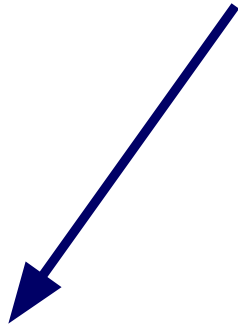


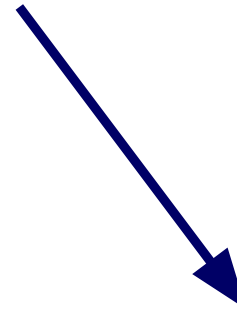
Отдел Лишайники
Lichenophyta
Лихенизированные
грибы

1. Лишайники — это симбиотрофные организмы, состоящие из **микобионтов** (грибы) и **фотобионтов**: популяций водорослей (включая цианобактерии), расположенных между грибными гифами.
15—20 тыс. видов лишайников

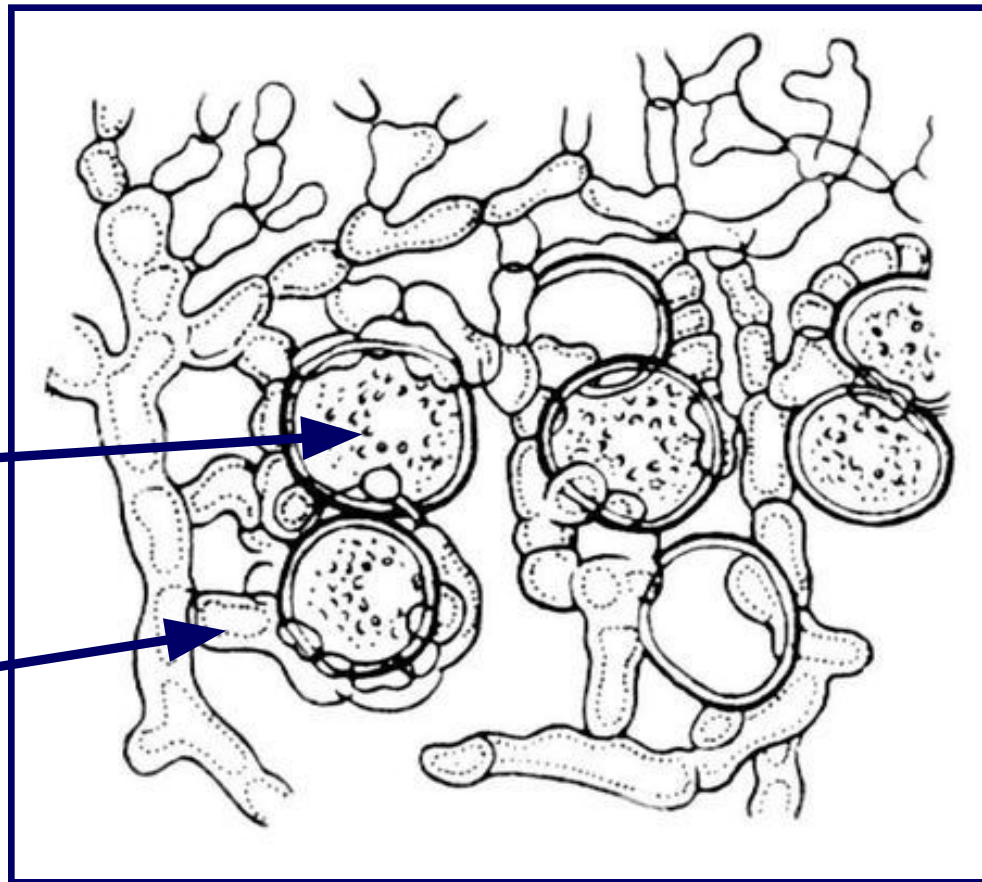
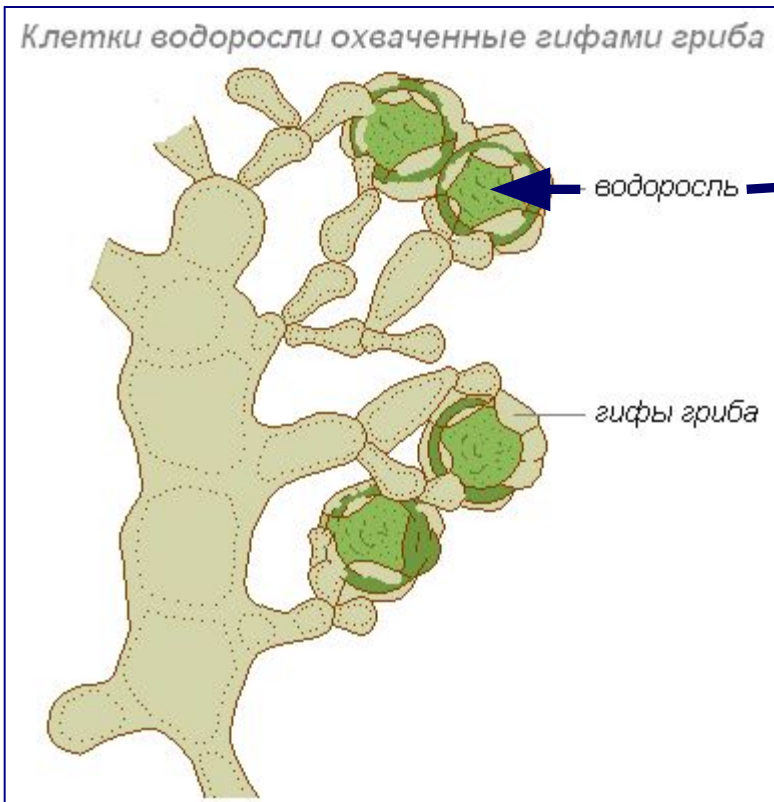
Компоненты лишайников



Гриб
(микобионт)



Водоросль
(фикобионт, или
фотобионт)



Двойственная природа лишайников. Клетки водоросли (шарообразные), охваченные гифами гриба

2. Вегетативное тело лишайников — слоевище,
различной окраски.

Окраска обусловлена наличием различных пигментов.

3. **Двойственная природа лишайников** (симбиоз фотобионта и микобионта) открыта учеными:

- впервые в 1866 г. немецким врач и миколог Антон де Бари на 1-м виде.

- В 1867 г. 60-х гг. XIX в. немецкий ботаник **С. Швенденер**. Доказательством такой природы служат:

- 1) морфолого-анатомическое строение лишайников;
- 2) отсутствие генетических связей между фотобионтом и микобионтом;
- 3) возможность изолирования в чистую культуру микобионта и фотобионта;
- 4) возможность ресинтеза лишайника из спор микобионта и соответствующей культуры фотобионта на синтетических средах.

Первым на симбиотическую природу в 1866 году на примере одного из видов указал врач и миколог Антон де Бари. В 1867 году ботаник Симон Швенденер распространил эти представления на все виды. В том же году русские ботаники Андрей Сергеевич Фаминцын и Осип Васильевич Баранецкий

4. КОМПОНЕНТЫ ЛИШАЙНИКОВ

1. МИКОБИОНТ: Около **98%** относится к **аскомицетам** (из известных аскомицетных грибов лишенизировано 46% и только **2%** — к **базидиомицетам**).

2. ФИКОБИОНТ:

- 85% лишенизированных аскомицетов образуют ассоциацию с одноклеточными или нитчатými зелеными водорослями,

- 10% — с синезелеными водорослями (цианобактериями),

- 3—4% объединяются и с зелеными водорослями, и с цианобактериями (в цефалодиях)..

Из цианобактерий в лишайниках встречаются *Dichotrix*, *Chlorococcus*, *Hyella*, *Calothrix*, *Scytonema*, *Stigonema*, но наиболее часто:

-*Nostoc* и *Gloeocapsa*,

-из зеленых водорослей — *Myrmecia*, *Coccomyxa*, *Chlorococcum*, *Gloeocystis*, *Trentepohlia*, *Stichococcus*, *Asterochloris*. У 50% лишайнизированных аскомицетов встречаются представители рода ***Trebouxia***, которых известно около 20 видов.

- Изредка в лишайниках встречаются желтозеленые (*Heterococcus*) и бурые (*Petroderma*) водоросли

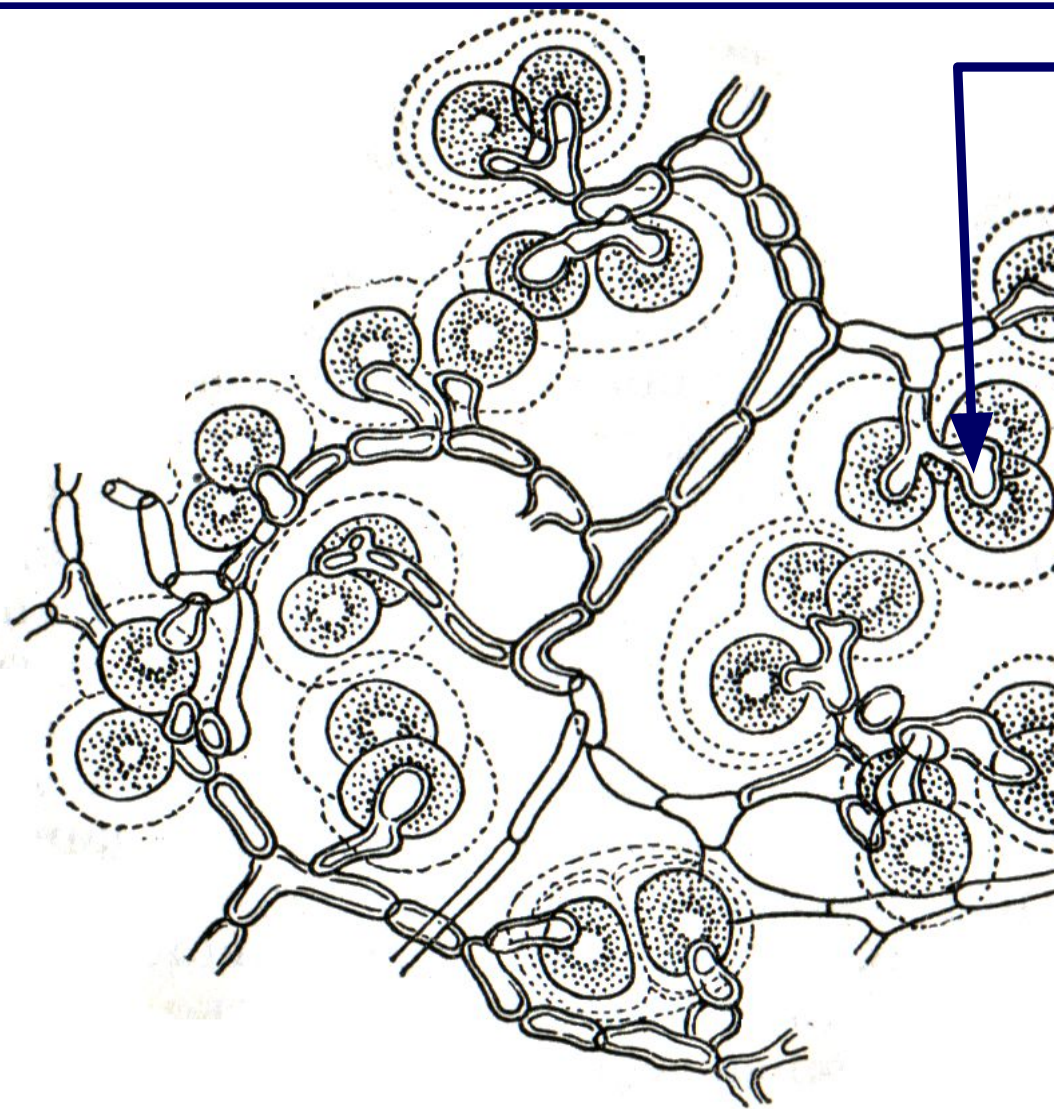


Зеленая водоросль Treboixia



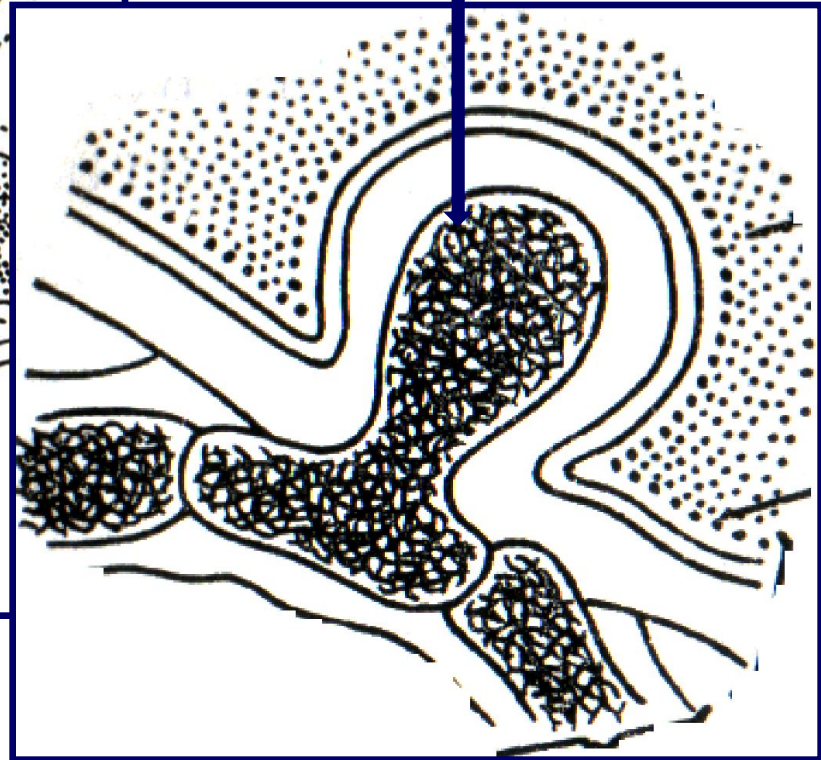
Синезеленая водоросль - Nostoc

5. ВСАСЫВАЮЩИЕ ОРГАНЫ



Гаустории

Импрессорий



6. Морфологическое строение лишайников

Типы слоевищ

```
graph TD; A[Типы слоевищ] --> B[Лепрозное]; A --> C[Накипное]; A --> D[Листоватое]; A --> E[Кустистое];
```

Лепрозное

Накипное

Листоватое

Кустистое

1. Внешне лепрозное слоевище выглядит как белый, палевый или сернисто-желтый **налет пудры** на скалах или коре деревьев. В лепрозном слоевище гифы микобионта хаотически переплетены и оплетают группы одноклеточных зеленых водорослей.

Порядок Lecanorales.

В лепрозном слоевище гифы микобионта хаотически переплетены и оплетают группы одноклеточных зеленых водорослей.

