A green-tinted photograph of a forest floor. The foreground is dominated by a large, textured rock covered in moss. In the background, there are various small plants and ferns growing on the ground. The overall scene is a natural, outdoor setting.

Нормальная микробиота тела животных.

Роль микроорганизмов в круговороте веществ в природе

содержание

ВВЕДЕНИЕ.

- 1** Видовой состав и количественная характеристика микрофлоры различных областей тела животного.
- 2** Отличия микрофлоры тела разных видов животных.
- 3** Нормальная микрофлора организма и патогенные микроорганизмы, вызывающие дисбактериоз.
- 4** Механизмы, препятствующие колонизации (заселению) патогенной микрофлорой тела животного.
- 5** Роль микроорганизмов в круговороте веществ в природе.
- 6** ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Литература

- 1. Ветеринарная микробиология и иммунология: Учебник /Под ред. Н.А.Радука. - М.: Агропромиздат.- 1998.**
- 2. Интизаров М.М. Антибиотики и колонизационная резистентность //Сб. тр. ВНИИА.-1990.- Вып. 19.- С. 14-16.**
- 3. Интизаров М.М. Введение в гнотобиологию: Лекция.- М.: МВА.- 1991.- 12 с.**
- 4. Кожевин П.А. Микробные популяции в природе. - М.: Изд-во МГУ.- 1989.-175 с.**
- 5. Костенко Т.С., Родионова В.Б., Скородумов Д.И. Практикум по ветеринарной микробиологии и иммунологии.- М.: Колос.- 2001.**
- 6. Чахава О.В. и др. Микробиологические и иммунологические основы гнотобиологии.- М.: Медицина.- 1982.- 159 с.**

1885 - Эшерих выделил из фекалий детей обязательного представителя микрофлоры кишечника — кишечную палочку, встречающуюся у всех млекопитающих, птиц, рыб, рептилий, амфибий, насекомых и т. д.

1893 - Иенсен установил, что разные типы и штаммы кишечной палочки могут быть как патогенными для животных, так и непатогенными и даже полезными обитателями кишечника животных и человека.

1900 - Тиссье открыл в фекалиях новорожденных бифидобактерии -обязательных представителей нормальной кишечной микрофлоры организма во все периоды жизни животных и человека.

1901 - Моро выделил молочнокислые бактерии – ацидофильную палочку.

1976 - Петровская В.Г. и Марко О.П. разработали концепцию о значимости нормальной микрофлоры для человека и животных.

Нормальная микрофлора организма — это открытый биоценоз микроорганизмов, встречающихся у здоровых людей и животных.

Нормальная микрофлора тела животных

- 1. Совокупность множества микробиоценозов, характеризующихся определенными взаимосвязями и местом обитания.**
- 2. Вместе с макроорганизмом является единой экосистемой.**
- 3. Формируется с рождения.**

Виды нормальной микрофлоры

1. Резидентная (постоянная, эндогенная, индигенная, местная, аутогенная, аутохтонная, коренная) – сложилась в филогенезе и онтогенезе в процессе эволюции и характерная для данного вида животных.

2. Транзиторная (экзогенная, факультативная) – временно попавшая, нехарактерная для данного вида, активно не размножающаяся в организме.

Органы и ткани, свободные от микроорганизмов (в норме стерильные)

1. **Внутренние органы.**
2. **Головной и спинной мозг.**
3. **Альвеолы легких.**
4. **Внутреннее и среднее ухо.**
5. **Кровь, лимфа, спинномозговая жидкость.**
6. **Яичники, матка, семенники.**
7. **Почки, мочеточники и моча в мочевом пузыре.**

Органы и ткани, богатые микроорганизмами

1. Кожа.
2. Верхние отделы дыхательной системы.
3. Ротовая полость.
4. Рубец жвачных.
5. Толстый кишечник.
6. Наружные отделы мочеполовой системы.

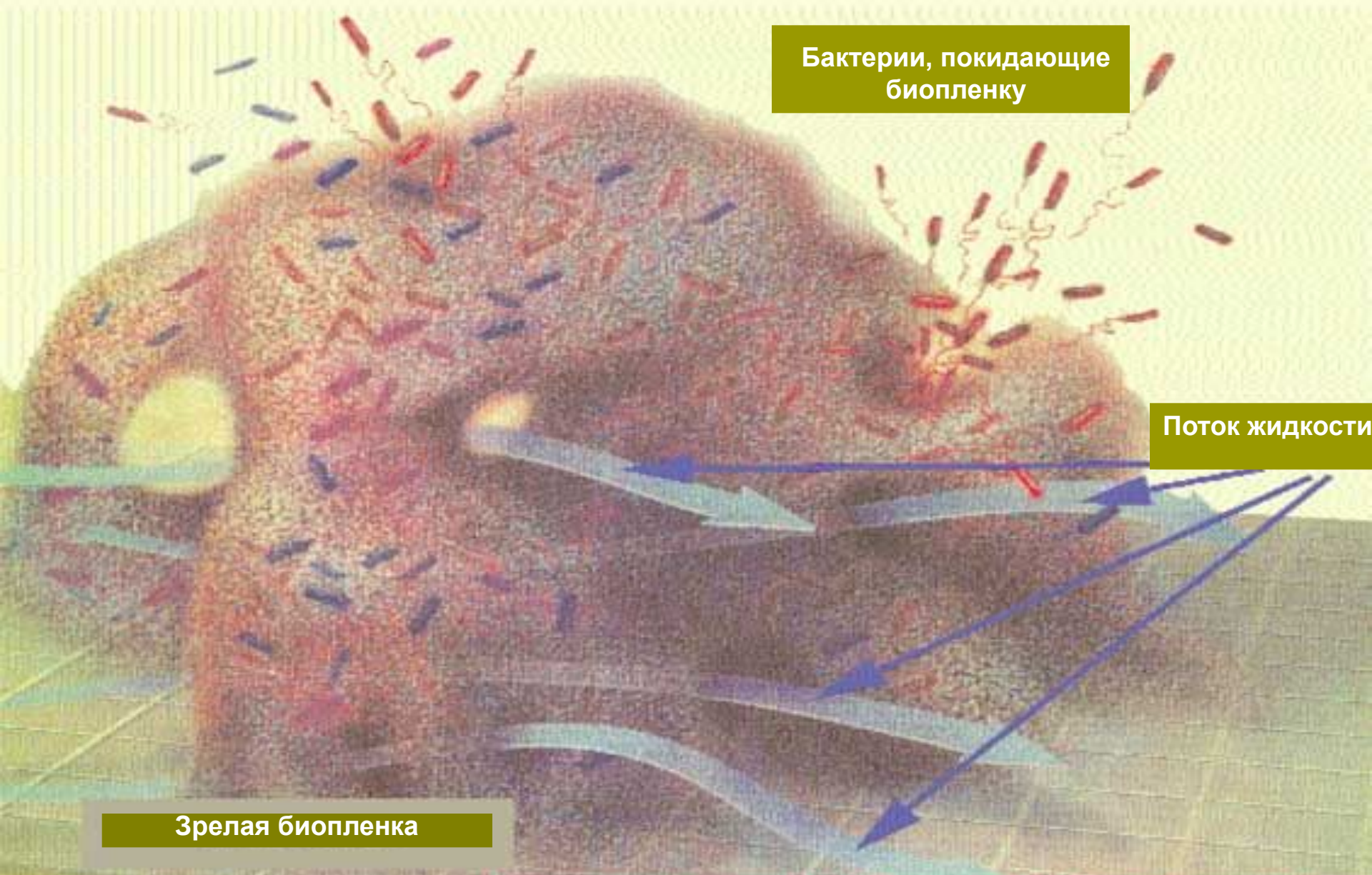


Основные закономерности функционирования нормальной микрофлоры организма животных

- 1. Представлена несколькими видами, среди которых выделяют доминантные виды и виды-наполнители.**
- 2. Преобладающими являются анаэробные бактерии.**
- 3. Образует биопленку толщиной от 0,1 до 0,5 мм.**
- 4. Достаточно стабильна.**
- 5. Каждая экологическая ниша тела животного имеет свой видовой состав микроорганизмов.**

Биопленка

или коллективное сообщество микроорганизмов



Бактерии, покидающие биопленку

Поток жидкости

Зрелая биопленка

Микрофлора кишечника животных

Около 400 видов микроорганизмов

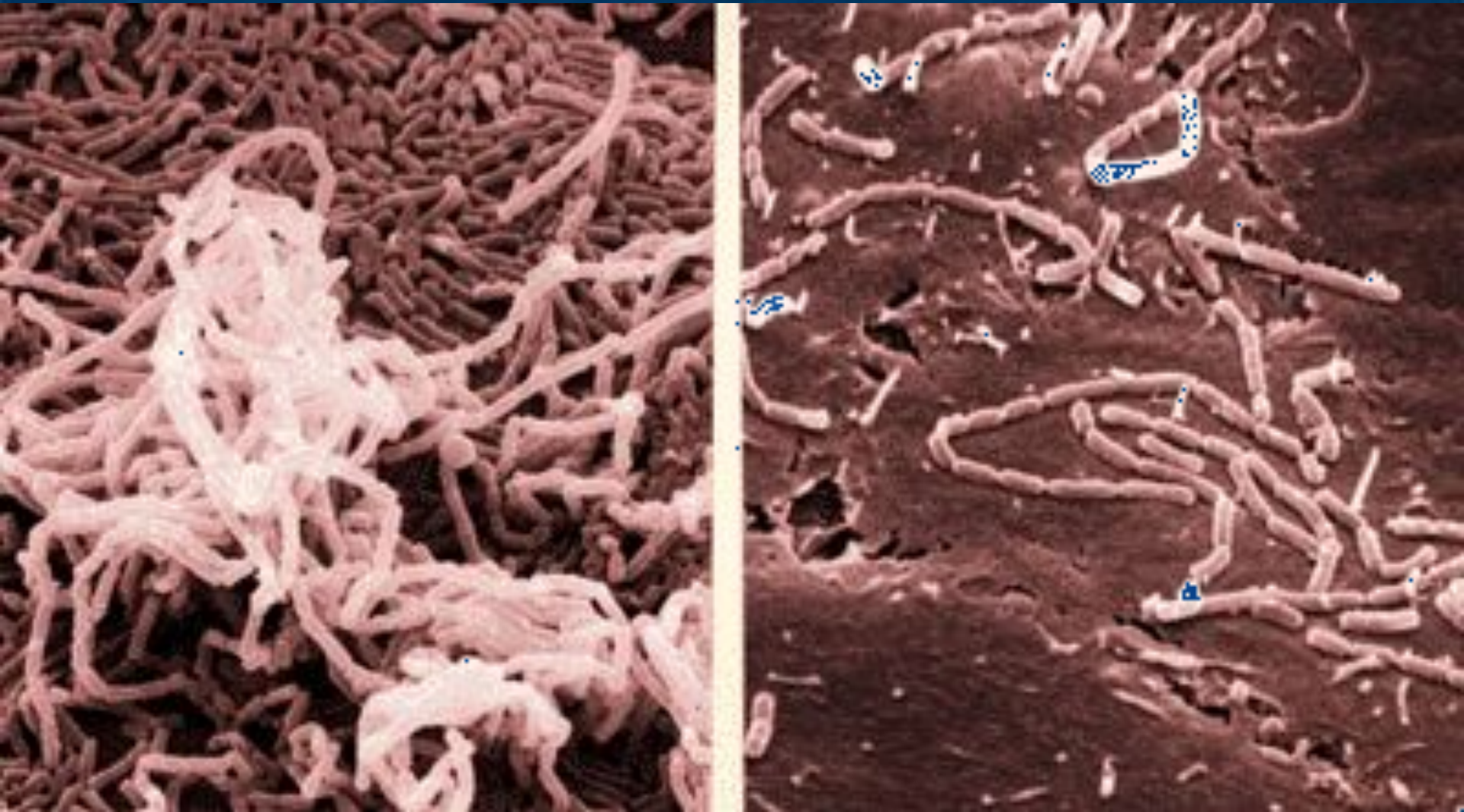
Анаэробные бактерии – 95 - 99%.

