

МИКРОФЛОРА ВОДЫ



<http://microbiology.ucoz.ru>

Вода - естественная среда обитания многих микроорганизмов

В воде живут:

- ✓ различные виды вибрионов,
- ✓ спириллы,
- ✓ железо- и серобактерии,
- ✓ светящиеся бактерии и др.

Происходят процессы

- ❖ аммонификации (гниение),
- ❖ нитрификации (окисление аммиака до азотистой кислоты, далее до азотной),
- ❖ денитрификации (восстановление нитратов до нитритов и далее до азота)
- ❖ брожения.

Количественные соотношения микроорганизмов в открытых водоемах

Зависят от:

- ✓ типа водоема,
- ✓ степени его загрязнения,
- ✓ смены метеорологических условий сезона и т.д.

Микроорганизмы воды играют значительную роль в круговороте веществ:

- расщепляют органические вещества животного и растительного происхождения,
- обеспечивают питательными веществами другие организмы живущие в воде.

В реках вода загрязняется больше всего отбросами населенных пунктов.

В озерах, особенно прудах и болотах вода не всегда содержит большое количество микроорганизмов.

В открытые водоемы большинство микробов попадает из почвы. Поэтому в озерах, прудах, реках больше всего микробов у берегов.

Гидросфера включает: подземные воды, поверхностные воды и воды Мирового океана (все моря и океаны) и занимает $\frac{3}{4}$ поверхности планеты.

Количество микроорганизмов в воде зависит от ее происхождения.

1. Подземные воды:

- ▣ **Ключевые воды** бедны микрофлорой (объясняется адсорбцией микроорганизмов на частичках почвы при прохождении воды через грунт).
- ▣ **Грунтовые воды** (особенно мелких колодцев) содержат значительное количество микроорганизмов, в том числе и патогенных, (попадают туда в результате просачивания поверхностных вод во время весенней распутицы, а также с воздухом, пылью, дождем).
- ▣ **Артезианские воды** являются наиболее чистыми (залегают на больших глубинах). Единичные микроорганизмы попадают в воду при прохождении ее через трубы, сама же артезианская вода свободна от бактерий.

2. Поверхностные воды (континентальные водоемы) - **воды открытых водоемов (рек, озер, водохранилищ, прудов).**

Микрофлора их многочисленна и разнообразна, зависит в первую очередь от количества питательных веществ.

Чем больше вода загрязнена органическими остатками, тем больше в ней микроорганизмов.

На количественный и видовой состав микрофлоры воды влияют:

- степень аэрации,
- температура,
- химический состав воды,
- прозрачность воды, от которой зависит глубина проникновения солнечного света,
- близость населенных пунктов и промышленных предприятий, откуда в водоемы поступают сточные воды,
- время года и т. д.

Вода морей и океанов заселена микробами, которые приспособились к:

- повышенному содержанию солей,
- большому давлению воды
- низкой температуре.

Микрофлору водоемов образуют две группы

▣ **Аутохтонная микрофлора** — совокупность микроорганизмов, постоянно живущих и размножающихся в воде. Микробный состав воды напоминает микрофлору почвы, с которой вода соприкасается (придонные и прибрежные почвы).

В состав входят *Micrococcus candidans* и *M. roseus*, *Sarcina lutea*, *Bacterium aquatilis communis*, *Pseudomonas fluorescens*, различные виды *Proteus* и *Leptospira*.

Среди анаэробов в незагрязненных водоемах выделяют *Bacillus cereus*, *B. mycoides*, *Chromobacterium violaceum*, виды *Clostridium*.

▣ **Аллохтонная микрофлора** - совокупность микроорганизмов, случайно попавших в воду и сохраняющихся в ней сравнительно короткое время.

Микробный состав воды особенно разнообразен. Это объясняется различной микрофлорой естественных ресурсов (воздух, биогенные слои грунта, намывы с поверхности земли).

Чаще всего обнаруживают бактерии родов *Pseudomonas*,
Bacillus, *Micrococcus*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*.

ВОДНАЯ ЭКОСИСТЕМА

В водоеме различают несколько биоценозов:

- ▣ **Планктон** - совокупность организмов, населяющих толщу воды. Планктон представлен растительными (*фитопланктон*) и животными (*зоопланктон*) формами.

Различают: *ультрапланктон* (бактерии), *карликовый планктон* (мельчайшие низшие растения и простейшие), *микропланктон* (большинство водорослей, инфузории, коловратки, мелкие ракообразные).

- ▣ **Бентос** — совокупность растительных и животных организмов, обитающих на дне и в толще донных осадков.

Различают: *макробентос* - организмы, имеющие размеры более 1 мм, *микробентос* - организмы, имеющие размеры менее 1 мм.

Бактериобентос представлен аэробными и анаэробными сапрофитами.

Фитобентос значительно развит только в водоемах с прозрачной водой.

Богат бентос животными организмами: простейшими, коловратками, олигохетами, нематодами, личинками насекомых, моллюсками. Видовой состав зообентоса зависит от характера и степени загрязненности грунта.

- ▣ **Перифитон** или **оброст** развивается на погруженных в воду растениях, предметах, водоводах и т. д.

Основная масса этого биоценоза - прикрепленные организмы, но есть и свободно плавающие.

В состав входят: зеленые водоросли, диатомеи, ресничные и сосущие инфузории, коловратки, олигохеты некоторые виды моллюсков.

- ▣ **Макрофиты** – высшая водная растительность. (Входит в экологическую систему водоема как составная часть).

ЗОНЫ САПРОБНОСТИ

Сапробность - степень загрязненности водоема органическими веществами. Оценивается по шкале: открытые водоемы или их зоны подразделяются на поли, мезо- и олигосапробные.

Шкала предложена Р. Кольквитцем и М. Марссоном в 1908 г. по количеству и характеру присутствующих в воде органических соединений.

- 1) Полисапробная зона - зона сильного загрязнения, вода которой содержит значительное количество органических веществ и бедна кислородом. Микрофлора здесь наиболее обильна и представлена преимущественно анаэробными возбудителями гнилостных и бродильных процессов. Количество бактерий может достигать многих миллионов в 1 см³;**

Наблюдается:

- массовое развитие гетеротрофных растительных организмов: разнообразных сапрофитных бактерий, нитчатых бактерий, из водорослей развивается *Euglena viridis*, из грибов - *Fusarium aduaeductum*.

2) **Мезосапробная зона** - зона умеренного загрязнения. Количественный и качественный состав сапрофитных микробов в этих зонах разнообразен.

Мезосапробная зона (подразделяется на α - и β -мезосапробные подзоны.

▣ В α - мезосапробной подзоне протекают аэробные процессы окисления органических веществ с образованием аммиака. Кислород присутствует, но его недостаточно. В этой зоне развиваются организмы, обладающие выносливостью к недостатку кислорода.

Преобладают гетеротрофные бактерии, грибы *Mucog racemosus*, из цианобактерий - *Oscillatoria*.

▣ В β -мезосапробной подзоне наблюдается почти полное отсутствие легкоокисляемых органических веществ. В воде присутствуют аммиак и продукты его окисления - нитриты и нитраты. Кислорода в воде достаточно. В среде развиваются автотрофные организмы:

- цианобактерии, зеленые и диатомовые водоросли, нитрифицирующие бактерии;

В донных отложениях протекают интенсивные процессы минерализации с участием бактерий и др.)

3) **Олигосапробная зона** - зона чистой воды, в которой органических соединений почти нет и где процессы минерализации закончены. Здесь встречаются различные представители нормальной водной микрофлоры (**в основном, автотрофные организмы**).

Количество кислорода близко к полному насыщению. Зона характеризуется законченностью процессов нитрификации. Общее количество бактерий понижается до тысяч, сотен и даже десятков в 1 см³.

Наблюдается большое разнообразие микроорганизмов

В целом переход от поли – к олигосапробной зоне характеризуется уменьшением численности микробов при одновременном увеличении их видового разнообразия.

ПРОЦЕССЫ ЕСТЕСТВЕННОГО САМООЧИЩЕНИЯ ВОДОЕМОВ

При спуске сточных вод в водоемы в них происходят процессы, обуславливающие восстановление естественных качеств воды водоема - **естественное самоочищение водоема.**

Процессы самоочищения воды от посторонней для нее микрофлоры зависят:

- гибели микробов в поверхностных слоях воды под действием солнечных лучей,
- разбавления загрязненных вод более чистыми,
- механического осаждения микробных тел,
- подавления жизнедеятельности микробов под влиянием различных химических примесей и антибиотических продуктов, вырабатываемых водорослями, грибами и другими микроорганизмами,
- конкуренции между отдельными микробными группами,
- пожирания микробов простейшими и другими организмами.

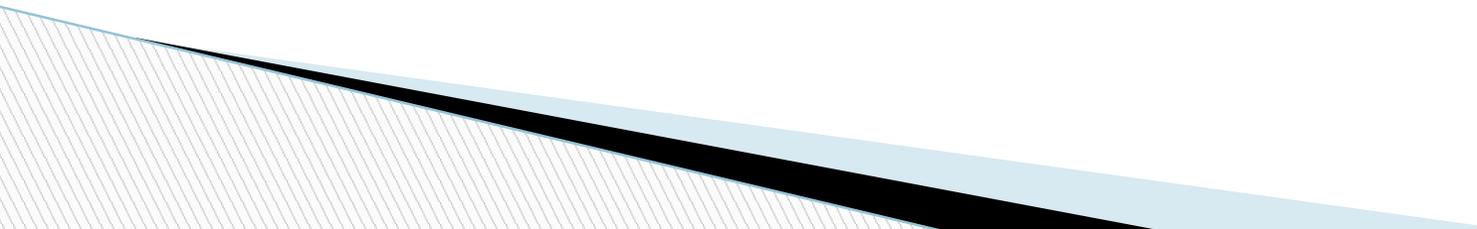
Совокупность всех факторов приводит к тому, что даже в неблагоприятных водоемах с течением времени и по мере удаления от источников загрязнения качество воды улучшается.

Самоочищение - сложный процесс, включающий физические, химические и биологические явления.

Перемешивание струи загрязненной воды со всей массой воды водоема - *явление физическое.*

Самоочищение воды происходит преимущественно в результате химических и *биологических процессов.*

Преобладающим является процесс биохимического распада органических веществ и других загрязнителей при участии всего биоценоза водоема (животные, высшие растения, водоросли, *грибы, бактерии*), в результате чего количество загрязняющих веществ постепенно уменьшается.



Важное значение имеют процессы адсорбции и осаждения.

Часть загрязняющих веществ или продуктов их превращения оседают на дно водоемов и накапливаются в донных отложениях.

Благодаря интенсивно развивающимся микроорганизмам, происходит деструкция загрязняющих веществ часто до полного их исчезновения.

Указанные процессы приводят к изменению степени загрязнения водоема.

При этом происходят непрерывные изменения в составе биоценоза с последующим восстановлением биологической обстановки, которая свойственна чистым водам.

Наряду с минерализацией органического вещества происходит синтез нового органического вещества в виде массы водных организмов.

□ В процессе самоочищения в водоеме происходит последовательная смена зон сапробности и соответственно смена населяющих их организмов, в том числе и бактерий. Кроме того, наблюдается изменение соотношения между различными физиологическими группами микроорганизмов.

Микрофлора ила

Обитает огромное количество микроорганизмов.

Состав: отмершие остатки гидробионтов, не разложившихся в водной толще, и минеральных частиц различного происхождения (углекислый кальций, глинистые частички), постоянно оседающих на дно.

В поверхностном слое ила, соприкасающемся с водной массой, число бактерий - **сотни тысяч и миллионы клеток на 1 см²**. Здесь образуется как бы пленка из бактерий. Она играет важную роль в круговороте веществ в водоеме. Особенно большую роль играют *нитчатые серо- и железобактерии*. Серобактерии окисляют образующийся в иле сероводород в соли серной кислоты, что предотвращает диффузию сероводорода в водоем, и, следовательно, заморы рыбы.