Примитивный тип слоевища.

2. Накипное слоевище встречается во всех порядках, развивается на поверхности или внутри субстрата, и тогда его можно заметить только по плодовым телам, выступающим наружу. Исключение - виды из подпорядка *Peltigerineae*.

На поверхности субстрата слоевище выглядит как тонкая или толстая, гладкая или бородавчатая корочка. Корочка бывает сплошной или поделенной трещинками на маленькие площадочки — **ареолы** (только на каменистом субстрате).



Ксантория изящная (*Xanthoria elegans*)

Лишайники этого рода имеют оранжевую окраску и растут на различных субстратах, но чаще на камнях и скалах.

3. Слоевище *листоватых* *лишайников*
обычно распростерто по субстрату и имеет вид чешуек, розеток или довольно крупных, обычно разрезанных на лопасти пластинок.





**Пельтигера
- Peltigera**



Peltigera



Эпифиты (сем. Parmeliaceae) сильно разрастаются и достигают в поперечнике до полуметра. Их возраст чуть меньше возраста дерева, на котором они растут

4. Слоевище *кустистых лишайников* имеет форму ветвящихся лент или разветвленных стволиков, срастающихся с субстратом только своим основанием. У кустистых лишайников слоевище растет вертикально вверх или вбок от субстрата или свисает вниз в виде более или менее длинных прядей.



Кладина - Cladina

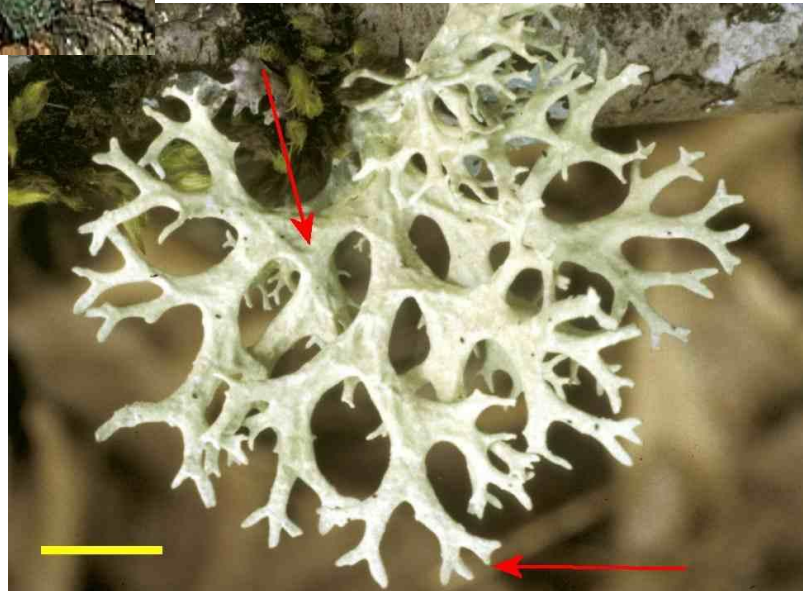
Cladonia rangiferina





Виды рода Cladonia





Evernia prunastri

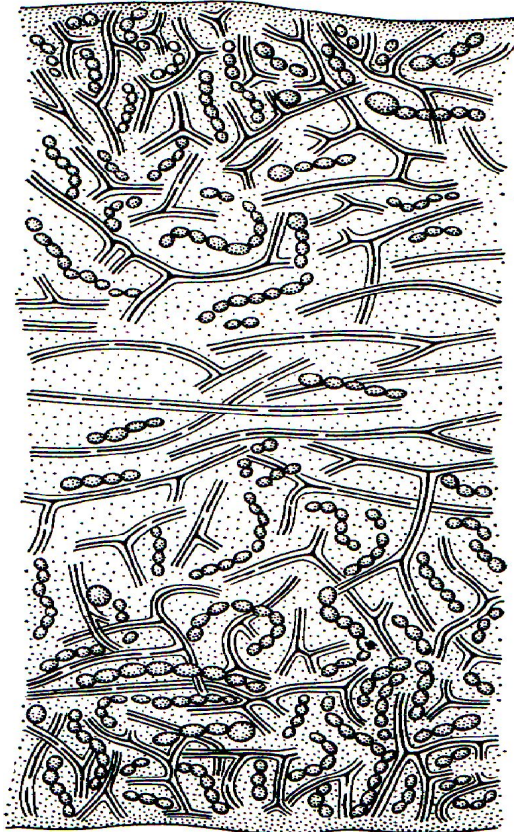


Уснея - Usnea

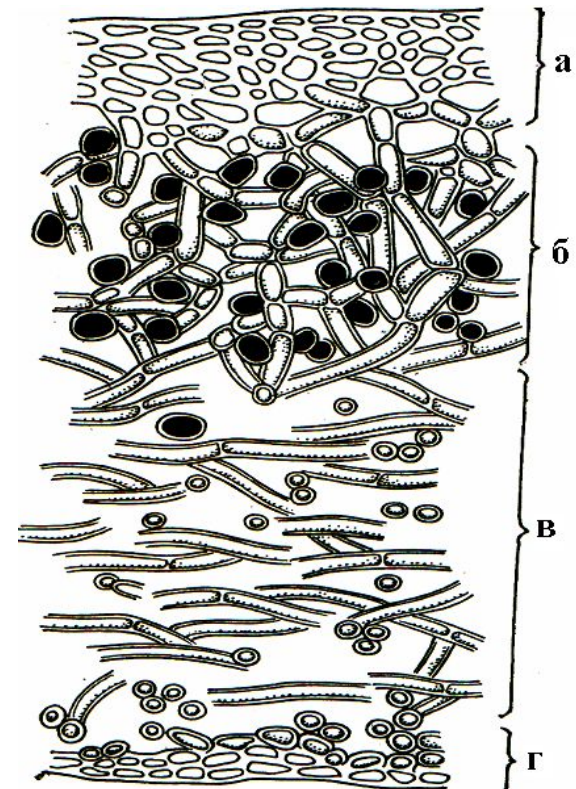
7. АНАТОМИЧЕСКОЕ строение лишайников

2 типа

ГОМЕОМЕРНОЕ
(однородное,
не разделено на слои)



ГЕТЕРОМЕРНОЕ
(слоистое, состоит из
нескольких слоев)



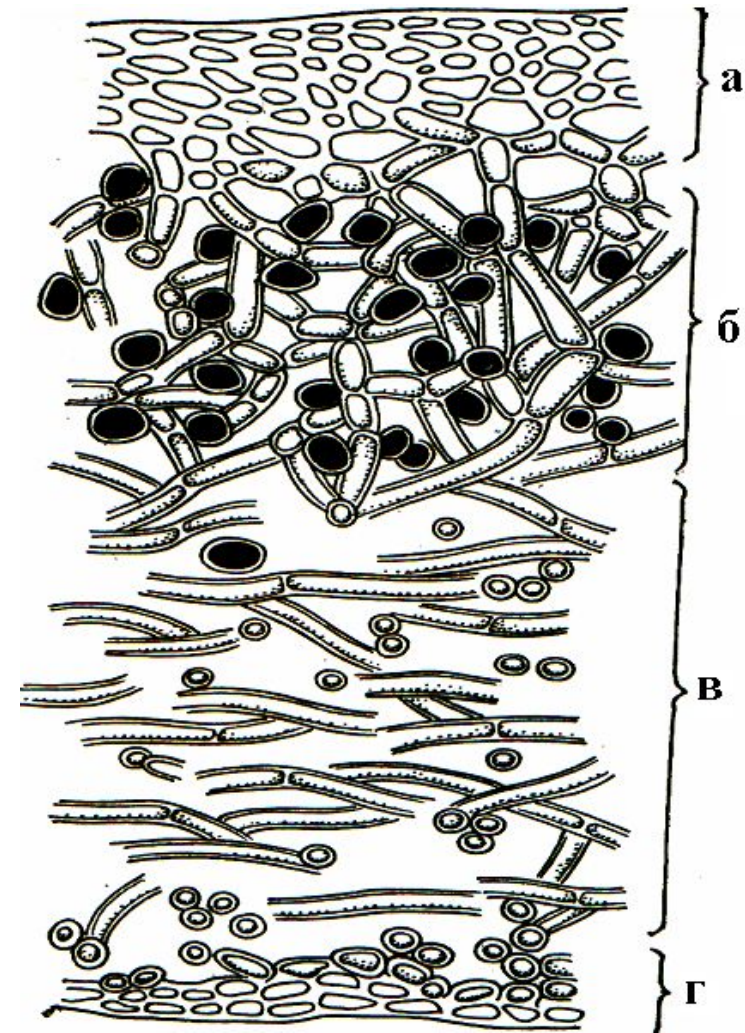
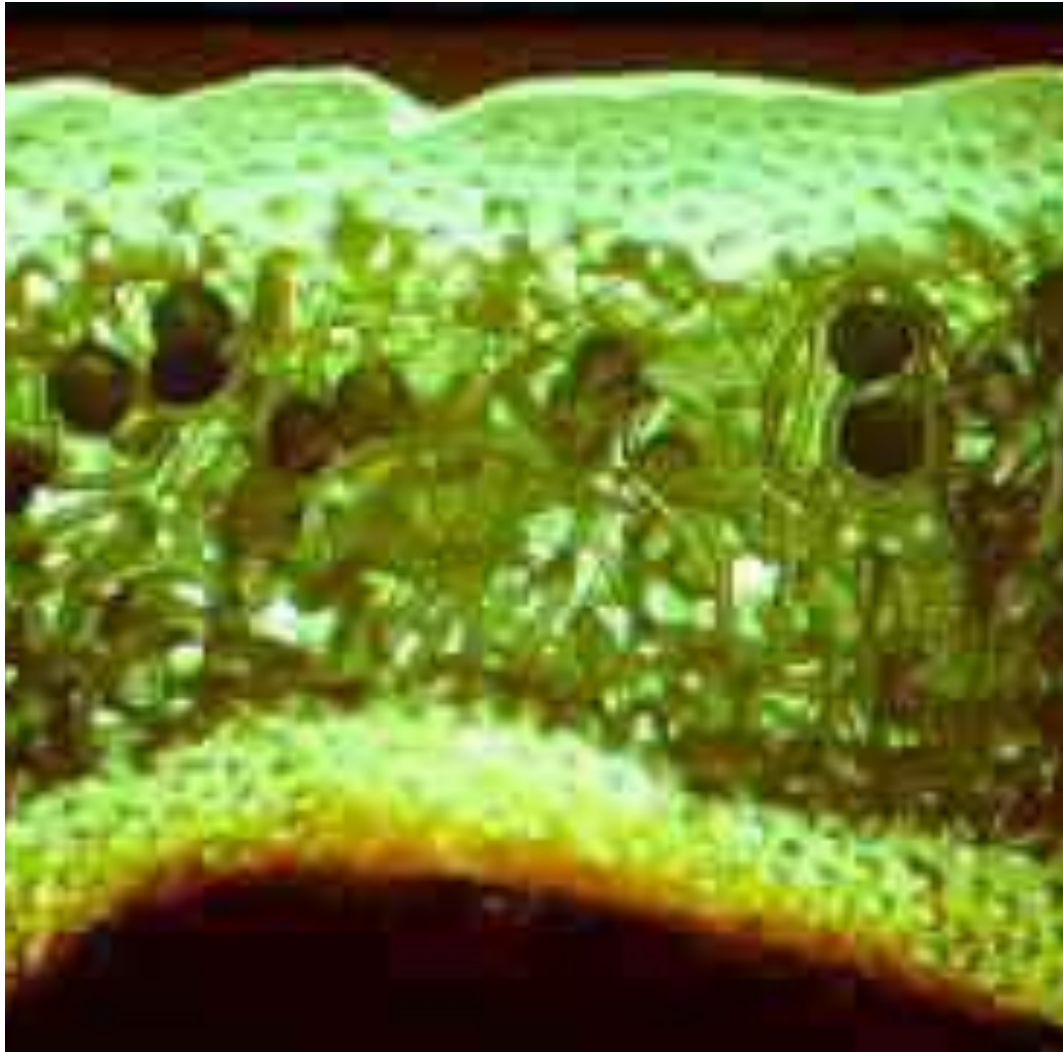
ТИПЫ СЛОЕВИЩА:

1. Гомеомерное слоевище - однородное, не разделенное на слои - **отсутствует** обособленная зона фотобионта и воздушная полость внутри слоевища.

2. Гетеромерное (слоистое) - с развитым коровым слоем, обособленной зоной фотобионта и сердцевинной, которая контактирует с субстратом.

Большинство листоватых и кустистых лишайников имеют *гетеромерное*, т.е. состоящее из нескольких слоев, *слоевище*.