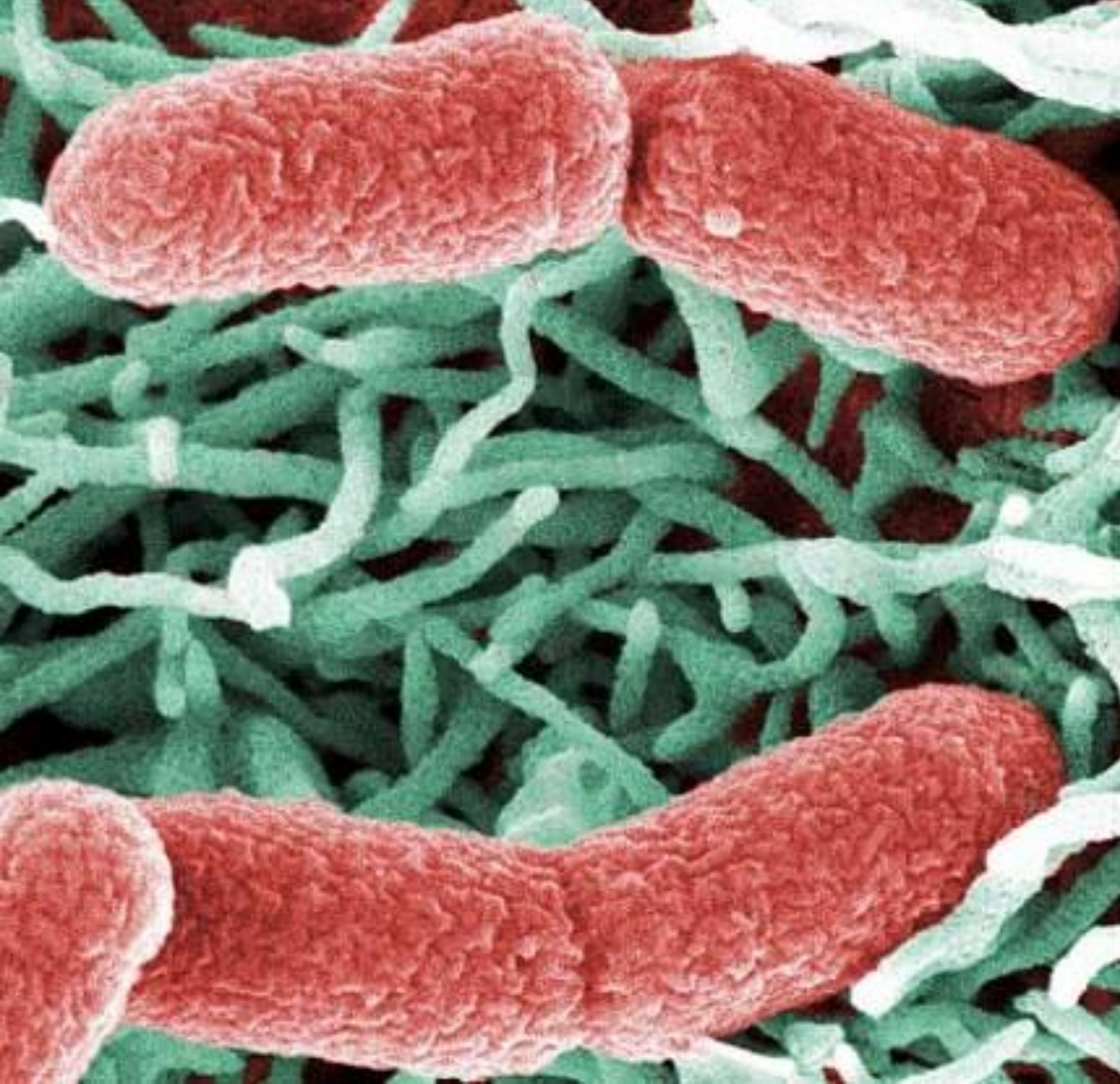
Аэробные и факультативно-анаэробные – 1- 5%.

Недавно открытые бактерии в слепой и ободочной кишках у грызунов - нитчатые сегментированные бактерии.

Неизвестные науке бактерии.

Нитчатые сегментированные бактерии в кишечнике





Кишечная палочка и нитчатые сегментированные бактерии

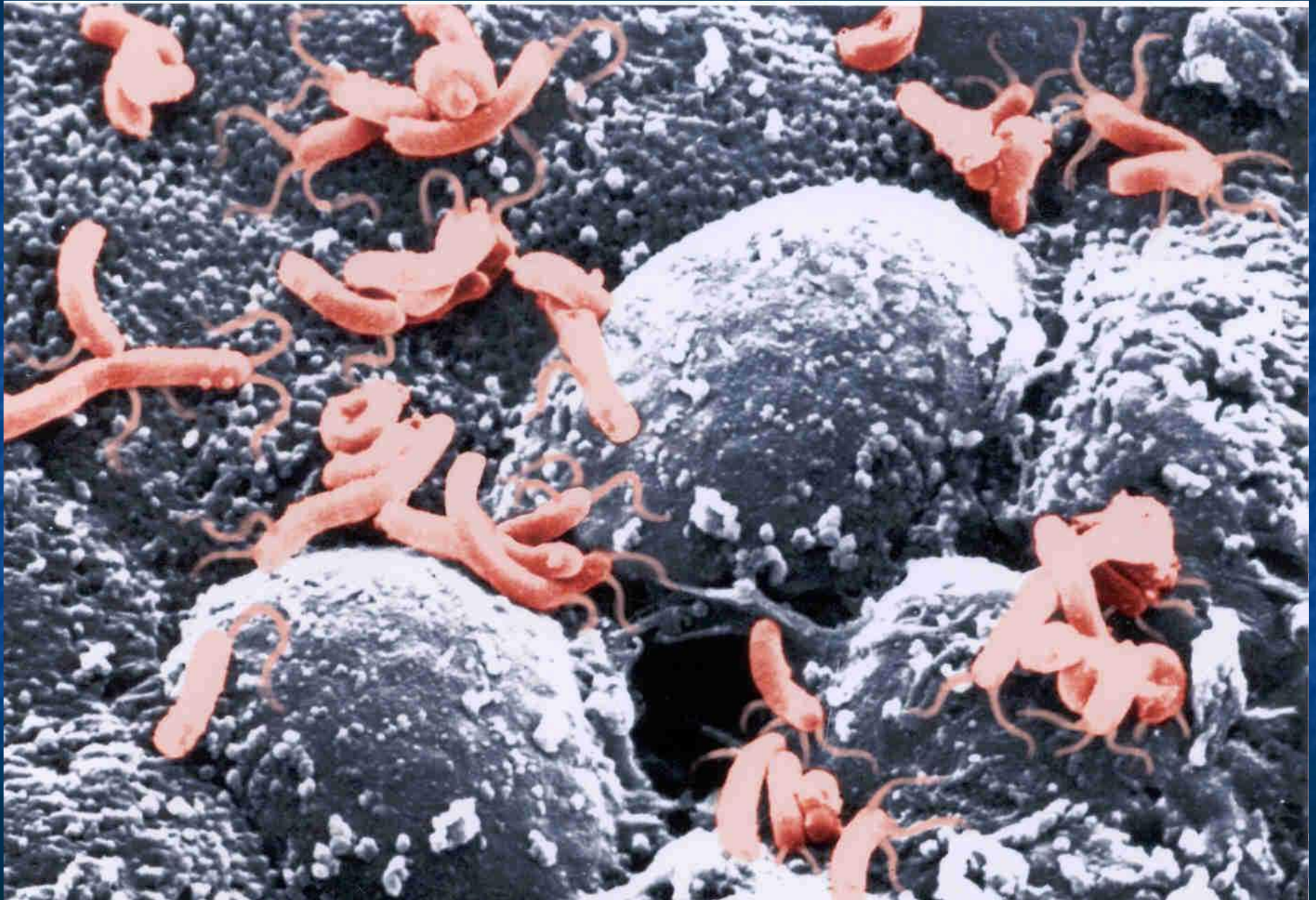


Микро- флора желудка

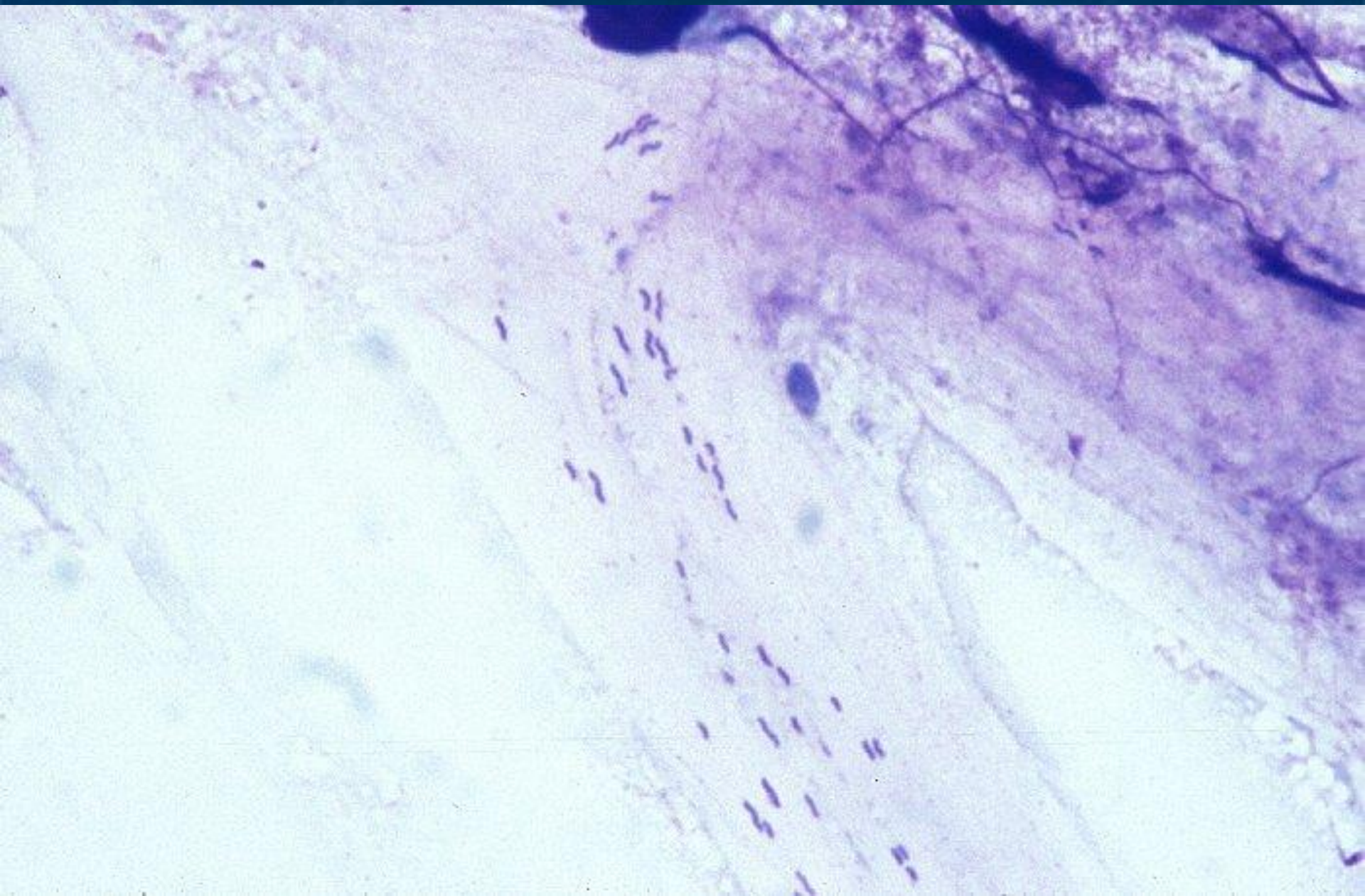
Кислото-
устойчивая
микрофлора
– лактобак-
терии, стреп-
тококки,
дрожжи.

Количество
бактерий -
 $10^3/\text{г}$
содержимого

Хеликобактерии (*Helicobacter pylori*) в желудке



Хеликобактерии (*Helicobacter pylori*) на слизистой желудка



Микрофлора рубца жвачных

1. Целлюлозоразрушающие бактерии:

Ruminococcus flavefaciens

Ruminococcus albus

Bacterium succinogenes

Clostridium cellobioparum

Clostridium cellolyticum

2. Расщепляющие пектин:

Bacillus macerans

Bacillus asterosporus

Amylobacter

Cranulobacter pectinovorum

3. Сбраживают крахмал и глюкозу :

Streptococcus bovis

Streptococcus faecalis

4. Пропионовокислые бактерии:

Propionipecti novorum

Veillonella

Peptostreptococcus elsdenii

Butyribacterium

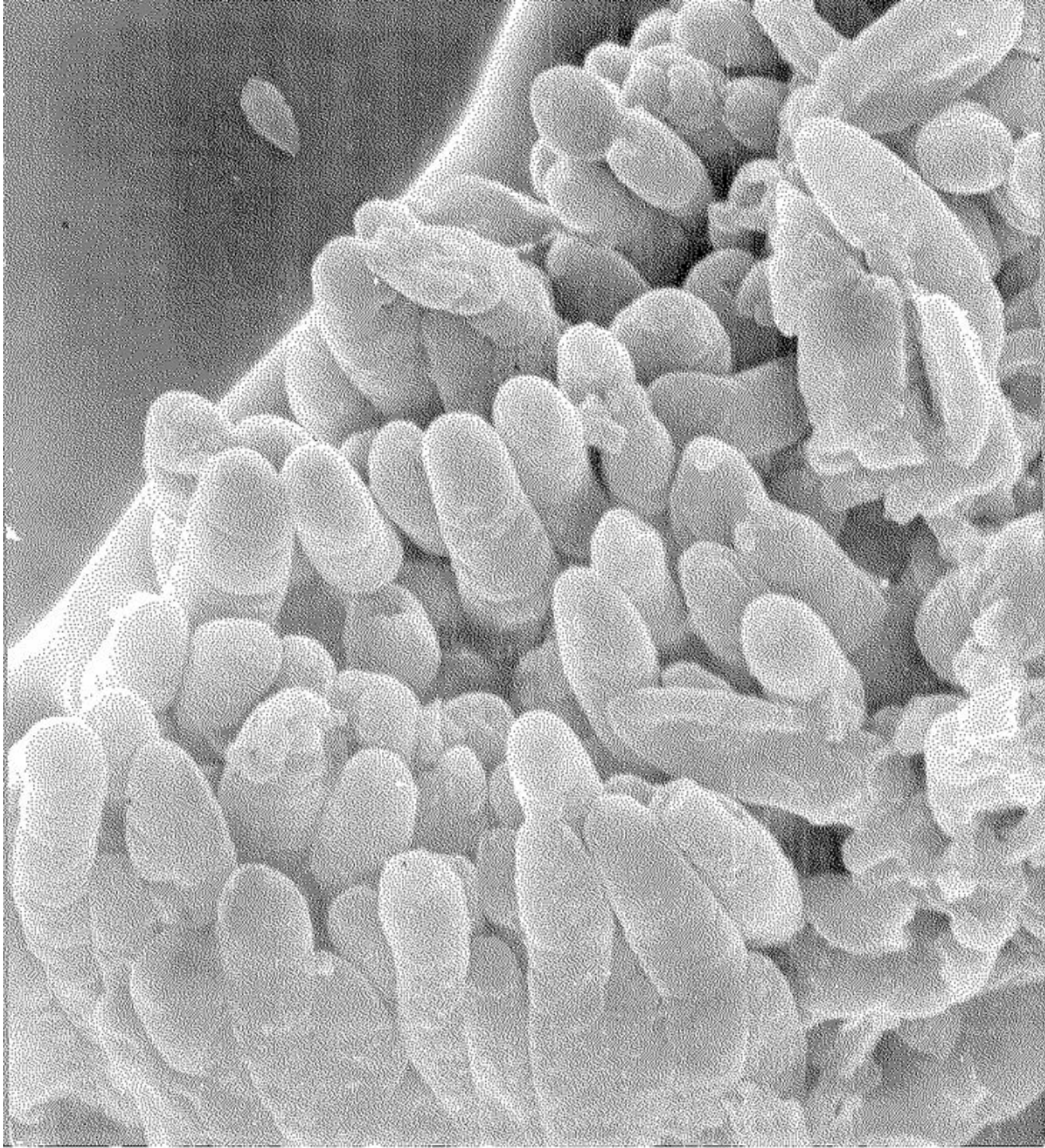
E. coli



**Обильный
рост
бактерий
из соскоба
стенки
тонкого
кишечника**

Основные функции нормальной микрофлоры кишечника

- **защитная** (антагонизм к другим, в том числе патогенным микробам);
- **иммуностимулирующая** (антигены микроорганизмов стимулируют развитие лимфоидной ткани);
- **пищеварительная** (обмен холестерина и желчных кислот);
- **метаболическая** (синтез витаминов группы В, никотиновой, пантотеновой, фолиевой кислот).



**Электронная
микрофотография
слизистой оболочки
тонкого
отдела кишечника
теленка, полученная
на сканирующем
электронном
микроскопе**

Микрофлора нижних отделов желудочно-кишечного тракта животных

Название микробных групп (родов или видов)	Количество микроорганизмов в 1 г материала из кишечника
Эшерихии	10^7
Бифидобактерии	$10^7 - 10^9$ (до 10^{10})
Лактобактерии, энтерококки	$10^6 - 10^7$
Бактероиды	10^{10} (до 10^{11})
Эубактерии, клостридии	$10^4 - 10^5$
Клебсиеллы, протей, цитробактеры, энтеробактеры	$0 - 10^5$
Псевдомонады	$0 - 10^8$
Стафилококки	$10^3 - 10^4$
Стрептококки	до 10^7
Дифтероиды	$0 - 10^6$
Споровые анаэробы, грибы, актиномицеты	$10^3 - 10^4$

Микрофлора толстого отдела кишечника разных видов животных

Название микробных групп (родов или видов)	Количество микроорганизмов в 1 г материала из кишечника
Эшерихии	10^7
Бифидобактерии	$10^7 - 10^9$ (до 10^{10})
Лактобактерии	$10^6 - 10^7$
Энтерококки	$10^6 - 10^7$
Бактероиды	10^{10} (до 10^{11})
Клостридии	$10^4 - 10^5$
Вайлонеллы	$10^4 - 10^5$

Более транзиторно могут быть представлены:

Другие представители энтеробактерий (<i>Klebsiella</i> , <i>Proteus</i> , <i>Citrobacter</i> , <i>Enterobacter</i>)	$0 - 10^5$
Псевдомонады	$0 - 10^8$
Стафилококки (<i>S.epidermidis</i> , <i>S.aureus</i> и др)	$10^3 - 10^4$
Другие стрептококки (<i>S.mitis</i> , <i>S.salivarius</i> и др)	до 10^7
Дифтероиды	$0 - 10^6$
Аэробные бациллы (<i>B.subtilis</i> , <i>B.licheniformis</i> , <i>B. megatherium</i>)	$10^3 - 10^4$
Грибы, актиномицеты	10^3

**Эпителиальные
клетки**

Мертвые бактерии

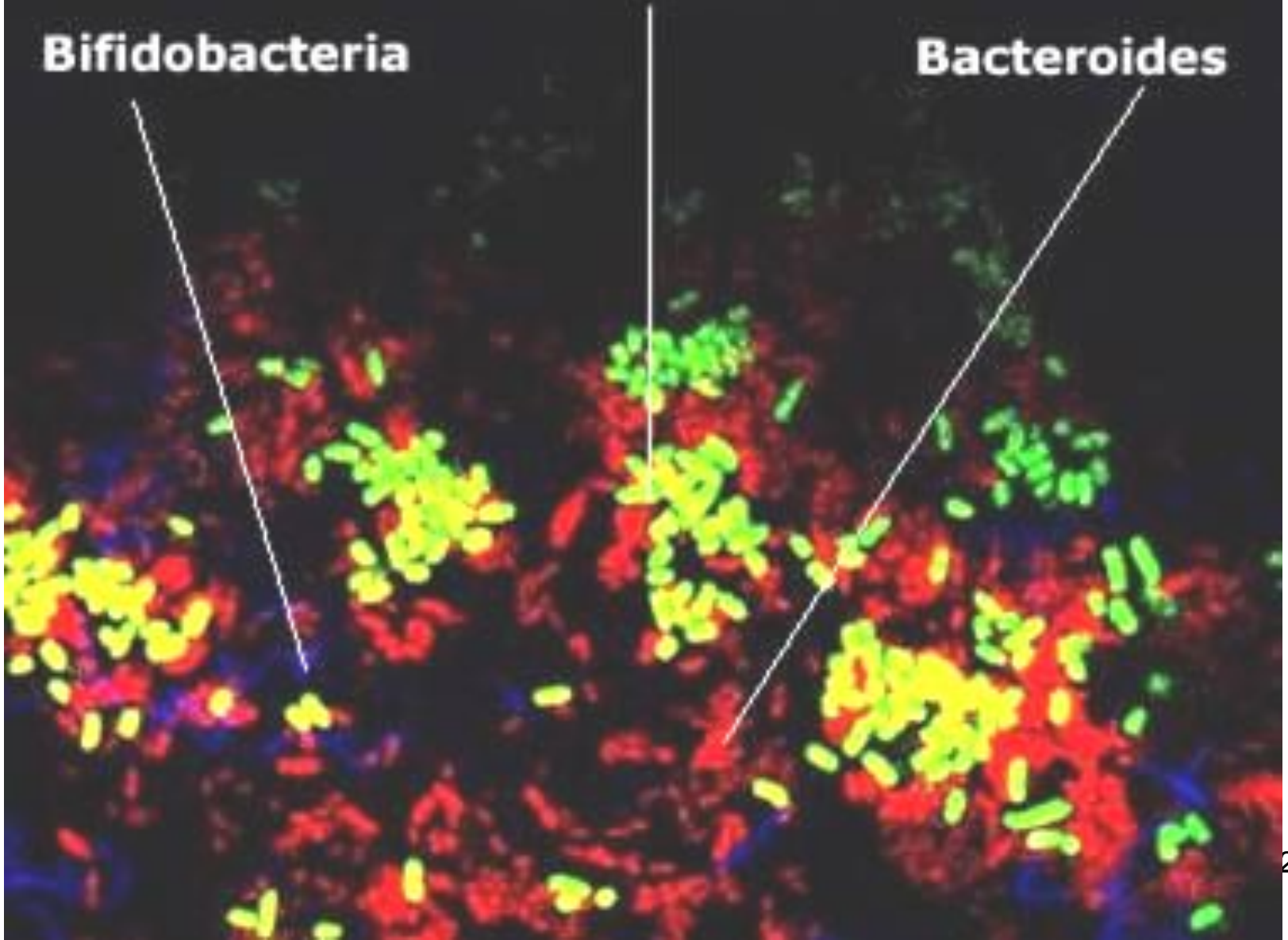
Живые бактерии

Микроколонии
бактерий в
биоптате прямой
кишки
расположены
вокруг
эпителиальных
клеток или в виде
отдельных
агрегатов