Речной ил во много раз богаче бактериями, чем речная вода.

В сыром иле озер число бактерий составляет сотни миллионов в 1 г.

МИКРОФЛОРА ЛЬДА

Разнообразна, включает те же микроорганизмы, что и вода, из которой его получают.

Способы заготовки льда

■ Лед, заготавливаемый в замерзших открытых водоемах, содержит массу микроорганизмов (*различные бесспорные и спорообразующие бактерии, грибы, дрожжи*; могут встречаться и патогенные микроорганизмы, например, возбудители дизентерии, брюшного тифа, паратифа).

Чем обильнее была загрязнена вода открытых водоемов микроорганизмами, тем больше их окажется и в заготовленном льду.

Микрофлора льда находится в бездеятельном состоянии вследствие низкой температуры среды. Часть клеток при замерзании воды погибает, однако многие микроорганизмы и прежде всего спорообразующие бактерии сохраняют свою жизнеспособность. При таянии льда и наступлении благоприятных для микроорганизмов условий они начинают проявлять свою активность и быстро размножаются.

Лед, заготовливаемый из хозяйственно-питьевого водопровода,

Чище льда открытых водоемов.

Получают зимой путем послойного намораживания воды.

Лед, заготовленный в открытых водоемах или намораживанием, для пищевых целей непригоден.

Его можно использовать только для охлаждения помещений (камер, погребов и т. п.), в которых хранятся пищевые продукты. Такой лед должен быть чистым и не содержать болезнетворных микробов. Микрофлора льда подлежит бактериологическому контролю.

РОЛЬ МИКРООРГАНИЗМОВ В УВЕЛИЧЕНИИ РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ ВОДОЕМОВ

Рыбопродуктивность (естественная) - прирост продукции за счет естественной кормовой базы. Зависит от наличия в водоеме естественных пищевых ресурсов. Оно обусловлено биологической продуктивностью водоема, а именно:

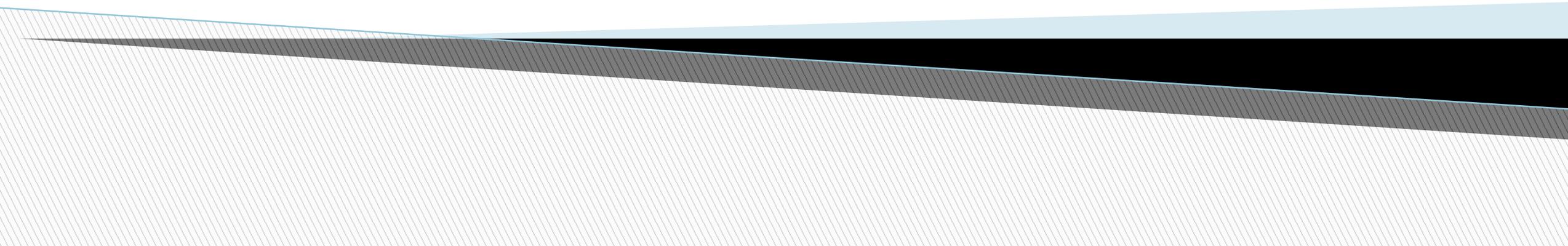
- **уровнем первичной продукции органического вещества — *фитопланктона и фитобентоса,***
- **количеством вторичной продукции *зоопланктона и зообентоса.***

РОЛЬ МИКРООРГАНИЗМОВ В УВЕЛИЧЕНИИ РЫБОПРОДУКТИВНОСТИ ВОДОЕМОВ

Во время формирования естественной кормовой базы в прудах происходят сложные биологические процессы, в которых используется солнечная энергия. Именно микроорганизмы играют огромную роль в обеспечении высокого уровня развития *фитопланктона, зоопланктона, фитобентоса и зообентоса* в водоеме.

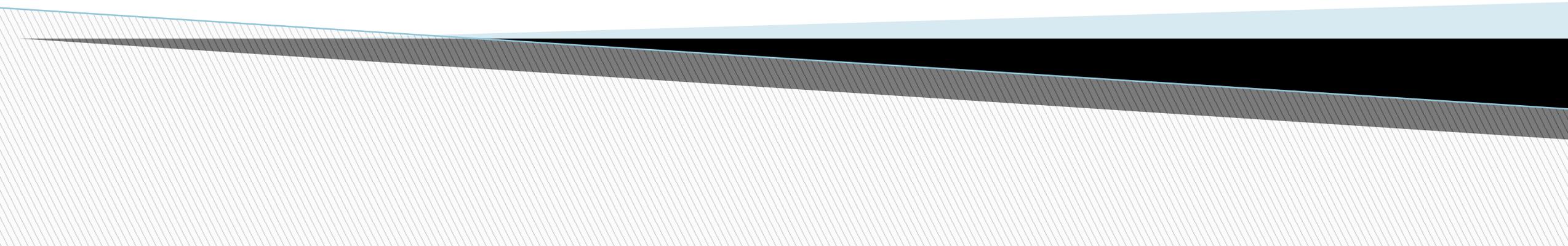
Органические вещества ила разрушаются микроорганизмами на дне пруда, вода обогащается минеральными солями, образуется **первичная продукция - фитопланктон и бактерии**. Они поглощают из воды минеральные соли и органические вещества. На следующем этапе круговорота веществ образовывается **вторичная продукция — зоопланктон и зообентос**. Последнее звено — **образование рыбопродукции** разными видами рыб при использовании зоопланктона и зообентоса.

Бактериопланктон и
бактериобентос - начальные звенья
в трофических цепях водоема,
конечные - рыбы.

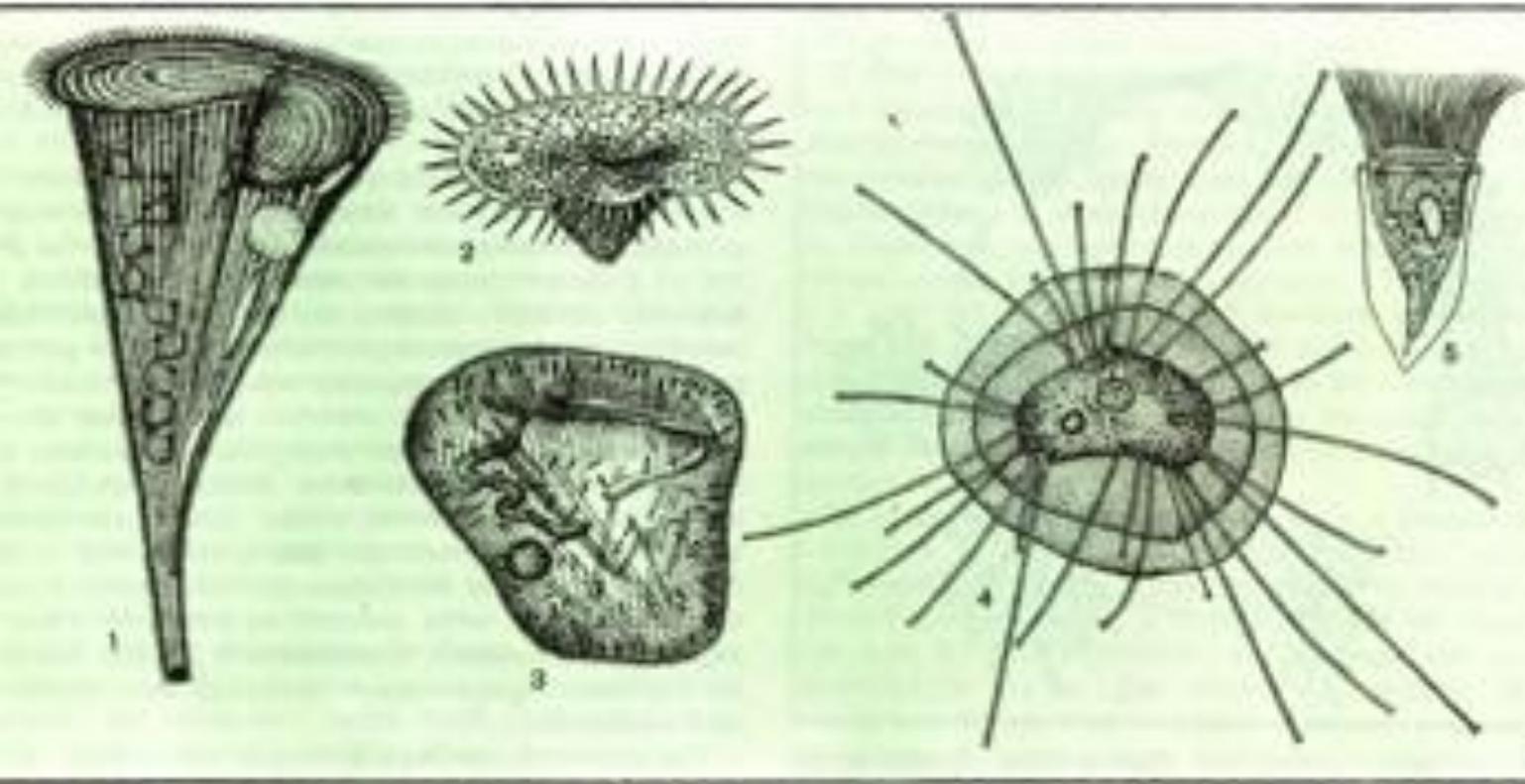
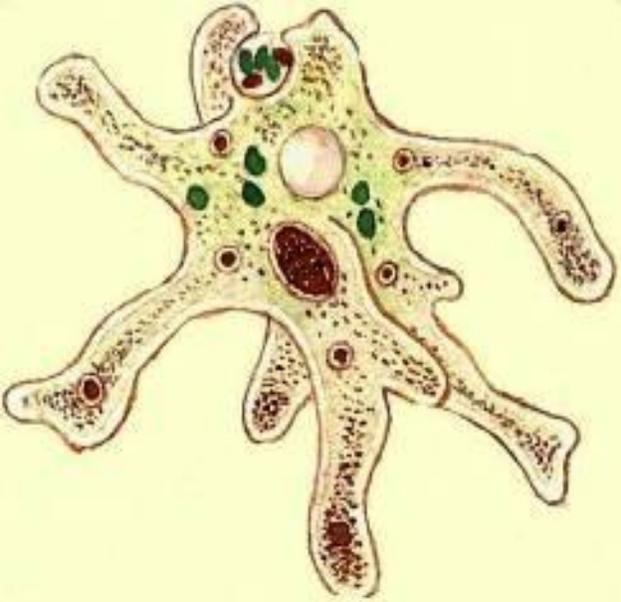
The bottom of the slide features a decorative graphic consisting of several overlapping, wavy horizontal bands. From top to bottom, the bands are light blue, dark grey, and white with a fine diagonal hatching pattern.

Микроорганизмы как кормовая база в водоеме

Еще в 1938 г. В. С. Буткевич пришел к заключению, что в Каспийском море бактерии в качестве пищевого звена играют почти такую же роль, как и фитопланктон.



Доказано, что микроорганизмами в водоемах питаются многие простейшие — различные инфузории, амебы и др.