ГЕТЕРОМЕРНЫЙ таллом



Листоватый лишайник

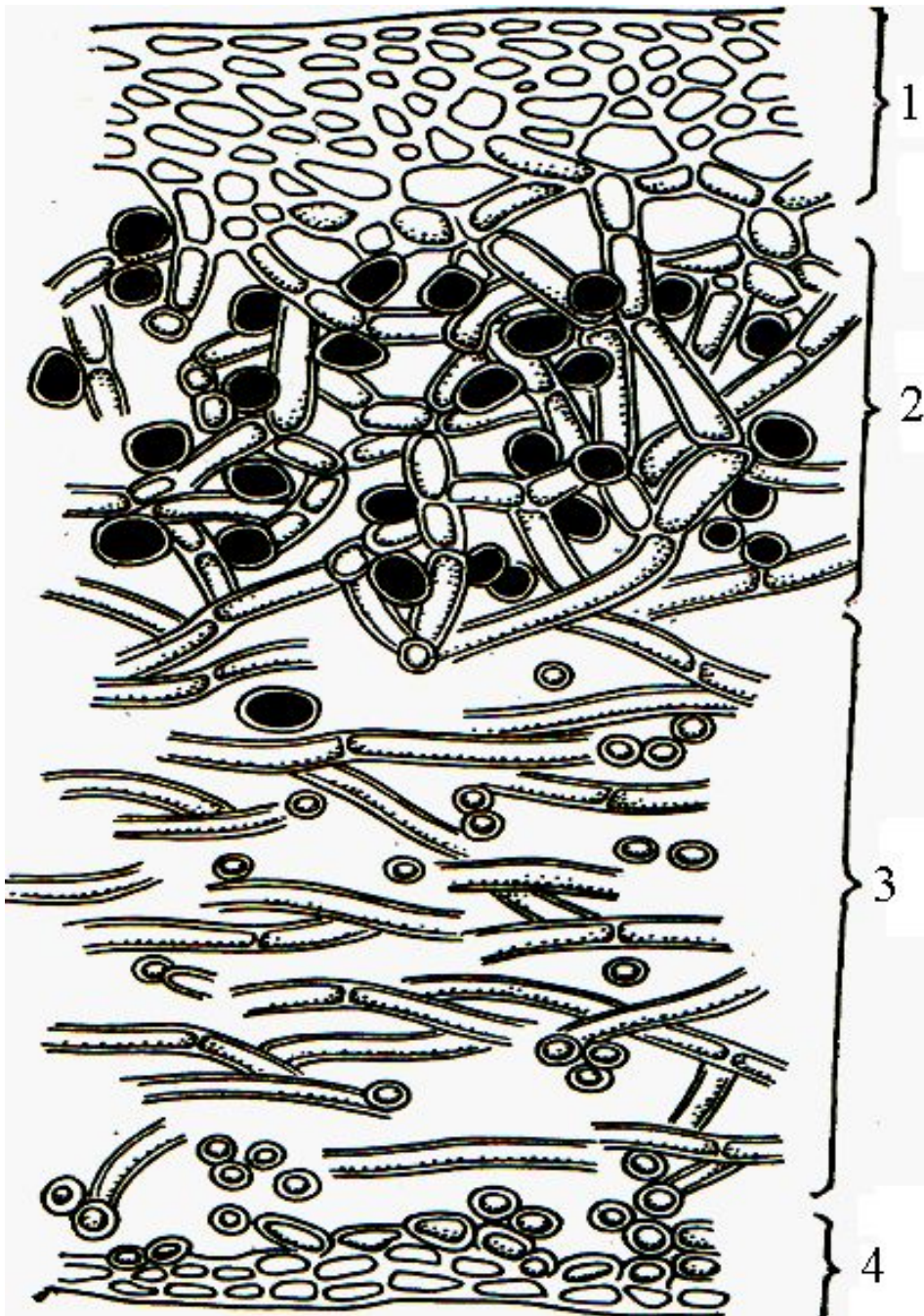
Анатомическое
строение
гетеромерного
слоевища:

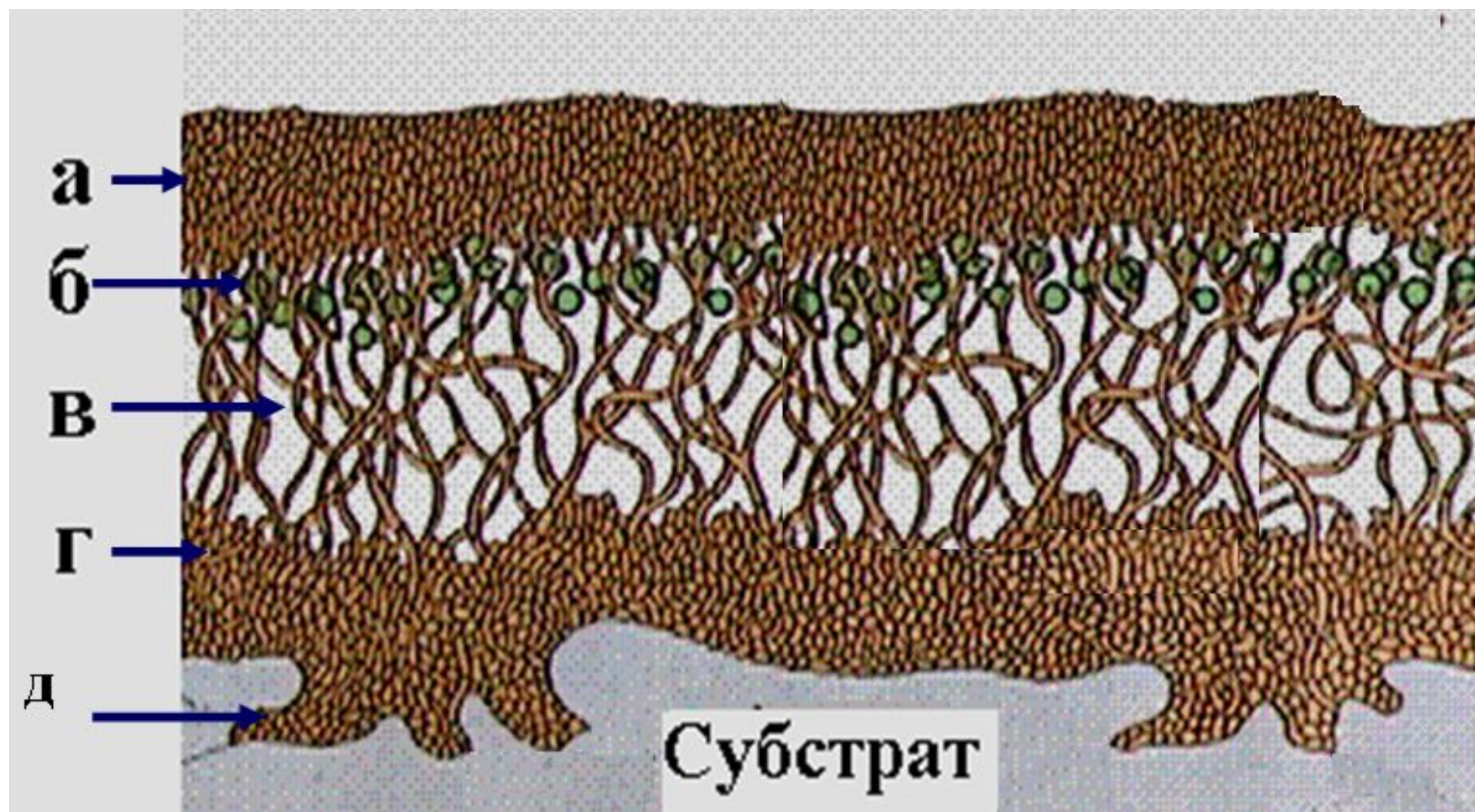
1-верхний коровой
слой,

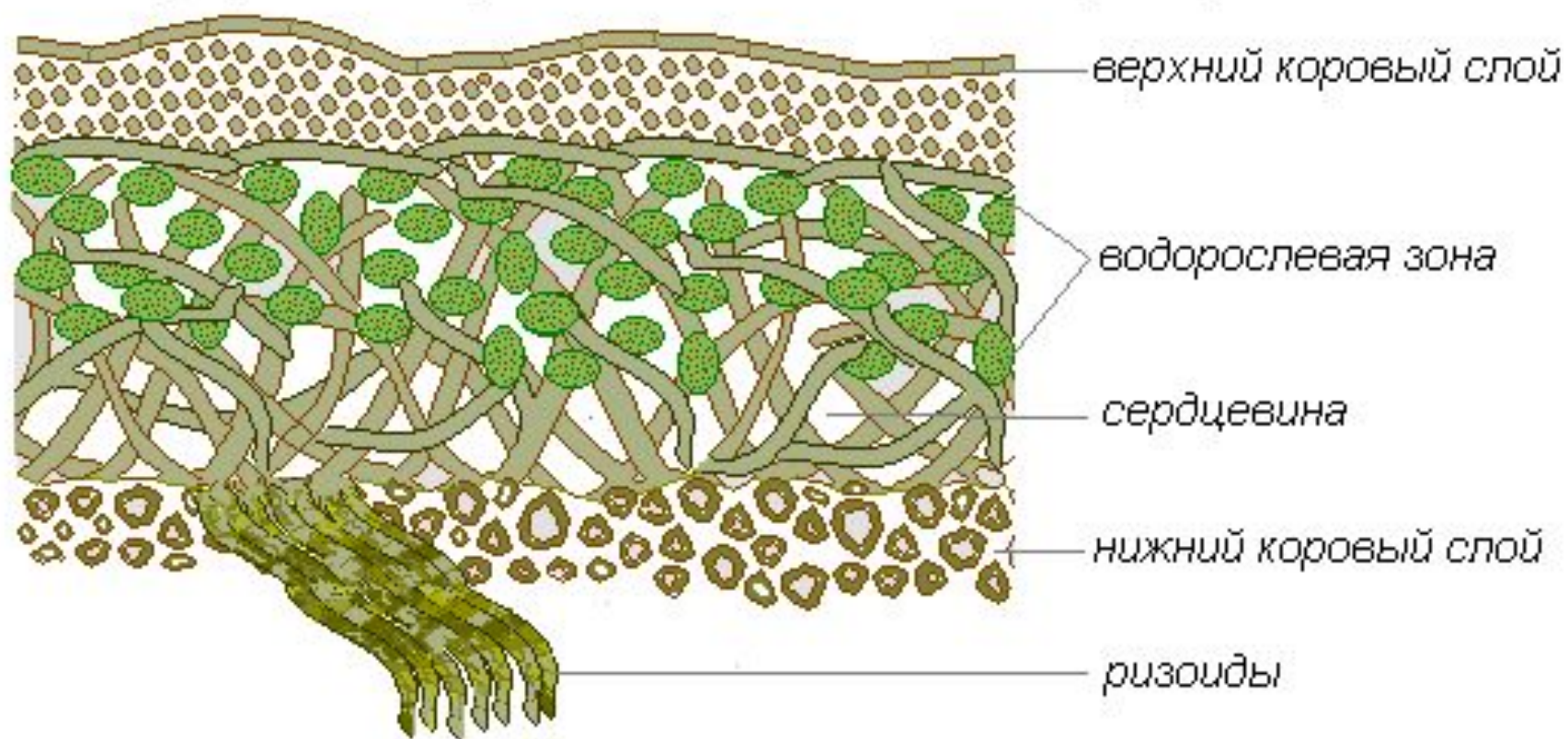
2 – зона водорослей,

3 – сердцевина,

4 – нижний коровой
слой.



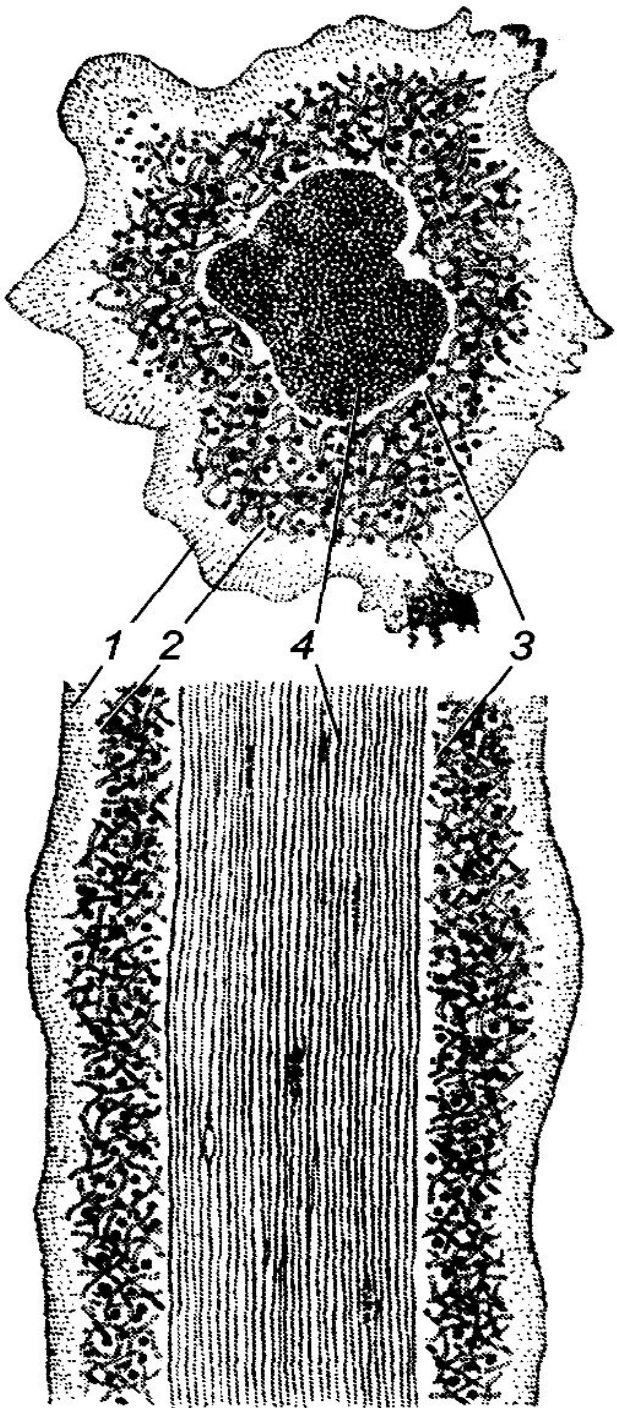




Кустистый лишайник

Анатомическое
строение
гетеромерного
слоевища кустистого
лишайника:

1- коровой слой,
2 – зона водорослей,
3 – периферическая
часть сердцевины,
4 – осевой тяж
(центральная часть
сердцевины)



1. Коровый слой (псевдопаренхима) образован плотно прилегающими друг к другу гифами микобионта.

В коровом слое имеются аэрационные поры: цифеллы или псевдоцифеллы.

-Цифеллы образуются в результате расхождения гиф корового слоя,

- псевдоцифеллы — при разрыве гиф.

Коровый слой играет ключевую роль в водо- и газообменах и световой абсорбции.

Коровый слой придает лишайникам также эластичность и механическую прочность, что препятствует разрыву слоевища.

2. Зона фотобионта (зона водорослей, или альгальная зона), расположена ближе к верхней поверхности, над сердцевинным слоем в оптимальных условиях освещенности и в оптимальном положении для осуществления газового обмена.

3. Сердцевинный слой (плектенхима)

образован слабо переплетенными гифами микобионта. Пространство между гифами заполнено воздухом. У многих лишайников в сердцевинном слое откладывается большое количество кристаллов вторичных метаболитов («лишайниковых кислот»).

- У всех лишайников есть **первичный фотобионт** — **зеленая водоросль**, фиксирующая углерод (фотосинтез).

- некоторые лишайники имеют еще **вторичный фотобионт** — **цианобактерию (синезеленую водоросль)**, которая фиксирует азот.

Вторичный фотобионт располагается в специальных вместилищах, которые называются **цефалодиями**.

У большинства видов лишайников цефалодии внешние — это галлоподобные образования (вздутия) на верхней поверхности слоевища.

Обычно в цефалодиях встречается только один вид цианобактерии. Например, у *Peltigera aphthosa* в цефалодиях развивается только *Nostoc punctiformis*.

