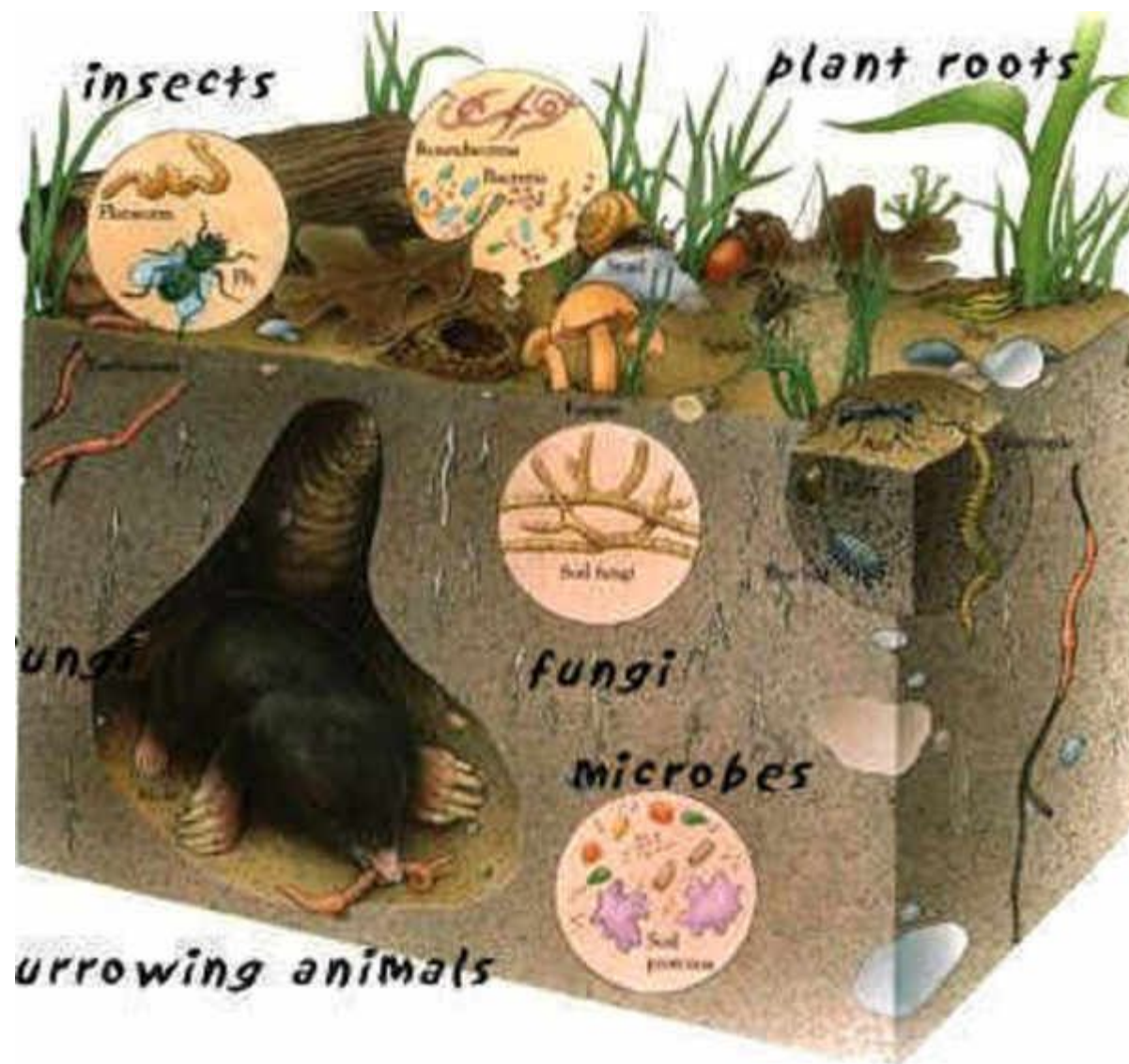


# РАСПРОСТРАНЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПРИРОДЕ

Использованные материалы:

<http://microbiology.ucoz.org>

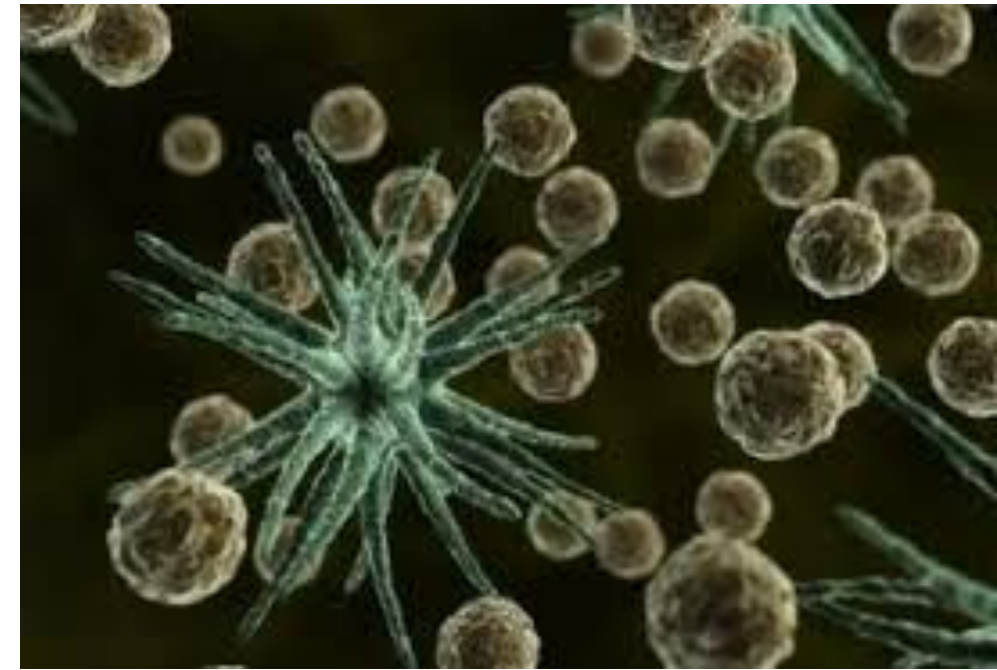
# МИКРОБИОЛОГИЯ ПОЧВЫ



Микробы распространены в природе гораздо шире, чем другие живые существа.

Они в большом количестве находятся в:

- ✓ почве,
- ✓ воде,
- ✓ воздухе,
- ✓ в организме человека и животных, на поверхности их тела,
- ✓ на растениях,
- ✓ на различных предметах,
- ✓ пищевых продуктах.



**Причины широкого распространения микроорганизмов:**

- 1) большая скорость размножения;
- 2) малые размеры клеток;
- 3) легкая приспособляемость и высокая резистентность (выносливость) к условиям окружающей среды.
- 4) многообразие источников питания и способов получения энергии (всеядны).

Почва является основной средой обитания многих микробов.