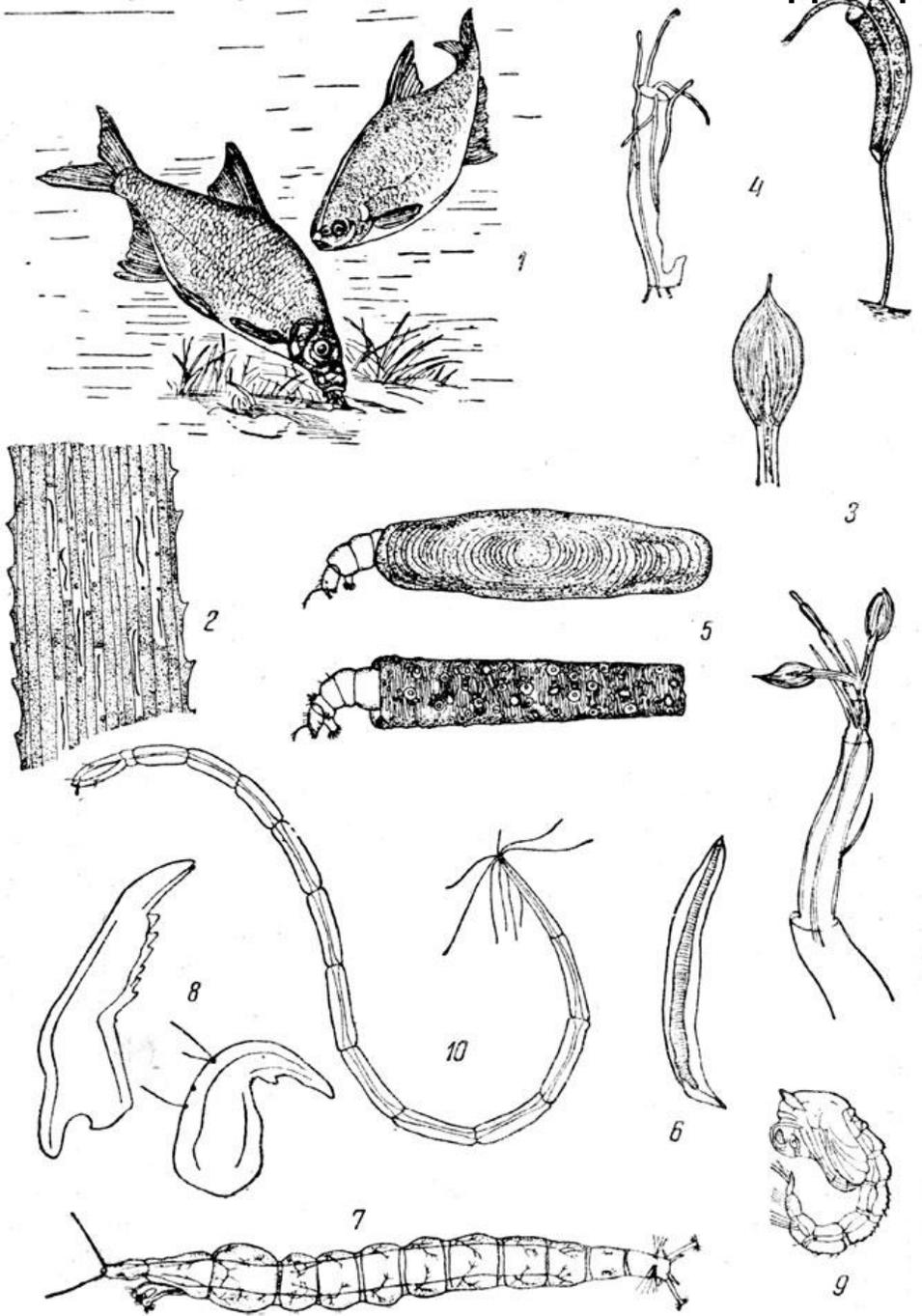
Также микроорганизмами в водоемах питаются и более высокоорганизованные обитатели водоемов — ветвистоусые рачки



Веслоногие рачки



Рыбы в поисках за личинками тендипедид



Питаются микроорганизмами и личинки тендипедид (мотыль-личинки комаров)

Питаются микроорганизмами и многие моллюски



Dreissena polymorpha
Полупрозрачный перловица



Modiolus barthelemyi
Модуль бартеlemi (перловица)



Dreissena polymorpha
Модуль бартеlemi (перловица)



Mytilus trossulus
Мидия троссулюса



Mytilus trossulus
Мидия троссулюса



Mytilus trossulus
Мидия троссулюса



1a



Siphonaria pinnatifida
Гребешок (розовый) Сифона



Chlamys opercularis
Гребешок (красный) Сифона

Mizuhopecten yessoensis Пашапортная перловица

Микроорганизмами в водоемах питаются и малощетинковые черви

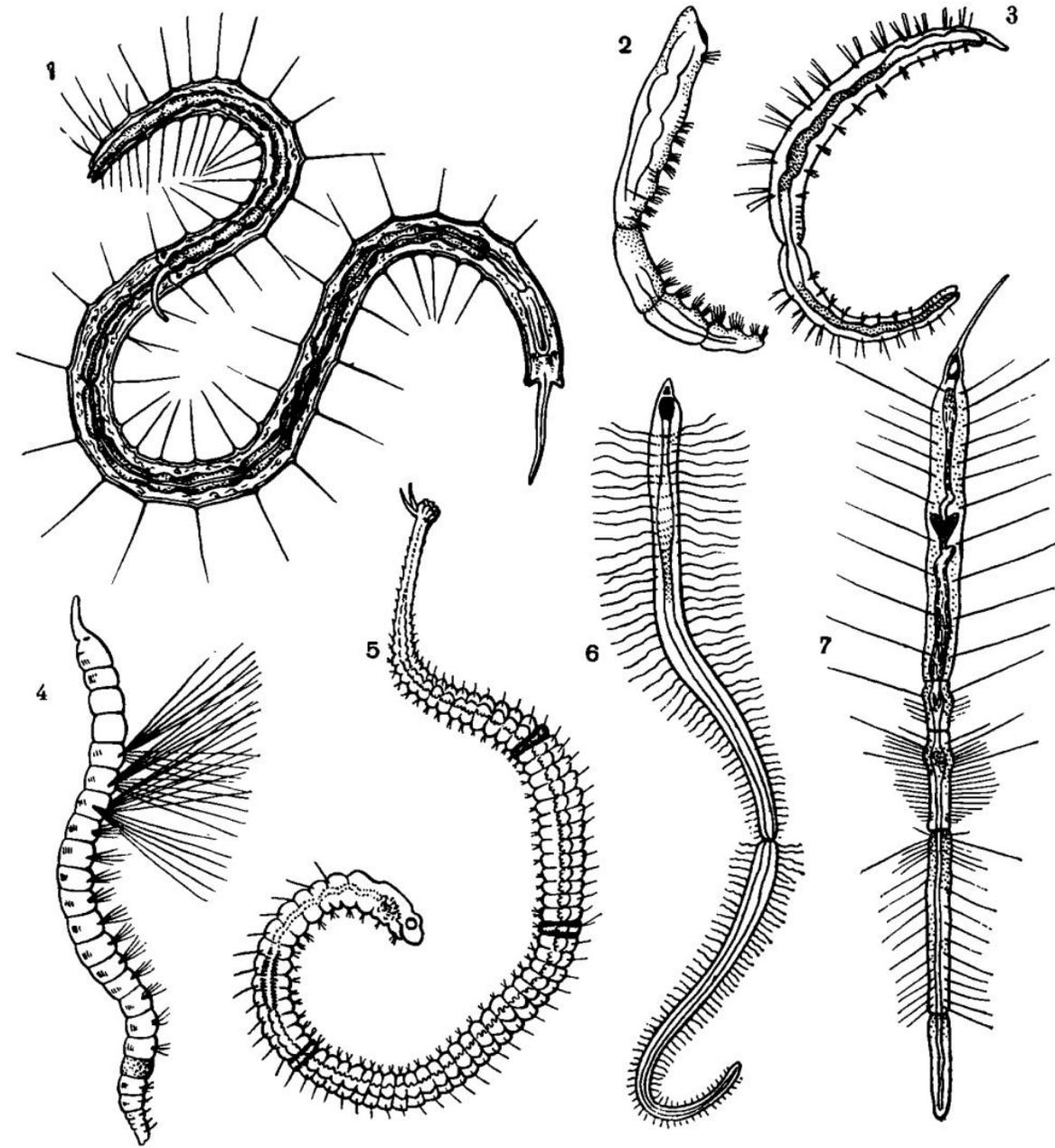
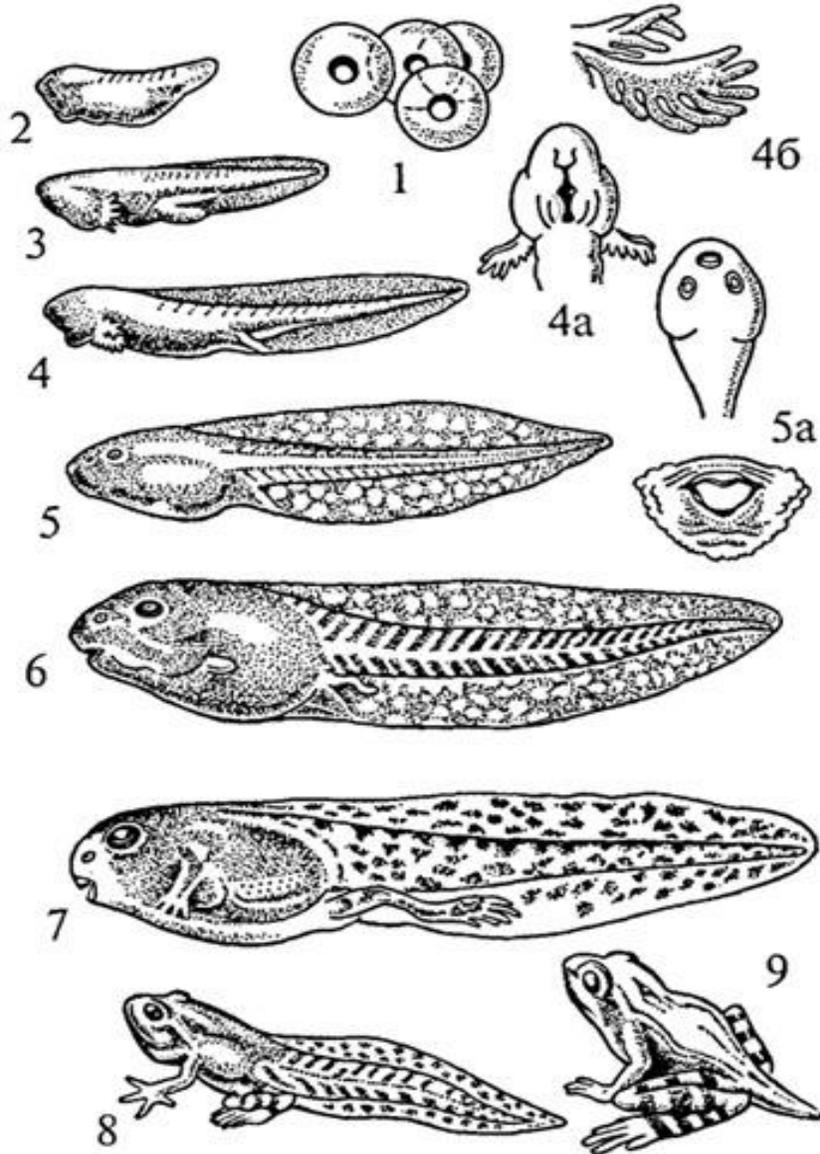


Рис. 281. Представители семейства Naididae:
1 — *Stylaria lacustris*; 2 — *Chaetogaster limnaei*, 3 — *Nais pseudobtusa*; 4 — *Ripister parasita*;
5 — *Aulophorus*, 6 — *Branchiodrilus*, 7 — *Pristina longiseta*.