Peltigera

Цефаллодии
(темные вздутия)

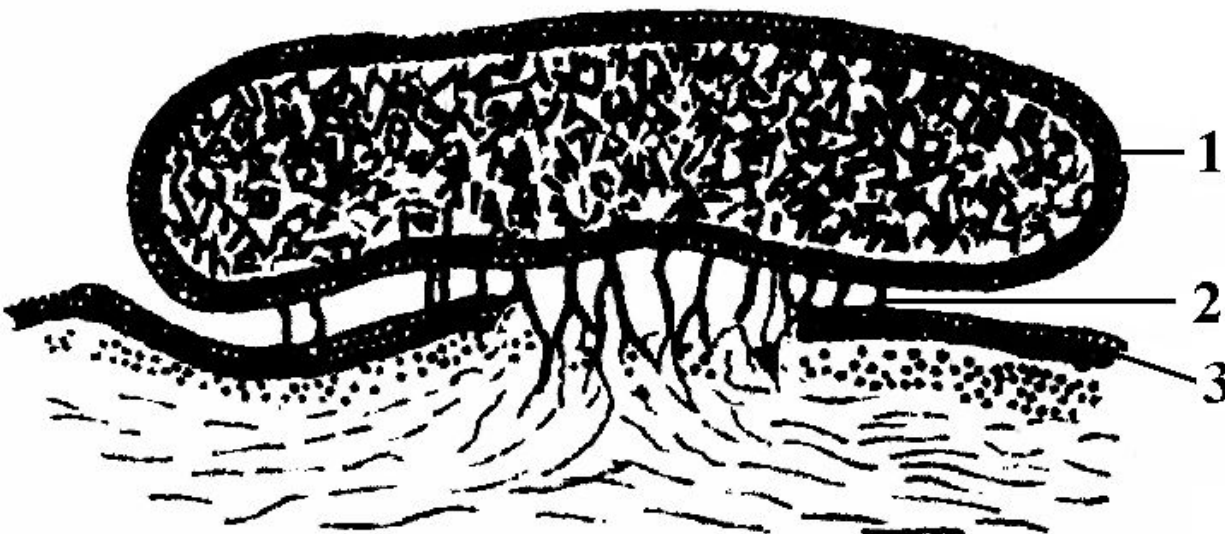


**Анатомия слоевища
с цефаллодием:**

1 – коровой слой
вокруг цефаллодии,

2 – грибные тяжи,
соединяющие
цефаллодий со
слоевищем.

3 – коровой слой
слоевища

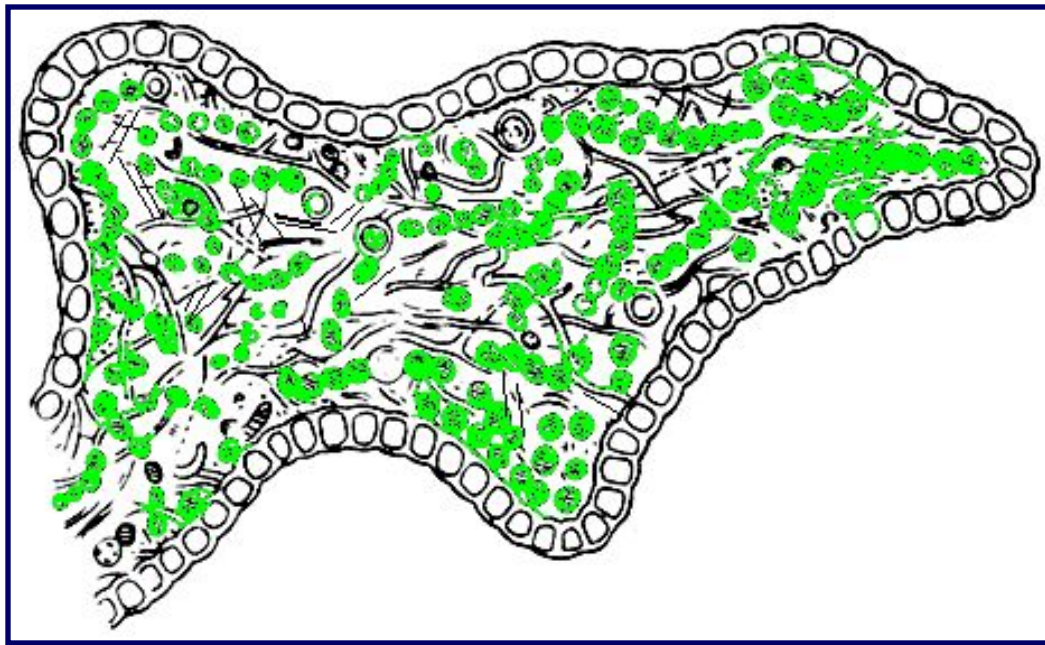


Лишайники прикрепляются к субстрату гифами сердцевинного слоя, ризоидами, ризинами или гомфом.

1. Ризоиды представляют собой тонкие нити, состоящие из одного ряда клеток. Они образуются из клеток гиф корового слоя.

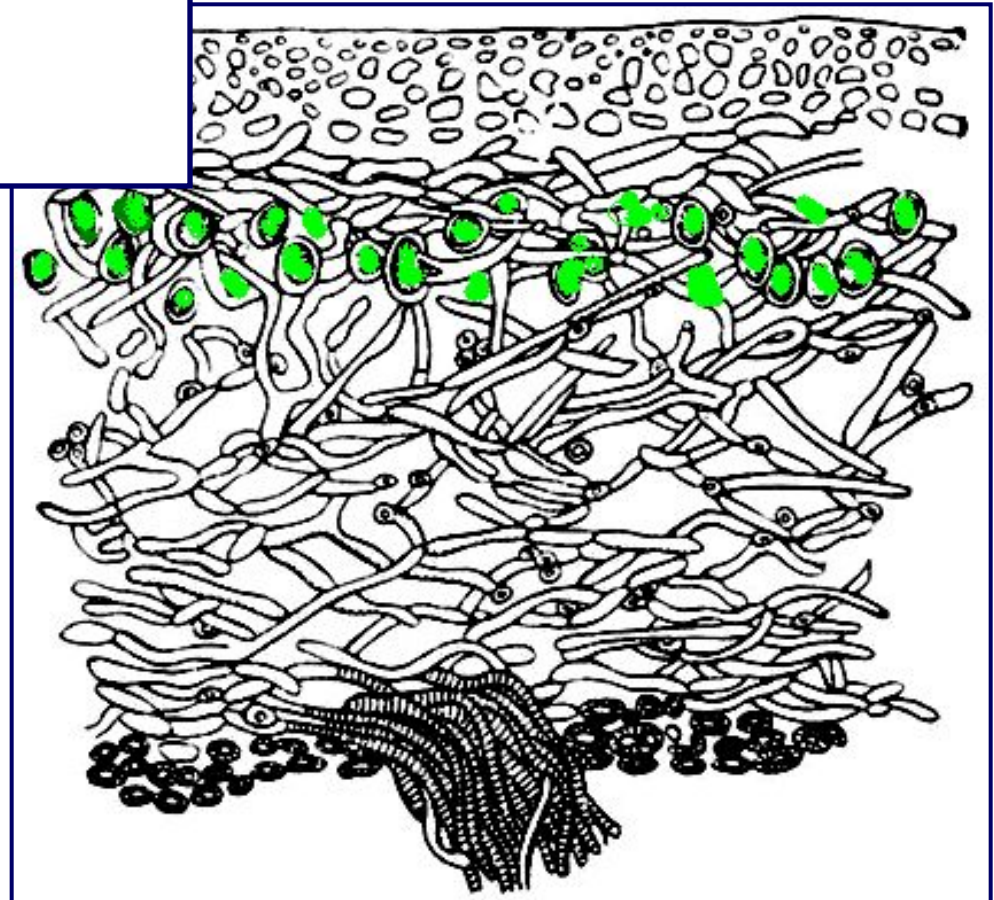
2. Ризины образованы гифами **нижнего корового слоя и сердцевины**. Такой прикрепительный тяж **снаружи покрыт гифами корового слоя, а внутри него располагаются гифы сердцевины**. Гифы ризин плотно прилегают друг к другу и часто склеены между собой. Ризины могут быть простыми, или в виде косиц, лохматых пучков, или фибриллезными, т.е. внешне походить на маленькие ершики. Хорошо развитые, густые ризины способствуют капиллярному поднятию воды от субстрата к слоевищу.

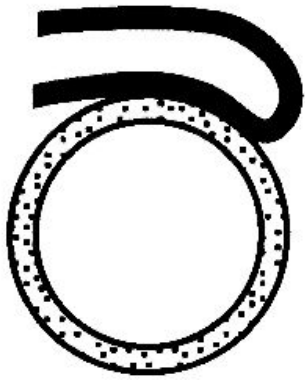
3. Гомф также образован гифами **нижнего корового слоя и сердцевины**, но внешне похож на **толстую короткую ножку**. В месте прикрепления гифы гомфа образуют зубцы, с помощью которых плотно прикрепляются к субстрату. В отличие от гомфа **псевдогомф** образован только гифами сердцевины.



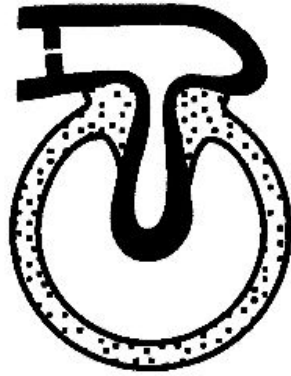
**Поперечный разрез
слоевища
гетеромерного
лишайника**

**Поперечный разрез
слоевища
гомеомерного
лишайника**

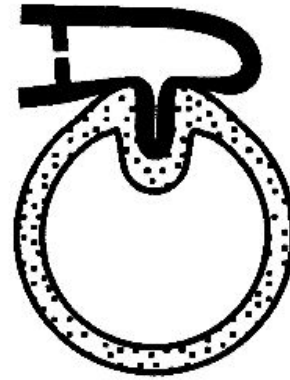




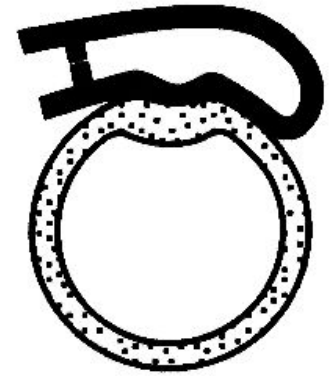
A



B



V



Г

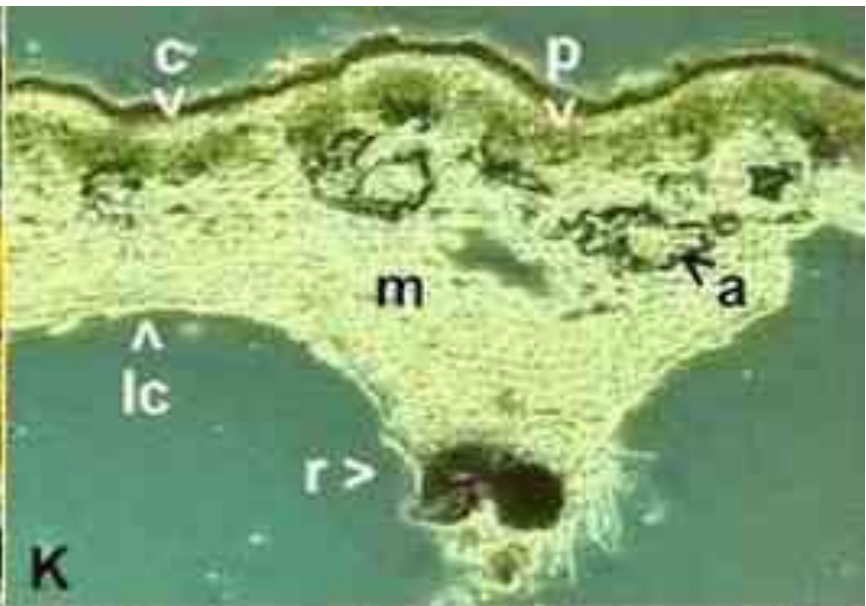
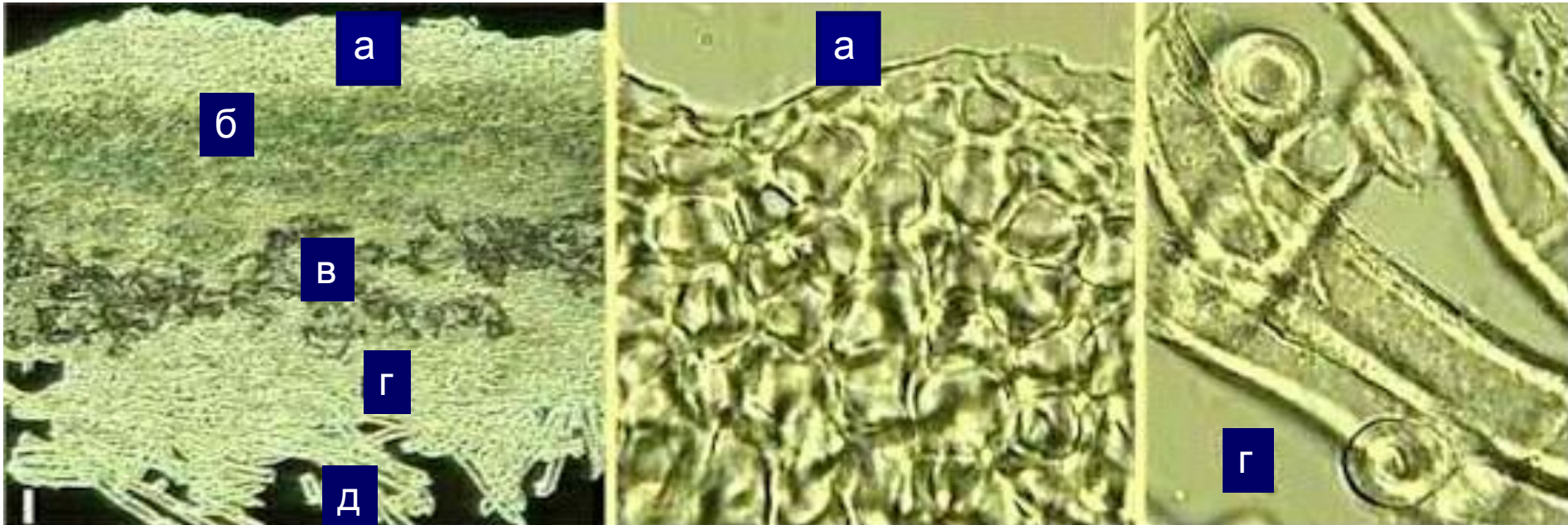
Типы взаимодействия микобионта с фотобионтом.

