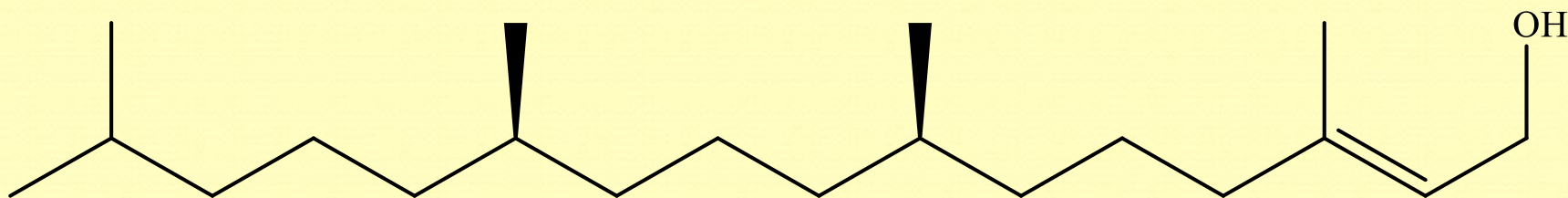
- фитол $C_{20}H_{39}OH$, входящий в состав хлорофилла, может рассматриваться как гидрированный дитерпеновый спирт;
- моноциклическим дитерпеновым спиртом является витамин А.



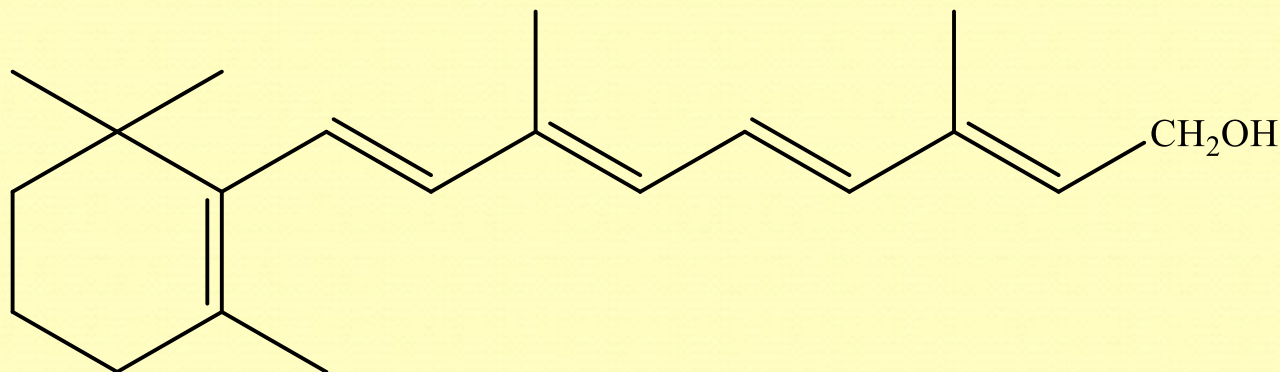
[К содержанию...](#)



Дитерпены



фитол



ВИТАМИН А

[К содержанию...](#)



Дитерпены

Содержатся в бальзамах и смолах растений.

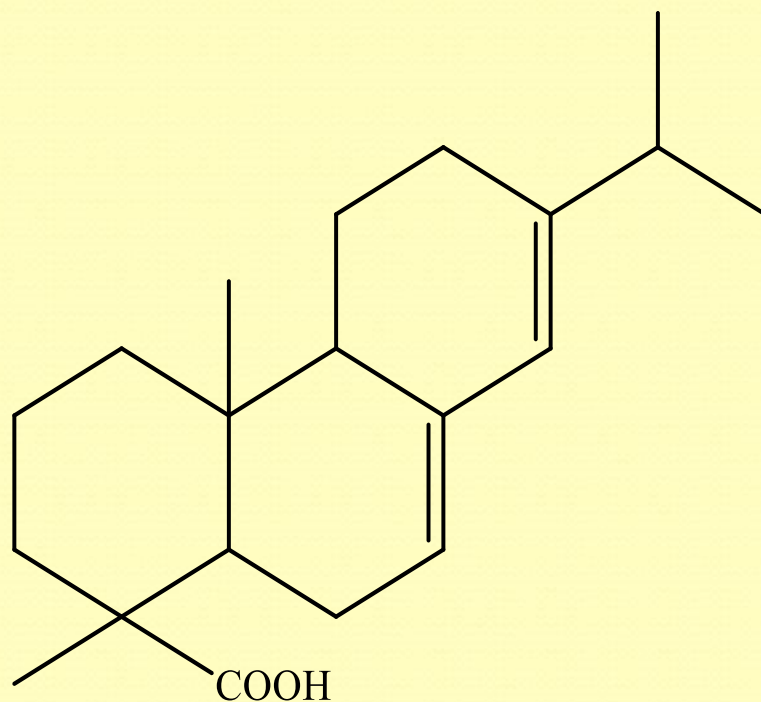
Особенно широко распространены в смолах *циклические кислоты* (производные дитерпенов), имеющие эмпирическую формулу $C_{20}H_{30}O_2$. Они составляют около 4/5 смолистых выделений хвойных растений (живицы). При переработке живицы отгоняют с водяным паром скипидар; остается твердый остаток – канифоль. Главную массу канифоли составляют циклические кислоты, получившие название *смоляных кислот*.



[К содержанию...](#)



Дитерпены



Абиетиновая кислота



[К содержанию...](#)



Политерпены

- Главным источником натурального каучука служит культивируемое в тропиках каучуконосное дерево гевея (*Hevea brasiliensis*).
- Гутта весьма близка по составу и строению к каучуку, ее добывают из тропического дерева *Palaquium gutta*. Гутта – исходный продукт для получения гуттаперчи, имеющей большое значение как изолирующий материал.