Даже рыбы и илоядные позвоночные, например головастики, питаются водными микроорганизмами

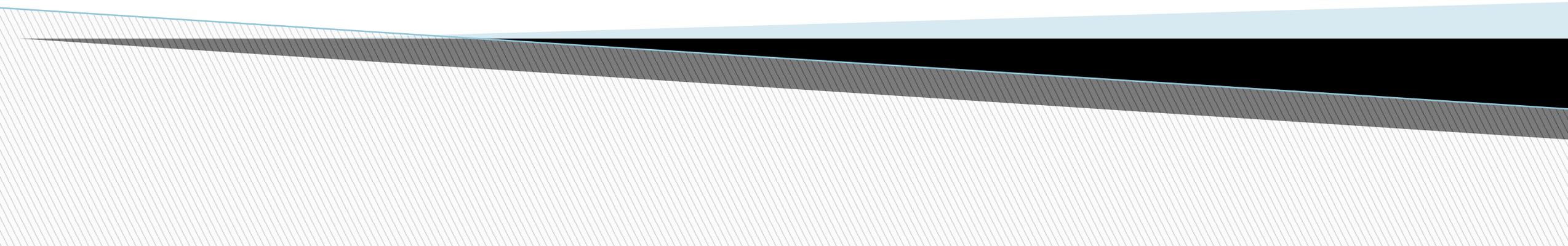


Развитие лягушки: 1 - яйца, 2 - вылупившийся головастик, 3 - 4 - развитие плавниковых складок и наружных жабр, 4а - передняя часть головастика, 4б - наружные жабры, 5 - исчезновение жабр, 5а - развитие рта, 6 - появление задних конечностей, 7 - задние конечности стали подвижными и просвечивают передние, 8 - появление передних конечностей и начало резорбции хвоста, 9 - стадия выхода на сушу.

С появлением радиоизотопного метода подтвердилось, что бактериальная биомасса является важнейшим источником пищи для всех типов водных животных:

- ❑ **тонких планктонных и бентических фильтраторов** — ветвистоусых рачков, преобладающих в зоопланктоне прудов, губок, гидромедуз, аппендикулярий, полихет и
- ❑ **более грубых фильтраторов** — коралловых полипов и гидроидов, двустворчатых моллюсков, копепод, асцидий.

Пищевая ценность микроорганизмов



Пищевая ценность микроорганизмов

Клетки микроорганизмов обладают высокой пищевой ценностью. По содержанию отдельных элементов они близки клеткам

- фитопланктона,
- зоопланктона,
- мышц рыб,
- человека

Пищевая ценность микроорганизмов

В клетках микроорганизмов содержатся все необходимые водным животным питательные вещества:

- ✓ белки и жиры (почти не уступают водной растительности и зоопланктону).
- ✓ биологически активные вещества: витамины, ферменты и другие биостимуляторы.

Микроорганизмы являются источником витаминов для беспозвоночных, которые в свою очередь обеспечивают витаминами рыб. Доказательство: у ряда рыб (лещ, сом, судак, треска, лосось, осетр и др.) обнаружен витамин

B₁₂ (синтез осуществляется только микроорганизмами).

Пищевая ценность микроорганизмов

Пищевая ценность разных видов микроорганизмов неодинакова.

- ▣ **Некоторые из них являются более питательными:** азотобактер, различные дрожжевые организмы, некоторые неспороносные бактерии, например, кишечная палочка. Азотобактер синтезирует такой же комплекс витаминов группы В, как дрожжи и в тех же количествах, а кроме того витамин В12.
- ▣ Другие виды водных микроорганизмов, обладающие более низкой пищевой ценностью, в опытах с чистыми культурами оказались также пригодны для питания большинства водных животных.
- ▣ Не могли использоваться водными животными в качестве пищи лишь единичные виды пигментных бактерий, таких, как *Bacterium prodigiosum*, *Bacterium violaceum* и нитчатые железобактерии, обладающие грубыми чехлами.

Пищевая ценность микроорганизмов

Факторы, определяющие возможность потребления микрофлоры водоема водными животными:

- ❑ величина бактериальной биомассы;
- ❑ скорость продуцирования бактериальной биомассы;
- ❑ возможность потребления естественной микрофлоры водными животными:
 - *концентрация микрофлоры воды* (доступная концентрация бактериопланктона колеблется от 0,5 до 2 г для самых тонких фильтраторов и 3—4 г на 1 м³ сырой биомассы для более грубых фильтраторов, способных отфильтровывать бактерии преимущественно в скоплениях.)
 - *состояние агрегированности микрофлоры воды* (становится доступной),
 - *усвояемость бактериальной биомассы*, поедаемой водными животными.

Доступные концентрации бактериопланктона имеются обычно во многих мезотрофных и евтрофных водоемах.

Потребление микроорганизмов водными животными облегчается, если они представлены агрегатами клеток.

- ❑ **В виде скоплений** — длинные цепочки и микроколонии (серобактерии, железобактерии, почкующиеся бактерии, дрожжи). Включают от 8 до 48 клеток. Часто микроколонии покрыты слизью.

Агрегированное состояние бактериальных форм особенно важно для различных ракообразных, относящихся к грубым фильтраторам (коралловые полипы, гидроиды, двустворчатые моллюски, копеподы, асцидии), преобладающим в пелагиали (толща воды любого водоема) морей и океанов.

- ❑ **Частицы детрита** (благоприятная форма для питания планктонных и донных животных). Степень агрегированности микроорганизмов наибольшая.



Гидроиды

© Александр Семенов



КОПЕПОД

© Micropollan.org



АСЦИДИЯ

Состав детрита

Каждая частица детрита обильно заселена:

- микроскопическими водорослями,
- разнообразными простейшими и коловратками,
- огромным количеством микроорганизмов различных физиологических групп.

Обитатели детрита:

- гнилостные бактерии
- бактерии, разлагающие углеводы (особенно разлагающие целлюлозу, пектиновые вещества),
- азотобактер,
- серобактерии,
- дрожжи,
- грибы.

Строение детрита.

Обусловлено:

- ❖ характером водоема, в котором он образовался,
- ❖ развитием в нем жизни,
- ❖ периодом года.

Происхождение детрита, преобладание в нем животных или растительных остатков определяют развитие определенных групп микроорганизмов и направление микробиологических процессов в нем.

Количество микроорганизмов на детрите

45 млрд. клеток на 1 г сырой массы.

Развиваются м/о:

- ✓ на поверхности детрита,
- ✓ проникают вглубь.

Количество детрита

В континентальных водоемах:

- наименьшее количество детрита находится в малопродуктивных высокогорных озерах,
- максимальное — в высокопродуктивных слабопроточных водоемах тропической и субтропической областей (до нескольких миллиграммов на 1 л).
- Реки несут много детрита.

В Мировом океане - миллион миллиардов тонн.

Например,

в водах Северного моря и Кильской бухты детрит составляет 90%,

в центральной Балтике — от 73 до 90% от массы сестона (совокупность всего, что взвешено в воде, включающая живые (биосестон) и неживые (абиосестон) компоненты).

Доля живой (в виде бактериальных тел) органики в морском детрите может достигать 46,8—47,4% общего содержания органического вещества.

Роль детрита в питании гидробионтов

Пищевая ценность детрита связана с его:

- ❑ происхождением,
- ❑ возрастом,
- ❑ содержанием бактерий.

Основной питательный компонент детрита: агрегированная на нем микрофлора.

Благодаря жизнедеятельности бактерий в детрите накапливаются вещества кобаламиновой природы (**витамин В₁₂**). Это повышает его пищевую ценность и делает его важнейшим источником питания водных животных.

Количество детрита определяет:

- ❑ развитие, численность, величину биомассы, а также продукцию зоопланктона (коловратки, ветвистоусые рачки и др.) и зообентоса (полихеты, олигохеты, многие рачки, гаммариды и мизиды, моллюски). Установлено, что некоторые моллюски используют в пищу только микрофлору детрита, а мертвое органическое вещество детрита выбрасывается с фекалиями.

Кто питается бактериями?

- ✓ некоторые личинки рыб, поедающие детрит,
- ✓ взрослые особи белого леща. Пища личинок воблы на 46%, а личинок леща — на 47% представлена бактериями.

Усвояемость бактериальной массы водными животными

Потребление водной микрофлоры, ее усвояемость водными животными определяют путем:

- ▣ прямого измерения скорости выедания микробной популяции по убыли ее концентрации в присутствии животных,
- ▣ длительного содержания подопытных животных на бактериальном корме.

Используется **радиоуглеродный метод** изучения бактериального питания водных животных. Бактерии метят радиоактивным углеродом. Выращивают их на средах с мечеными питательными веществами или в пробах воды из водоема с внесенным туда меченым органическим веществом. Водные животные после употребления такого корма приобретают радиоактивность. Она определяется под торцовым счетчиком. Зная исходную радиоактивность корма, легко рассчитать количество усвоенного углерода, т. е. рацион водных животных и усвояемость ими бактериального корма.

Например, суточный рацион мелких рачков при их питании бактериями составляет 10 - 100% массы тела. У более крупных животных эта величина снижается до 5-20%.

Определено, что усвояемость потребленной бактериальной пищи водными животными достаточно высокая (50—80%) и не уступает усвояемости фитопланктона.

Общая рыбопродуктивность - прирост за счет естественной кормовой базы и искусственных кормов, которые вносятся в пруд.

- Увеличить рыбную продукцию в низкопродуктивных водоемах можно внесением в них минеральных и органических удобрений. При этом возрастает продуктивность водоема в целом. В прудовом хозяйстве внесение удобрений сначала влияет на развитие бактерий и фитопланктона, последние используются зоопланктоном, а зоопланктон — рыбами.
- Удобрения, применяемые в прудовом рыбоводстве, подразделяются на минеральные, органические и органоминеральные. При внесении удобрений любого вида для повышения рыбопродуктивности прудов начальным звеном являются бактерии, фактически преобразующие удобрения в корм для рыб.

Чтобы получить больше рыбы:

✓ **ее нужно кормить,**

также применять другие методы:

✓ **удобрение прудов,**

✓ **известкование** (устранение кислой реакции грунта, ускорение процесса минерализации органического вещества),

✓ **водообмен** (способствует выносу продуктов жизнедеятельности рыб, стимулирует фотосинтетическую деятельность водных растений),

✓ **мелиорация водоемов** (система мер, направленных на борьбу с излишней водной растительностью, чрезмерными иловыми отложениями, предотвращением попадания в водоем сорной рыбы),

✓ **поликультура рыб** (это выращивание в одном водоеме или рыбоводной емкости разных видов рыб),

✓ **аэрация** (искусственное насыщение воды воздухом с целью повышения концентрации растворенного кислорода).



Бактериальные болезни рыб являются наиболее опасными, так как в условиях водной среды вести борьбу с ними очень сложно.

На характер проявления и течения бактериальных болезней большое влияние оказывают:

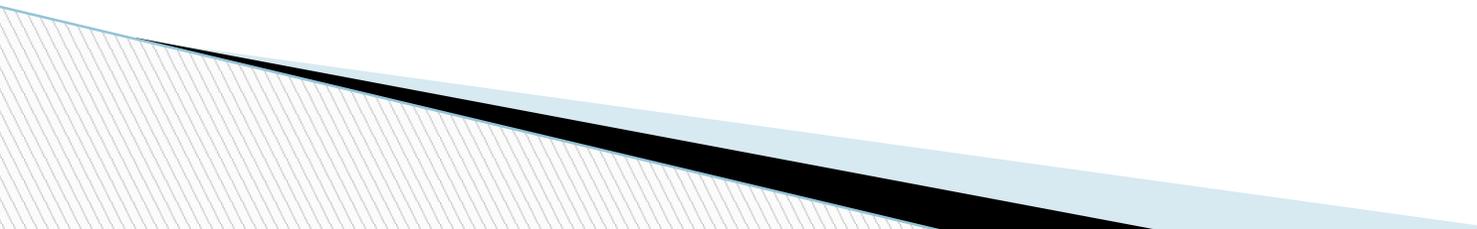
- технологические условия воспроизводства рыб;
- степень интенсификационных процессов;
- общий уровень культуры производства рыбы на каждом биотехническом цикле ее выращивания и содержания.