A — взаимодействие «стенка к стенке»;

B — внутриклеточная гаустория,

V — внутрисклеточная гаустория 1-го типа;

Г — внутрисклеточная гаустория 2-го типа



Продольный срез через таллом пельтигеры и ксантории

Размножение лишайников

I. Вегетативное размножение:

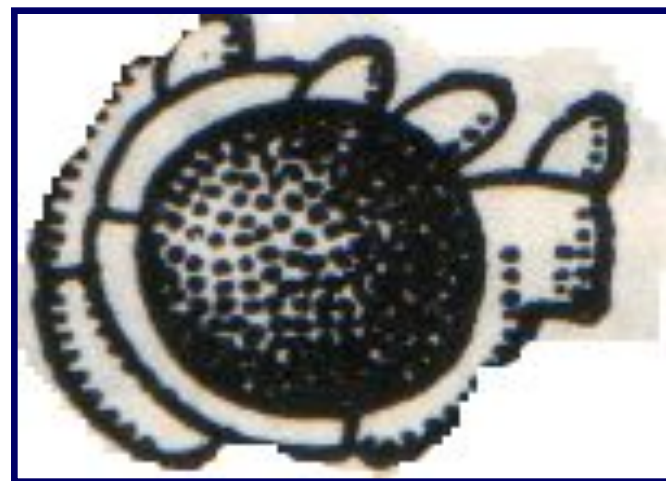
- 1) Участками таллома
- 2) Соредиями
- 3) Изидиями

Соредий состоят из одной или нескольких клеток фотобионта, окруженных сплетением тонких, состоящих из коротких гиф микобионта.

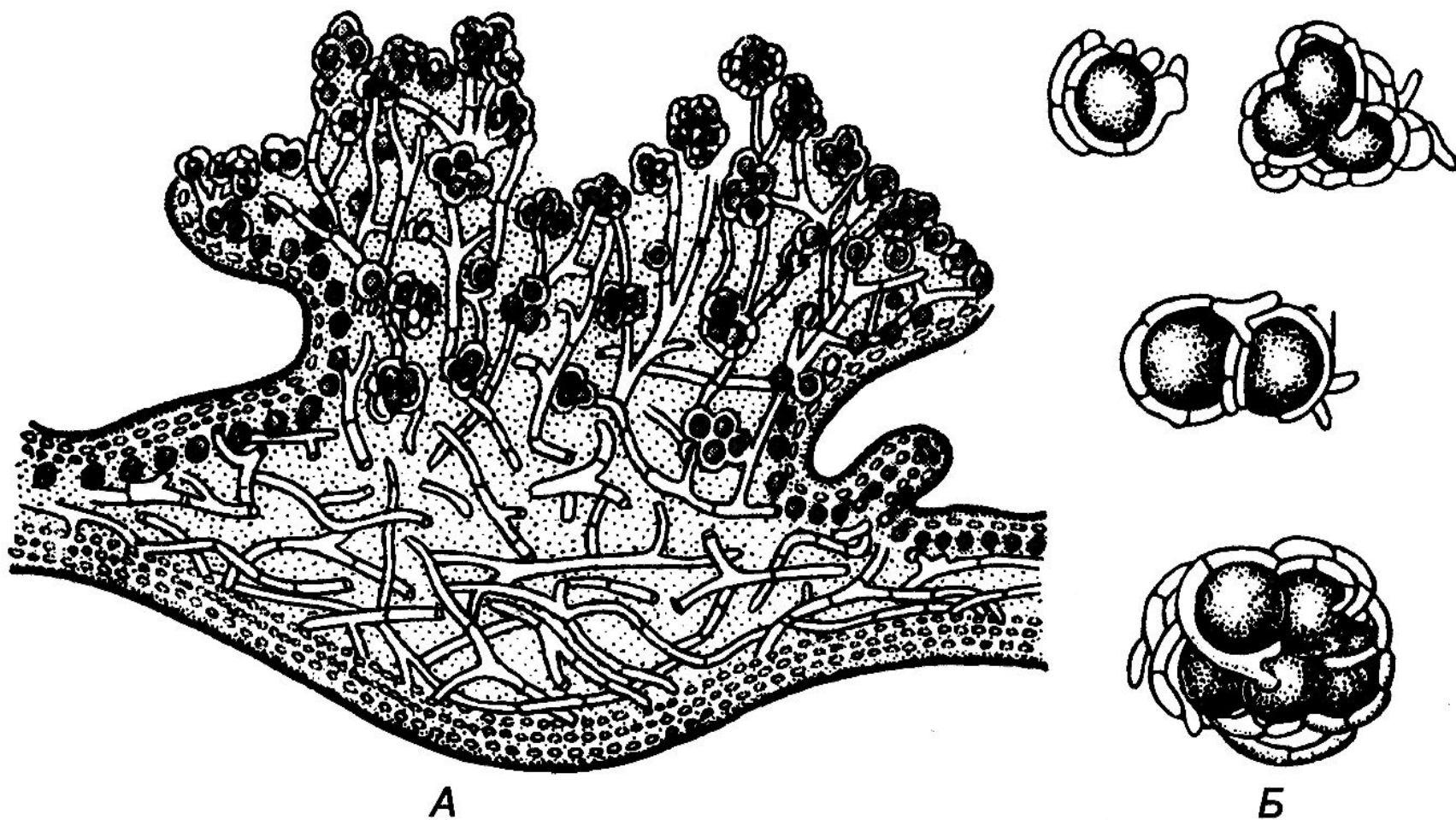
Скопления соредий в виде порошистой или гранулированной массы называются **сораями**.

Соредии образуются в зоне фотобионта.

Форма соредий разная: точковидные, головчатые, щелевидные, манжетовидные, губовидные, шлемовидные; краевые или поверхностные.

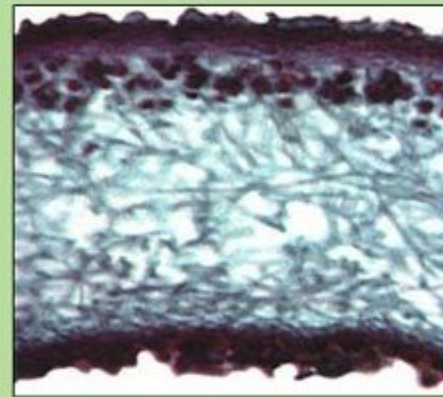
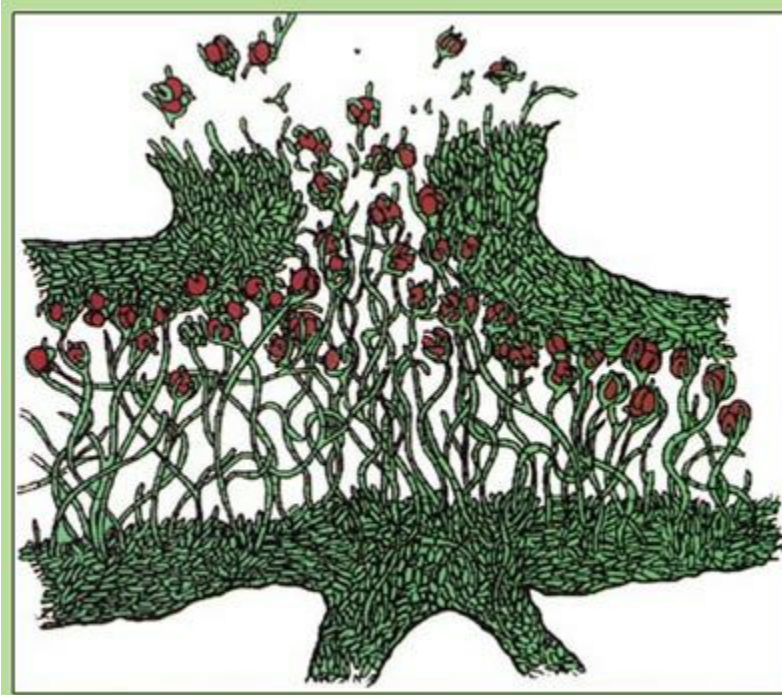


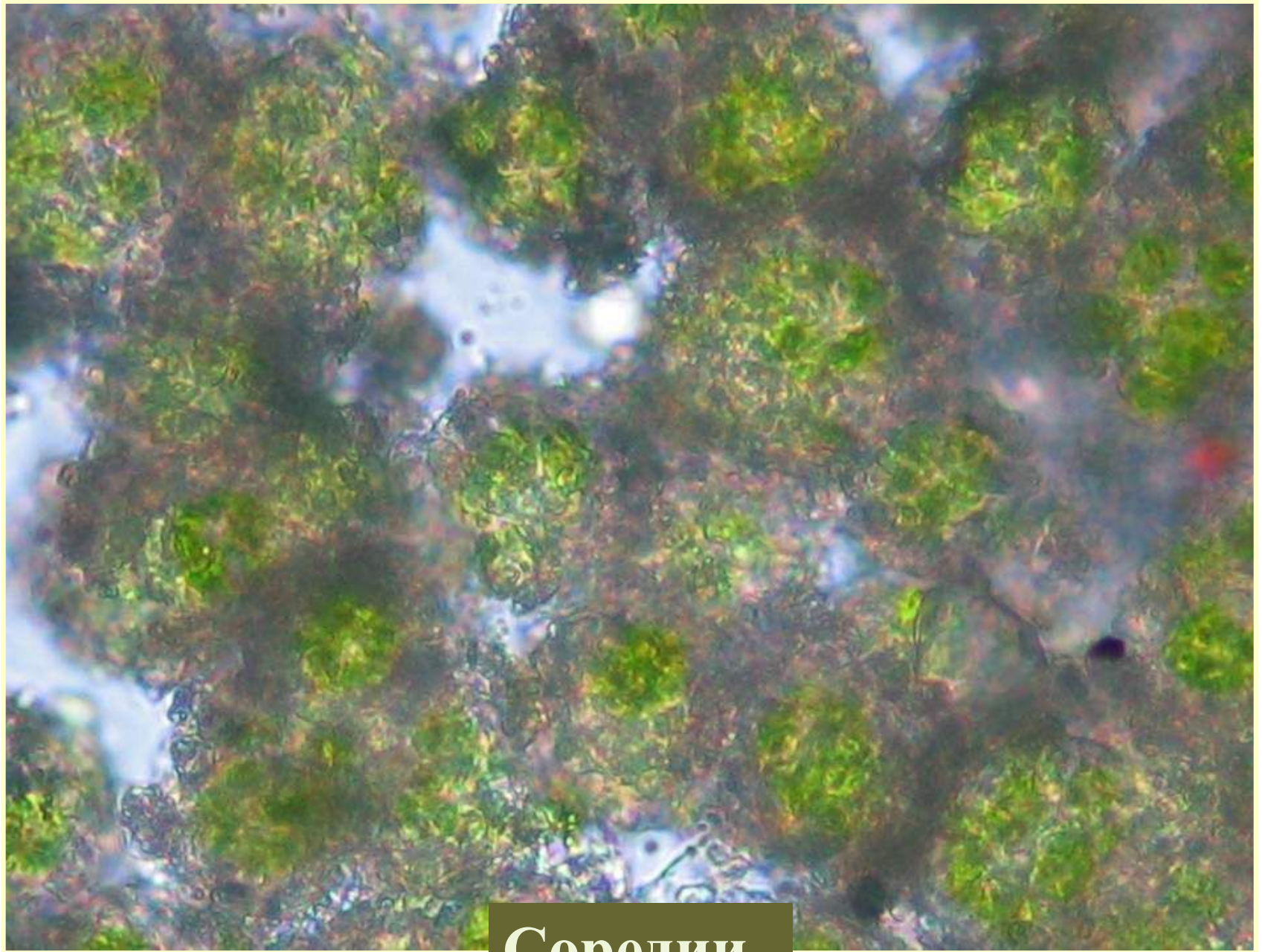
Соредии: а – клетки водорослей, б – гифы гриба.



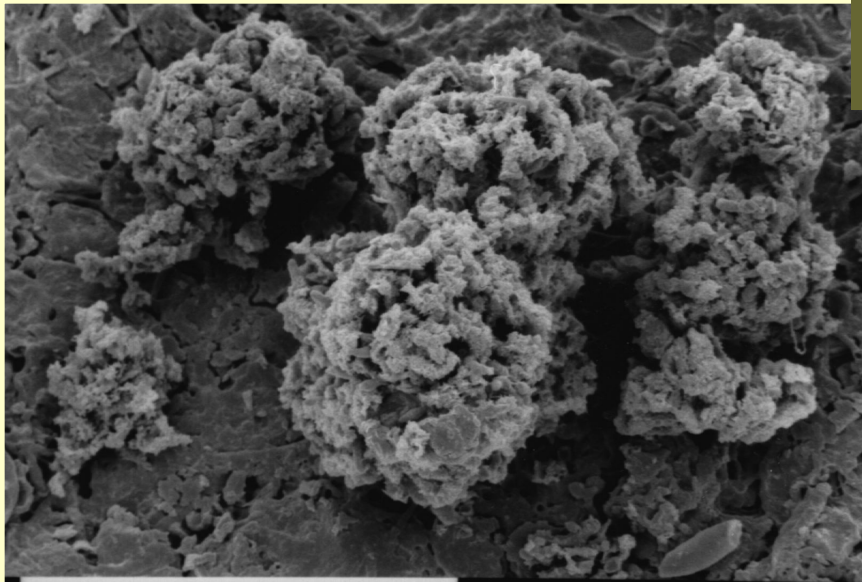
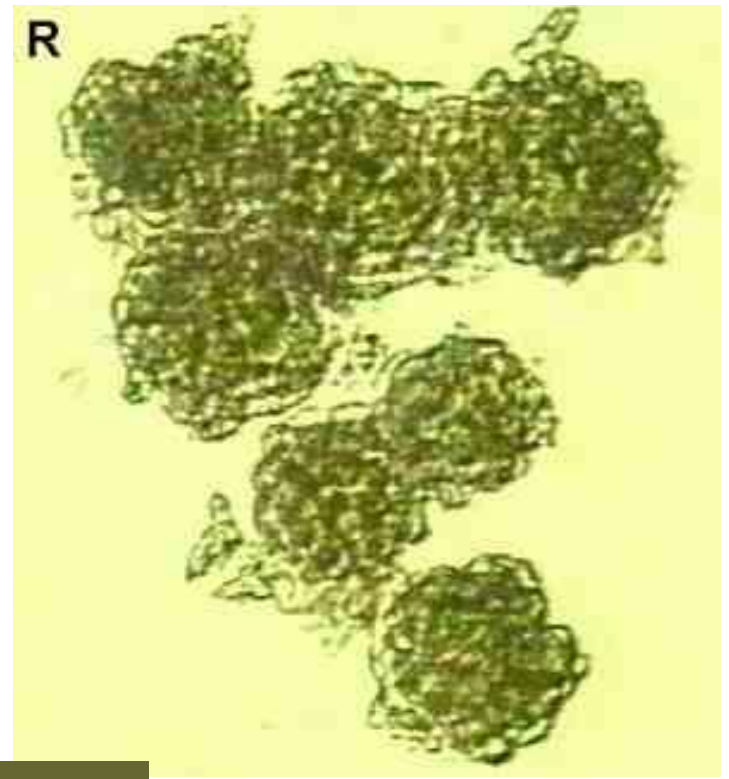
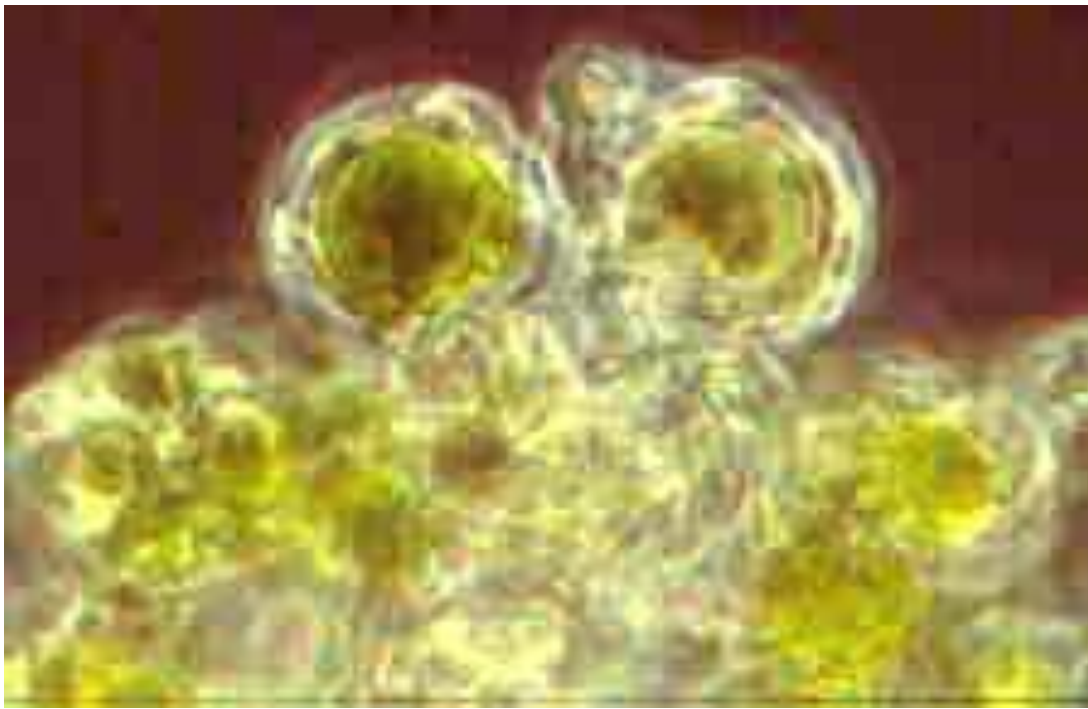
Строение соралей.