Enterobacteria

Bifidobacteria

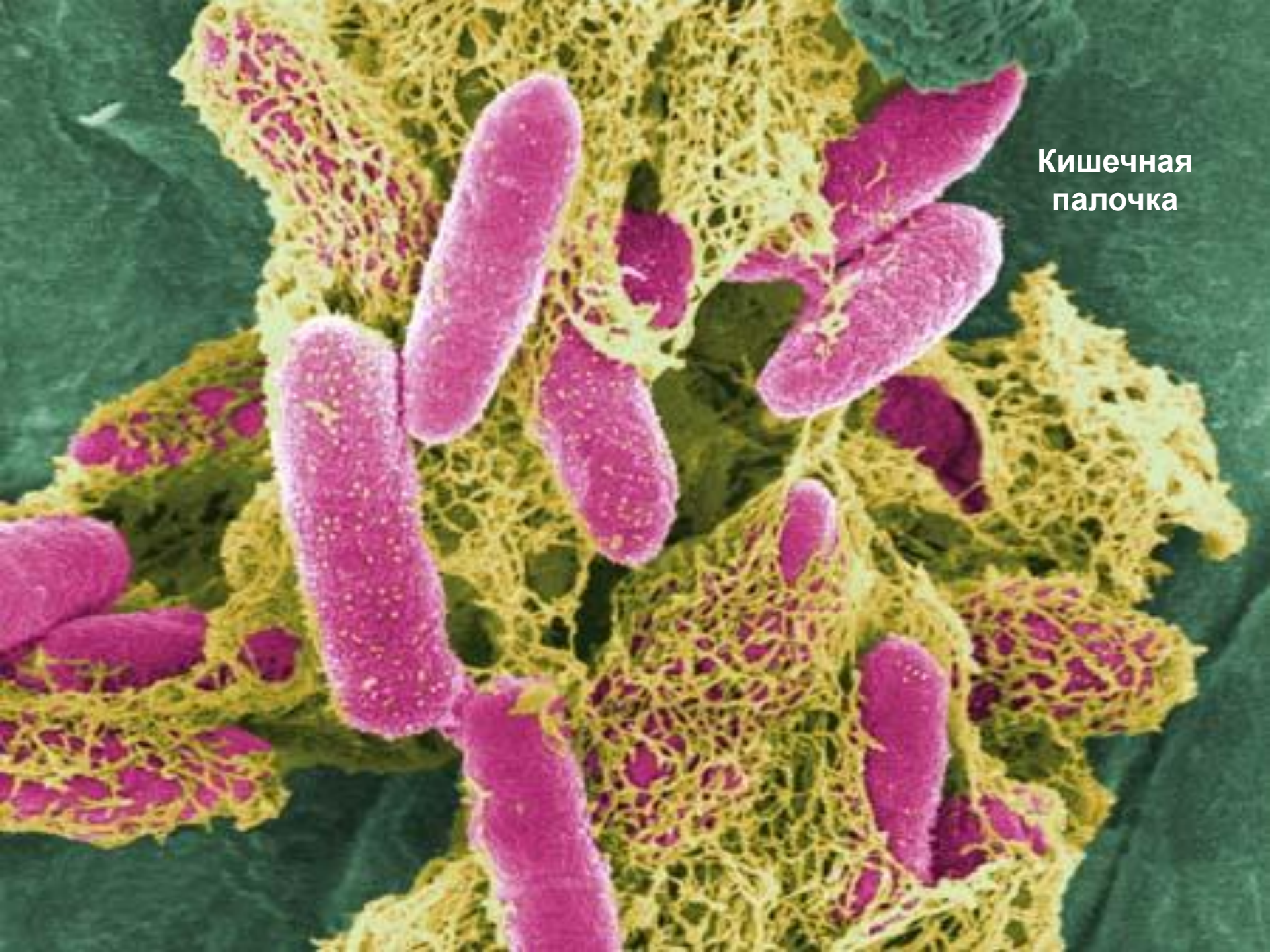
Bacteroides



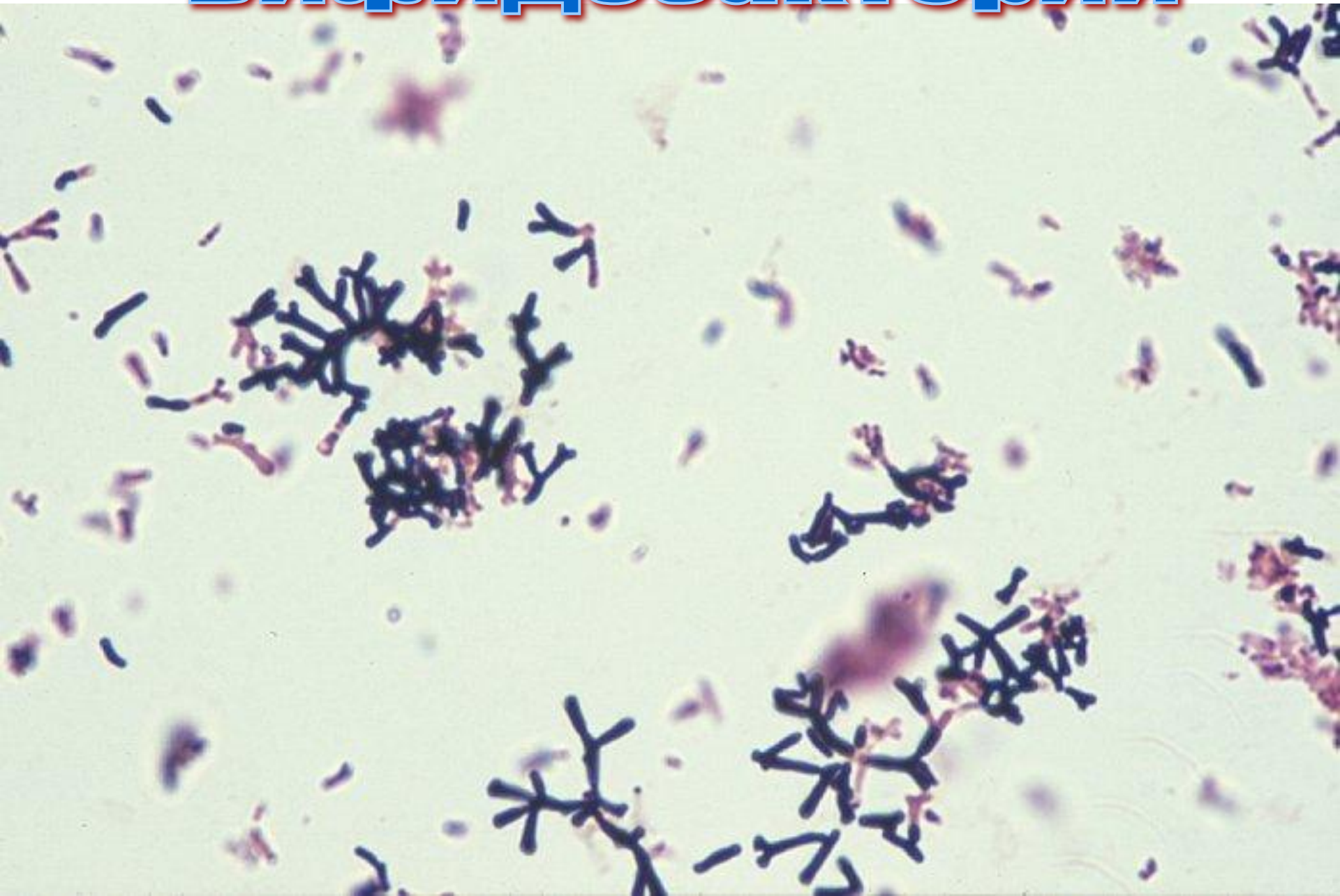


Copyright © 2004 Dennis Kunkel Microscopy, Inc.