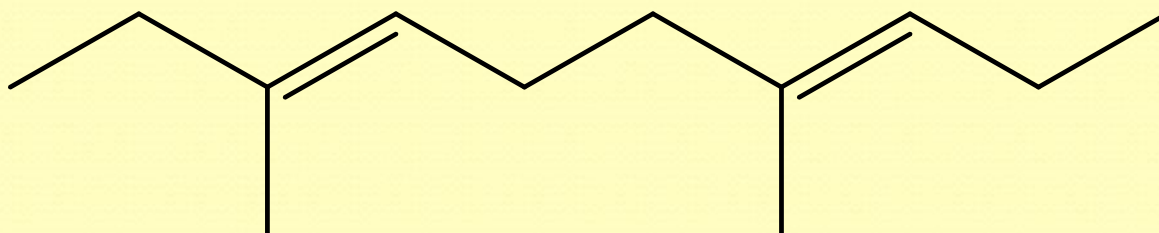


[К содержанию...](#)



Политерпены

В каучуке и гуттаперче остатки изопрена образуют длинную цепочку и связаны между собой следующим образом:



Различие заключается в том, что полиизопреновая цепочка каучука содержит от 1000 до 6000 остатков изопрена, а цепочка гуттаперчи – около 100. Различия в строении обуславливают и различия их физических свойств.



[К содержанию...](#)



Значение эфирных масел для растений

1. защита от насекомых и животных,
2. закрытие ран в древесине и коре,
3. предохранение от излишней влаги,
4. предохранение от грибковых заболеваний,
5. привлечение насекомых-опылителей,
6. регулирование транспирации,
7. предохранение растения от перегрева или переохлаждения,
8. участие в аллелопатии

К содержанию...



Локализация эфирных масел в растении

Накапливаются эфирные масла в *терпеноидсодержащих структурах*, подразделяемых на:

- эндогенные - возникающие из внутренних элементов растения,
- экзогенные – эпидермальные железистые структуры.



[К содержанию...](#)



Эндогенные структуры

1. Эндогенный идиобласт - самое примитивное специализированное секреторное образование.

В отличие от паренхимной клетки он может функционировать только как секреторная клетка, продуцирующая секрет.

Строение идиобластов у большинства растений сходное. Клетка имеет большое ядро, стенки ее рано опробковывают и содержащийся в ее полости секрет изолируется целлюлозной или субериновой оболочкой.

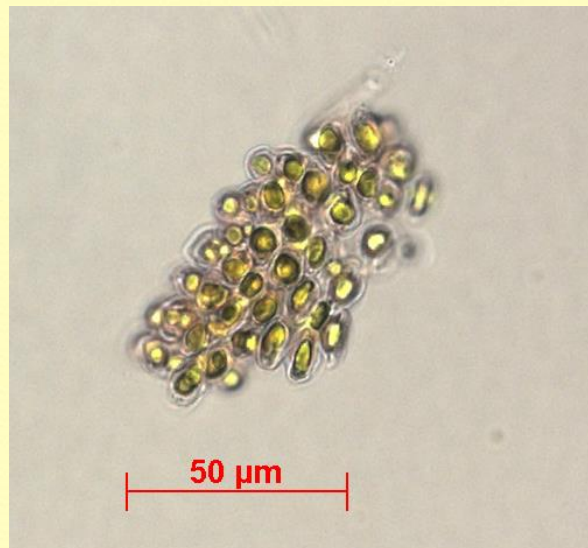


[К содержанию...](#)



Эндогенные структуры

2. Группа идиобластов - представляет собой компактную группу плотно прилегающих одна к другой секреторных клеток с ненарушенными или частично лизированными стенками.



[К содержанию...](#)



Эндогенные структуры

3. Схизогенные вместилища - это тесно примыкающие друг к другу клетки, богатые цитоплазмой и продуцирующие терпеноидный секрет, который затем поступает в полость вместилища.

Различают две формы, близкие между собой: каналы и полости.



[К содержанию...](#)



Эндогенные структуры

- *Схизогенные каналы (смоляные ходы)* - это разной длины ходы, чаще септированные и идущие вдоль оси органа.

Вначале возникает группа из 3-4 клеток, с мельчайшими каплями секрета в них; между клетками в это время образуется просвет. По мере роста растения каналы приобретают округлую или эллиптическую форму, полость их расширяется, эпителиальные клетки радиально делятся, вытягиваются в длину, несколько сплющиваются и интенсивно выделяют секрет внутрь полости канала.



[К содержанию...](#)



Эндогенные структуры

- *Схизогенная полость* - представляет собой короткий замкнутый мешок, нередко вздутый из-за обилия секрета.

Схизогенные полости могут быть септированными или не септированными.