***A* — сораль; *B* — отдельные соредии**





Соредии



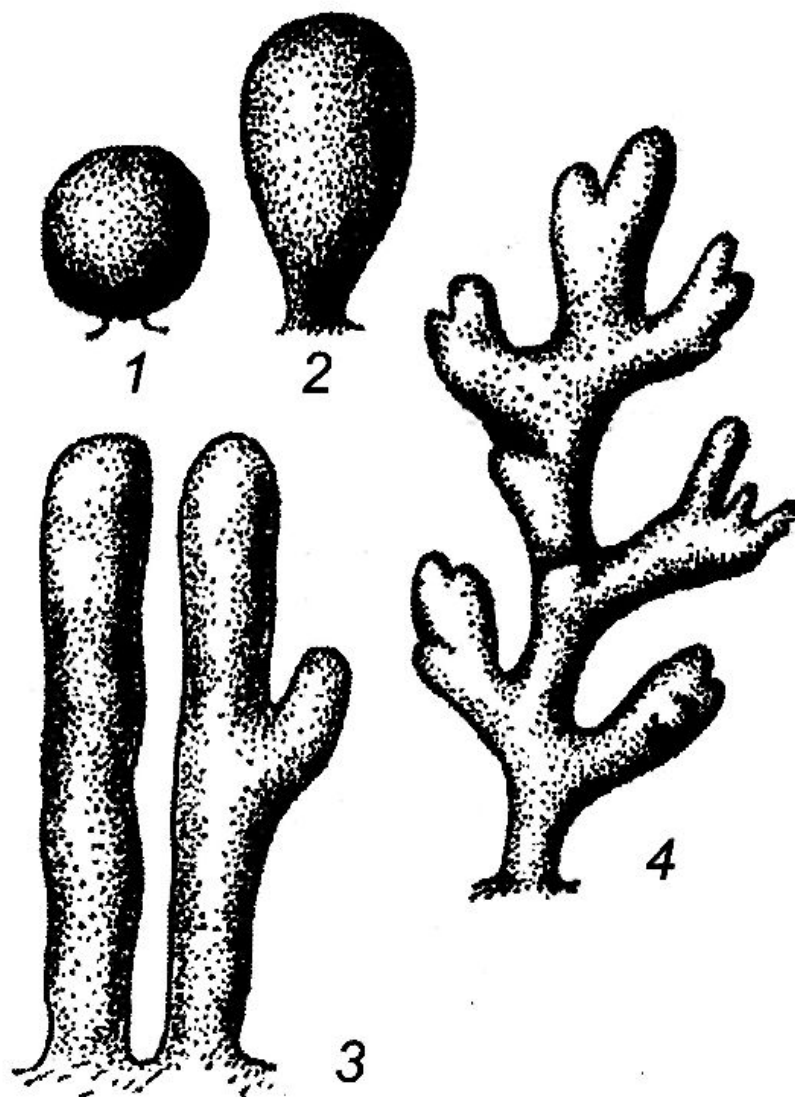
Соредии



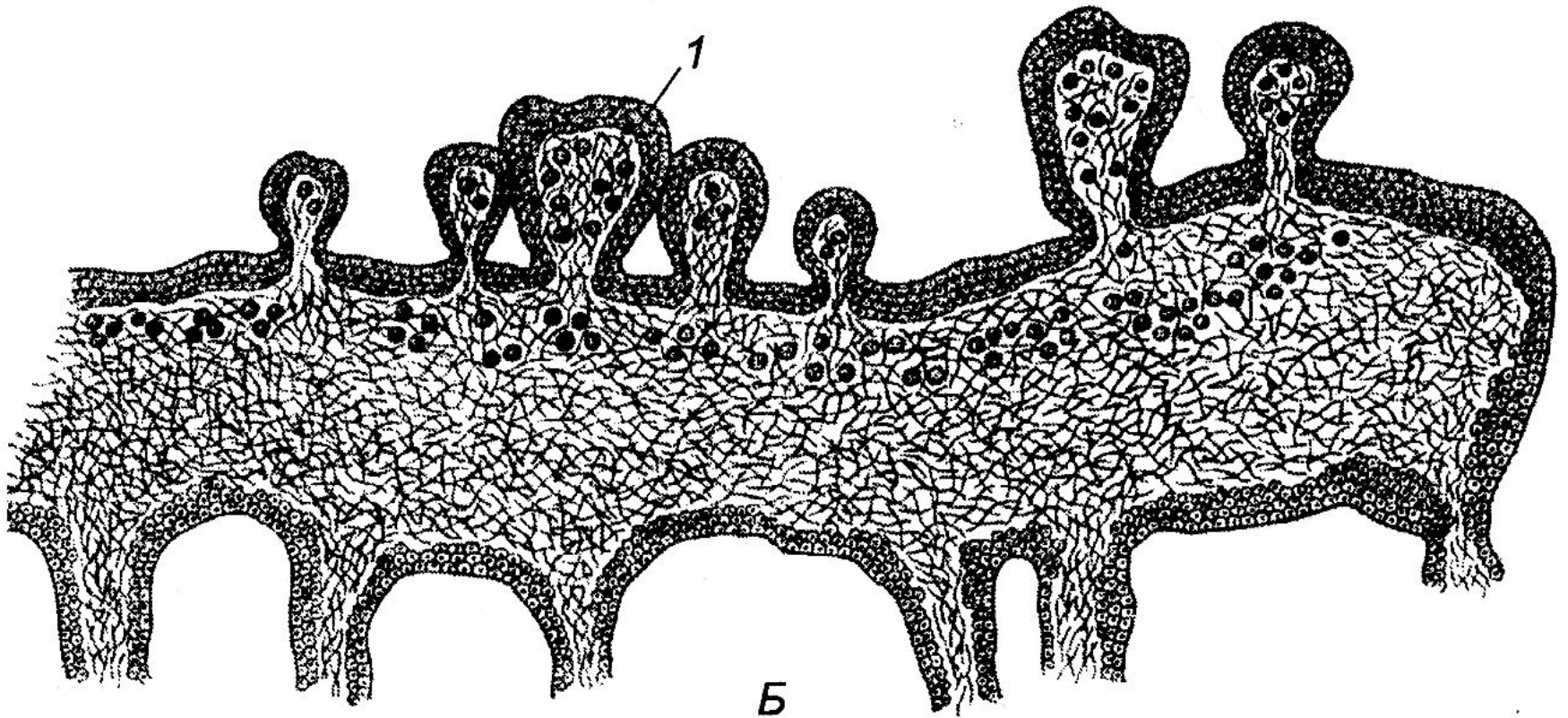
0.1 mm

Изидии – это **маленькие выросты на верхней поверхности слоевища**. Они повторяют строение таллома лишайника, т.е. если лишайник покрыт верхним коровым слоем, то изидии также будут с коровым слоем, а если у лишайника коровый слой отсутствует, то его у изидии тоже не будет.

Форма изидии различна: шаровидная, палочковидная, шпательевидная, коралловидная. Цвет изидии обычно такой же, как у слоевища, или чуть темнее. Строение изидии, их форма и местоположение являются значительными таксономическими характеристиками на видовом уровне.

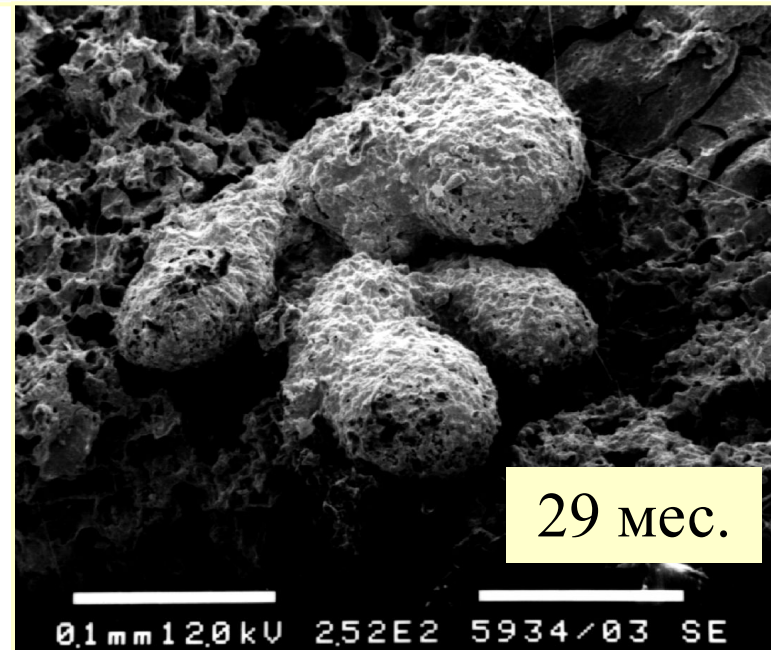
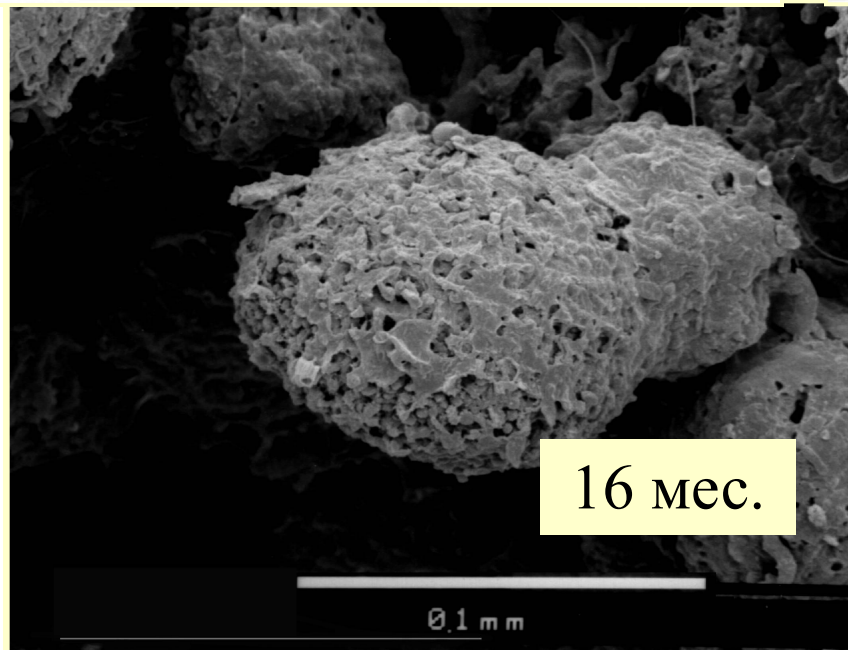
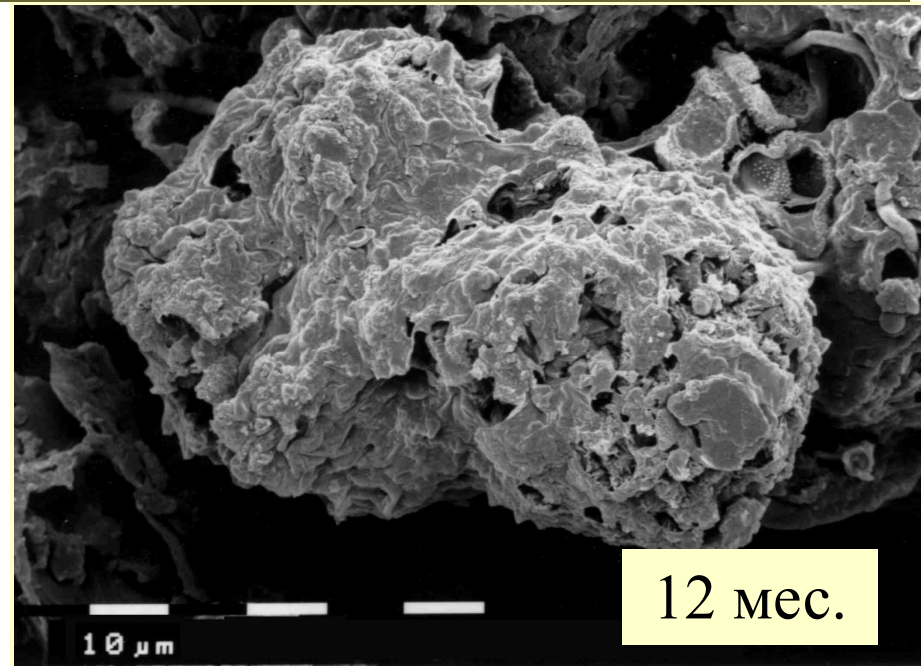
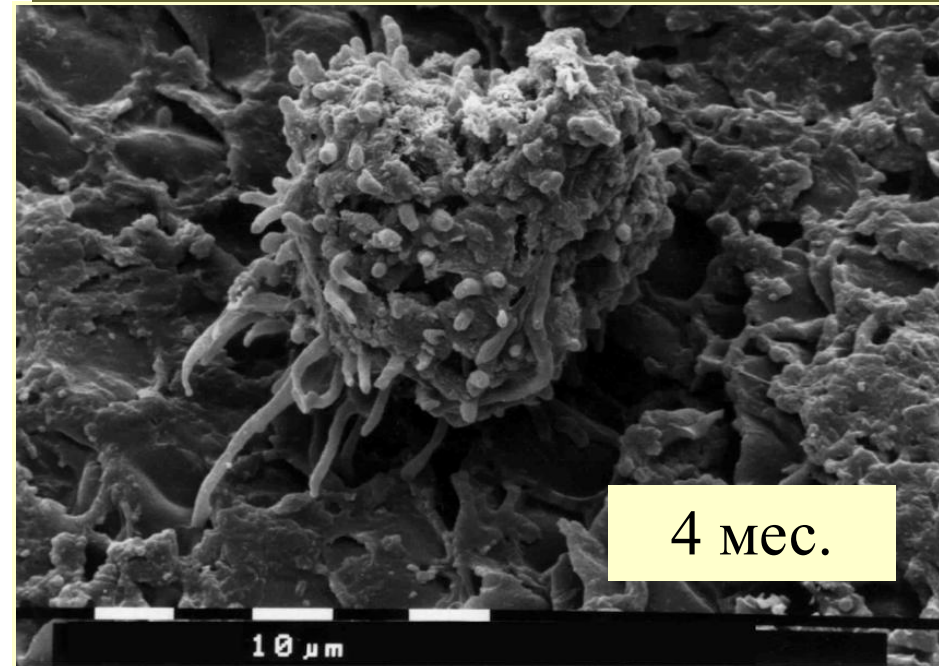