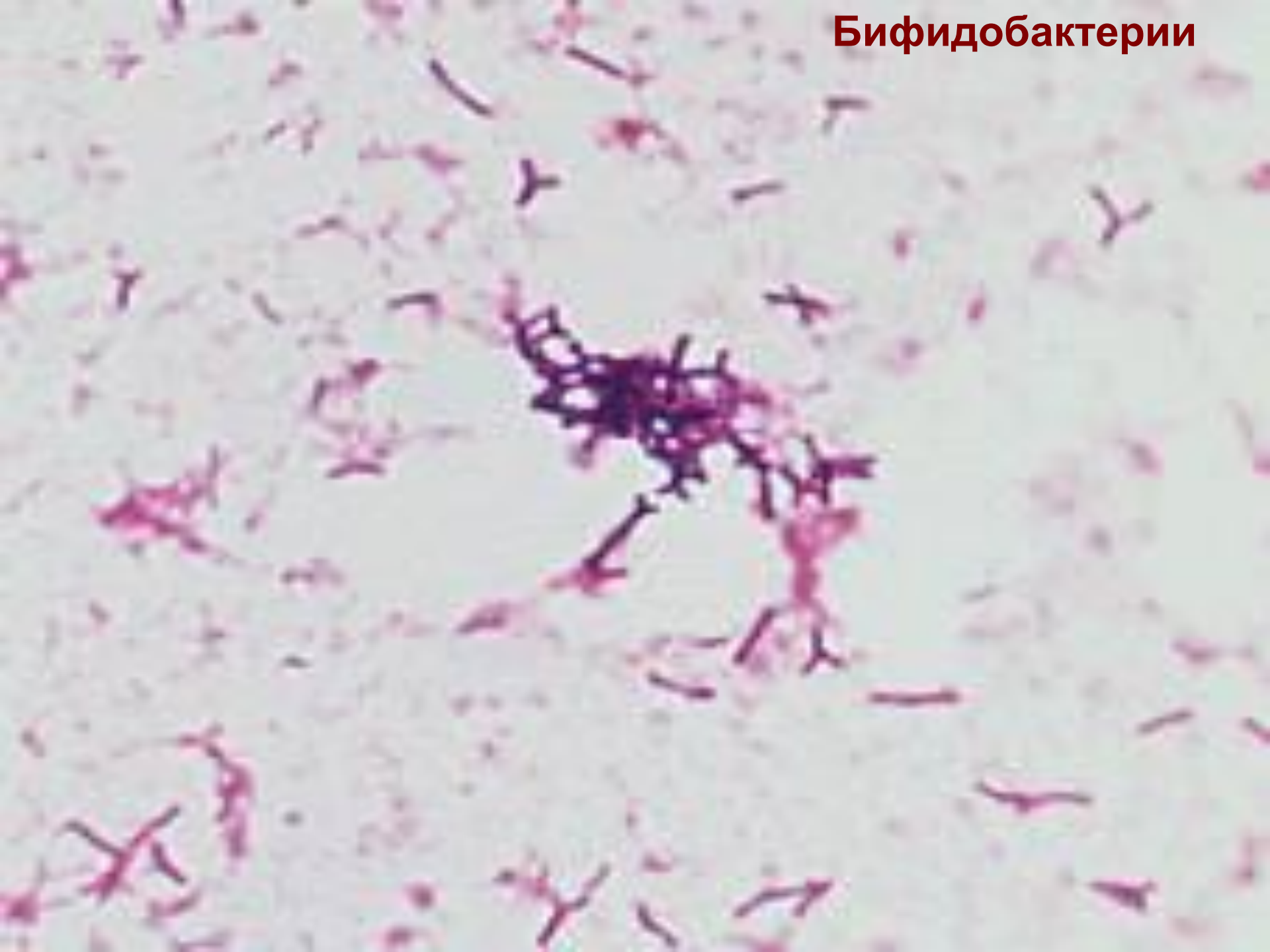
Кишечная палочка



Бифидобактерии



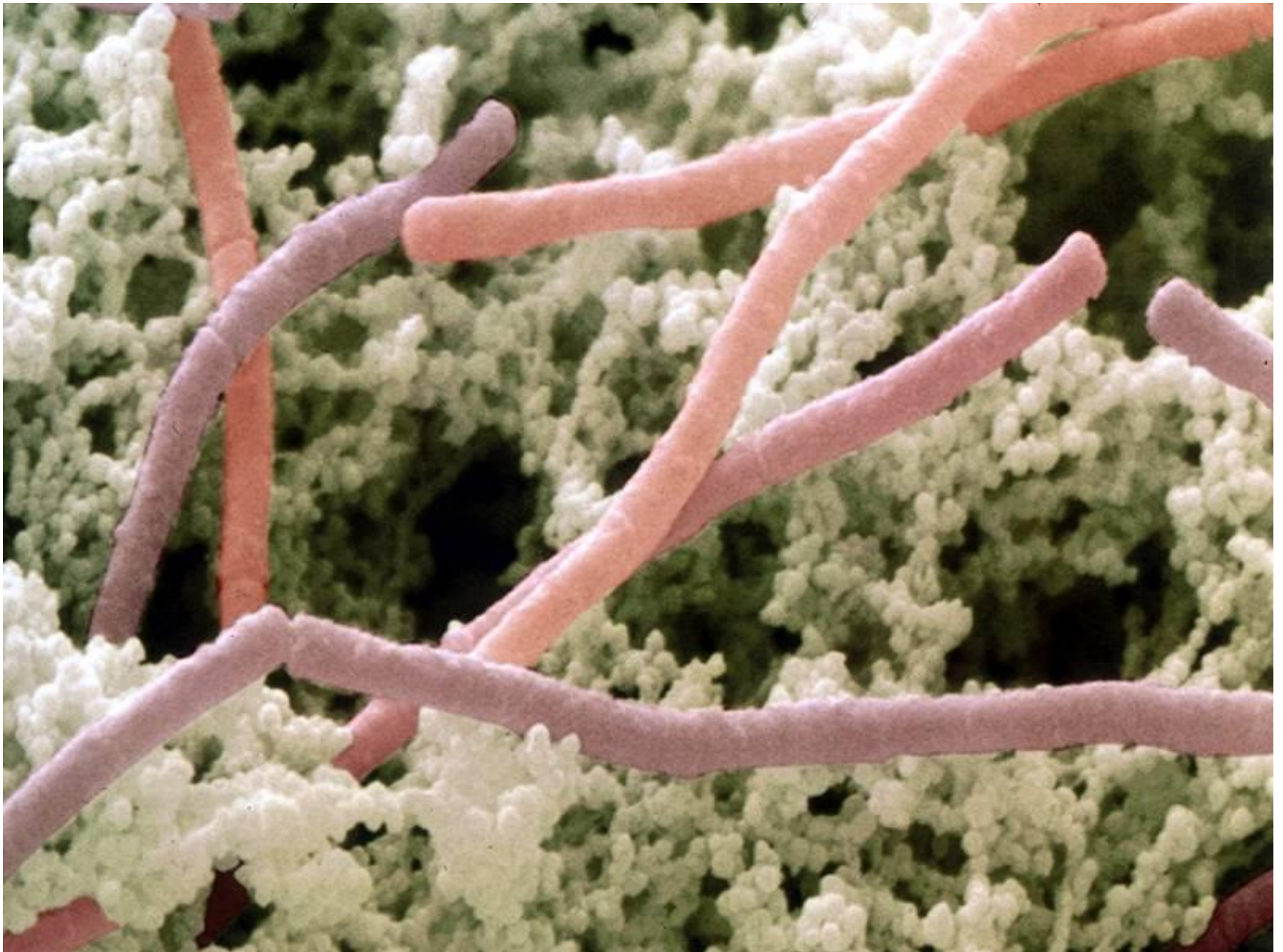
Бифидобактерии



Лактобактерии

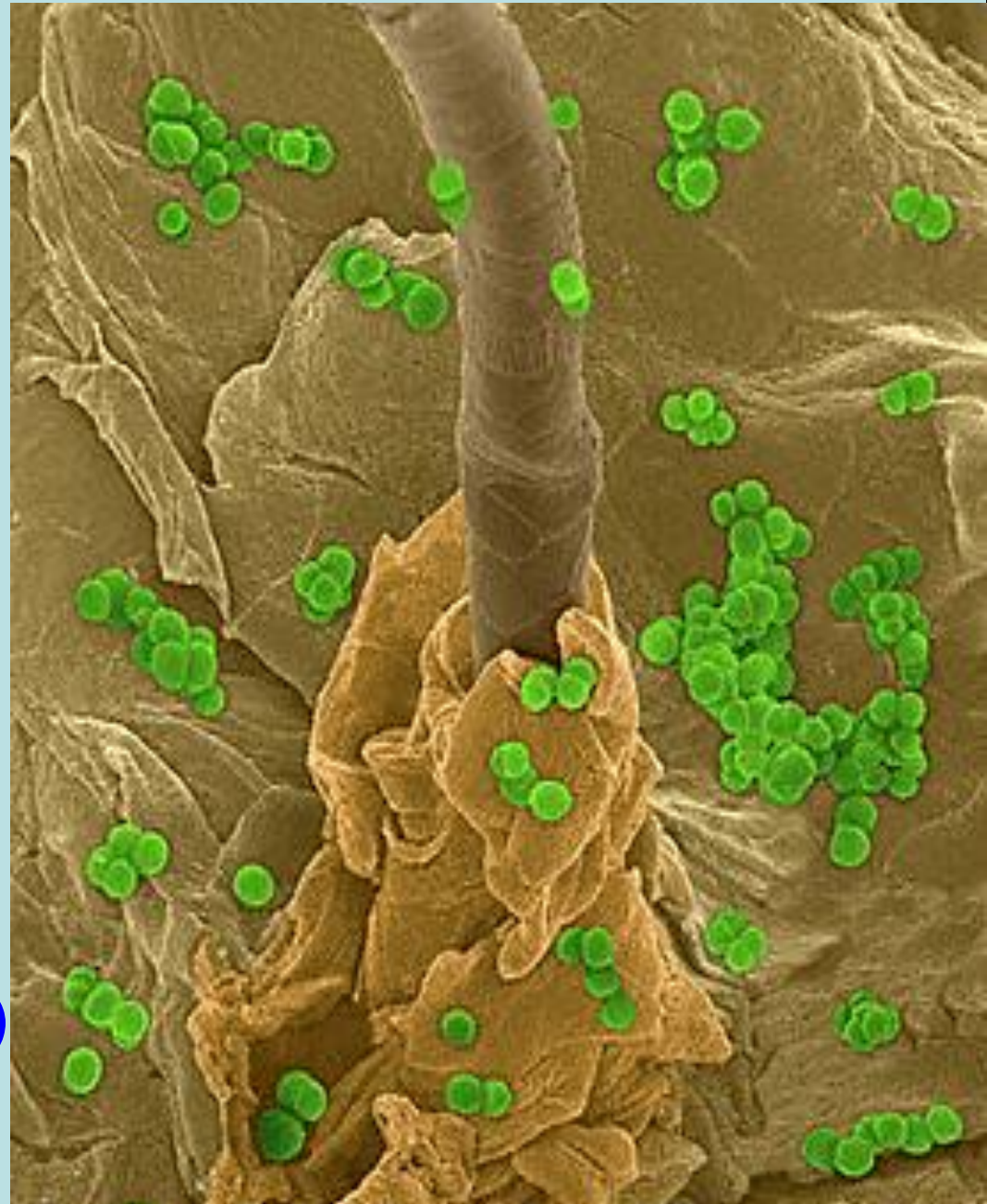


Лактобактерии в сквашенном молоке



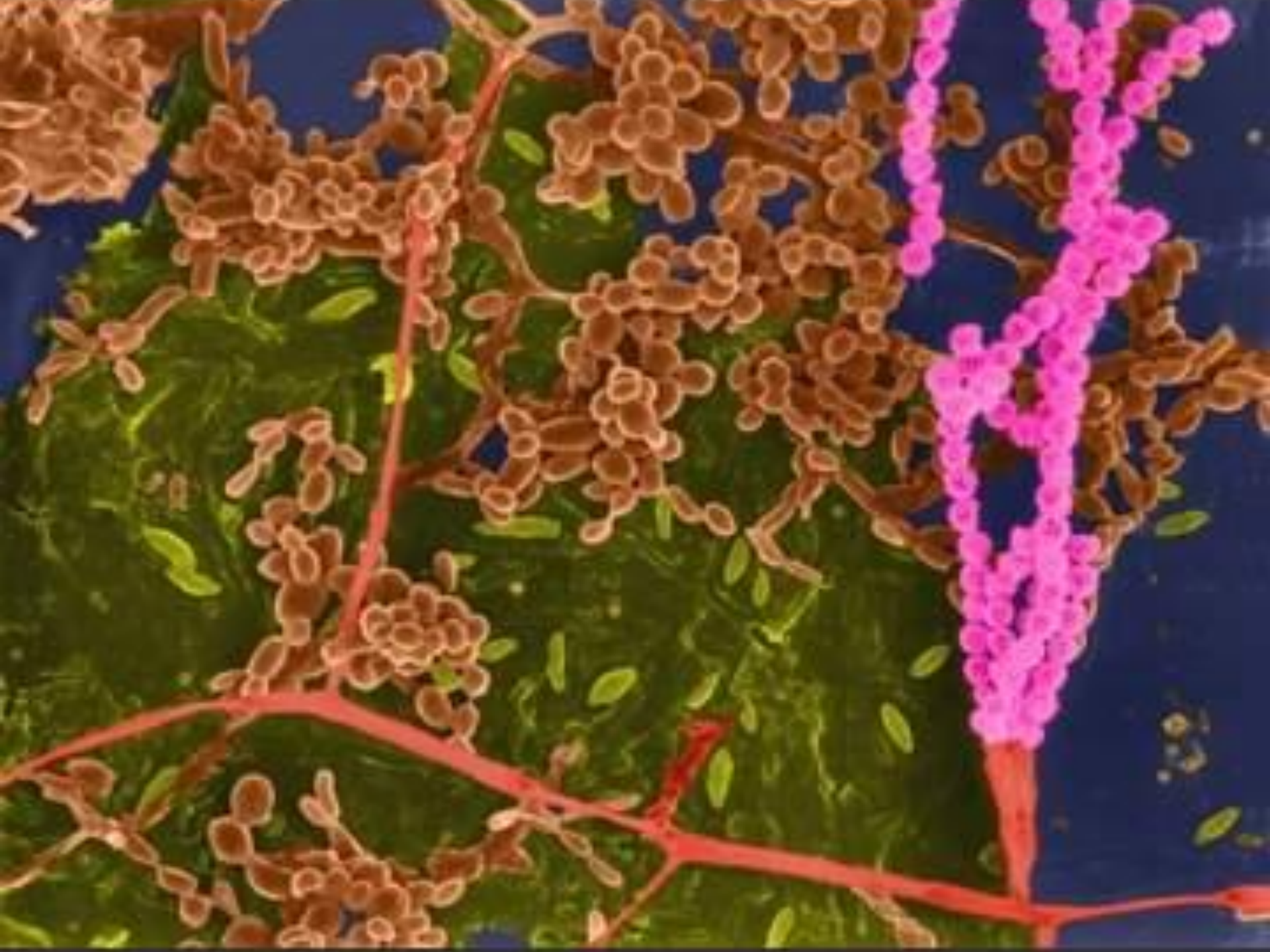
Микрофлора КОЖИ

- Дифтероиды
(коринебактерии,
пропионовые бактерии).
- Плесневые грибы.
- Дрожжи.
- Споровые аэробные
палочки (бациллы).
- Стафилококки
(*S.epidermidis* и *S.aureus*)



Микрофлора кожи





Микрофлора верхних дыхательных путей

В носовых ходах:

- дифтероиды (коринебактерии),
- стафилококки (S.epidermidis),
- нейссерии,
- гемофильные бактерии,
- стрептококки (альфа-гемолитические).



В носоглотке:

- коринебактерии,
- стрептококки (S.mitts, S.salivarius),
- стафилококки,
- нейссерии,
- вайлонеллы,
- гемофильные бактерии,
- энтеробактерии,
- бактероиды,
- грибы,
- энтерококки,
- лактобактерии,
- синегнойная палочка,
- сенная палочка

Микрофлора слизистой оболочки трахеи и крупных бронхов свиней

Название микробных групп (родов или видов)	Количество микроорганизмов в 1 г соскобов и в слизи
Нейссерии	$10^3 - 10^5$
Стафилококки	10^3
Стрептококки	10^4
Коринебактерии	$10^4 - 10^5$
Гемофильные бактерии	$10^4 - 10^5$

Микрофлора родовых путей разных видов животных

Название микробных групп (родов или видов)	Частота встречаемости во влагалище и шейке матки, %
Облигатно-анаэробные микроорганизмы	
Бактероиды	17
Бифидобактерии	80
Пептококки, пептострептококки	20
Клостридии	1
Факультативно анаэробные и аэробные микроорганизмы	
Лактобактерии	85
Эшерихии и другие энтеробактерии	5-15
Коринебактерии	80
Стафилококки (<i>S.epidermidis</i> , <i>S.aureus</i>)	55
Стрептококки не гемолитические	35
Энтерококки	41
Кандиды	14
Синегнойная палочка	1

ФУНКЦИИ НОРМАЛЬНОЙ МИКРОФЛОРЫ

- Антагонистическая.
 - Иммуногенная.
 - Пищеварительная.
- Витаминообразующая.
- Детоксикационная.
 - Регуляторная.
 - Генетическая.

Факторы, влияющие на состояние нормальной микрофлоры

- 1. Эндогенные (секреторная функция организма, гормональный фон, кислотно-щелочное состояние).**
- 2. Экзогенные (кормление и содержание животных, экологические, климатические условия).**

Отличия микрофлоры тела разных видов животных

Вид животного	Отличительные особенности	
	<i>Низкое количество</i>	<i>Высокое количество</i>
Крысы и мыши	Кишечная палочка, бифидобактерии	Лактобактерии, стрептококки, клостридии
Морские свинки	Кишечная палочка	Лактобактерии
Кролики	Кишечная палочка, лактобактерии	бактероиды
Собаки	Стрептококки (S.lactis, S.mitis), энтерококки, клостридии	Бифидобактерии
Свиньи	Сходна с микрофлорой человека	
Жвачные животные	Целлюлолитические и фибролитические бактерии – расщепители клетчатки	

Патогенные микроорганизмы постоянно попадают в организм животного

- Длительно сосуществуют в организме в составе аутомикрофлоры (формируется носительство патогенных микробов, но количественно преобладает нормальная микрофлора).
- Вытесняются из организма нормальной микрофлорой и элиминируются (удаляются).
- Вытесняют нормальную микрофлору, бурно размножаются и способны вызвать соответствующее инфекционное заболевание.

Дисбактериоз

- качественное и количественное изменение состава нормальной микрофлоры организма

Причины, вызывающие дисбактериоз

1. Нерациональная антибиотикотерапия.
2. Интоксикации.
3. Инфекционные заболевания.
4. Соматические заболевания (сахарный диабет, онкологические заболевания).
5. Гормонотерапия.
6. Радиационные поражения.
7. Иммунодефицитные и витаминдефицитные состояния.

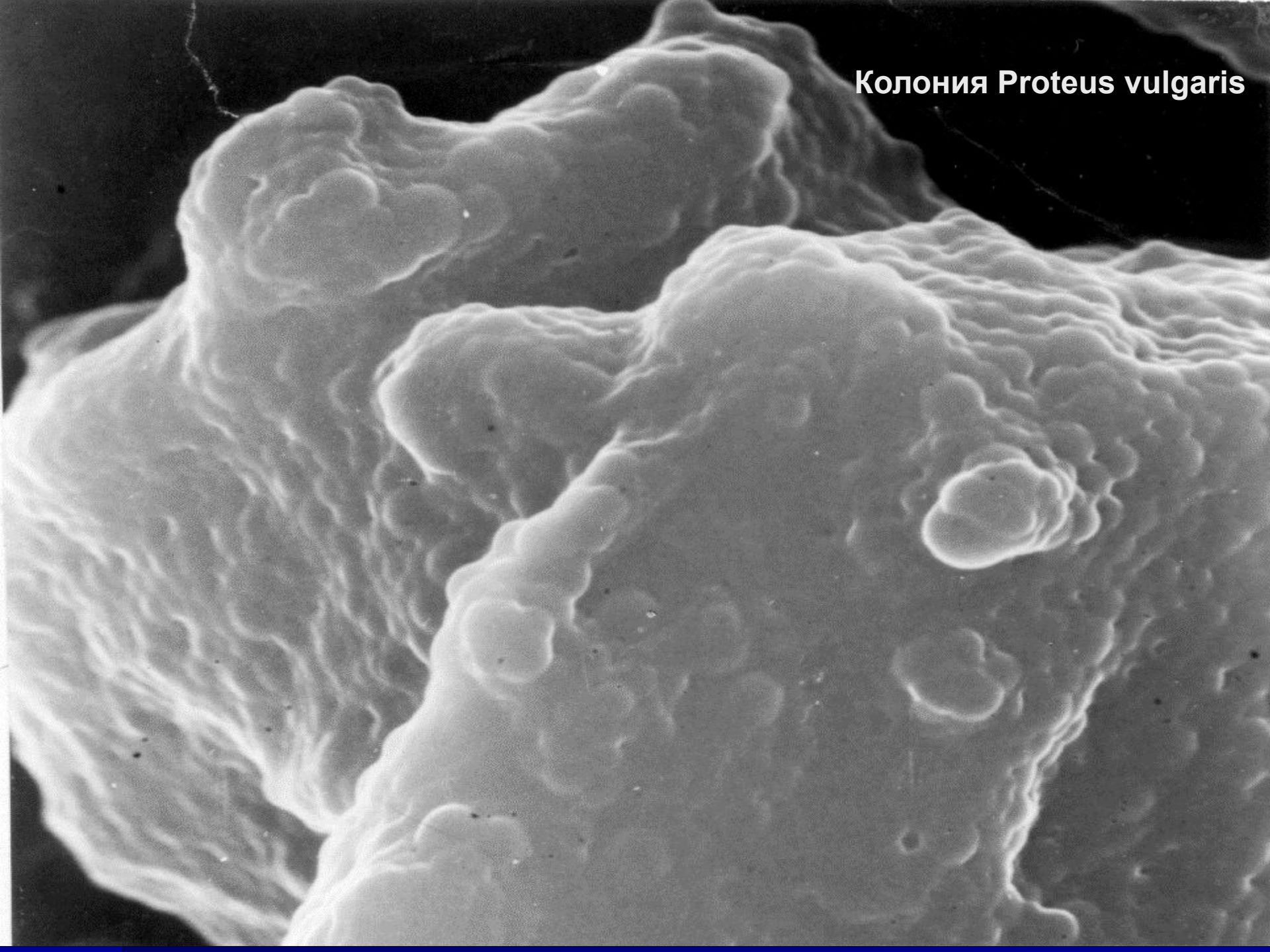


Дисбактериоз кишечника (высокая концентрация клостридий и дрожжей¹²)