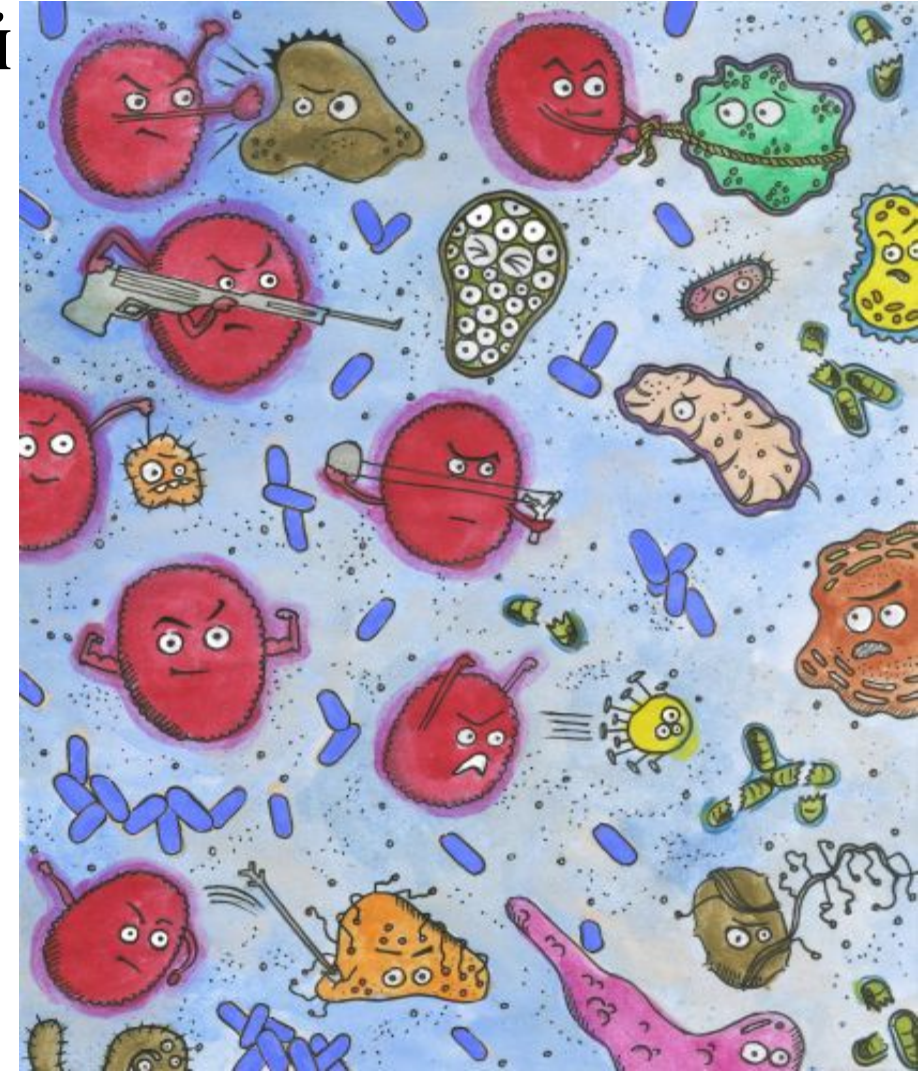
Отсюда они поступают в воду и обсеменяют воздух.

Количество микроорганизмов в почве :

**от сотен миллионов до миллиардов особей  
в 1 г почвы.**

Состав и количество микрофлоры почвы  
зависят от ее:

- влажности,
- температуры,
- от характера и количества питательных  
веществ в ней,
- кислотности.



**Плодородные, возделываемые почвы с большим количеством органических веществ содержат значительно большее число микроорганизмов, чем глинистые почвы и почвы пустынь.**

## Наиболее распространенные почвы в России



Тундрово-  
глеевые



каштановые  
мерзлотные



Серые  
лесные



горные



черноземы

# РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОБОВ В ПОЧВЕ

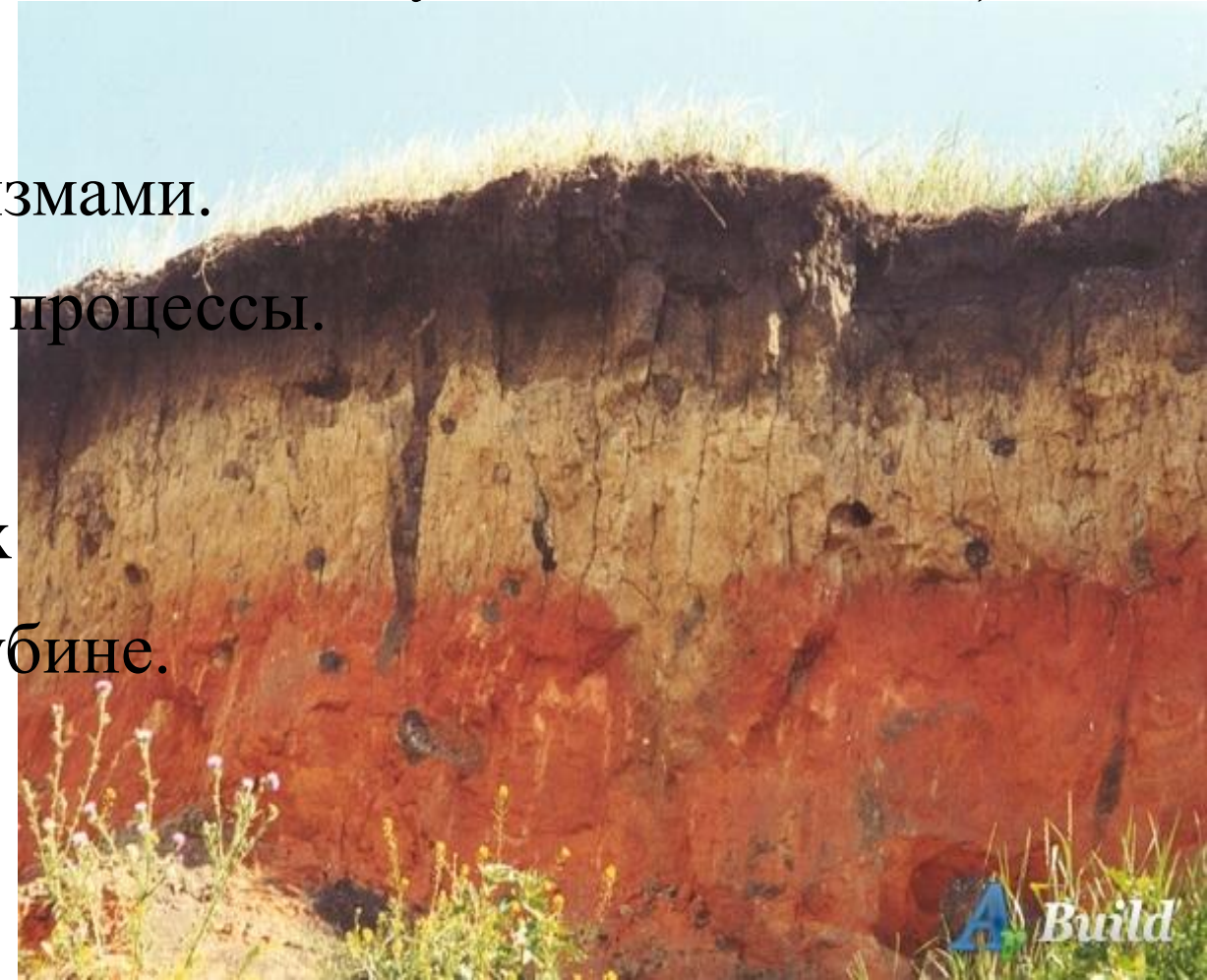
## *Неравномерно:*

1. Поверхностный слой толщиной 1-2 мм содержит мало микроорганизмов (они быстро отмирают под действием солнечных лучей и высыхания).

2. Слой глубиной 10 - 20 см, наиболее обсеменен разнообразными микроорганизмами.

В нем протекают бурные биохимические процессы.

По мере увеличения глубины количество микробов уменьшается, но их обнаруживают даже на значительной глубине.



## РАЗНООБРАЗИЕ МИКРОФЛОРЫ ПОЧВЫ

Содержание микроорганизмов в почве зависит от ее химического состава, влажности, температуры, рН и других показателей. Почва населена различными микроорганизмами:

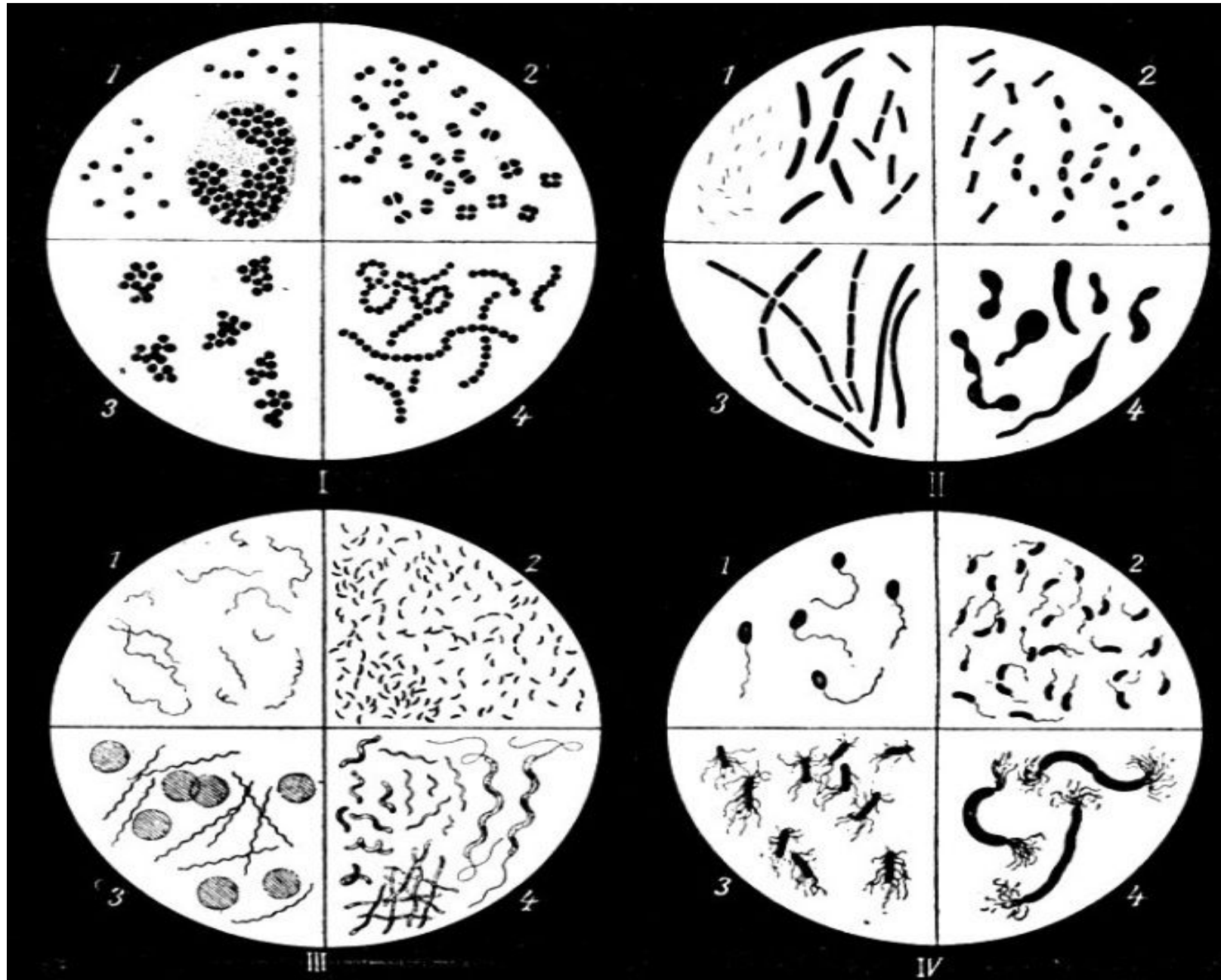
• **множество видов бактерий (аэробы и анаэробы, спорообразующие и неспорообразующие):**

- ✓ гнилостные,
- ✓ нитрифицирующие и денитрифицирующие бактерии,
- ✓ азотфиксирующие рода *Azotobacter*,
- ✓ клубеньковые бактерии рода *Rhizobium*
- ✓ разлагающие клетчатку,
- ✓ серобактерии, железобактерии и др.

- **разнообразные грибы,**
- **простейшие,**
- **вирусы.**

В плодородной почве обнаружены **энтеробактерии, псевдомонады, бациллы и клостридии**. Эти микроорганизмы изменяют рН почвы в кислую сторону, и в ней начинают развиваться **молочнокислые бактерии, дрожжи, грибы** и др. микроорганизмы.

# РАЗНООБРАЗИЕ МИКРОФЛОРЫ ПОЧВЫ





# Патогенные и условно-патогенные микроорганизмы

## Не входят в состав микробных биоценозов почвы

Через определенное время погибают (неблагоприятные условия обитания, отсутствие необходимых питательных веществ, антагонизм почвенных бактерий).

**НО** возбудители многих инфекционных болезней и пищевых отравлений могут длительное время сохранять свою жизнеспособность в почве, поэтому почва является источником инфицирования пищевых продуктов патогенной микрофлорой.

Так, установлена **прямая зависимость между уровнем заболеваемости человека и животных кишечными инфекциями и неудовлетворительным состоянием почвы.**

# Санитарная оценка почвы по микробиологическим показателям

Проводят текущий санитарный надзор за состоянием почвы:

## Краткий санитарно-микробиологический анализ

Определяют:

- ✓ **общую бактериальную обсемененность** (характеризует загрязнение почвы органическими веществами, а присутствие в ней бактерий группы кишечной палочки свидетельствует об уровне фекального загрязнения почвы. Титр кишечной палочки загрязненных участков почвы составляет от 0,001 до 0,00001 г, а чистых – 1 г и более)
- ✓ **титр кишечной палочки.**

## Полный санитарно-микробиологический анализ

Определяют:

- общую бактериальную обсемененность и титр кишечной палочки
- **количество анаэробов** (по соотношению вегетативных и спорных форм анаэробной палочки перфрингенс можно судить о времени фекального загрязнения),
- **палочку протей** (наличие указывает на загрязнение почвы органическими веществами животного происхождения)
- **термофильные микроорганизмы** (наличие указывает на загрязнение почвы навозом или компостами).

# ЗНАЧЕНИЕ МИКРОФЛОРЫ ПОЧВЫ

Благодаря жизнедеятельности микробов происходят :

1. разложение и минерализация животных и растительных остатков, попадающих в почву;
2. процесс самоочищения почвы от нечистот и отходов;
3. биологический круговорот многих минеральных элементов (азот, углерод, фосфор) и биологическая фиксация атмосферного азота;
4. изменяется структура и химический состав органической фракции почвы;
5. многие грибы и актиномицеты, находящиеся в почве, являются продуцентами антибиотиков - пенициллина, стрептомицина и др.

**Соотношения между разными группами микроорганизмов в почве неодинаковы и могут быстро изменяться под действием каких либо факторов.**

Патогенные микроорганизмы могут попасть в почву с выделениями человека и животных.

**Эти микробы делятся на три группы:**

- 1. патогенные микробы, для которых почва является постоянным местом обитания. Это возбудители *ботулизма, актиномицеты, грибы, вызывающие МИКОЗЫ.***
- 2. споровые бациллы (для них почва является вторичным резервуаром, где они сохраняются длительное время). *Споры сибиреязвенных бацилл* сохраняются в почве скотомогильников многие десятилетия.**
- 3. патогенные микробы и вирусы, которые, попадая в почву с выделениями человека и животных, сохраняются там от нескольких часов до нескольких месяцев. Опасность передачи через почву заболеваний, вызванных этими возбудителями, невелика и зависит от интенсивности обсеменения микробами.**

По эпидемическим показаниям проводят исследование почвы с целью выделения патогенных микроорганизмов.

Особое значение почва приобретает в военное время, когда увеличивается опасность загрязнения ран землей, содержащей споры возбудителей столбняка и газовой гангрены.



# Микроорганизмы и их роль в почвообразовании

**Почвообразование** — биологический процесс, в развитии которого принимают непосредственное участие самые различные группы живых организмов. Большое значение имеют микроорганизмы.

## **Хорошая почва:**

- ✓ всегда содержит достаточное количество органических и минеральных веществ,
- ✓ часто имеет необходимую влажность и реакцию почвенного раствора,
- ✓ достаточно снабжена кислородом
- ✓ защищает микроорганизмы от губительного влияния прямых солнечных лучей.

Развитие микроорганизмов в почве связано с органическим веществом. Чем богаче почва растительными остатками, тем больше содержится в ней микробов (табл. 1).

# Количество микроорганизмов в почвах

Таблица 4

Количество микроорганизмов в почвах СССР  
(по данным Е. Н. Мишустина)

Почва	Состояние почвы	Общее количество микробов (млрд. на 1 г почвы)	Микробная масса		
			вес (т/га)		процент от перегноя
			сырой	сухой	
Подзол Дерново-подзоли- стая	Целинная . . . . .	0,3—0,6	0,6	0,1	0,1
	Целинная . . . . .	0,6—1	0,9	0,2	0,2
	Окультуренная . . . . .	1—2	3,5	0,9	1,0
Чернозем	Целинная . . . . .	2 —2,5	3,7	0,9	0,3
	Окультуренная . . . . .	2,5—3	5,2	1,3	0,7
Серозем	Целинная . . . . .	1,2—1,6	2,5	0,5	1,6
	Окультуренная . . . . .	1,8—3,0	5,0	1,2	3,4

# **Влияние корневой системы растений на распределение микрофлоры в почвенной среде**

- Корни постоянно выделяют во внешнюю среду различные органические соединения (источник питания для микроорганизмов);
- В ризосфере (прикорневая зона растений) - благоприятные условия для микроорганизмов. Число микробов в 10-1000 раз больше, чем вне зоны корней. Микробы покрывают корневую систему растений почти сплошным слоем;
- Обильная микрофлора в ризосфере, во всей почвенной толще играет большую роль в развитии почвенного плодородия.