Различная форма изидий: 1 – шаровидная, 2 – булавовидная, 3 – цилиндрическая, 4 – коралловидная.

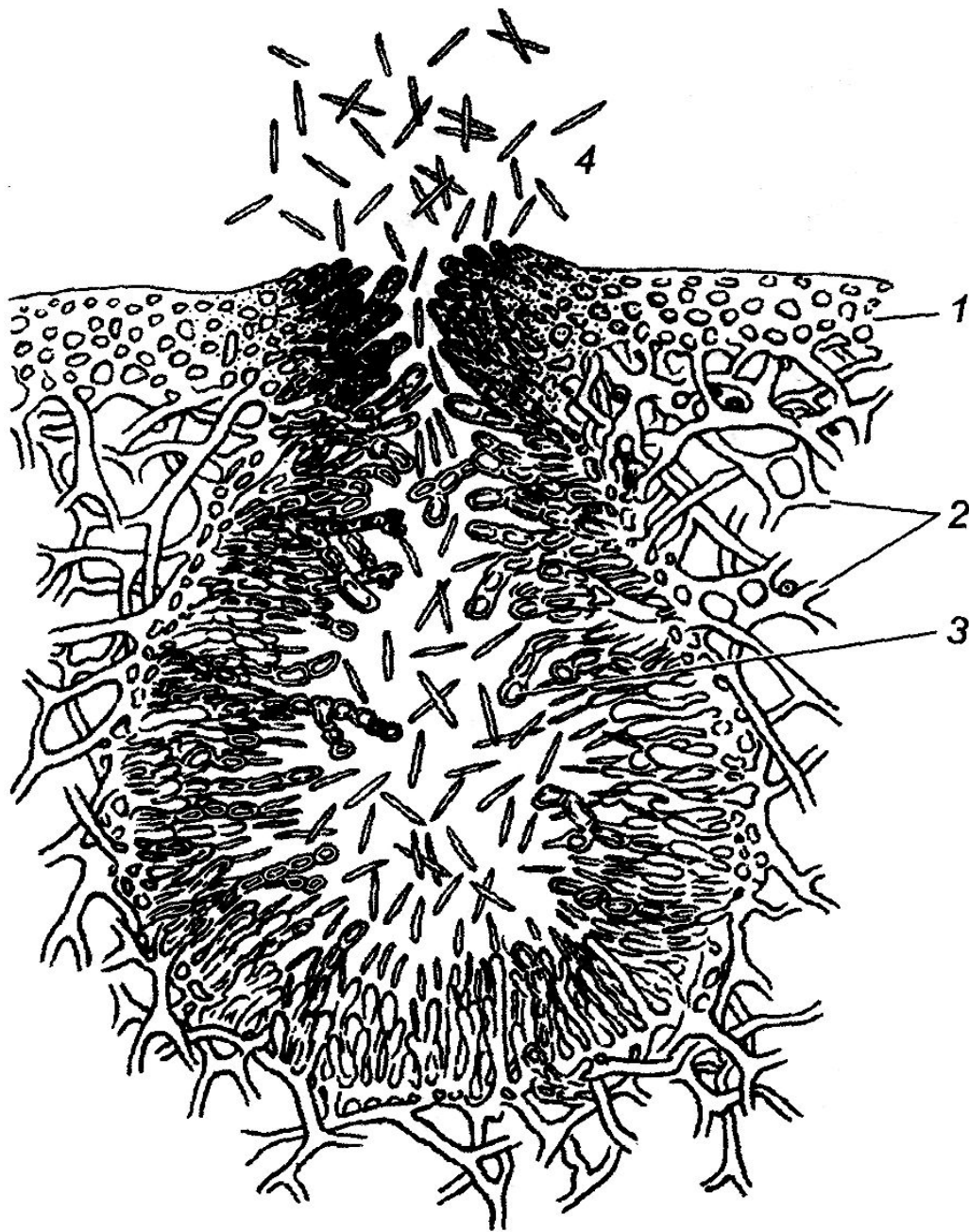


Б — поперечный разрез через слоевище с изидиями: 1 — изидия

Развитие талломов *Hyrogymnia physodes*



II. Бесполое размножение

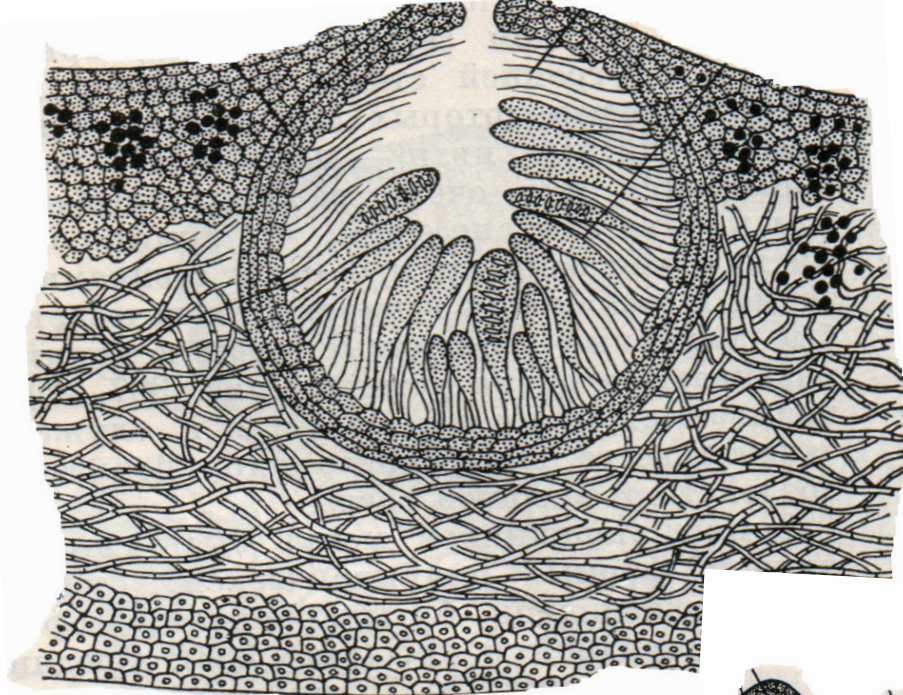


**Поперечный
разрез через
слоевище с
пикнидией:**

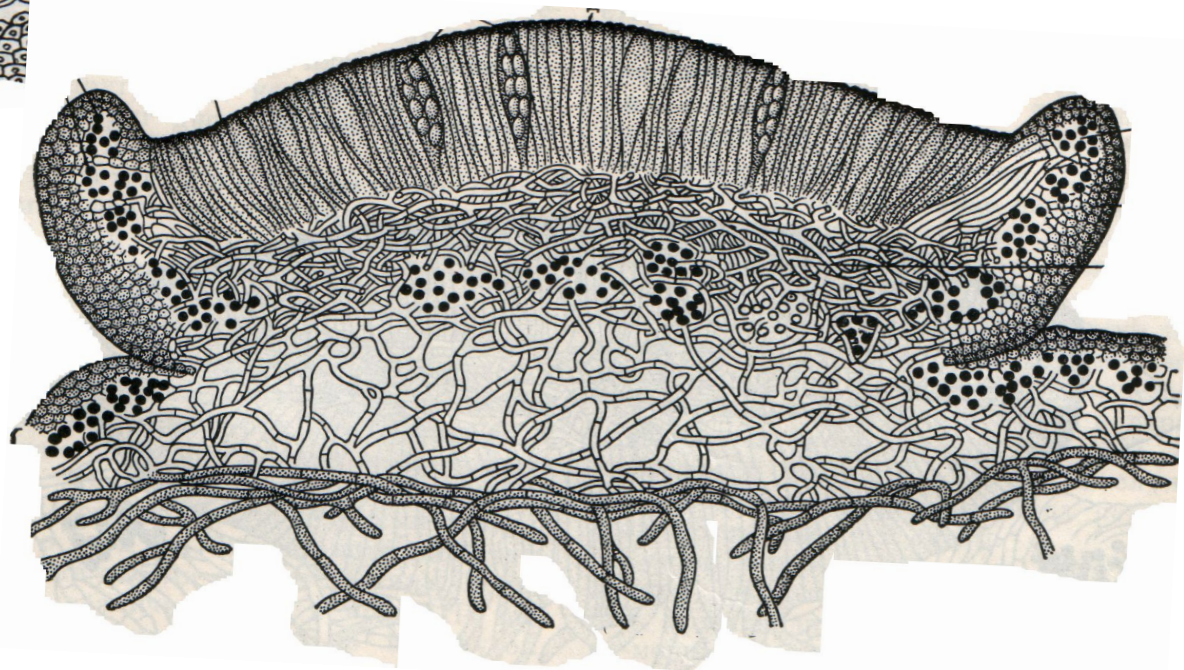
- 1 — корковый слой
слоевища;
- 2 — сердцевина;
- 3 — конидиеносец;
- 4 — конидии

III. Половое размножение

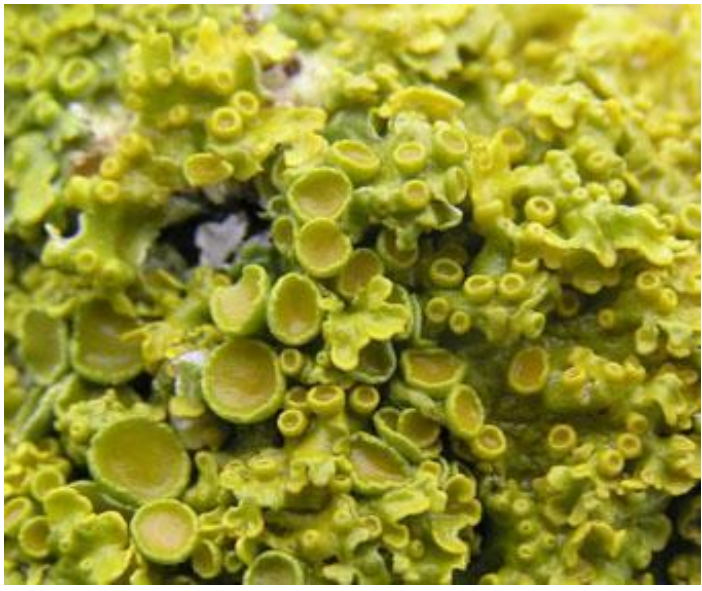
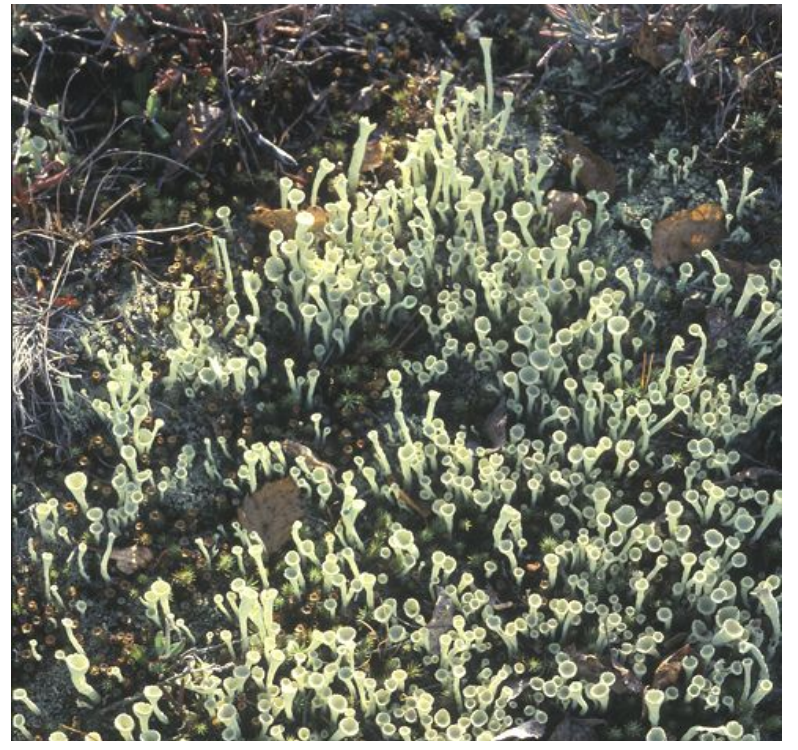
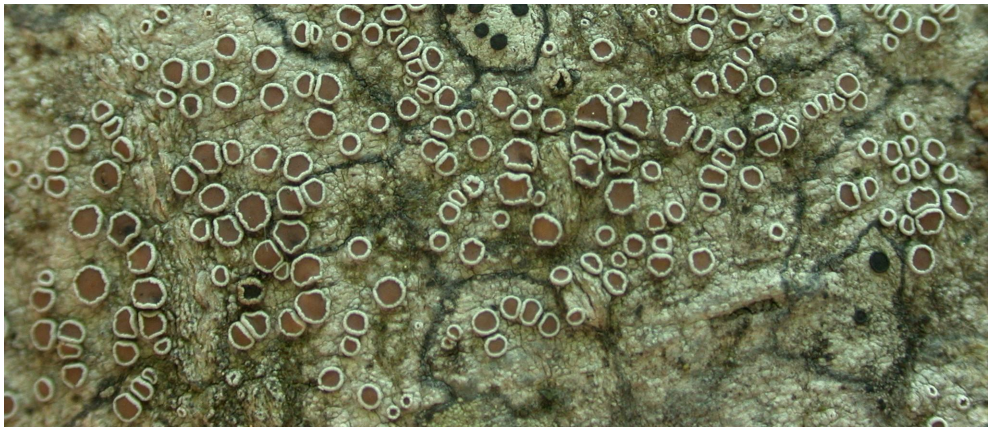
*Половое размножение у лишайников
свойственно только микобионту.*