У рыб, культивируемых в условиях промышленного рыбоводства, выращиваемых в естественных рыбохозяйственных водоемах, на рыбозаводах чаще всего возбудителями бактериальных болезней являются патогенные формы бактерий, относящиеся к родам:

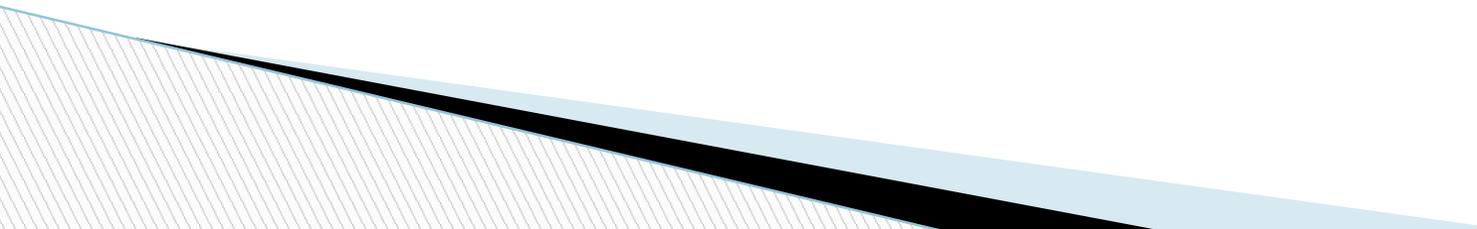
- ▣ *Aeromonas*,
- ▣ *Pseudomonas*,
- ▣ *Vibrio*,
- ▣ *Chondrococcus*,
- ▣ *Cytophaga*,
- ▣ *Mycobacterium* и некоторые другие.

Следует проводить мероприятия по профилактике и ликвидации эпизоотических и других заболеваний рыб, а также оздоровлению водоемов.

Чтобы создать у рыб большую устойчивость к заболеваниям:

- улучшают и поддерживают рыбоводно-зоотехнические условия водоема,
 - предупреждают сброс в него сточных вод предприятий,
 - избегают травмирования рыб,
 - резких смен в режиме их содержания и кормления,
 - создают условия для наилучшего развития естественной пищи,
 - предотвращают близкородственное разведение рыб.
- 

Спасибо за внимание!



Вид бактерий	Окраска по Граму, морфология, размер	Подвижность	Капсула	Тип дыхания	Температурный оптимум, °С	Характер роста на средах				Глюкоза	Сахароза	Арабиноза	Аммиак	Серводород	Индол	Примечание
						МПА	МПБ	МПЖ	молоко							
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Грам (-) палочка, 0,5×1—2 мкм	+ лофотрих	—	Аэроб	20—25	Круглые, выпуклые, беловатые, полупрозрачные колонии с гладкой, блестящей поверхностью, ровными краями. На 3—4-е сутки желто-зеленый флуоресцирующий пигмент	Равномерное помутнение, поверхностная пленка, на дне хлопьевидный осадок. На 3—4-е сутки желто-зеленая флуоресценция	Разжижение воронкой	Пептонизация, появление желто-зеленого пигмента сверху	К—	К—	К—	+	±	—	
<i>Ps. putida</i>	Грам (-) палочка, 0,4—0,8×1,2—2,6 мкм	+ лофотрих	—	Факультативный аэроб	25—37	Круглые, выпуклые, слизистые колонии, беловатые или бесцветные с гладкой, блестящей поверхностью. На 3—4-е сутки зеленый флуоресцирующий пигмент	Равномерное помутнение, поверхностная пленка, зеленая флуоресценция	—	Не изменяется	К—	К—	К—	-/+	+/-	—	
<i>Ps. capsulata</i>	Грам (-) палочка, 0,7—1×1,6—2,5 мкм	—	+	То же	25—30	Выпуклые или растекающиеся по поверхности колонии, белые, слизистые, клейстерообразные	То же	Разжижение воронкой	Свертывание, пептонизация	—	—	—	—	—	+	
<i>Ps. nonliquefaciens</i>	Грам (-) палочка, 0,2×0,6 мкм	+ моно или лофотрих	—	Аэроб	25	Круглые, плоские колонии, серовато-белые, с блестящей гладкой поверхностью, ровными краями. Зелено-желтый флуоресцирующий пигмент	»	—	Не изменяется	К—	К—	—	+/-	—	—	
<i>Ps. anguilli septica</i>	Грам (-) палочка, 0,4×2,0 мкм	+ моно трих	—	Аэроб	15—20	Хорошо растет только на средах с 0,5—1%-ным хлорида натрия	Нужно добавление 0,5—1%-ного хлорида натрия	Разжижение	.	—	—	—	—	—	—	О—F — теряет подвижность при температуре более 25°C
<i>Ps. immobilis</i>	Грам (-) палочка, 0,8×2,5 мкм	—	—	»	22	Выпуклые, беловатосерые, матовые колонии неправильной формы	Равномерное помутнение, зеленая флуоресценция	—	Свертывание	—	—	—	—	+	+	
<i>Ps. mesenterica</i>	Грам (-) палочка, 0,5×3—7 мкм	—	—	»	25	Круглые, выпуклые или утолщенные складчатые колонии серовато-белого цвета	То же	Разжижение	То же	—	—	—	+/-	—	—	
<i>Ps. chlororaphis</i>	Грам (-) палочка	+	—	»	15—25	Круглые, выпуклые колонии средней величины, полупрозрачные, зеленый нефлуоресцирующий пигмент (хлороафин)	Равномерное помутнение	То же	.	К—	К—	—	.	.	.	Сорбит—Адонит—
<i>Ps. alcaligenes</i>	Грам (-) палочка	+ лофотрих	—	»	25—37	Круглые, выпуклые колонии средней величины, полупрозрачные. Пигмента не образуют	То же	»	Не изменяется	—	—	—	.	.	.	Растет при 41 °С

Кормление рыбы.

Следует различать корма, применяемые для выращивания рыбы в прудах и в так называемых индустриальных условиях (садках, бассейнах), где рыбу содержат при сверхплотных посадках (до 250 экз./м²).

- В прудах, даже при высоких плотностях посадки (свыше 5 тыс. экз./га, или 0,5 экз./м²), рыба имеет возможность потреблять естественный корм, который служит источником биологически активных веществ — витаминов, микроэлементов, а также высокоценного белка. Поэтому к прудовым кормам не предъявляется таких жестких требований по сбалансированности и полноценности рационов. Качество задаваемых кормов с недостаточно высоким уровнем протеина, витаминов и других компонентов может быть улучшено самой рыбой за счет потребления биологически ценного естественного корма.
- Корма, используемые для индустриального рыбоводства, содержат больше протеина, жира, включают в свой состав премиксы, ферментные препараты, антиокислители.

Как кормить?

□ Способ выдачи корма очень важен и сильно влияет на эффективность кормления и, следовательно, рыбопродуктивность. Корм, попадая в воду, не будучи быстро съеденным, разрушается и его питательные вещества, растворяясь, не доходят до рыбы. Поэтому, очень важно вносить корм так, чтобы он сразу же потреблялся рыбой.

□ Удобрение прудов

Целью внесения удобрений является увеличение естественной рыбопродуктивности.

Действие удобрений на рыбу проявляется не прямо, а опосредованно. Благодаря биогенным элементам, которые находятся в минеральных и органических удобрениях, а это в первую очередь азот, фосфор и калий, **возрастает продукция водных растений и бактерий**. Ее увеличение вызывает рост низших беспозвоночных животных, зоопланктона и бентоса, которыми в свою очередь питаются рыбы. **Чем выше продукция первичного звена пищевой цепи (растительных организмов и бактерий), тем больше масса организмов, служащих пищей для рыб, и тем больше поэтому рыбопродуктивность.**

Различают органические (навоз, птичий помет, навозную жижу, компосты и зеленые удобрения) **и неорганические** (азотные, фосфорные и калийные. Бактериальные удобрения) **или минеральные удобрения. Бактериальные удобрения.**

Наиболее важны: дозы, способ и режим внесения.

Бессистемное внесение удобрений вместо планируемого положительного результата может принести отрицательный эффект. Это может выразиться в ухудшении кислородного режима.

Роль:

В воде обитают все известные группы микробов, но наиболее существенный компонент населения водоемов – **бактерии**. Цитоплазматическая мембрана бактерий обладает способностью активно переносить через клеточную стенку питательные вещества. Благодаря этому бактерии способны потреблять питательный субстрат, присутствующий в ничтожно малых концентрациях и не доступных другим организмам (1-5 мг/л), используя различные источники жизни бактерии синтезируют органическое вещество своего тела.

Самые крупномасштабные биологические процессы, протекающие в водоемах:

- Процесс окисления бактериями органических и минеральных веществ воды и сопряженного с ним бактериального синтеза.
- Фотосинтез.
 - Бактериями осуществляется круговорот серы в водоемах.
 - Наполнение данных отложений полезных ископаемых также происходит с участием микробов.
 - В водоемы попадает огромное количество органических веществ, микробы окисляют их до минеральных соединений.

Рыбопродуктивность зависит от многих факторов, одним из которых является внесения органических и минеральных удобрений. Интенсификация рыбного хозяйства за счет удобрения воды и почвы всегда повышает рыбопродуктивность водоемов.

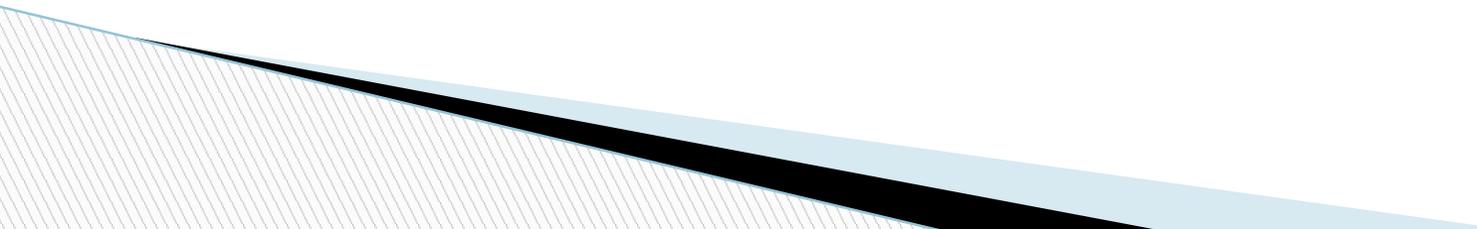
Удобрение почвы производится в процессе летования.

Летование - полное осушение водоемов на летний период, эту процедуру рекомендуется проводить один раз в пять, шесть лет. В ходе летования дно водоема вспахивают, удобряют и засевают травами. После летования рыбопродуктивность водоемов повышается в два раза.

При участии микроорганизмов в почве и гидросфере, постоянно осуществляется два противоположных процесса:

- синтез из минеральных веществ сложных органических соединений
- разложение органических веществ до минеральных.

Единство этих процессов лежит в основе биологической роли микроорганизмов в круговороте веществ в природе:

- круговороте азота,
 - круговороте углерода,
 - круговороте фосфора,
 - круговороте серы,
 - круговороте железа.
- 

**В КРУГОВОРОТЕ АЗОТА В ПРИРОДЕ С УЧАСТИЕМ
МИКРООРГАНИЗМОВ РАЗЛИЧАЮТ СЛЕДУЮЩИЕ ЭТАПЫ:**

Усвоение атмосферного азота

Аммонификация

Нитрификация

Денитрификация



1. Усвоение азота из атмосферного воздуха азотфиксирующими бактериями.

Среди микробов, усваивающих атмосферный азот, различают две группы — свободноживущих и клубеньковых.

Свободноживущие азотфиксаторы живут и фиксируют азот в почве независимо от растений. Основные виды этих микробов: *Azotobacter chroococcum*, *Cl. pasteurianum*. Азотобактер на площади в 1 га в течение года фиксирует от 20 до 50 кг газообразного азота, повышая плодородие почвы. Наиболее интенсивно этот процесс идет при хорошей аэрации почвы.

Клубеньковые бактерии — активные фиксаторы атмосферного азота в симбиозе с бобовыми растениями. Наличие бактерий в клубеньках бобовых растений установлено М. Ворониным. В чистой культуре эти микробы выделены Бейеринком в 1888 г. и названы *Bact. radicum* (современное — род *Rhizobium*).

2. Аммонификация - это минерализация азотсодержащих органических веществ, протекающая под воздействием аммонифицирующих микробов, выделяющих протеолитические ферменты.