# **Интенсивное развитие микроорганизмов**

**Осуществляется при определенных температурных условиях:**

**$T_{\min} \approx +3^{\circ}$  (еще возможна жизнедеятельность большинства почвенных микробов). Ниже этой температуры развитие их обычно прекращается.**

**$T_{\max} \approx +45^{\circ}$ .**

**$T_{\text{optim}} \approx +20\text{—}35^{\circ}$ .**

# Интенсивное развитие микроорганизмов

- **Осуществляется при соответствующей влажности:**

Влияние температуры на жизнедеятельность микроорганизмов тесно связано с влажностью (такой же необходимый фактор для развития микробов, как и тепло).

Если температура разлагающейся массы благоприятна, но влажность недостаточна или избыточна, то разложение будет затруднено. И наоборот, если условия влажности оптимальны, но температурные условия неблагоприятны, то так же будет затруднено разложение.

Процессы разложения наибольшей интенсивности достигают обычно **при влажности почвы около 60%** от полной влагоемкости.

Поэтому разложение растительных остатков в природе на протяжении года протекает неравномерно:

- **наиболее энергично разложение** совершается чаще всего в первую половину лета (тепловые условия и влажность находятся в наиболее благоприятном сочетании);
- **разложения сводится к минимуму** в жаркие летние месяцы (почва сильно пересыхает, жизнедеятельность микроорганизмов снижается);
- **разложение замедляется** также по мере уменьшения тепла в осенний период,
- **разложение прекращается** с наступлением морозов.

# Интенсивное развитие микроорганизмов

Осуществляется при соответствующих реакциях среды:

- **Все бактерии** могут развиваться только в нейтральной, слабокислой или слабощелочной среде.

Действует на бактерии угнетающе - кислая реакция.

Дубильные вещества (содержатся в древесной растительности) – сильнейшее препятствием для жизнедеятельности бактерий.

- **Грибы** - хорошо развиваются в кислой среде, на растительных остатках, содержащих дубильные вещества.

# КРУГОВОРОТ АЗОТА В ПРИРОДЕ

Выделяют:

- ✓ гниение, или аммонификацию;
- ✓ нитрификацию;
- ✓ денитрификацию;
- ✓ фиксацию атмосферного азота.

# ГНИЕНИЕ, ИЛИ АММОНИФИКАЦИЯ

Это превращение органического азота в минеральный азот, разложение сложного белка до аммиака. Процесс проходит в несколько этапов в результате жизнедеятельности различных групп микроорганизмов (бактерий, актиномицетов и плесневых грибов).

- Микроорганизмы производят гидролитическое расщепление белка и других азотистых органических веществ, содержащихся в почве и в остатках растений, животных и микроорганизмов, при помощи **ферментов протеаз**. Гидролиз белка может идти с образованием растворимых продуктов по схеме:

*белок —> полипептиды —> пептон —> аминокислоты.*

Образовавшиеся аминокислоты способны проникать внутрь микробной клетки, где они подвергаются дезаминированию (в процессе которого образуются аммиак, различные органические кислоты и другие более простые продукты) и декарбоксилированию (в результате которого выделяется  $\text{CO}_2$ ).

# Микроорганизмы, участвующие в разложении белка

Распространены во всех почвах и водоемах:

## ✓ из аэробных:

- спороносные бактерии рода ***Bacillus*** (*Bac. mycoides*, *Bac. mesentericus*, *Bac. subtilis*, *Bac. sporogenes* и др.); (гниение)
- неспороносные бактерии родов ***Pseudomonas*** (*Ps. aeruginosa*), ***Halobacterium*** и др.;

## ✓ из факультативных анаэробных

- род — ***Proteus*** (*Pr. vulgaris*, *Pr. mirabilis*). Вызывают наиболее глубокий распад белков и в больших количествах обитают в кишечнике и фекалиях человека и животных.

## ✓ из анаэробных

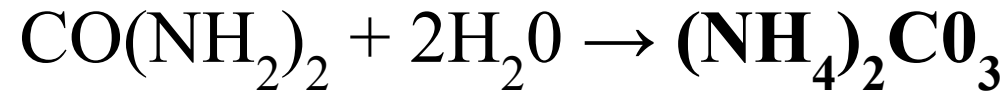
- бактерии рода ***Clostridium*** (*Cl. putrificus*, *Cl. perfringens*). Также часто встречаются в кишечнике человека и животных. Проникая после смерти человека и животных через стенку кишечника в полости тела, они вызывают быстрое разложение трупов.

Гнилостные процессы, происходящие в кишечнике, не приводят к полной минерализации азотистых веществ, поэтому фекалии и свежий навоз малопригодны для питания растений. Они должны подвергнуться дальнейшему распаду в почве *с образованием аммиачных и азотнокислых солей*. Распад органических соединений азота до его минеральных соединений осуществляется в несколько этапов.

- **Гниение (или аммонификация) белков** происходит под действием *Bac. mycoides, Bac. mesentericus, Bac. megatherium, Bac. subtilis* и др. Указанные микробы с помощью ферментов расщепляют белки до аммонийных солей.

# Разложение мочевины

- Человек и животные выделяют в почву с уриной большое количество связанного азота в виде мочевины — диамида угольной кислоты  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ . За сутки один человек выделяет 30-50 г мочевины, а все человечество — около 200 тыс. т. Попадая в почву, мочевина подвергается разложению особыми уробактериями — *Sarcina urea* (содержат фермент уреазу). Они превращают мочевины в нестойкую углеаммиачную соль  $((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3)$ , разлагающуюся до аммиака и углекислоты.



В почве связанный азот содержится в основном в форме перегнойных, или гумусовых веществ. Аммонификация их микроорганизмами также имеет место в почве, но процесс этот происходит очень медленно. Считается, что в умеренном климате в течение года разлагается только 1-3% общего запаса гумуса.



# Нитрификация

Процесс окисления солей аммиака в соли азотной кислоты называется *нитрификацией* (от лат. *nitrum* — селитра).

Конечные продукты разложения белка и других азотистых веществ (аммиачные соли) уже сами по себе могут усваиваться растениями. Однако наиболее легко усвояемыми для растений являются соли азотной кислоты.

Механизм процесса нитрификации изучил русский микробиолог **С. Н. Виноградский**. Процесс осуществляется особой физиологической группой бактерий и проходит в две фазы:

— аммиачные соли окисляются в соли азотистой кислоты (**нитриты**):  $2\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{HNO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 158 \text{ ккал.}$

— образовавшиеся соли азотистой кислоты окисляются в соли азотной кислоты (**нитраты**):  $2\text{HNO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{HNO}_3 + 48 \text{ ккал.}$

# Нитрификация

**Первая фаза** вызывается *нитрозными бактериями*. Они разделяются на несколько видов и разновидностей (*Nitrosomonas, Nitrospira, Nitrosocistis* и др.).

**Вторая фаза** вызывается нитратными бактериями (*Nitrobacter*).

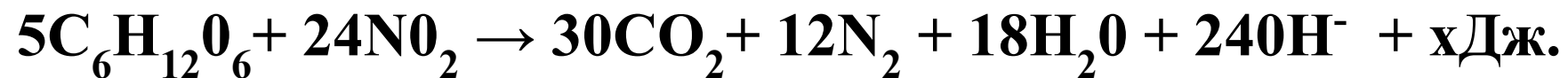
Нитрифицирующие бактерии способствуют накоплению в почве азотнокислых солей, повышающих урожайность полей. В течение года в почве может накапливаться свыше 300 кг азотной кислоты на 1 га. Этого количества вполне достаточно для азотного питания растений, оно оказывает большое влияние и на их фосфорное питание, так как азотная кислота растворяет труднорастворимые фосфорнокислые соли, превращая их в усвояемые растениями формы.

# Денитрификация

Кроме нитрификации в почве могут проходить и процессы разложения азотнокислых солей вплоть до образования газообразного азота, уходящего обратно в атмосферу.

Процессы восстановления нитратов с образованием в качестве конечного продукта молекулярного азота называются *денитрификацией*.

Денитрификацию вызывают микроорганизмы, широко распространенные в почве, навозе, на поверхности и корнях растений: *Bact. denitrificans*, *Bact. fluorescens*, *Ps. aerogenosa*, *Ps. stutzeri*, *Ps. azotoformans* и др. Эти бактерии в процессе дыхания восстанавливают нитрат с выделением молекулярного азота ( $N_2$ ) или закиси азота ( $N_2O$ ). При этом органические субстраты окисляются до  $CO_2$  и  $H_2O$ . Суммарно процесс денитрификации можно выразить следующим уравнением:



# Денитрификация

Наибольшие потери азота почва несет при плохой аэрации и большой влажности.