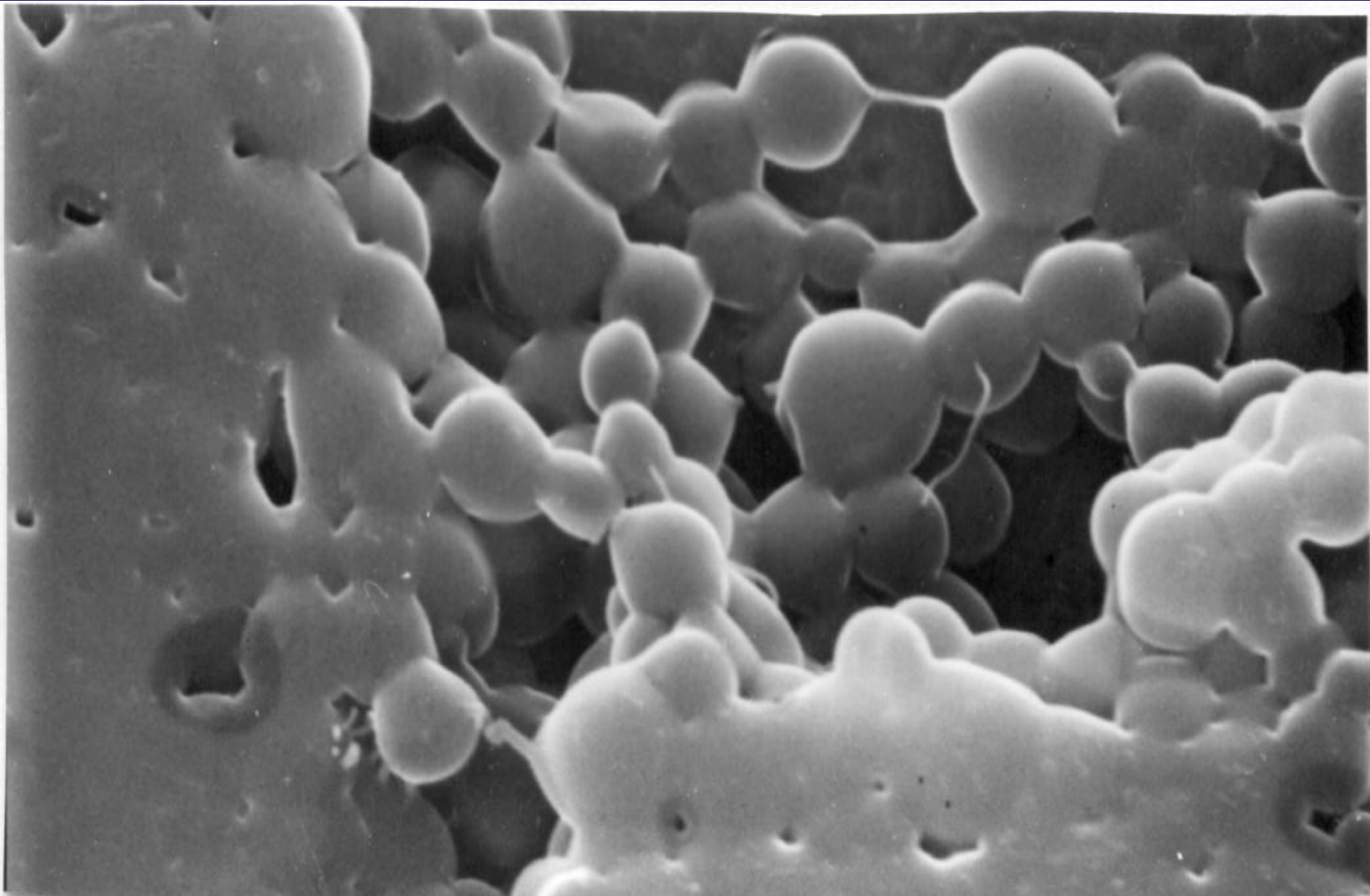
Показатели дисбактериоза

1. Снижение общего количества бактерий – представителей нормальной микрофлоры или ее отдельных видов.
2. Увеличение числа редко встречающихся в норме микроорганизмов или появление не свойственных данному биотопу видов.
3. Появление измененных вариантов микроорганизмов – представителей нормальной микрофлоры (изменение биохимических свойств, приобретение ими некоторых факторов вирулентности).
4. Ослабление антагонистической активности микроорганизмов, входящих в состав нормальной микрофлоры.

Колония *Proteus vulgaris*



Колония *Klebsiella pneumoniae*



bacterial microcolony



Скопление бактерий, колонизирующих муцин толстого кишечника

Механизмы антагонизма по отношению к патогенной и условно-патогенной микрофлоре

- Продукция летучих жирных кислот.
- Образование свободных метаболитов желчи.
- Продукция лизоцима.
- Закисление среды при продуцировании органических кислот.
- Продукция колицинов и бактериоцинов.
- Синтез различных антибиотикоподобных субстанций.
- Конкурирование непатогенных микроорганизмов с патогенными видами за одни и те же рецепторы на клетках макроорганизма.
- Поглощение нормальной микрофлорой важных компонентов питательных веществ, необходимых для жизнедеятельности патогенных бактерий.

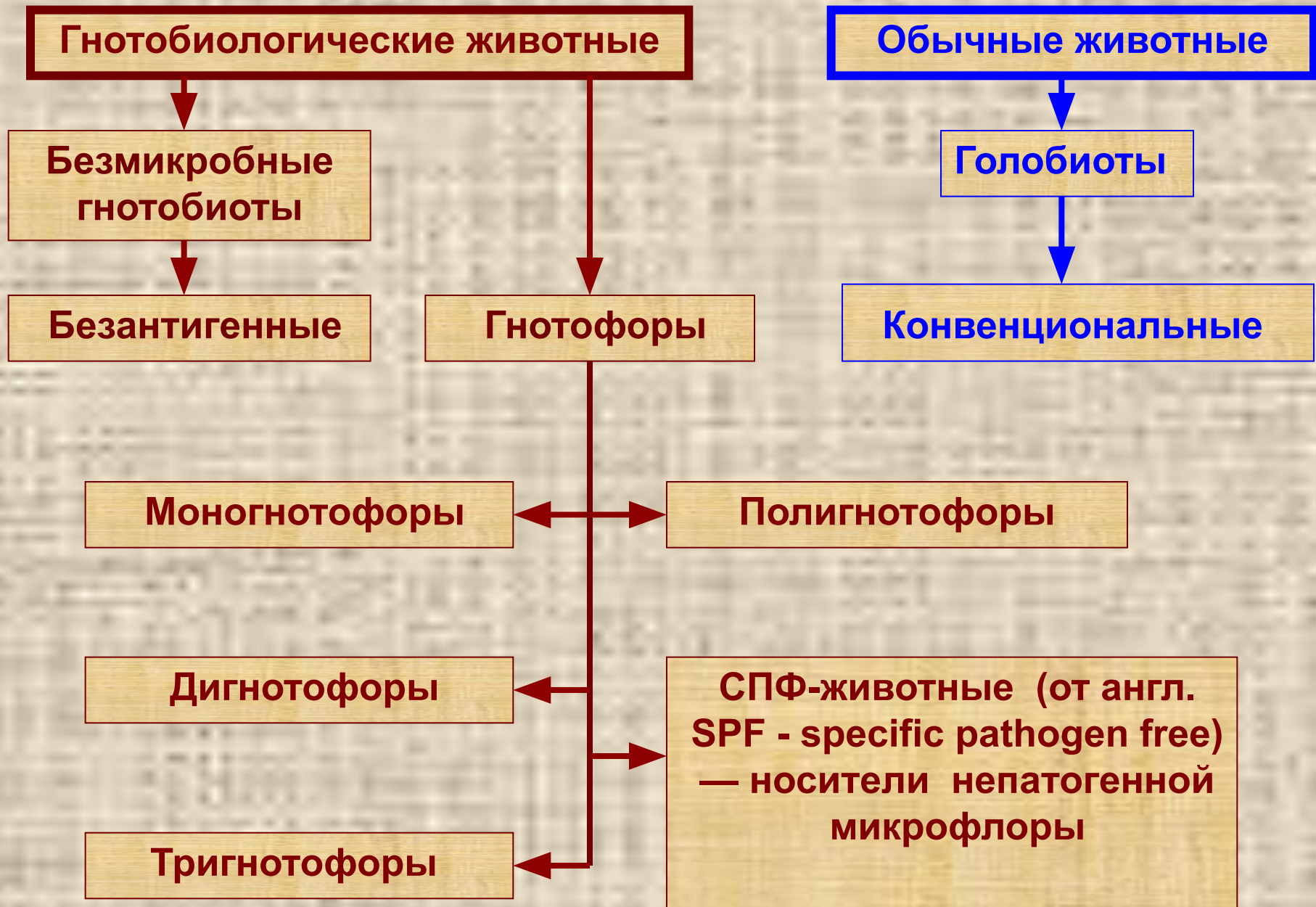
Пробиотики – это биопрепараты, которые содержат живые, антагонистически активные в отношении патогенных и условно-патогенных микроорганизмов «полезные» бактерии, применяемые для профилактики и лечения желудочно-кишечных болезней человека и животных.

1. Препараты из монокультуры живых микроорганизмов (бактисубтил, бифинорм, лактобактерин, бифидобактерин).
2. Препараты, содержащие несколько видов живых микроорганизмов (бификол, иммунобак, бифилак, Биод-5, КД-5, Танг, ОЛИН, СУБ-ПРО).
3. Препараты из монокультур или комплекса микроорганизмов, включая субстанции, стимулирующие их приживание, рост и размножение (лактобифидол, стрептофид).
4. Препараты из генетически модифицированных штаммов микроорганизмов (ветом -1.1, субалин).
5. Препараты, содержащие помимо микроорганизмов или средств, стимулирующих их рост и размножение, другие соединения, влияющие на функции клеток органов и тканей животного (целлобактерин).

Гнотобиология (от греч. gnosis - знание и biota - флора и фауна) – это наука, изучающая безмикробную жизнь животных.

Гнотобиоты (гнотобионты) – это животные, полностью свободные от микрофлоры или носители только определенных видов микроорганизмов.

Гнотофоры (от греч. for - носитель) – это гнотобиоты, имеющие известные исследователю виды микроорганизмов.



**Роль
микроорганизмов
в круговороте
веществ**

- **Круговорот** – цикл различных превращений веществ, благодаря которому их запасы в природе не истощаются и являются неисчерпаемыми. Микроорганизмы играют огромную роль в круговороте веществ. Такая колоссальная работа микроорганизмов обуславливается их чрезвычайно широким распространением в природе, чрезвычайной быстротой размножения, широким разнообразием типов их питания и ферментных систем

- **Деструкторы** — бактерии (в том числе актиномицеты) и грибы, разлагающие погибших животных и растения; при этом органические вещества превращаются в неорганические, то есть происходит минерализация.
- **Продукты разложения органических веществ** микроорганизмы используют в качестве источника питания и энергии.

- Среди различных процессов превращения веществ в природе, в которых микроорганизмы принимают активное участие, важнейшее значение для осуществления жизни растений, животных и человека на Земле имеют круговорот азота, углерода, фосфора, серы, железа.

Круговорот азота

В природе имеется огромное количество азота. $\frac{4}{5}$ объема окружающего нас воздуха составляет азот. Во всем живом мире (растения, животные) содержится 20-25 млрд. т азота, огромное количество его имеется в пахотном слое почвы - в подзоле примерно 6 г, а в черноземе до 18 г на 1 га. Но весь этот азот, свободный в атмосфере и связанный в органическом веществе, в почвенном гумусе, в торфе, не усваивается растениями, а следовательно, и животными. Таким образом, азот не может непосредственно участвовать в биогенном круговороте веществ.

Центральное место в круговороте азота занимает аммоний. Он является продуктом разложения белков и аминокислот, попадающих вместе с остатками животного и растительного происхождения в почву. В хорошо аэрируемых почвах аммоний подвергается нитрификации; бактерии родов *Nitrosomonas* и *Nitrobacter* окисляют его до нитрита и нитрата.

Этапы круговорота азота с участием микроорганизмов

1. Азотофиксация (фиксация атмосферного азота, участвуют представители родов *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Clostridium*).

2. Аммонификация (гниение, расщепление азотистых органических соединений с образованием аммиака, участвуют представители родов: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Clostridium*).

3. Нитрификация (окисление солей аммония до солей азотистой кислоты - осуществляют представители родов *Nitrosomonas*, *Nitrosovibrio*, *Nitrosococcus*, представители родов *Nitrobacter*, *Nitrococcus*, *Nitrospira* участвуют в окислении нитритов до нитратов).

4. Денитрификация (процесс обратный нитрификации, участвуют представители родов *Thiobacillus*, *Pseudomonas*, *Paracoccus*).