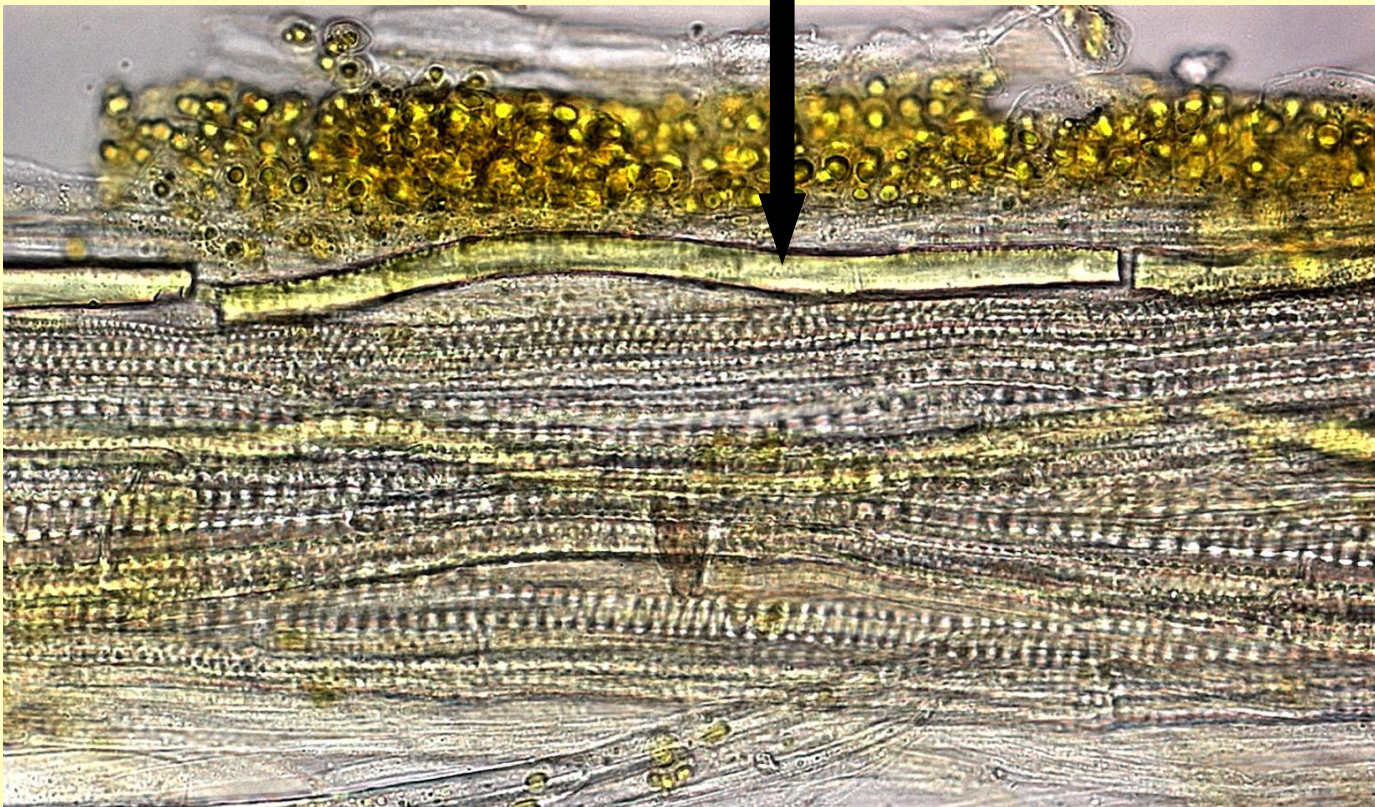


[К содержанию...](#)



Эндогенные структуры

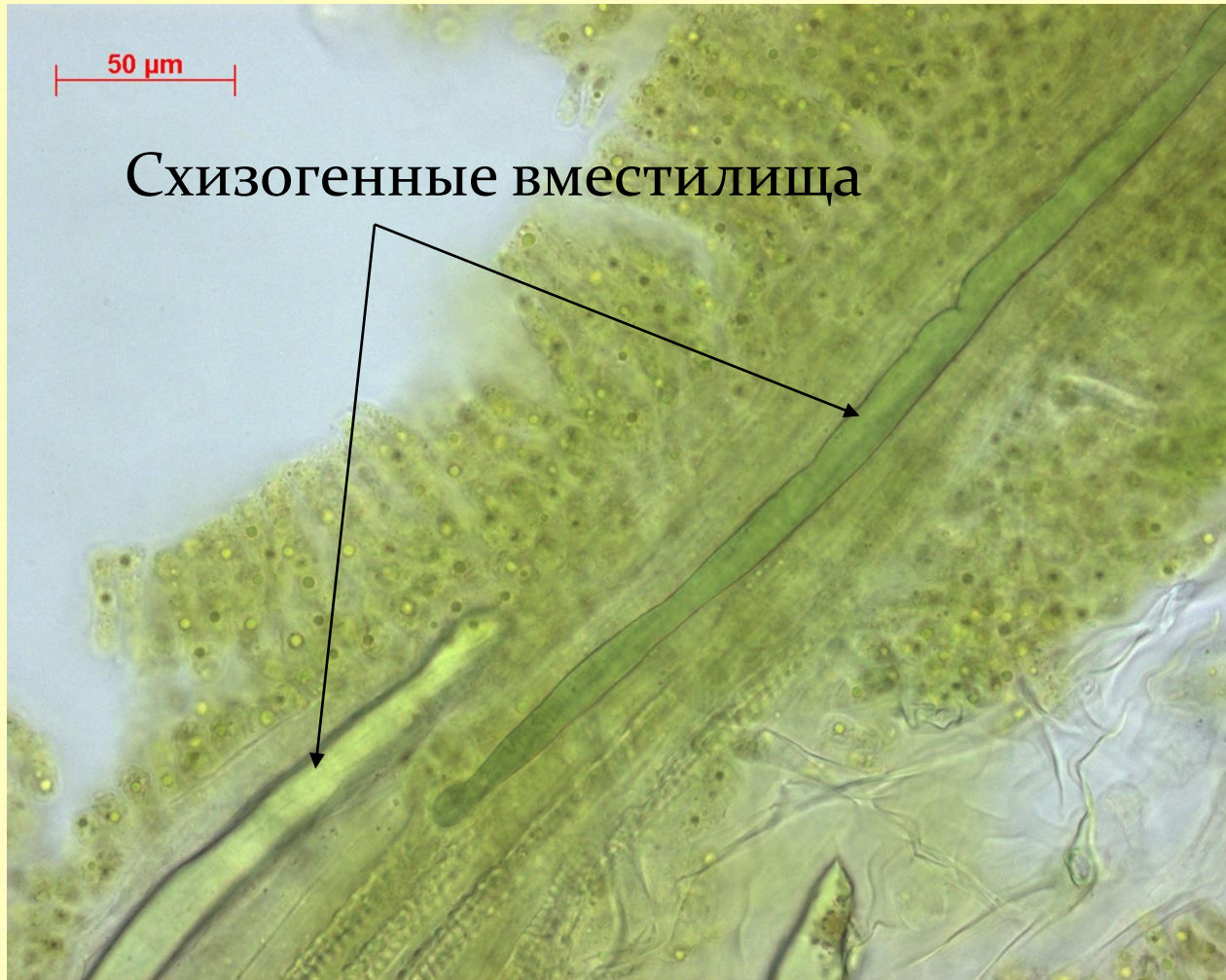
Схизогенные вместилища



[К содержанию...](#)



Эндогенные структуры



К содержанию...