Денитрификация — нежелательный для почвы процесс (ведет к обеднению ее нитратами). Борьба с ним заключается в аэрации почвы путем перепахивания.

Потеря почвой азота может происходить и за счет косвенной денитрификации. Самые различные бактерии восстанавливают нитраты до нитритов или разлагают белки с образованием аминокислот и амидов. Между нитритами, аминными и амидными соединениями может происходить химическое взаимодействие с выделением молекулярного азота.

**Круговорот азота  
заканчивается возвращением  
его в атмосферу в процессе  
денитрификации.**

# Фиксация атмосферного азота

Огромные запасы газообразного азота недоступны для высших растений и животных. Вовлечение его в биогенный круговорот происходит двумя путями.

**Первый путь** — превращение азота в двуокись азота  $\text{NO}_2$  под влиянием электрических разрядов, происходящих во время гроз, или в результате фотохимического окисления. Двуокись азота растворяется в воде, в почве и окисляется дальше. Таким образом за год  $1 \text{ м}^2$  поверхности получает 30 мг  $\text{NO}_2$ .

**Второй путь** — вовлечение азота в круговорот осуществляется азотфиксирующими микроорганизмами, которые подразделяются на две группы:

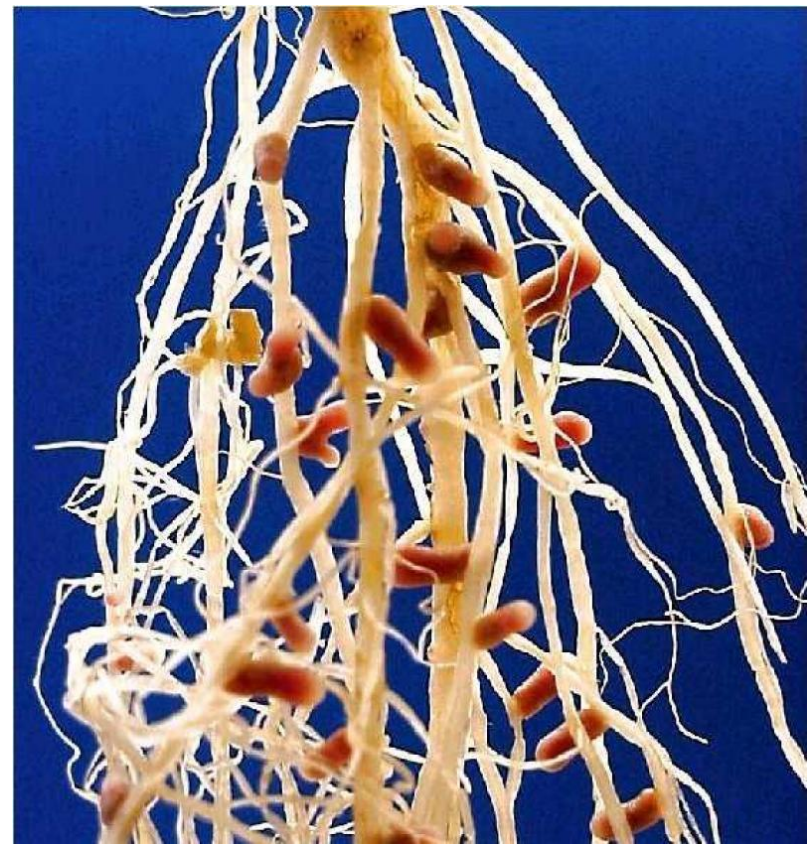
- ✓ клубеньковые бактерии, фиксирующие азот в симбиозе с бобовыми растениями;
- ✓ свободноживущие бактерии.

# Клубеньковые бактерии

Снабжают растения азотнокислыми соединениями, а растения в свою очередь обеспечивают их безазотистыми органическими веществами.

В корень растения бактерии проникают через корневые волоски. Клетки корня в местах их проникновения быстро размножаются и образуют клубеньки, которые осенью разрушаются, и бактерии попадают вновь в почву.

По сосудисто-волоконным пучкам от растений к бактериям поступают сахара, минеральные соединения, некоторые из них при взаимодействии с ассимилированным азотом превращаются в азотистые соединения. Около 25% последних идет на построение белка тела бактерии, большая часть (75%) усваивается бобовыми растениями. Наличие бора способствует фиксации азота. При отсутствии бора клубеньковые бактерии из симбионтов превращаются в паразитов бобового растения.

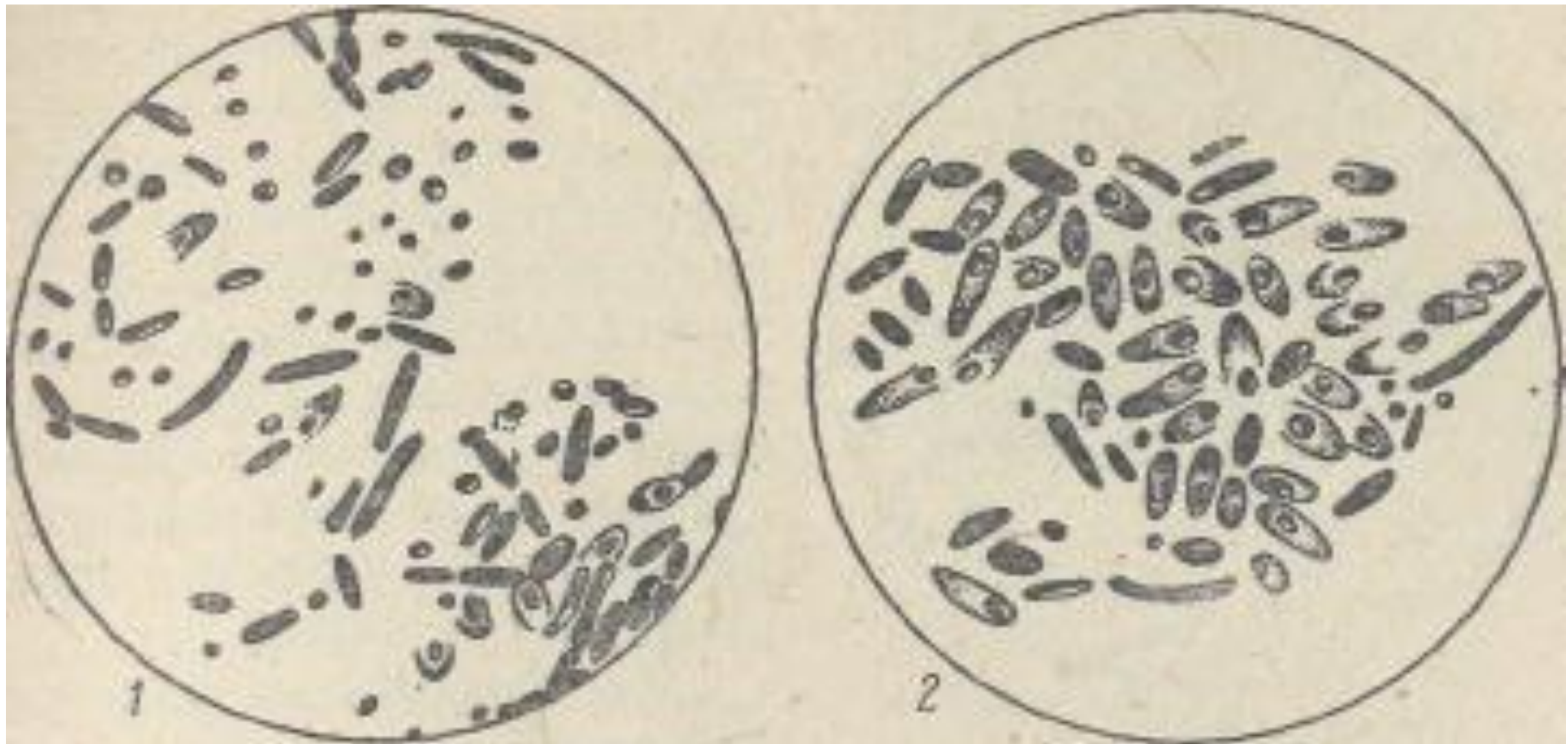


В 1893 г. С. Н. Виноградский открыл **свободноживущую азотфиксирующую бактерию** и в честь Пастера он назвал ее ***Cl. pasteurianum***. В анаэробных условиях он выделил ее на специальной питательной среде, содержащей только глюкозу и необходимые минеральные соли и совершенно не содержащей азота ни в органической, ни в минеральной форме.