Группы микроорганизмов, обитающие в почве

1. Бактерии аммонификаторы, вызывающие гниение трупов животных, остатков растений, разложение мочевины с образованием аммиака и других продуктов: аэробные бактерии - *B. subtilis*, *B. mesentericus*, *Serratia marcescens*; бактерии рода *Proteus*; грибы рода *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*; анаэробы - *C. sporogenes*, *C. putrificum*; уробактерии - *Urobacillus pasteurii*, *Sarcina urea*, расщепляющие мочевину;

2. Нитрифицирующие бактерии: *Nitrobacter* и *Nitrosomonas* (*Nitrosomonas* окисляют аммиак до азотистой кислоты, образуя нитриты, *Nitrobacter* превращают азотистую кислоту в азотную и нитраты);

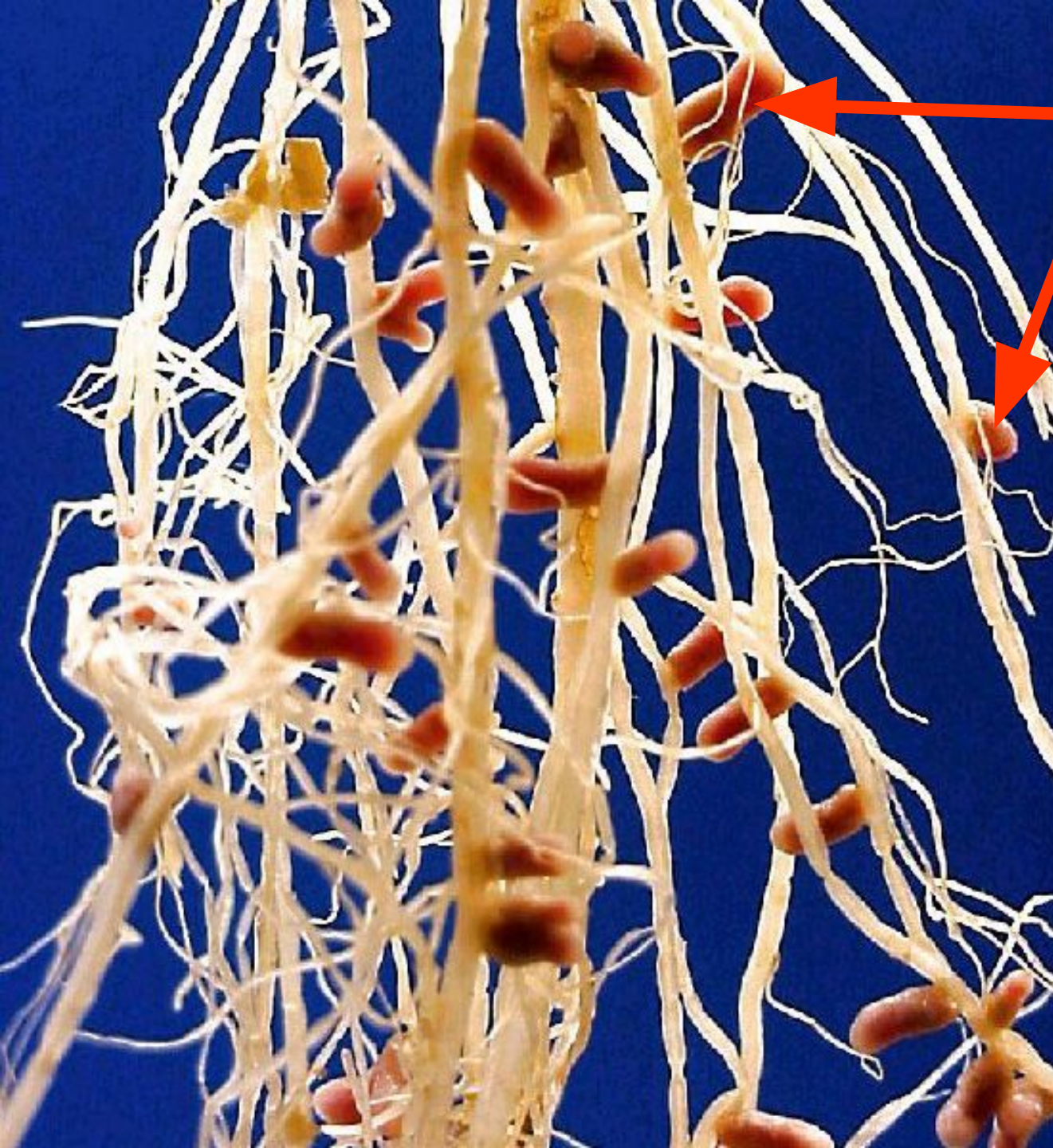
Группы микроорганизмов, обитающие в почве

3. Азотфиксирующие бактерии: усваивают из воздуха свободный азот и в процессе жизнедеятельности из молекулярного азота синтезируют белки и другие органические соединения азота, используемые растениями;

4. Бактерии, участвующие в круговороте серы, железа, фосфора и других элементов - серобактерии (окисляют сероводород до серной кислоты), фосфорные бактерии (образуют легко растворимые соединения фосфора), железобактерии (окисляют соединения железа до гидрата окиси железа) и др.;

5. Бактерии, расщепляющие клетчатку и вызывающие брожение (молочнокислые, спиртовые, маслянокислые, уксусные, пропионовые и др.).

6. Патогенные и условно-патогенные микроорганизмы (возбудители грибковых заболеваний, ботулизма, столбняка, газовой гангрены, сибирской язвы, бруцеллеза, лептоспироза, кишечных инфекций и др.) - с выделениями человека и животных, с фекально-бытовыми сточными водами.



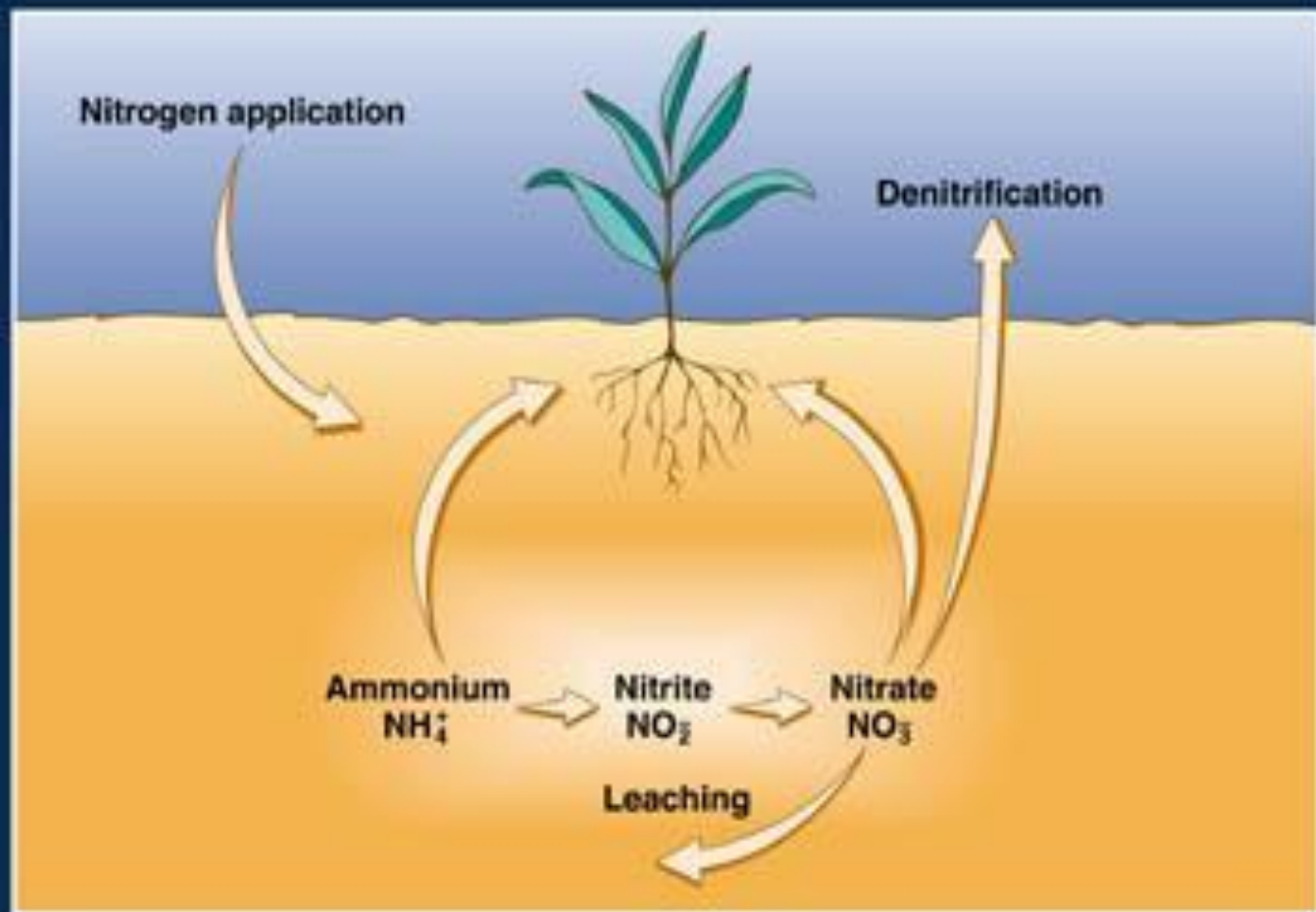
Колонии агробактерий (клубеньковые бактерии) на корневой системе бобовых растений

Азотфиксирующая бактерия *Agrobacterium tumefaciens*





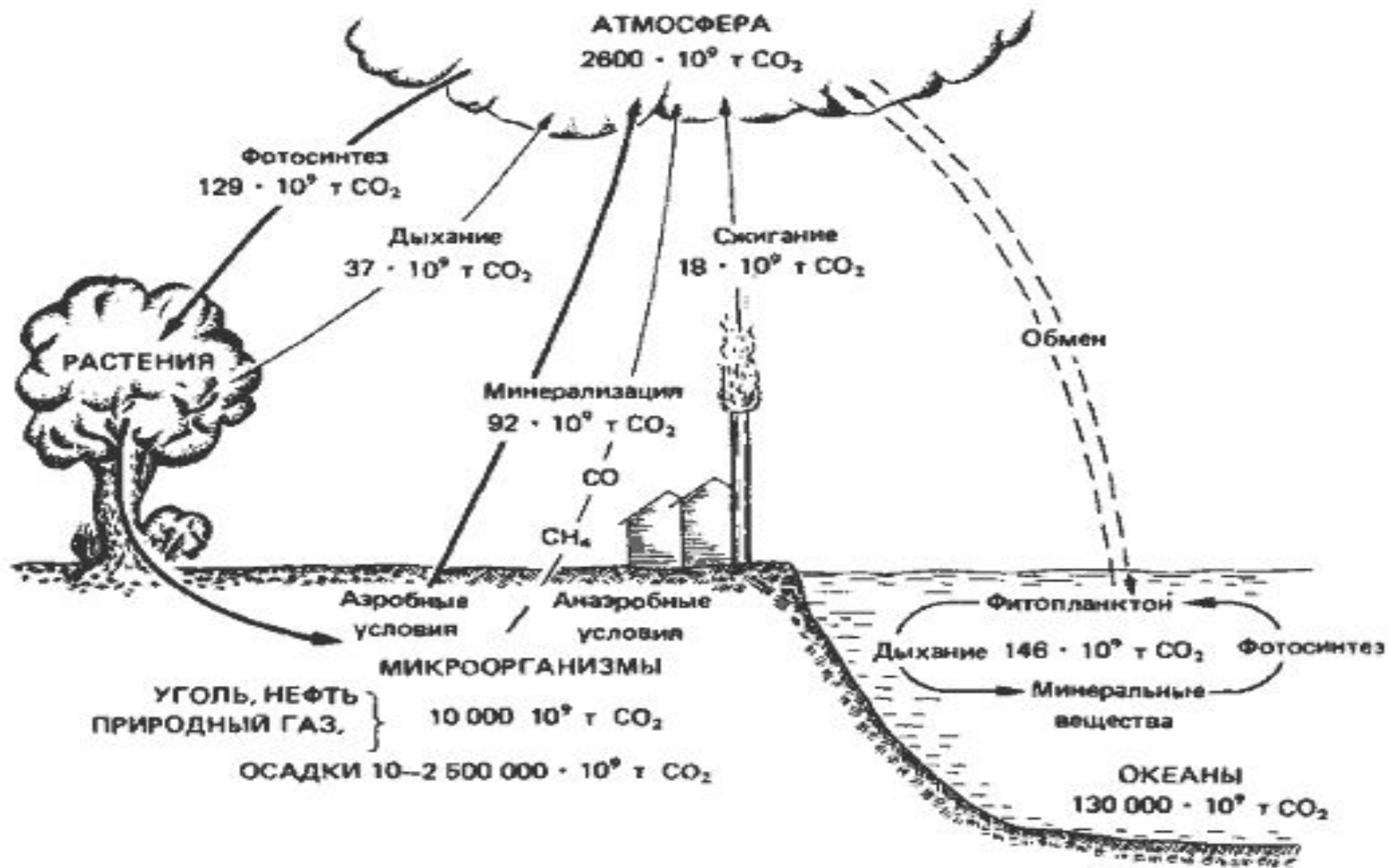
Nitrification process



Круговорот углерода

- Взаимосвязь живых организмов на Земле особенно ярко выражена в круговороте углерода. Атмосферный воздух содержит около 0,03% CO_2 , но продуктивность зеленых растений настолько велика, что весь запас углекислоты в атмосфере ($2600 \cdot 10^9$ т CO_2) был бы истрачен за 20 лет — срок, ничтожно короткий в масштабах эволюции. Фотосинтез бы прекратился, если бы микроорганизмы, растения и животные не обеспечивали возвращение CO_2 в атмосферу в результате непрерывной минерализации органических веществ. Циклические превращения углерода и кислорода реализуются главным образом через два разнонаправленных процесса: кислородный фотосинтез и дыхание (либо горение в небиологических реакциях).