Эндогенные структуры

- *Схизо-лизигенные вместилища* - секреторные структуры, у которых на самых ранних этапах развития растения наряду со схизогенезом происходит лизигенез.

Вначале становятся заметными группы из 3-6 клеток большого размера по сравнению с соседними паренхимными клетками, между которыми виден расширенный, схизогенно образованный межклетник. Через некоторое время начинается лизис внутренних клеток вместилища, которые за короткое время частично или полностью резорбируются. В результате полость вместилища резко увеличивается.



[К содержанию...](#)



Экзогенные структуры

1. Одиночный эпидермальный идиобласт – самая примитивная форма секреторных образований, представляет собой одиночную эпидермальную секреторную клетку.



[К содержанию...](#)



Экзогенные структуры

2. Железистая поверхность состоит из большой группы эпидермальных секреторных клеток. Они сильно вытянуты по отношению к поверхности органа и отличаются от соседних клеток размерами и тонкими стенками.



[К содержанию...](#)



Экзогенные структуры

3. Эфирно-масличные железки - железистые многоклеточные трихомы, состоящие из ножки (1-3 нежелезистые клетки) и головки (6-8 секретирующих клеток, расположенных по радиусу (сем. *Lamiaceae*) или в 2 ряда и в 3-4 яруса (сем. *Asteraceae*)).

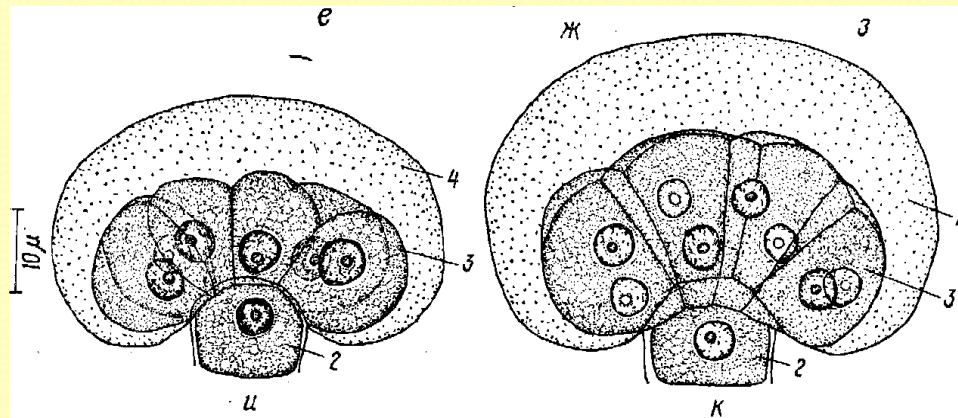


[К содержанию...](#)