***Cl. Pasteurianum*** нуждается в азоте воздуха, чтобы усваивать атмосферный азот, а вредный для нее кислород воздуха поглощается аэробными сапрофитными бактериями, сожительствующими с ней в почве. Бактерии-сапрофиты усваивают масляную кислоту, выделяемую *Cl. pasteurianum*. Ассимилируя азот, *Cl. pasteurianum* улучшает условия развития сапрофитов. Между ними наблюдаются симбиотические отношения. Источником энергии для связывания азота служит маслянокислое брожение безазотистых веществ, глюкозы, сахарозы и др. Крахмал и клетчатку *Cl. pasteurianum* не усваивает. Он фиксирует 2—3 мг азота на 1 г сброженного сахара. В условиях обильного питания аммиачными солями он совсем не усваивает молекулярный азот. *Cl. pasteurianum* широко распространен в природе, находится во всех почвах благодаря широкому диапазону рН (4,5-9,0), при котором он развивается. Азот фиксируют и другие виды маслянокислых бактерий.



# Cl. pasteurianum



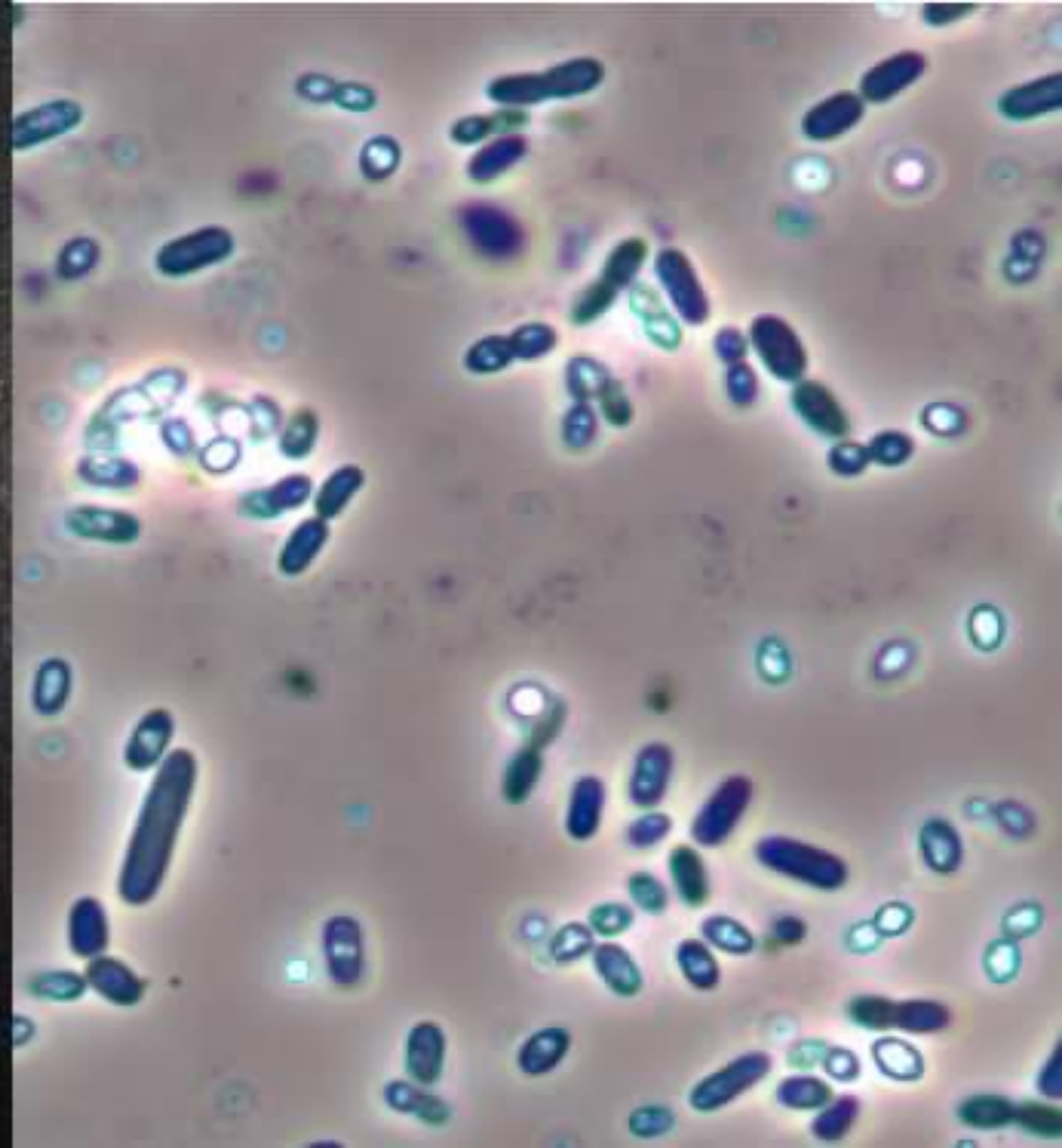
В 1901 г. М. Бейеринк выделил другой азотфиксатор - **Azotobacter** - крупные сплюснутые парные шарики, размером 1 — 10 мкм, покрытые общей слизистой капсулой.

Бактерии рода *Azotobacter* окисляют сахара и органические кислоты и получают энергию. Механизм фиксации азота еще недостаточно изучен. Ассимиляция азота осуществляется ферментной системой, в которой активными являются карбонильная группа и тяжелые металлы. **Azotobacter находится только в 30% всех почв, так как очень чувствителен к реакции почвы.** В почвах с рН ниже 5,6 он уже не встречается.

Фиксация азота *Azotobacter* происходит более активно, чем у *C1. pasteurianum*.

- Азот атмосферы усваивают также некоторые сине-зеленые водоросли (*Nostoc muscorum*), отдельные виды актиномицетов, грибы из рода *Phota* (*Cladosporium*) и некоторые почвенные бактерии и микобактерии. Все они фиксируют азот в незначительных количествах. Но т.к. они широко распространены, это надо учитывать.