1. Почва обогащается азотом и другими соединениями.
2. Аммонифицирующие микробы выполняют огромную санитарную роль, очищая почву и гидросферу от разлагающегося органического субстрата.

Основными представителями аммонифицирующих микробов:

- ▣ **Микроорганизмы, разлагающие мочевины:** *Bac. probatus* и *Sporosarcina ureae*.
- ▣ **Спорообразующие аэробы:** *Bac. mesentericus* (картофельная бактерия), *Bac. megatherium* (капустная бактерия), *Bac. subtilis* (сенная палочка), *Bac. mycoides* (грибовидная бацилла).
- ▣ **Не образующие спор аэробные аммонификаторы:** *E. coli*, *Proteus vulgaris*, *Ps. fluorescens*.
- ▣ **К анаэробным спорообразующим аммонификаторам относятся:** *Cl. putrificum* (газообразующая клостридия), *Cl. sporogenes*.
- ▣ Аммонификацию вызывают также **актиномицеты, грибы, триходермы, живущие в почве.**

3. Нитрификация — следующий за аммонификацией этап превращения азота микроорганизмами. Этот процесс представляет собой окисление аммиака, образующегося при разложении органических азотсодержащих соединений.

4. Денитрификация - восстановление нитратов с образованием в качестве конечного продукта - молекулярного азота, возвращающегося из почвы в атмосферу.

Вызывается этот процесс денитрифицирующими бактериями:

Tirolacillus denitrificans - палочка, не образующая спор, факультативный анаэроб;

Ps. fluorescens - подвижная палочка, выделяет зеленоватый пигмент, быстро разлагает нитраты;

Ps. aeruginosa - бактерия сходна с предыдущей;

Ps. stutzeri — небольшая палочка, образующая цепочки, разлагает нитраты в анаэробных условиях.

РОЛЬ МИКРОБОВ В КРУГОВОРОТЕ УГЛЕРОДА

Важнейшим органогеном, входящим в состав микробов, растений, животных, является углерод (50 % сухого вещества).

Автотрофные микробы участвуют

- ✓ в фотосинтезе (усвоение углерода с использованием солнечной энергии),
- ✓ в хемосинтезе (с использованием химической энергии).

К фотоавтотрофам относят цветные бактерии: зеленые содержат в цитоплазме хлорофилл, а пурпурные красный или коричневый пигмент.

Наиболее значимы из них нитрифицирующие бактерии, окисляющие аммиак в соли азотистой кислоты. Источником углерода для синтеза клеточного вещества у них служит углекислота.

Тионовые бактерии относятся к хемоавтотрофам, они окисляют серу до серной кислоты. Таким образом, автотрофные микробы, используя солнечную или химическую энергию, превращают углекислоту в органическое вещество. Основным процессом, возвращающим углекислоту в атмосферу, - разложение органических соединений под влиянием микроорганизмов. Этот процесс разложения органических безазотистых соединений называется *брожением*. В природе существует много типов брожений, вызываемых определенными видами микробов.

1. **Брожение клетчатки** (целлюлоза) растений. После их гибели идет разложение клетчатки с высвобождением углерода в виде углекислоты, возвращающейся в атмосферу. Наиболее интенсивно клетчатка разлагается целлюлозными микробами в пищеварительном аппарате травоядных животных. Различают анаэробное и аэробное брожение клетчатки.

2. **Аэробное брожение клетчатки:**

✓ под влиянием трех родов микроорганизмов: *Cytophaga* — подвижных длинных палочек с заостренными концами, *Celvibrio* — изогнутых палочек, *Celfacicula* — коротких палочек.

✓ клетчатку разлагают также актиномицеты и плесневые грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium* и др.

Целлюлозные микроорганизмы выполняют огромную санитарную роль, разлагая клетчатку отмерших растений, благодаря чему в почве накапливается гумус, повышающий ее плодородие.

Превращение микроорганизмами фосфора, железа и серы

Фосфор входит в состав белков и липоидов. Особенно много его в ядрах клеток, головном мозге человека и животных.

Микроорганизмы, участвующие в превращении **фосфора**, живут в почве, воде. Их роль сводится к двум процессам:

- ✓ минерализации фосфора, входящего в состав органических веществ, и
- ✓ превращению фосфорнокислых солей из слабо растворимых в хорошо растворимые.

Минерализацию фосфора вызывают гнилостные бактерии, в частности *Bac. megatherium*. Образующаяся при этом фосфорная кислота связывается со щелочами почвы и превращается в слабо растворимые соли кальция, железа, магния и, следовательно, малодоступные для растений.

В дальнейшем под действием почвенных кислотообразующих бактерий, особенно нитрифицирующих, эти соли превращаются в растворимые соединения фосфорной кислоты, доступные для растений.

Железо входит в состав белка гемоглобина, содержащегося в эритроцитах. Этим объясняется его важная роль в процессе дыхания человека и животных.

Основные представители железобактерий: нитчатые бактерии родов *Crenotrix*, *Chlamydothrix*, *Cladothrix*. Эти бактерии представляют длинные нити, покрытые общим слизистым влагалищем, в котором отлагается гидрат окиси железа. После отмирания бактерий образуется болотная и озерная железная руда, залегающая островами в десятки и сотни квадратных метров. Железобактериям принадлежит важная роль в образовании железомарганцевых отложений в природе.

В состав белка растительного и животного происхождения входит и **сера**, этим объясняется важность этого элемента в круговороте веществ. Бактерии, усваивающие соединения серы, называют серобактериями. Живут они в почве, воде, навозе. При разложении в почве органических серосодержащих веществ, а также при восстановлении солей серной, сернистой и серноватистой кислот образуется сероводород, ядовитый для растений и животных. Этот газ превращается в безвредные, доступные для растений соединения серобактериями.

▣ **Удобрение прудов** является весомым фактором интенсификации рыбоводства. Цель внесения удобрений - **увеличение естественной рыбопродуктивности**.

Действие удобрений на рыбу проявляется не прямо, а опосредованно. Благодаря биогенным элементам, которые находятся в минеральных и органических удобрениях (**азот, фосфор и калий**), возрастает продукция водных растений и бактерий. Ее увеличение вызывает рост низших беспозвоночных животных, зоопланктона и бентоса, которыми в свою очередь питаются рыбы.

Чем выше продукция первичного звена пищевой цепи (растительных организмов и бактерий), тем больше масса организмов, служащих пищей для рыб, и тем больше поэтому рыбопродуктивность.

Если в водоеме выращивают растительноядных рыб (например, белого толстолобика, белого амура и некоторых других), способных непосредственно потреблять водные растения, то эффект от применения удобрений увеличивается, поскольку сокращается пищевая цепь за счет вторичного звена: зоопланктона и бентоса.

Различают *органические и неорганические (минеральные) удобрения*.

- ▣ К органическим относят навоз, птичий помет, навозную жижу, компосты и зеленые удобрения.
- ▣ Среди неорганических удобрений различают азотные, фосфорные и калийные.

Влияние внесения органических и минеральных удобрений на микробиологические процессы превращения безазотистых соединений, азотсодержащих веществ, соединений фосфора и железа в водоеме.

□ **Азотные удобрения.** Азот необходим всем живым организмам. Он входит в состав белков. Водоросли усваивают азот из воды преимущественно в виде нитратов (NO_3) и соединений аммония (NH_4).

В воде азот присутствует в виде пяти основных форм:

- молекулярного азота (N_2), поглощенного из воздуха;
- органических соединений азота, образовавшихся в результате частичного разложения органического вещества;
- аммонийного азота (NH_4 , NH_4OH);
- нитритов (NO_2 , HNO_2) и нитратов (NO_3).

Все формы азота благодаря химическим и биологическим (при участии бактерий) процессам переходят одна в другую. **Действующим (биогенным) веществом** азотных удобрений является **азот**.

В рыбоводных прудах применяют аммиачную селитру NH_4NO_3 (35% азота), сульфат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (21%), карбамид, или мочевины, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, (46%), аммиачную воду (25%).

Влияние внесения органических и минеральных удобрений на микробиологические процессы превращения безазотистых соединений, азотсодержащих веществ, соединений фосфора и железа в водоеме.

□ **Фосфорные удобрения.** Фосфор играет важную роль в процессе фотосинтеза, выполняя роль энергетического регулятора. Он входит в состав всех организмов. Так, в теле рыб его содержится от 0,2 до 0,6%. Фосфор относится к элементам, которых часто не хватает, с его недостатком в воде сталкиваются гораздо чаще, чем с нехваткой азота. В воде фосфор находится в виде фосфатов. Соединения фосфора очень подвижны.

В рыбоводстве используются следующие фосфорные удобрения.

- Простой гранулированный суперфосфат (содержит 14-19,5% действующего вещества (P_2O_5)).
- Двойной суперфосфат более концентрированный (содержит 45-48% P_2O_5). В пересчете на чистый фосфор это составляет примерно от 7 до 20%.
- Кроме суперфосфата используют преципитат с $CaHPO_4$ в основе (содержание 22-38% P_2O_5),
- фосфоритную муку с $Ca_3(PO_4)_2$ (содержит 19 - 30% P_2O_5),
- водорастворимый монокальцийфосфат.

- ❑ **Калийные удобрения.** Их влияние на рыбоводные пруды изучено еще недостаточно. Тем не менее известно, что при недостатке калия водные растения приобретают желто-бурый цвет и хуже развиваются. Из калийных удобрений применяют:
 - ❑ каинит, (соединение KCl с $MgSO_4$), содержащий около 13% чистого калия,
 - ❑ хлористый калий (KCl) с содержанием 52-62% калия,
 - ❑ сернокислый калий (K_2SO_4), в котором от 42 до 53% калия.
- ❑ По ложу пруда можно применять древесную золу, содержащую от 3-1% чистого калия (еловая зола) до 13-14% (березовая). Золу вносят в почву, бедную калием: супеси (глинистый грунт), подзолистые, торфяники в количестве 20-50 кг на 1 га пруда.
- ❑ **Комплексные удобрения.** Содержат вместе несколько биогенных веществ: **азот, фосфор и иногда калий**. Наибольший эффект оказывает применение именно комплекса азотных, фосфорных и калийных удобрений. Из сложных удобрений применяют **нитрофос** — двойное удобрение с содержанием азота от 23 до 46%, а также фосфора. **Нитрофоска** помимо азота (33%) и фосфора содержит калий, так же как и **нитроаммофоска** (50-54% азота). Все эти составные удобрения хорошо растворимы в воде.

- **Бактериальные удобрения** — препараты, относящиеся к микробиологическим инокулянтам (биопрепараты, содержащие живые культуры полезных для растений микроорганизмов), способствующие улучшению питания растений. Питательных веществ они не содержат; препараты, в которых содержатся полезные для сельскохозяйственных растений почвенные микроорганизмы. При внесении этих удобрений в почве усиливаются биохимические процессы и улучшается корневое питание растений.
- **Азотобактерин (азотоген)** готовят из активных культур микроорганизма — азотобактера. Различают азотобактерин почвенный (или торфяной) и агаровый. По действующему стандарту в 1 г почвенного азотобактерина должно быть не менее 50 млн. клеток азотобактера. Азотобактер активно развивается лишь в плодородных, содержащих много органических веществ почвах; улучшает азотное питание и рост растений.
- **Фосфоробактерин** содержит бактерии, разлагающие органические фосфорные соединения и превращающие их в усвояемые формы. Применять его рекомендуется на некислых, богатых органическим веществом почвах.
- **Препарат АМБ** - торфяная масса, заражённая группой аэробных микроорганизмов — аммонификаторов, нитрификаторов, азотусваивающих бактерий. Они способны разрушать целлюлозу и фосфорно-органические соединения. Применяют на бедных органическим веществом дерново-подзолистых почвах.