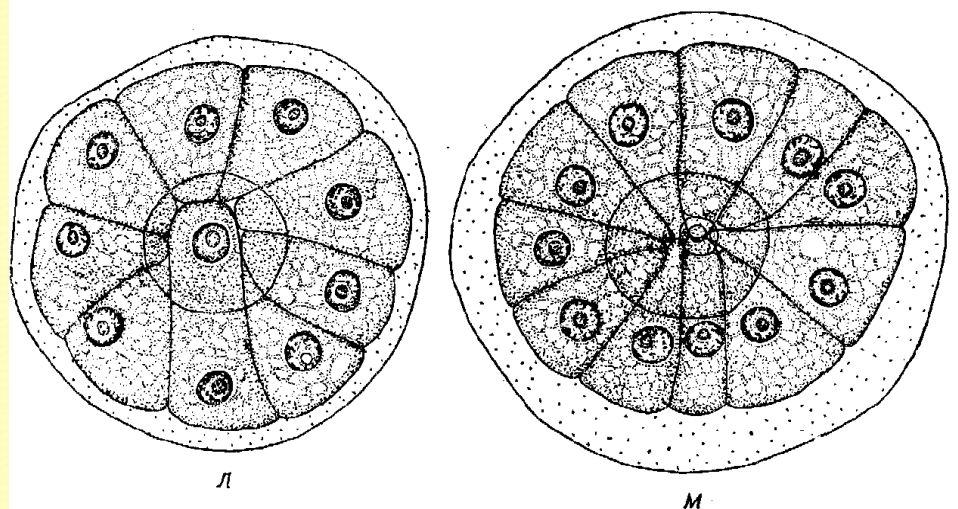


Экзогенные структуры растений семейства *Lamiaceae*

Вид сбоку



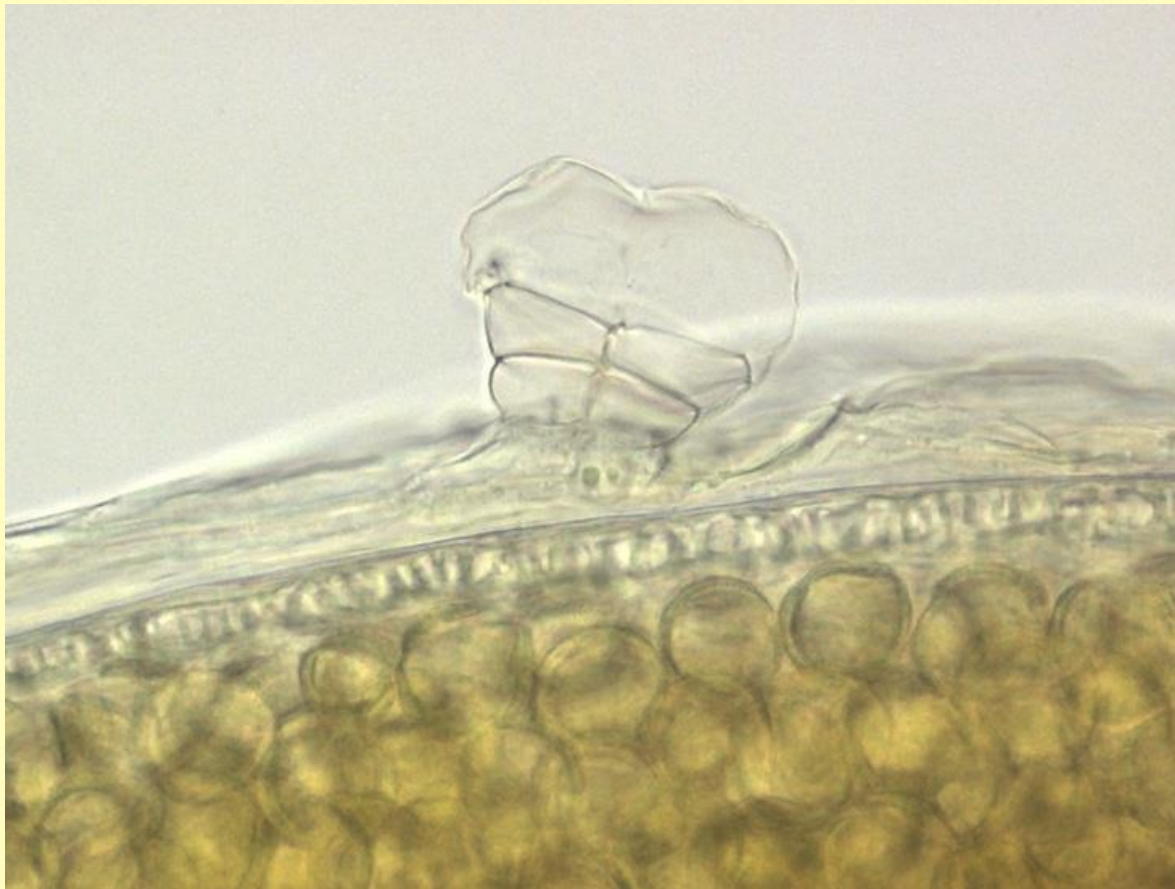
Вид сверху



[К содержанию...](#)



Экзогенные структуры растений семейства *Asteraceae*



[К содержанию...](#)



Экзогенные структуры растений семейства *Asteraceae*



[К содержанию...](#)



Локализация эфирных масел в растении

Часто в литературе, когда речь идет об экзогенных и эндогенных вместилищах, они однозначно подразумеваются как вместилища эфирного масла. Однако в большинстве случаев летучие вещества составляют только часть вторичных метаболитов, а другую составляют нелетучие соединения — кумарины, флавоноиды, полифенолы, алкалоиды, жирные масла и др. Не всегда ясно, где именно локализованы данные соединения, допускается, что часть из них может находиться в тех же вместилищах, что и эфирные масла.



[К содержанию...](#)



Локализация эфирных масел в растении

Так, в смоляных ходах деревьев семейства *Pinaceae* находится не эфирное масло, а живица — смолистое вещество, состоящее из смоляных веществ, монотерпенов, воды.

Таким образом, экзогенные и эндогенныеместилища могут содержать эфирное масло, но далеко не всегда эфирные масла являются единственным их содержимым.



[К содержанию...](#)



Биосинтез терпенов

- Синтезировать терпены способны все растения.
- Всегда синтезируется не один, а *несколько* видов терпеновых соединений одновременно.
- Состав и количество компонентов эфирного масла зависит от *генетических особенностей* организма.



[К содержанию...](#)



Биосинтез терпенов

В 1953 г. Лавослав Ружичка предложил гипотезу о путях синтеза терпенов - **изопреновые правила:**



[К содержанию...](#)



Биосинтез терпенов

- **Общее:** углеродный скелет молекулы терпена строится из двух и более производных изопрена,
- **Частное:** звенья изопрена присоединяются в определенной последовательности по типу «голова к хвосту». У высокомолекулярных терпенов (каротиноиды, стероиды, тритерпеноиды) наблюдается присоединение «хвост к хвосту».
- **Биогенетическое:** у каждого клеточного терпена есть свой простой ациклический предшественник.



[К содержанию...](#)



Биосинтез терпенов

Предшественники:

- монотерпенов - гераниол,
- сесквитерпенов — фарнезол,
- ди- и тетратерпенов — геранилгераниол,
- тритерпенов — сквален.



[К содержанию...](#)



Биосинтез терпенов

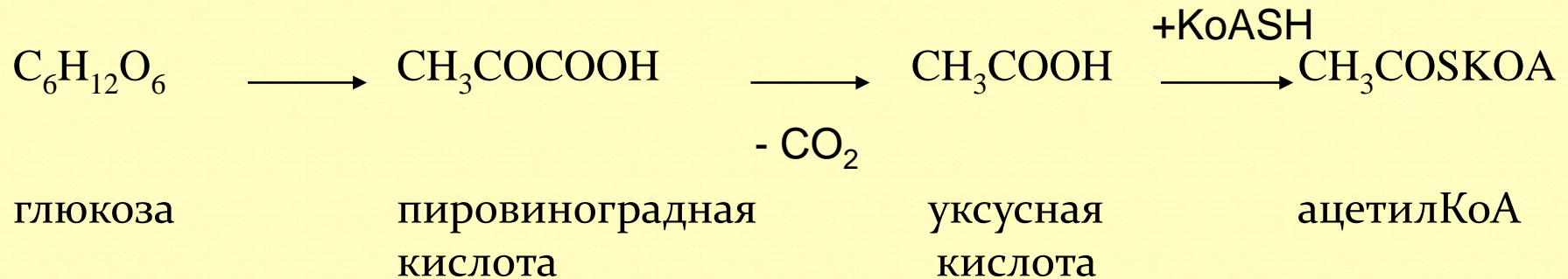
Биосинтез терпенов в растениях начинается с окисления глюкозы, образования пировиноградной кислоты (ПВК), а затем уксусной кислоты. Уксусная кислота под действием коэнзима А в присутствии АТФ превращается в ацетилКоА.



[К содержанию...](#)



Схема биосинтеза терпенов



[К содержанию...](#)



Биосинтез терпенов

Все последующие стадии биосинтеза идут при участии специальных ферментов в присутствии АТФ.