# Azotobacter



**Клубеньковые бактерии усваивают  
от 50 до 400 кг атмосферного азота  
на 1 га посевов.**

**Свободноживущие бактерии  
связывают 20 — 50 кг азота на 1 га  
почвы.**

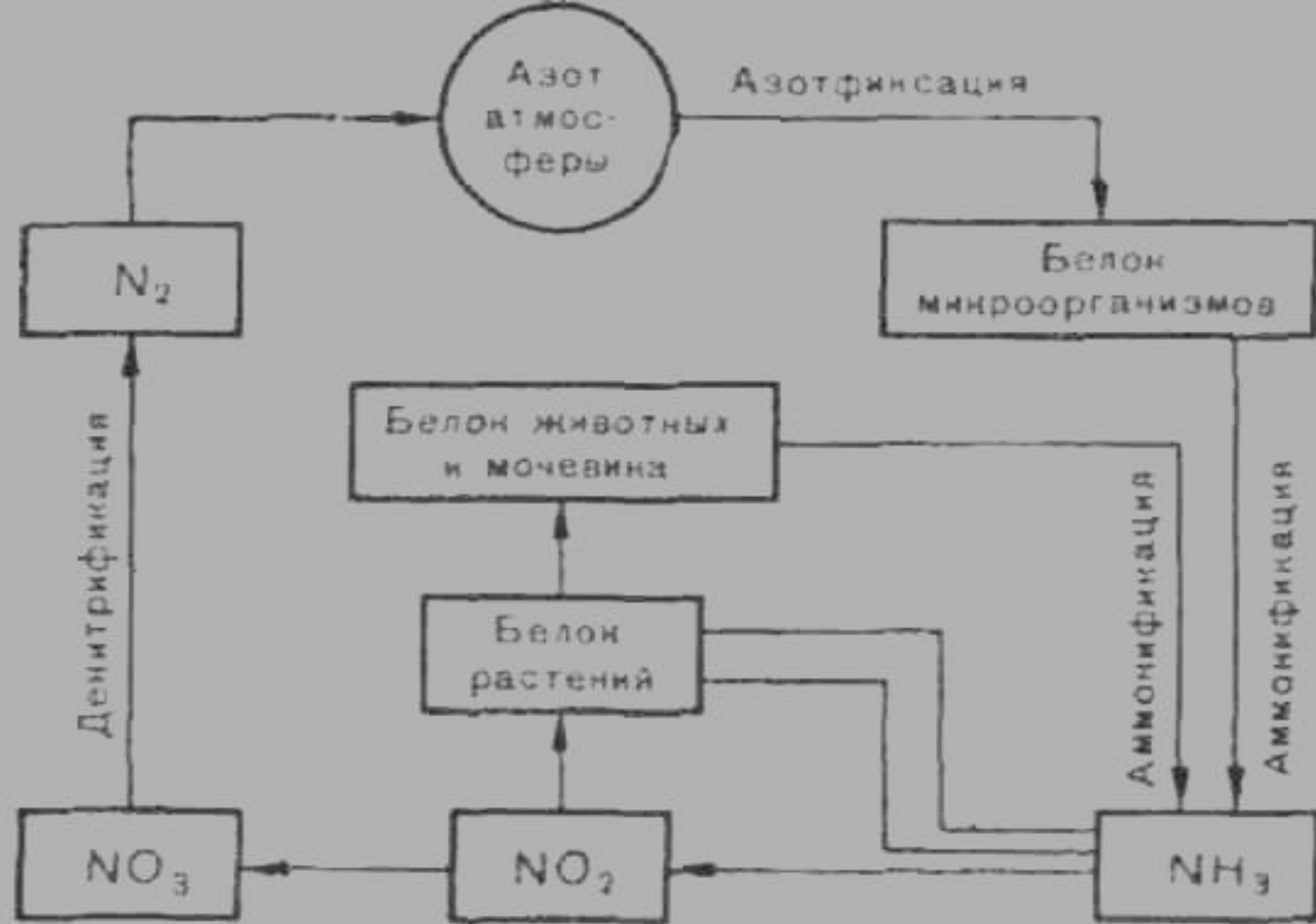
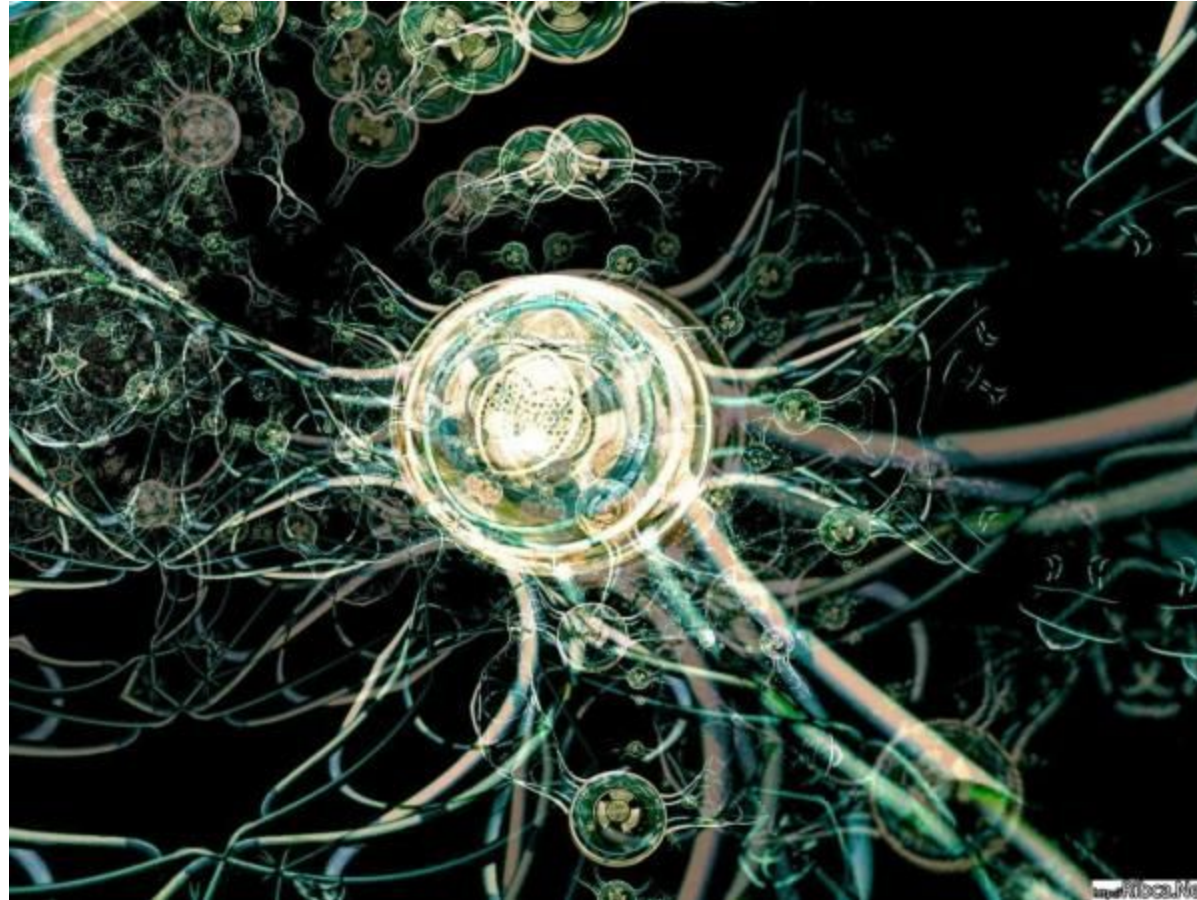
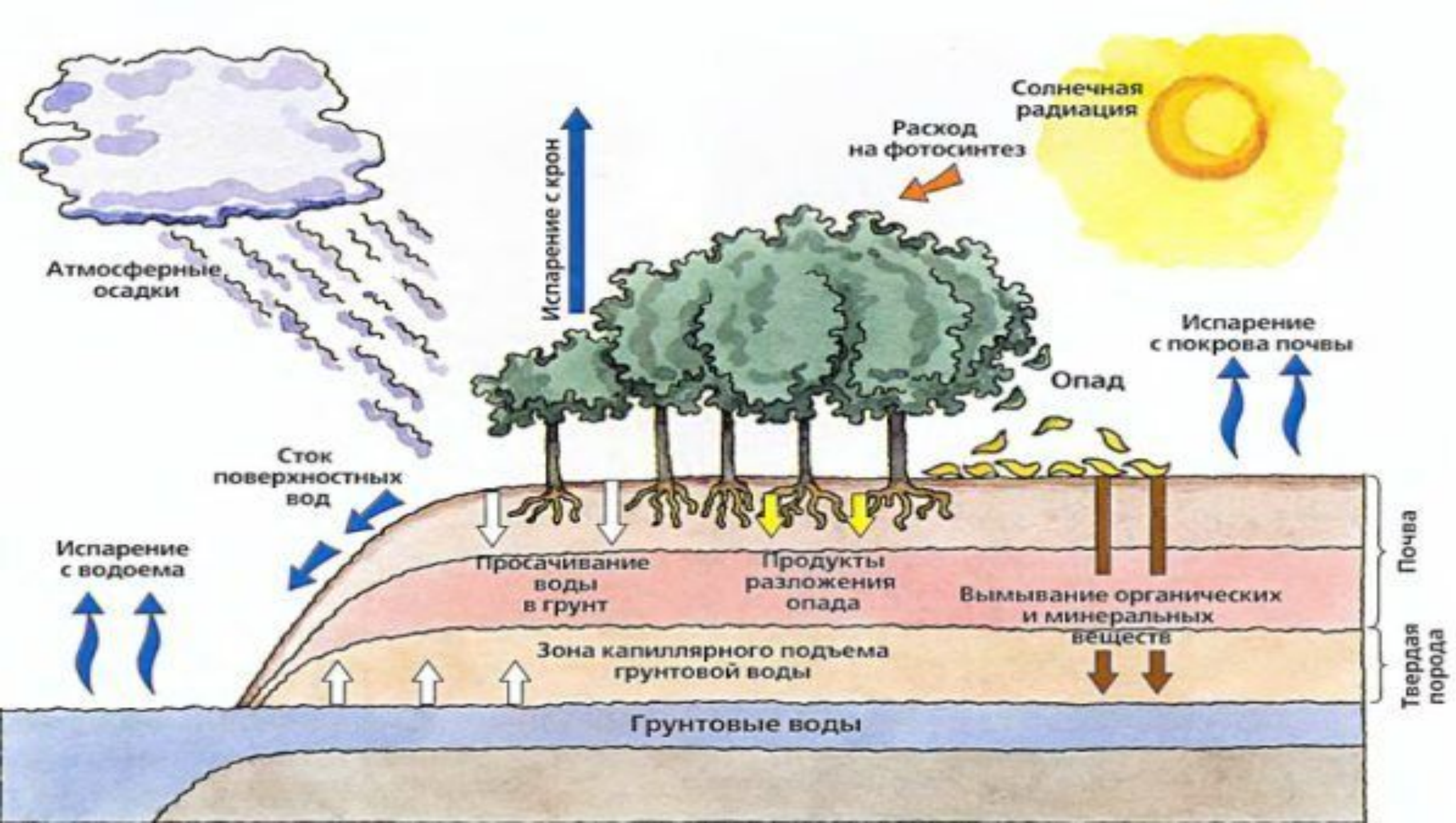
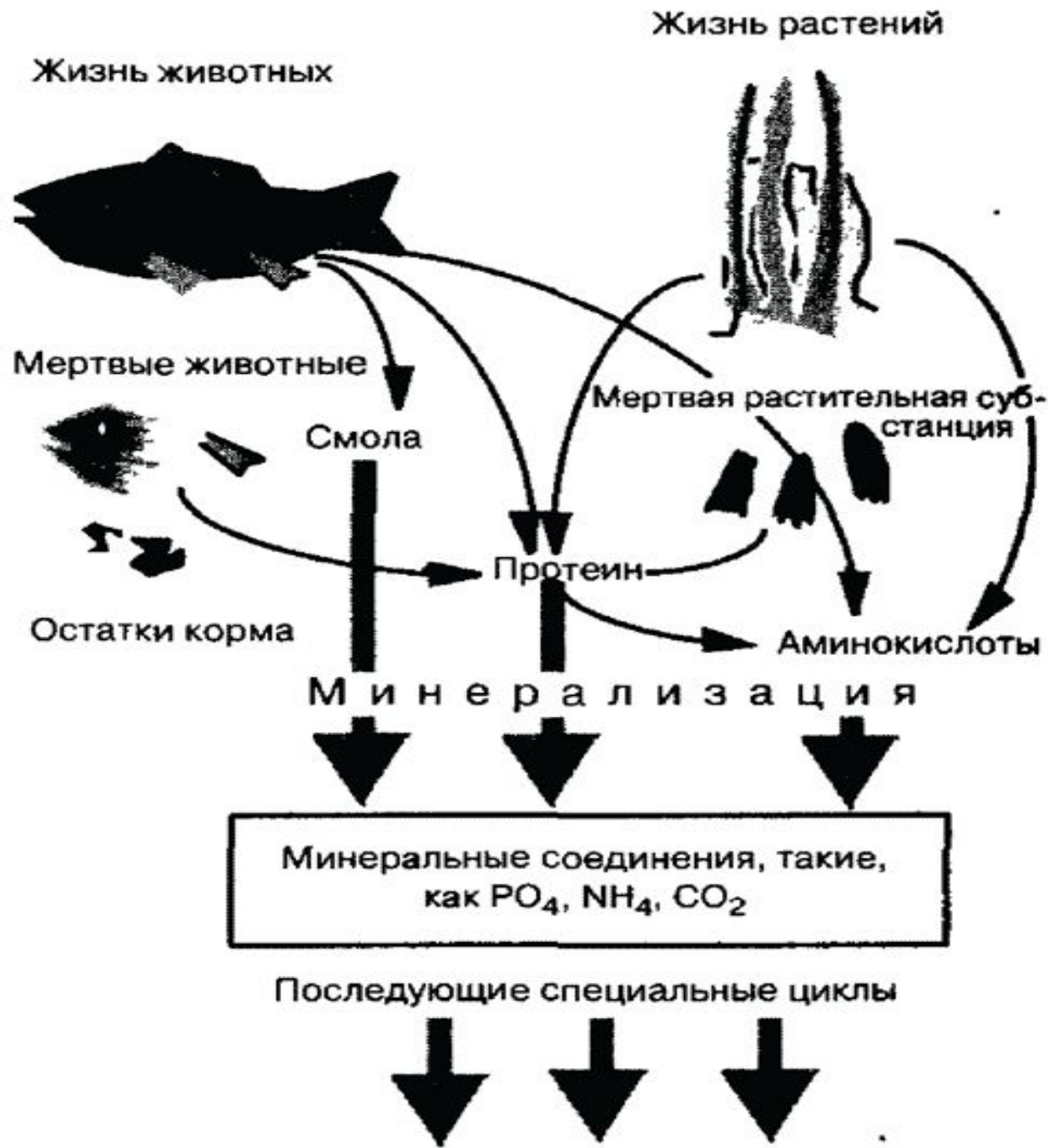