Условия хранения бактериальных удобрений

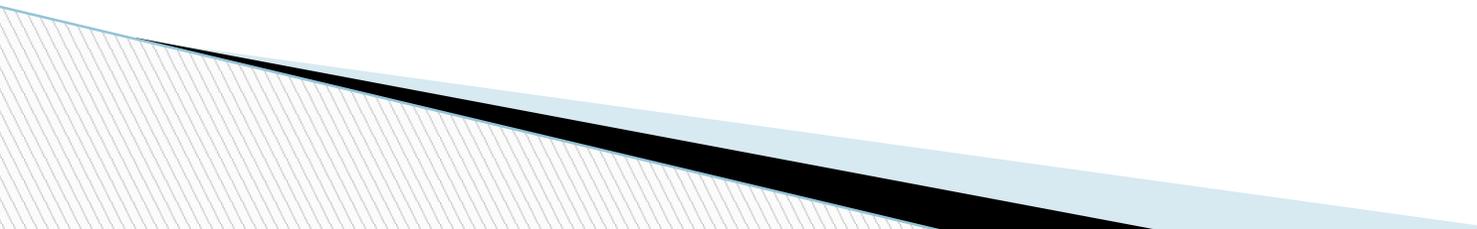
Размещать в сухих помещениях, защищенных от попадания осадков и прямых солнечных лучей, оптимальная температура – около $+4^{\circ}\text{C}$ (для некоторых препаратов желательно при хранении соблюдать температуру $12-14^{\circ}\text{C}$).

Бактериальные препараты резко теряют свою эффективность после замерзания. Срок годности зависит от вида удобрения и его препаративной формы. После распечатки упаковки препарат не подлежит хранению.

Обычно бактериальные удобрения вносят в почву вместе с семенами или посадочным материалом, руководствуясь при этом специальной инструкцией. Данный вид удобрений не выдерживают длительного хранения, поэтому готовят их в количестве, необходимом лишь для одного сезона.

Хранят в заводской таре в сухом помещении при температуре от 0 до 10°C ; нельзя хранить на складе, где находятся летучие ядохимикаты.

Спасибо за внимание!