Из 3-х молекул уксусной кислоты, которые вступают в биосинтез в активной форме, образуется ряд промежуточных продуктов: мевалоновая кислота, изопентилпирофосфат (ИППФ).



[К содержанию...](#)



Биосинтез терпенов

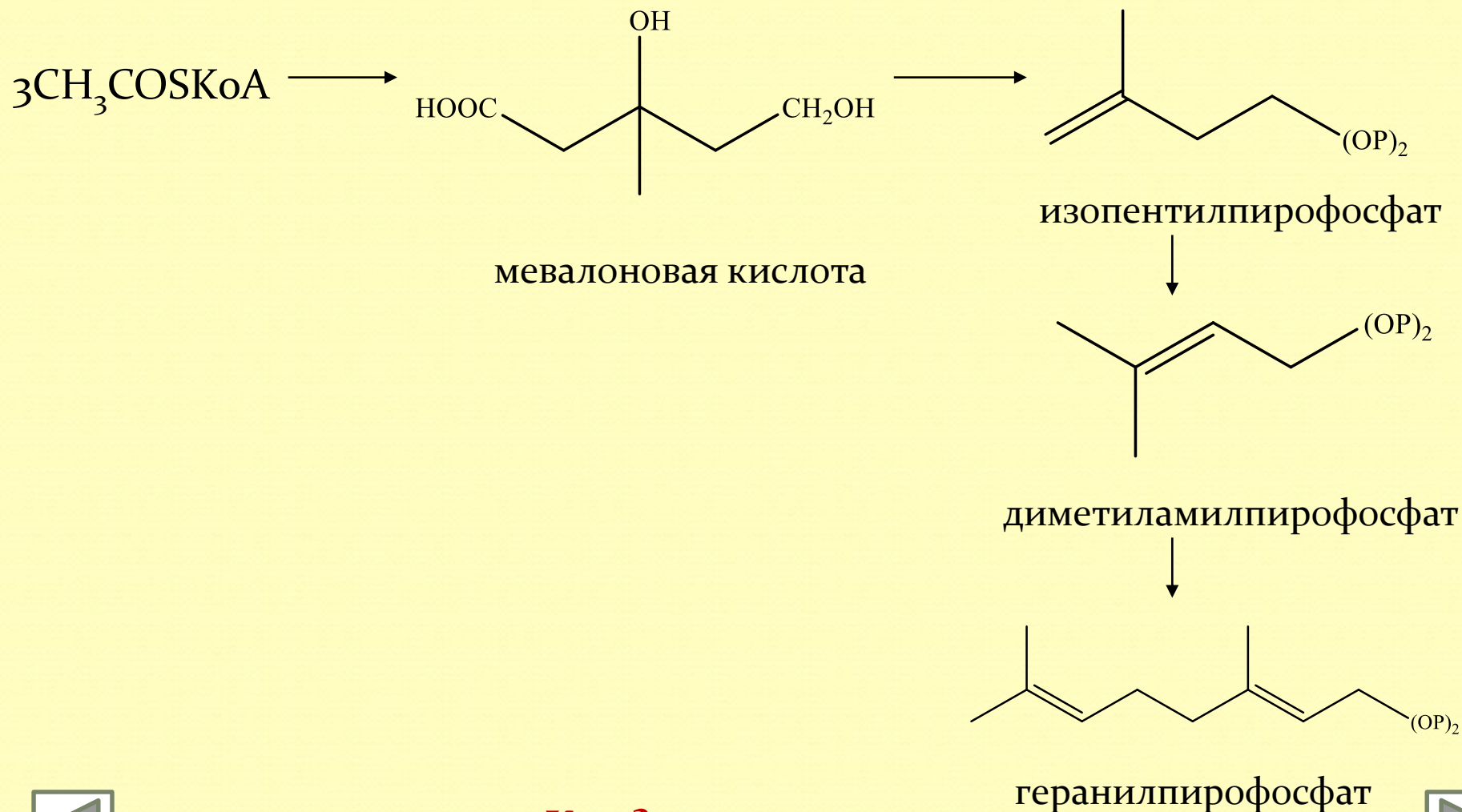
Затем происходит изомеризация с образованием диметиламилпирофосфата (ДМАПФ - C_5H_8). Два активных соединения C_5H_8 димеризуются по типу «голова к хвосту» с образованием геранилпирофосфата (ГПФ - $C_{10}H_{16}$), из которого после отщепления фосфорного остатка образуется гераниол и другие *монотерпены*.



[К содержанию...](#)



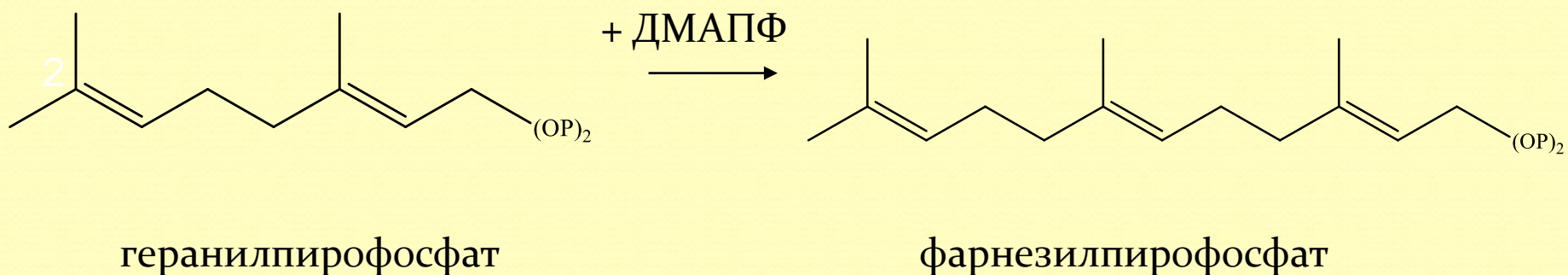
Схема биосинтеза терпенов



[К содержанию...](#)