Рис. 12. Схема круговорота азота

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**

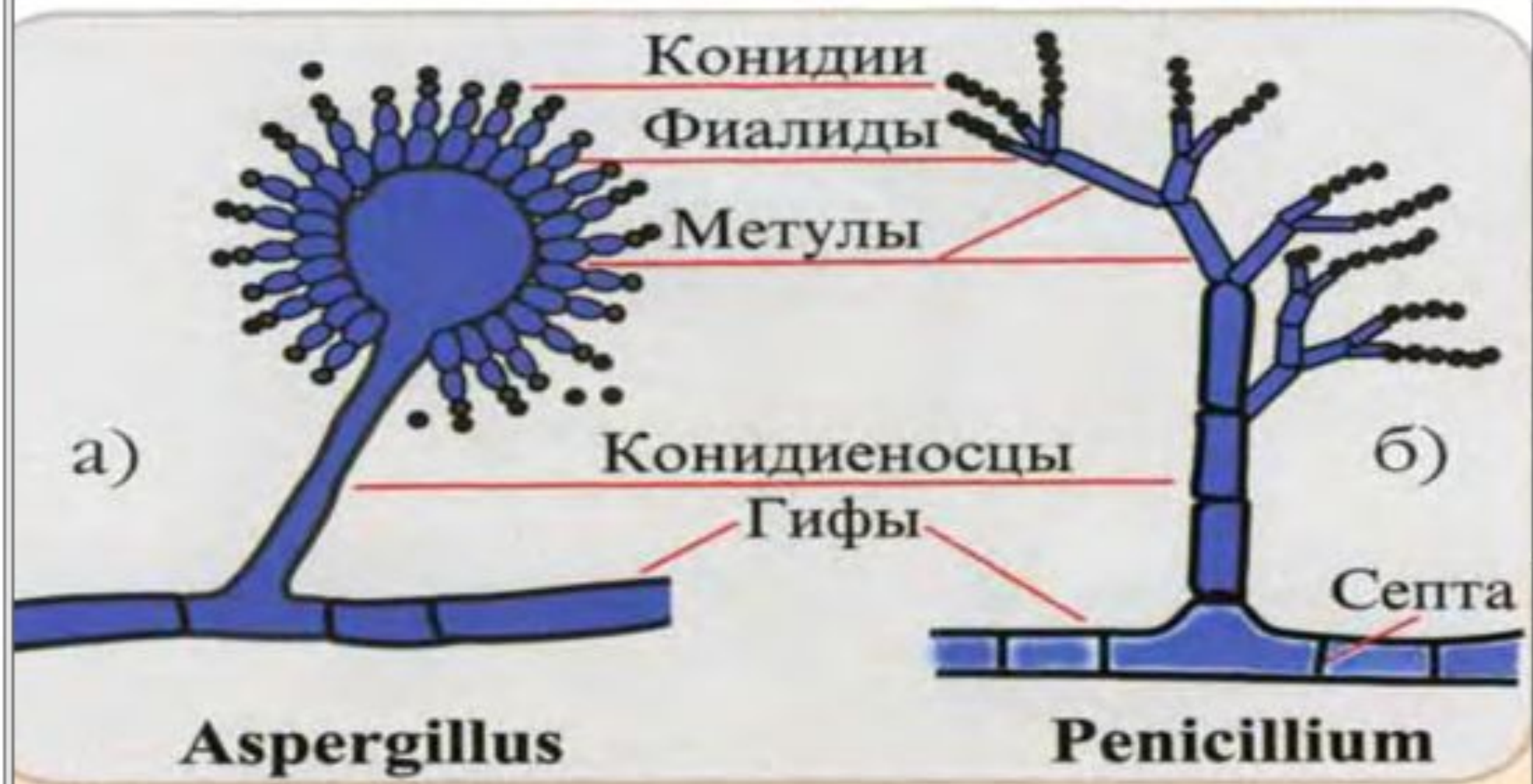












а)

б)

**Aspergillus**

**Penicillium**

Рис. 6.3 а, б. Грибы: а) рода *Aspergillus*, б) *Penicillium*



Здоровье  
онлайн