Перитеций

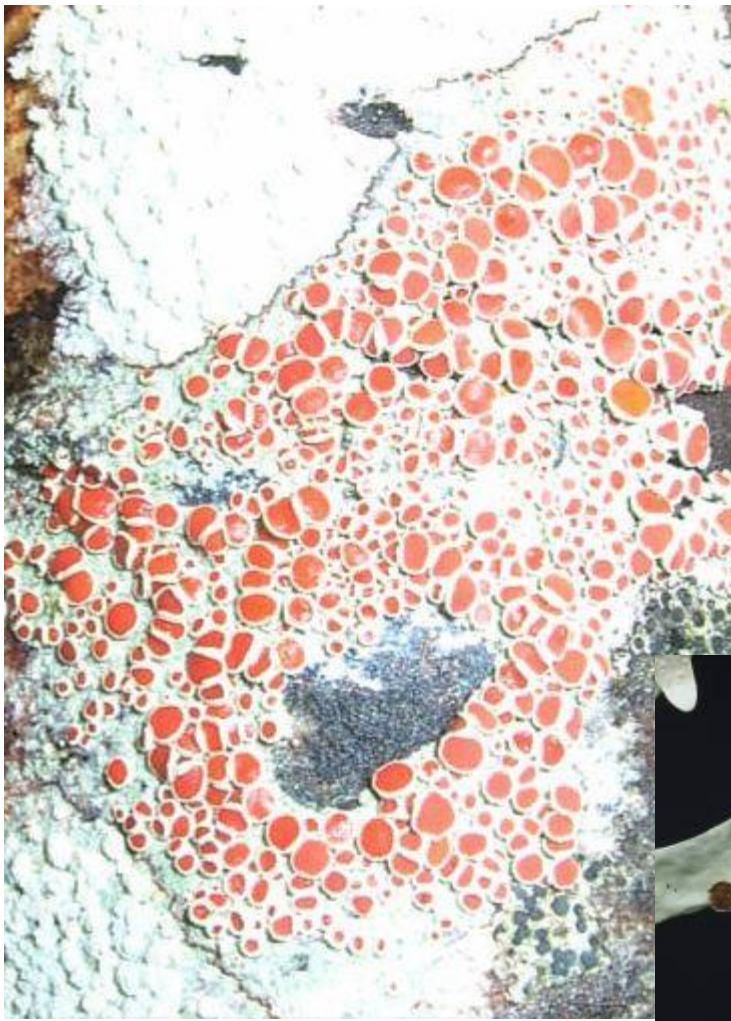


Апотеций



Апотеции





Hametomma



Peltigera



Sticta



Cladonia macilenta



Cladonia diversa



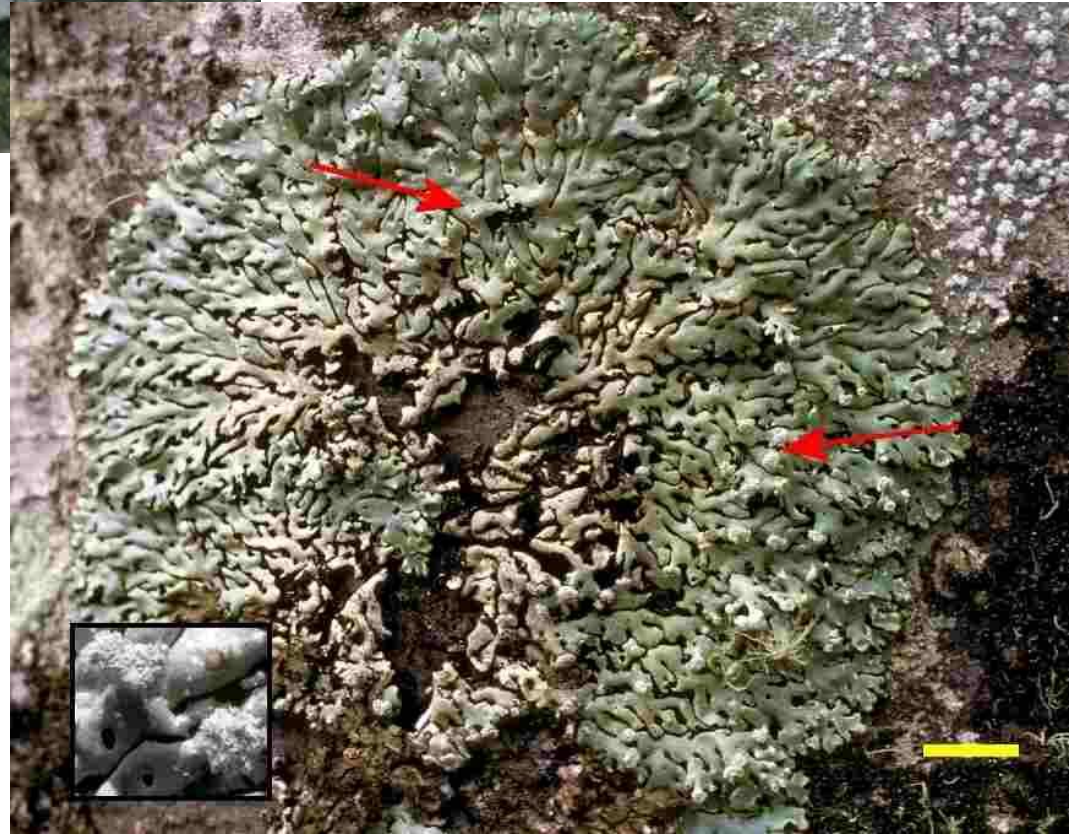
Лишайник Кладония листоватая - *Cladonia foliacea*



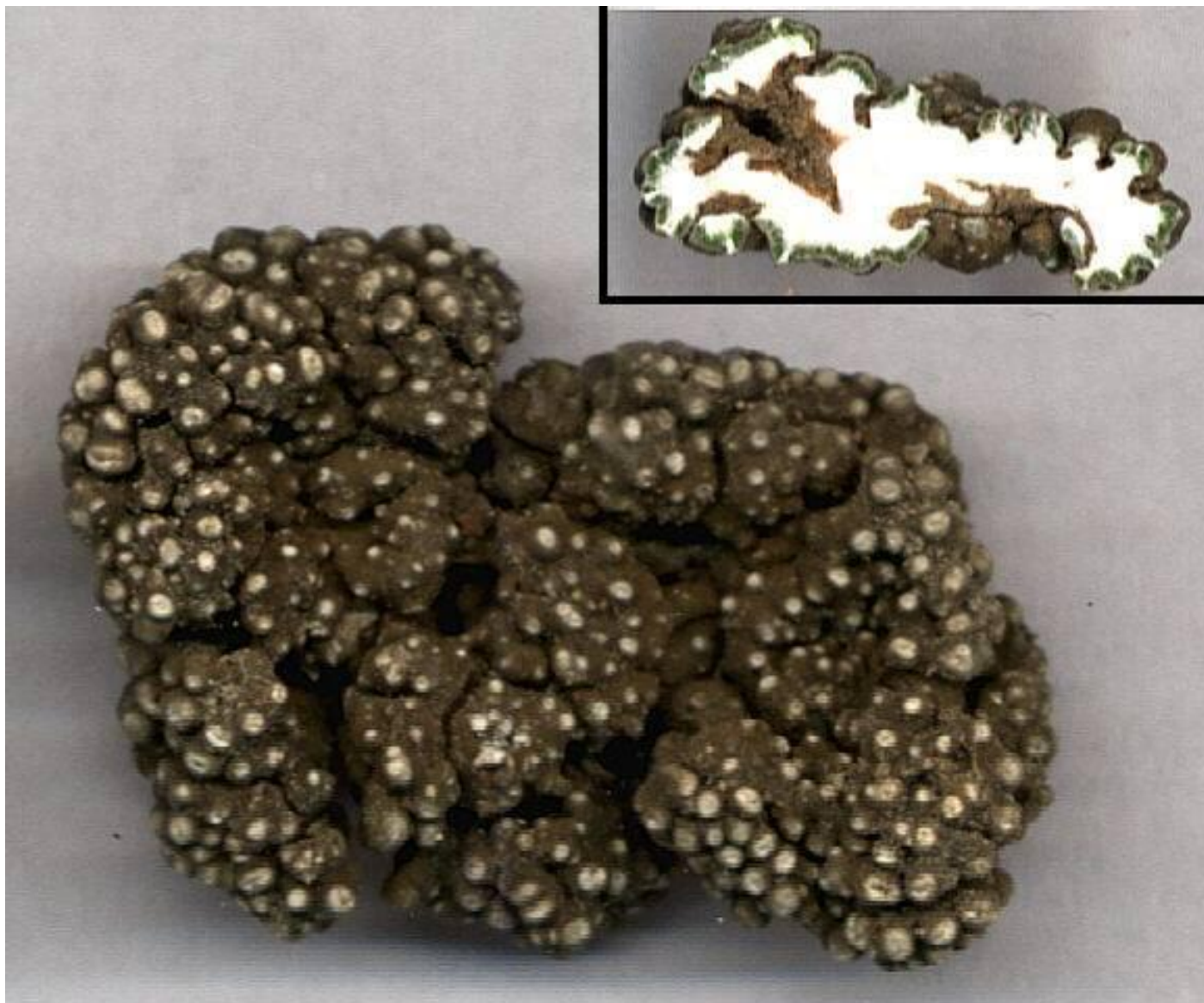
Ramalina menziesii.



Hypogymnia physodes



Hypogymnia



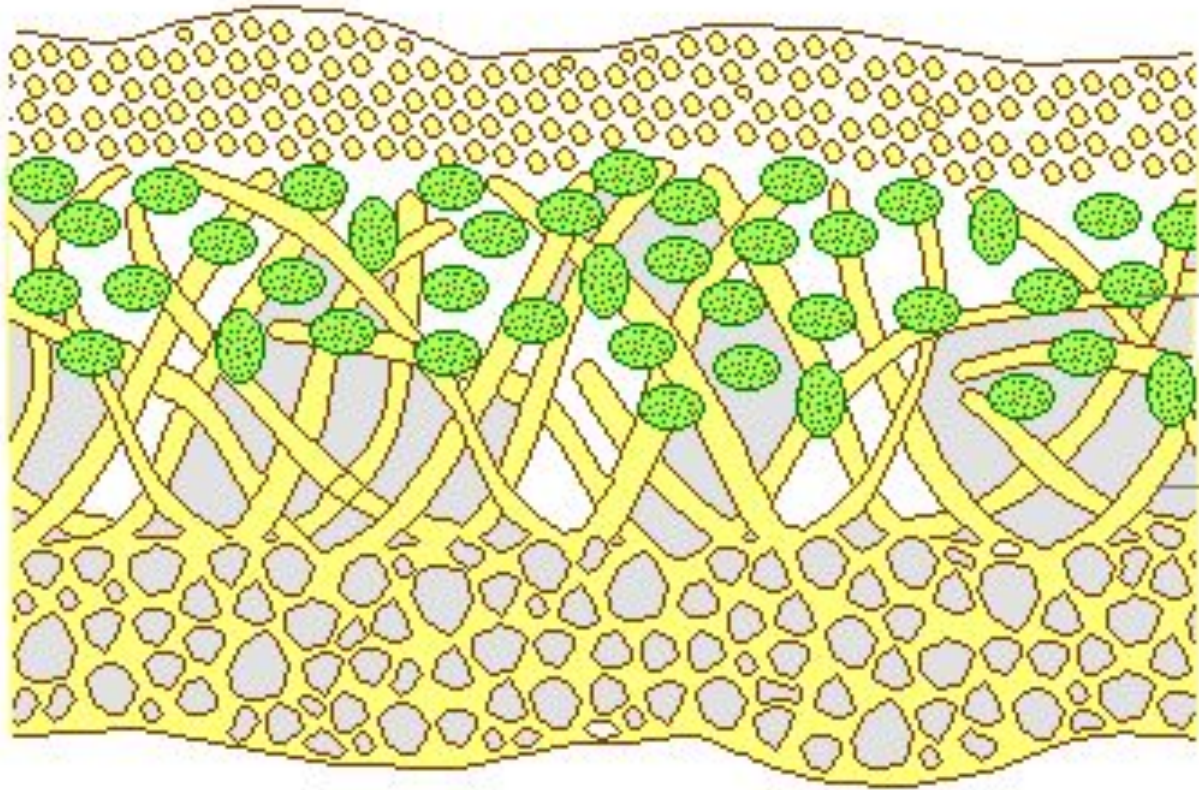
***Aspicilia vagans* -аспицилия блуждающая,
«лишайниковая манна» (*Aspicilia vagans*);**

**Флора лишайников Якутии насчитывает 550 видов.
Ведущими семействами являются Cladoniaceae,
Parmeliaceae и Peltigeraceae.**

Под влиянием преимущественно антропогенных факторов происходит делихенизация тундры. Темпы этого процесса во много раз превосходят темпы естественной эволюции растительности тундры, в которой лишайниковые группировки в ряде случаев прогрессивно развиваются.

В настоящее время основными факторами делихенизации следует считать: неумеренный, неправильно организованный выпас оленьих стад, пожары, задымление атмосферы и воздействие вездеходного транспорта, концентрация диких северных оленей в местах их массового обитания и деятельности мелких грызунов.

Поэтому использование лишайников должно вестись планомерно, на заранее разработанной научной основе, чтобы не нанести непоправимый ущерб природе, в которой они играют свою определенную важную роль



**Анатомическое строение
гетеромерного слоевища:**

1-верхний коровой слой,

2 – альгальная зона (зона водорослей),

3 – сердцевина,

4 – нижний коровой слой.