ARKAIM-TRAVEL.RU



Грунтовые воды

Водонепроницаемый слой

Межпластовые воды или артезианские воды

Водонепроницаемый слой





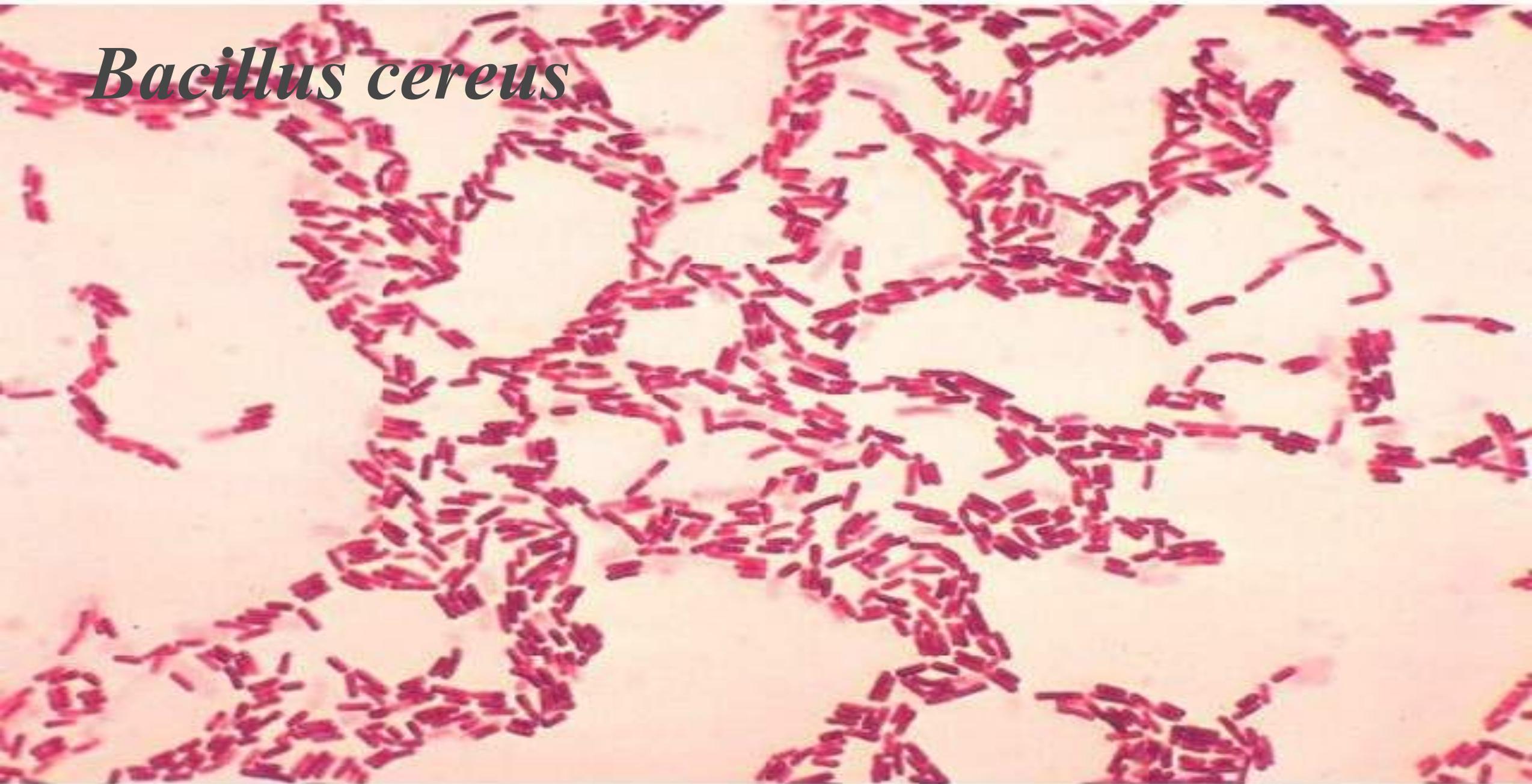
Pseudomonas fluorescens



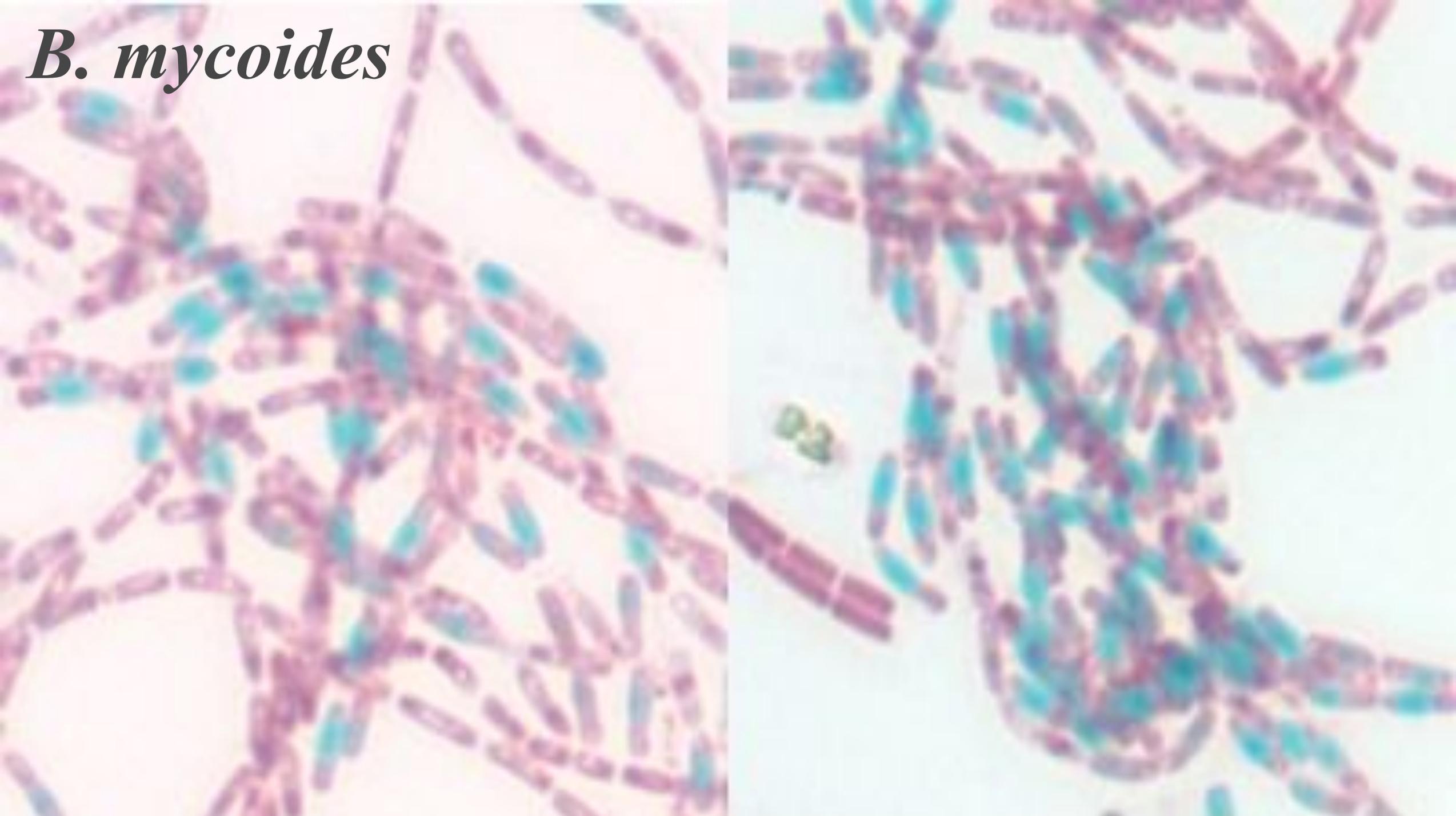
Proteus



Bacillus cereus



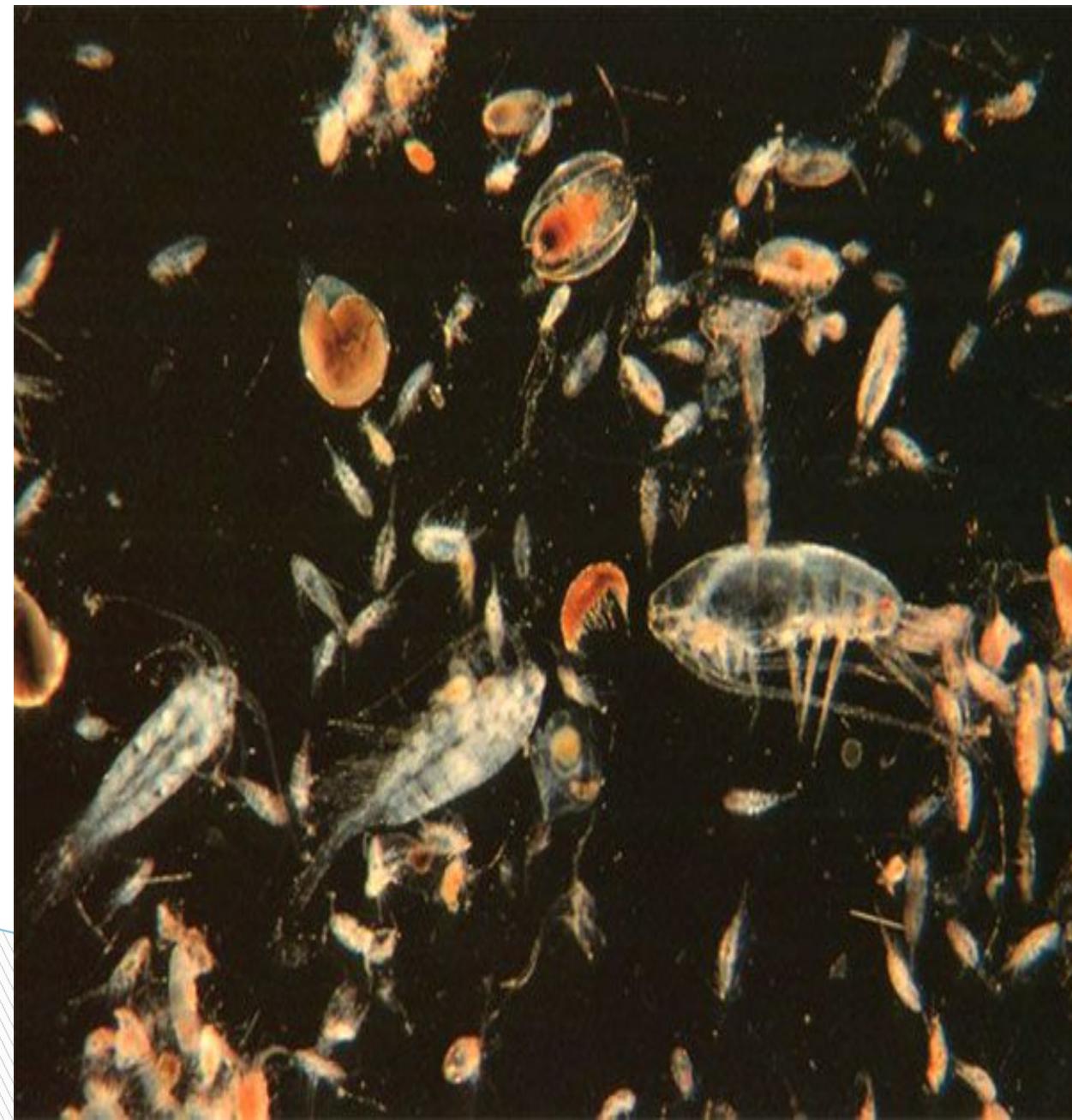
B. mycoides



виды Clostridium



ПЛАНКТОН

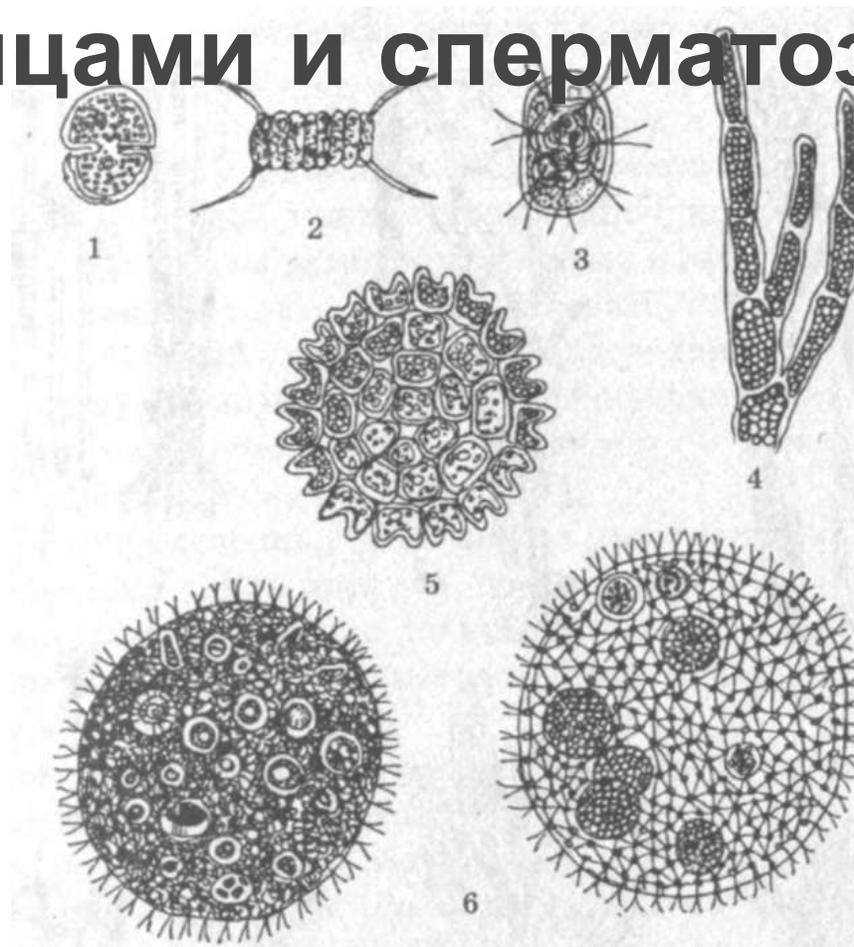




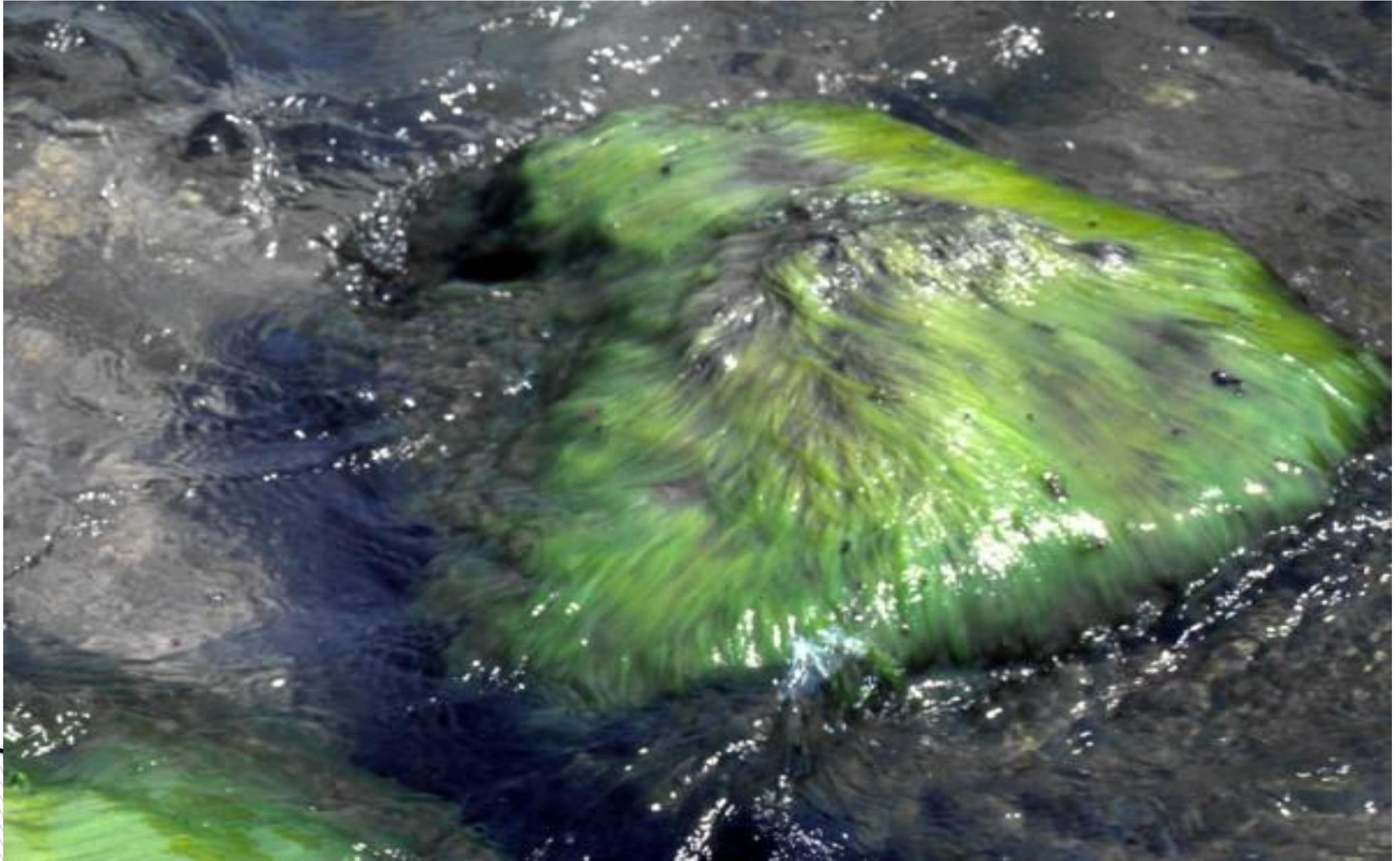
- 1 — личинка хирономид;
2 — комарик хирономид;
3 — куколка комара;
4 — личинка комара;
5 — личинка поденки;
6 — личинка ручейника;
7 — олигохета;
8 — водяной ослик;
9 — бокоплав;
10 — двустворчатый моллюск;
11 — брюхоногий моллюск

Бентос

Всеплескитиз, 3 — Parakolpa, 4 — Ста-
скфьога; 5 — Pediastrum; 6 — Уо1уох
(слева — с дочерними колониями внутри;
справа — с яйцами и сперматозоидами)



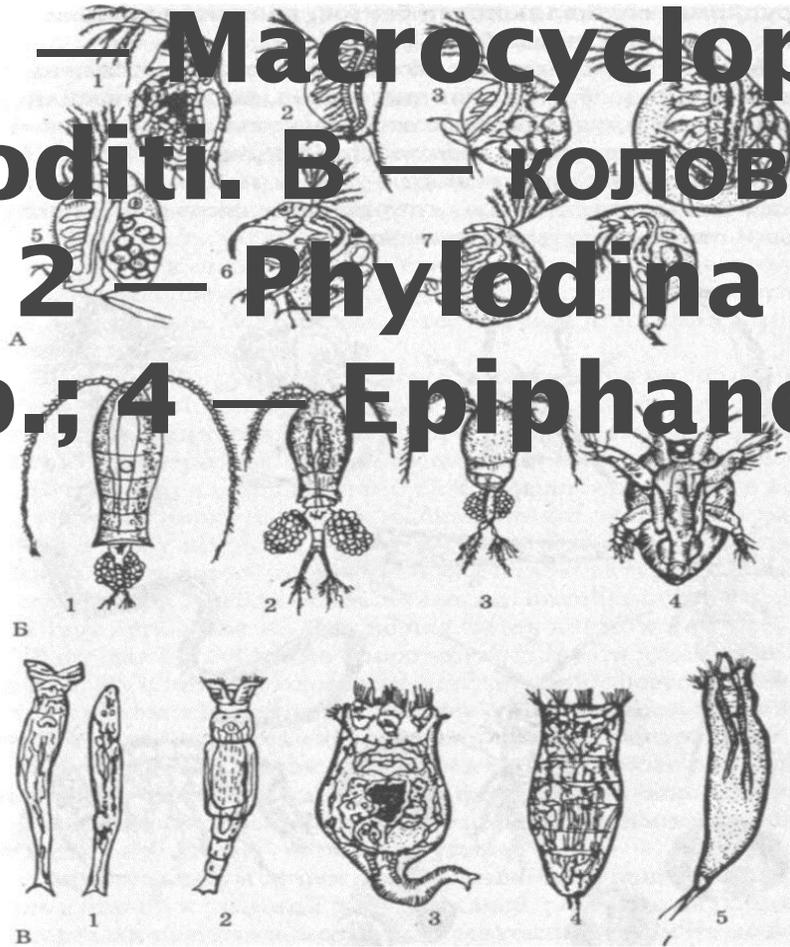
ПЕРИФИТОН



МАКРОФИТЫ



Bosmina longirostris; 7 — **Cyclops sphaericus**; 8 — **Alome sp.** Б — веслоногие ракообразные: 1 — **Diaptomus sp.**; 2 — **Cyclops sp.**; 3 — **Macrocyclus sp.**; 4 — **Nauplii cofepoditi**. В — коловратки: 1 — **Rotatoria sp.**; 2 — **Phylodina sp.**; 3 — **Brachionus sp.**; 4 — **Eriphanes sp.**; 5 — **Diurella sp.**



1 — тростник; 2 — рогоз; 3 — камыш; 4 —
рдест гребенчатый; 5 — рдест блестящий; 6
— элодея; 7 — роголистник; 8 — уруть
мутовчатая; 9 — уруть колосистая