Схема биосинтеза терпенов

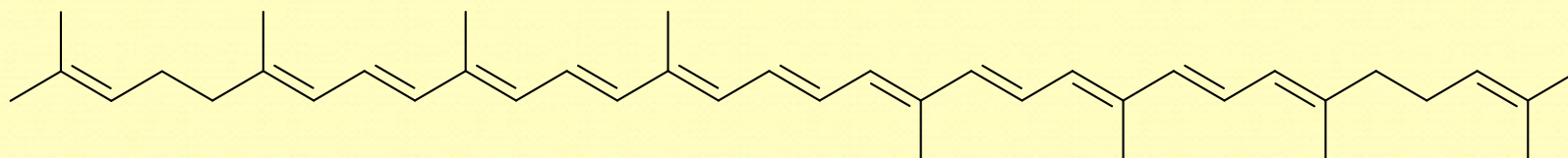


[К содержанию...](#)



Биосинтез терпенов

Биосинтез *дитерпенов* может осуществляться как путем димеризации двух молекул геранилпирофосфата ($C_{10}H_{16} + C_{10}H_{16}$) по принципу «голова к голове», так и соединением фарнезилпирофосфата и ДМАПФ ($C_{10}H_{16} + C_5H_8$), что через ряд промежуточных соединений приводит к образованию ликопина и других каротиноидов.



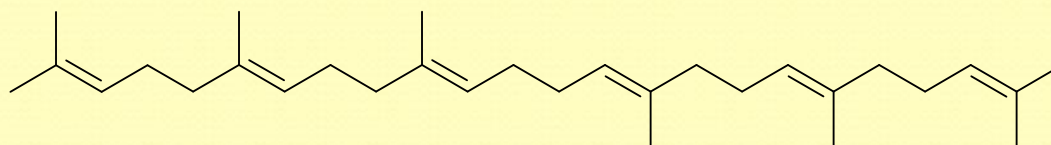
ЛИКОПИН

[К содержанию...](#)



Биосинтез терпенов

Ключевым биогенетическим веществом для образования более сложных *терпеноидов* является сквален ($C_{30}H_{48}$), который образуется путем димеризации двух молекул фарнезилпирофосфата по принципу «голова к голове». Сквален – исходное соединение, из которого образуются стероиды (стероидные сапонины, сердечные гликозиды, стероидные алкалоиды).



сквален

[К содержанию...](#)



Особенности заготовки сырья, содержащего эфирное масло

- Заготовку проводят утром, т.к. при повышенной температуре эфирное масло улетучивается.
- Цветки сложноцветных собирают при распускании краевых цветков - тогда в процессе сушки все цветки в корзинке раскрываются. Для цветков ромашки этот период определен так - "до горизонтального расположения язычковых цветков".



[К содержанию...](#)



Особенности заготовки сырья, содержащего эфирное масло

- Легко осыпающиеся плоды зонтичных (например, плоды тмина) собирают по росе, т.е. рано утром, чтобы избежать потери сырья.
- Плоды зонтичных собирают, когда побуреют центральные зонтики, т.е. при созревании 50 - 60% плодов, чтобы не допустить их осыпи.



[К содержанию...](#)



Особенности сушки сырья, содержащего эфирное масло

Сырье, содержащее эфирное масло сушат воздушно-теневым или искусственным способом, при температуре не выше 40°C.

Сушка должна быть затянута во времени, т.к. в это время продолжается биосинтез и накопление эфирного масла.

Сырье раскладывается толстым слоем для предотвращения испарения ЭМ.



[К содержанию...](#)



Особенности сушки сырья, содержащего эфирное масло

Диапазон температур:

- При локализации эфирного масла в **экзогенных** эфирно-масличных образованиях температура сушки должна быть **не более 30-35°C**;
- При локализации эфирного масла в **эндогенных** терпеноидсодержащих образованиях температура сушки должна быть **35-40°C**.



[К содержанию...](#)



Глоссарий

1. **Аллелопатия** – взаимодействие растений посредством выделения биологически активных веществ во внешнюю среду.

Таким образом, растения внедряются в фитоценозы, подавляя другие виды. Химические вещества, участвующие во взаимодействиях растений, называются **аллелопатическими веществами**, они являются вторичными низкомолекулярными продуктами. Большинство из них – это летучие терпены или фенольные соединения. Среди терпенов аллелопатическими свойствами обладают пинены, камфора, 1,8-цинеол, туйон, камфен; к растениям, активно продуцирующим аллелопатические вещества, относятся *Eucalyptus globulus*, *Artemisia absinthium*.

[К содержанию...](#)



Проверочный тест

Для контроля усвоения полученных знаний Вам предлагается ответить на задания проверочного теста:



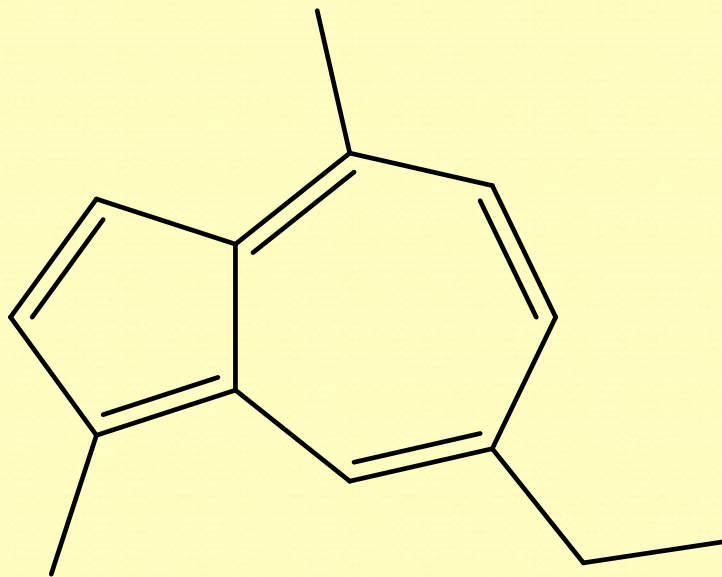
[К содержанию...](#)



Проверочный тест

1. На рисунке изображена формула соединения:

1. цитронеллол
2. тимол
3. фарнезол
4. хамазулен
5. ледол



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

1. Правильный ответ: 4 – хамазулен



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

2. $C_{15}H_{24}$ – это общая формула группы терпенов:

1. гемитерпены
2. монотерпены
3. сесквитерпены
4. дитерпены
5. тритерпены



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

2. Правильный ответ: 3 - сесквитерпены



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

3. Каротиноиды относятся к группе терпенов:

1. гемитерпены
2. монотерпены
3. сесквитерпены
4. дитерпены
5. тритерпены
6. тетратерпены



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

3. Правильный ответ: 6 - тетратерпены



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

4. В состав эфирных масел входят группы терпенов:

1. гемитерпены
2. монотерпены
3. сесквитерпены
4. дитерпены
5. тритерпены
6. тетратерпены



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

4. Правильный ответ:

2 – монотерпены

3 – сесквитерпены



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

5. К ациклическим монотерпеноидам относится:

1. линалоол
2. ментол
3. тимол
4. ледол
5. фарнезол



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

5. Правильный ответ: 1 - линалоол



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

6. К моноциклическим монотерпеноидам относится:

1. линалоол
2. цинеол
3. тимол
4. хамазулен
5. фарнезол
6. камфора



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

6. Правильный ответ: 2 - цинеол



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

7. Ледол относится к группе терпеноидов:

1. моноциклические монотерпены
2. бициклические монотерпены
3. моноциклические сесквитерпены
4. бициклические сесквитерпены
5. трициклические сесквитерпены



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

7. Правильный ответ: 5 – трициклические сесквитерпены



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

8. Эндогенные терпеноидсодержащие структуры, возникающие за счет выделения эфирного масла в межклеточное пространство и раздвижения клеток, называются:
1. группа идиобластов
 2. схизогенные вместилища
 3. лизигенные вместилища
 4. железистая поверхность
 5. эфиромасличные железки



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

8. Правильный ответ: 2 – шизогенные вместилища



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

9. Железистая поверхность относится к типу терпеноидных структур:
1. эндогенные
 2. экзогенные



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

9. Правильный ответ: 2 - экзогенные



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

10. Эфирномасличные железки, состоящие из 6-8 выделительных клеток, расположенных по кругу в 1 ярус, характерны для семейства:

1. *Lamiaceae*

2. *Asteraceae*

[К содержанию...](#)



Проверочный тест

10. Правильный ответ: 1 - *Lamiaceae*



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

11. Промежуточным продуктом биосинтеза терпенов является:

1. шикимовая кислота
2. мевалоновая кислота
3. пара-оксибензойная кислота
4. оксикоричная кислота



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

11. Правильный ответ: 2 – мевалоновая кислота



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

12. Биогенетическим предшественником стероидных соединений является:

1. гераниол
2. фарнезол
3. линалоол
4. сквален
5. ледол



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

12. Правильный ответ: 4 - сквален



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

13. Смоляные кислоты относятся к группе терпенов:

1. гемитерпены
2. монотерпены
3. сесквитерпены
4. дитерпены
5. тритерпены
6. тетратерпены



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

13. Правильный ответ: 4 – дитерпены



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

14. Летучие, подвижные, бесцветные или окрашенные жидкости, представляющие собой сложные смеси органических веществ, главным образом терпеновой природы, с характерным запахом, называются:

1. терпеноиды
2. эфирные масла
3. жирные масла
4. терпены
5. летучие масла



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

14. Правильный ответ: 2 – эфирные масла



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

15. 5-углеродное соединение с разветвленной цепью и двумя сопряженными двойными связями, являющееся составной частью терпенов называется:

1. гераниол
2. пентен
3. пентин
4. изопрен
5. терпен



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

15. Правильный ответ: 4 – изопрен



[К содержанию...](#)



Проверочный тест

- Если вы правильно ответили на **11 вопросов и более**, то считайте, что **материал усвоен!**
Примите наши поздравления!
- Если вы правильно ответили на меньшее число вопросов, **прочитайте текст пособия еще раз** и вновь попробуйте свои силы! Удачи!



[К содержанию...](#)



Рекомендуемая литература

- У вас возникли **вопросы**? Вы хотите **узнать больше**? Ответы на вопросы можно **узнать здесь**.
- **Муравьева, Д.А.** Фармакогнозия : учебник для студентов фармацевтических вузов/ Д. А. Муравьева, И. А. Самылина, Г. П. Яковлев. -4-е изд., перераб. и доп.. -М.: Медицина, 2007. -656 с.



[К содержанию...](#)



Рекомендуемая литература

- **Ткачёв, А.В.** Исследование летучих веществ растений / А.В.Ткачёв. – Новосибирск: Издательско-полиграфическое предприятие «Офсет», 2008. – 969 с.
- **Куркин, В.А.** Фармакогнозия : учебник для студентов фармацевтических вузов / В.А. Куркин. - 2-е изд., перераб и доп. - Самара : ООО "Офорт"; ГБОУВПО "СамГМУ Росздрава", 2007. - 1239 с.



Рекомендуемая литература

- **Фундаментальная электронная библиотека «Флора и фауна».** – Режим доступа:
<http://ashipunov.info/shipunov/school/sch-ru.htm>



[К содержанию...](#)



Авторы:



Макарова Дарья Леонидовна – доцент кафедры фармакогнозии и ботаники НГМУ, кандидат фармацевтических наук.



Величко Виктория Владимировна – доцент кафедры фармакогнозии и ботаники НГМУ, кандидат фармацевтических наук.



Круглов Дмитрий Семенович – старший преподаватель кафедры фармакогнозии и ботаники НГМУ, кандидат технических наук.



Ханина Миниса Абдуллаевна – заведующая кафедрой фармакогнозии и ботаники НГМУ, доктор фармацевтических наук, профессор.

К содержанию...



Контактная информация:

Кафедра фармакогнозии и ботаники
фармацевтического факультета НГМУ

Тел.: 225-07-13

E-mail: *mak_dl@mail.ru*



В начало...

К содержанию...