Углерод извлекается из круговорота различными путями. Ионы карбоната, содержащиеся в морской воде, соединяются с растворёнными в ней ионами Ca^{2+} и осаждаются в виде CaCO_3 (карбонат кальция). Последний также образуется биологическим путём в известковых структурах простейших, кораллов и моллюсков, откладываясь в качестве известняковых горных пород. Отложение неминерализованных органических остатков в условиях высокой влажности и недостатка кислорода приводит к накоплению гумуса, образованию торфа и каменного угля. Ещё один вид изъятия органического углерода из круговорота — отложения нефти, и газа (метана).



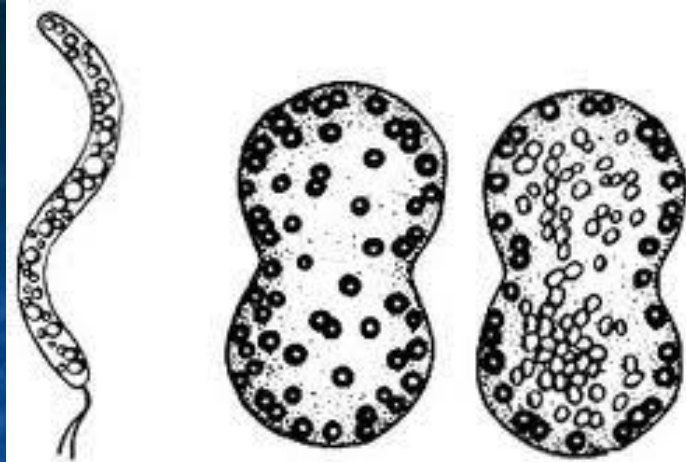
Круговорот углерода в биосфере. Цифры около стрелок указывают годовой оборот CO_2 (фиксация, образование, обмен). Фотосинтетическая фиксация углекислоты зелеными растениями быстро истощила бы ее запасы в атмосфере, если бы органические соединения не разлагались микроорганизмами и не окислялись до CO_2 , что восполняет запас углекислоты в воздухе. Сжигание углеродсодержащего ископаемого топлива (нефти, природного газа, угля) приводит к постепенному росту содержания CO_2 в атмосфере.

Круговорот фосфора

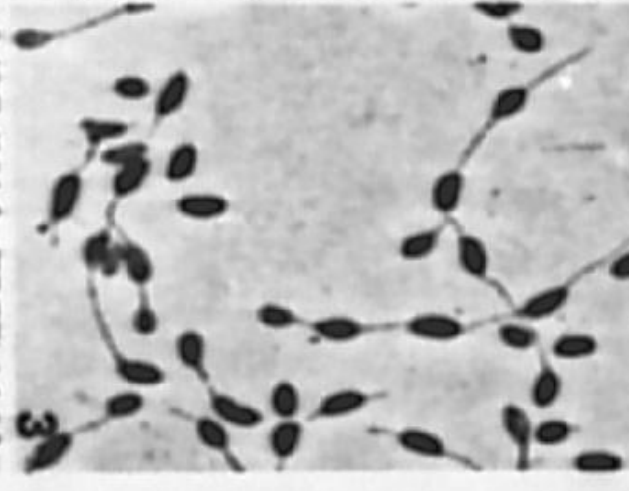
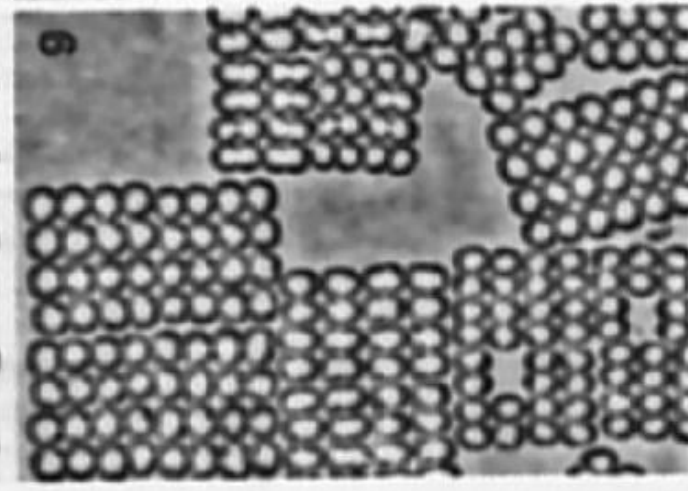
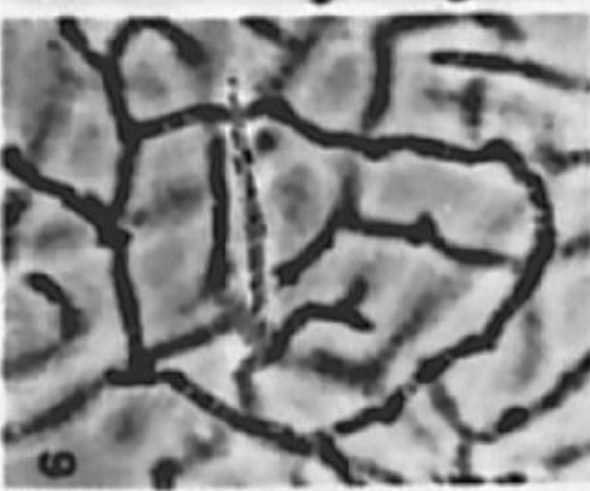
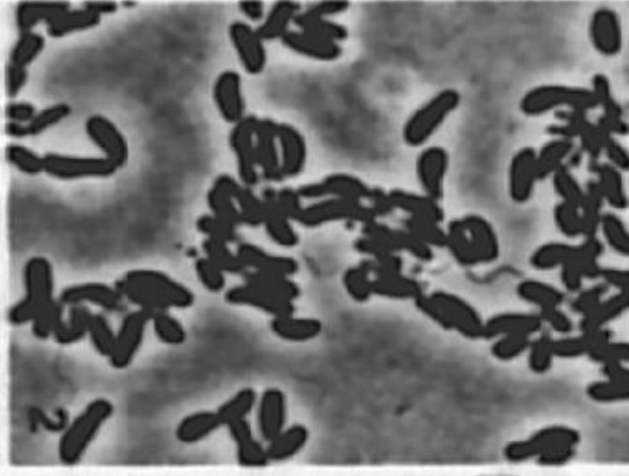
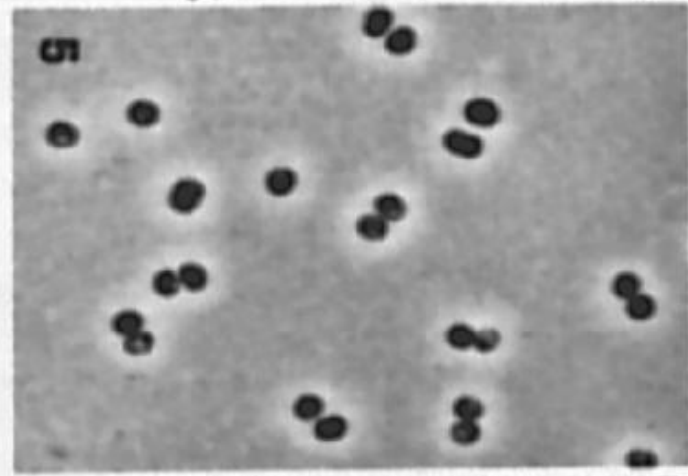
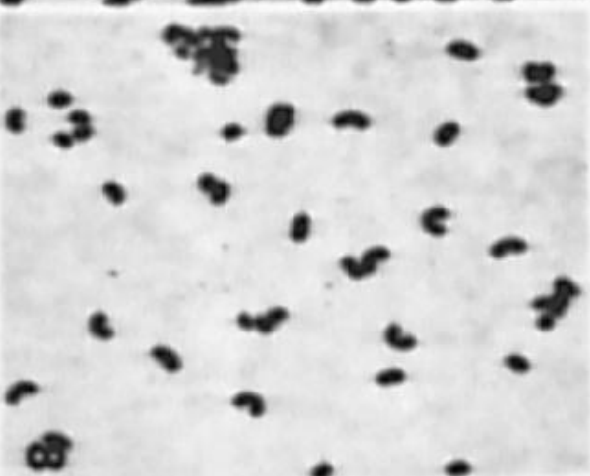
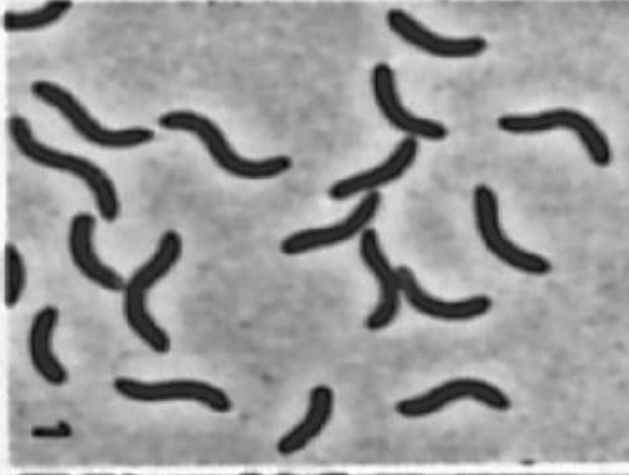
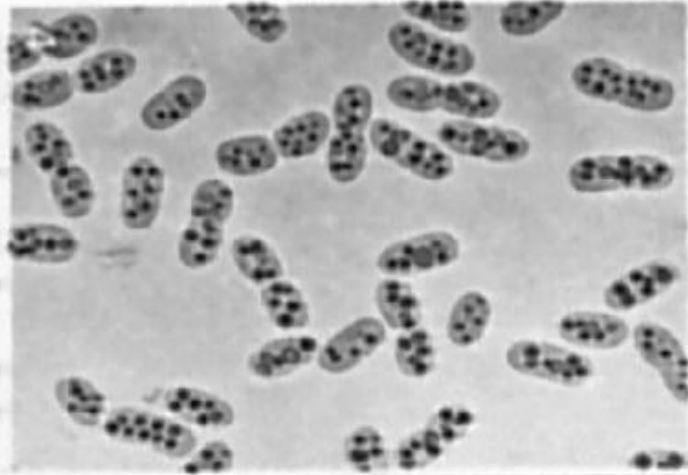
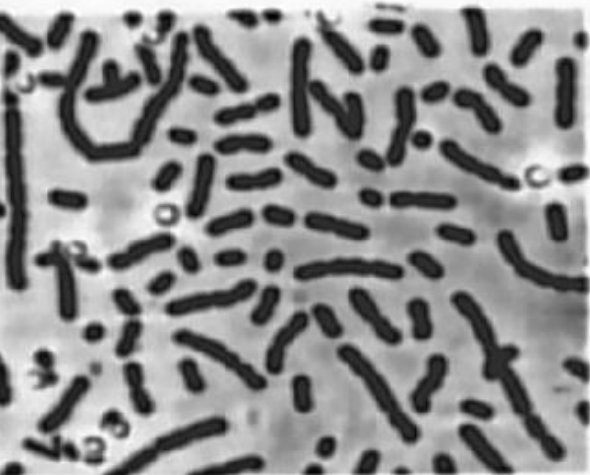
- В биосфере фосфор представлен почти исключительно в виде фосфатов. В живых организмах фосфорная кислота существует в форме эфиров. После отмирания клеток эти эфиры быстро разлагаются, что ведет к освобождению ионов фосфорной кислоты. Доступной для растений формой фосфора в почве служат свободные ионы ортофосфорной кислоты (H_3PO_4). Их концентрация часто очень низка; рост растений, как правило, лимитируется не общим недостатком фосфата, а образованием малорастворимых его соединений, таких как апатит и комплексы с тяжелыми металлами. Запасы фосфатов в месторождениях, пригодных для разработки, велики, и в обозримом будущем производство сельскохозяйственной продукции не будет ограничиваться недостатком фосфора; однако фосфат должен быть переведен в растворимую форму. Во многих местах фосфат из удобрений попадает в проточные водоемы и озера. Так как концентрация ионов железа, кальция и алюминия в водоемах невысока, фосфат остается в растворенной форме, что приводит к эвтрофикации водоемов, особенно благоприятной для развития **азотфиксирующих цианобактерий**. В почвах же из-за образования нерастворимых солей фосфаты чаще всего быстро становятся недоступными для усвоения.

Круговорот серы

В живых клетках сера представлена главным образом сульфгидрильными группами в серосодержащих аминокислотах (цистеин, метионин, гомоцистеин). В сухом веществе организмов доля серы составляет 1%. При анаэробном разложении органических веществ сульфгидрильные группы отщепляются *десульфурезами*; образование сероводорода при минерализации в анаэробных условиях называют также десульфуриванием. Наибольшие количества встречающегося в природе сероводорода образуются, однако, при диссимилиационном восстановлении сульфатов, осуществляемом *сульфатредуцирующими бактериями*

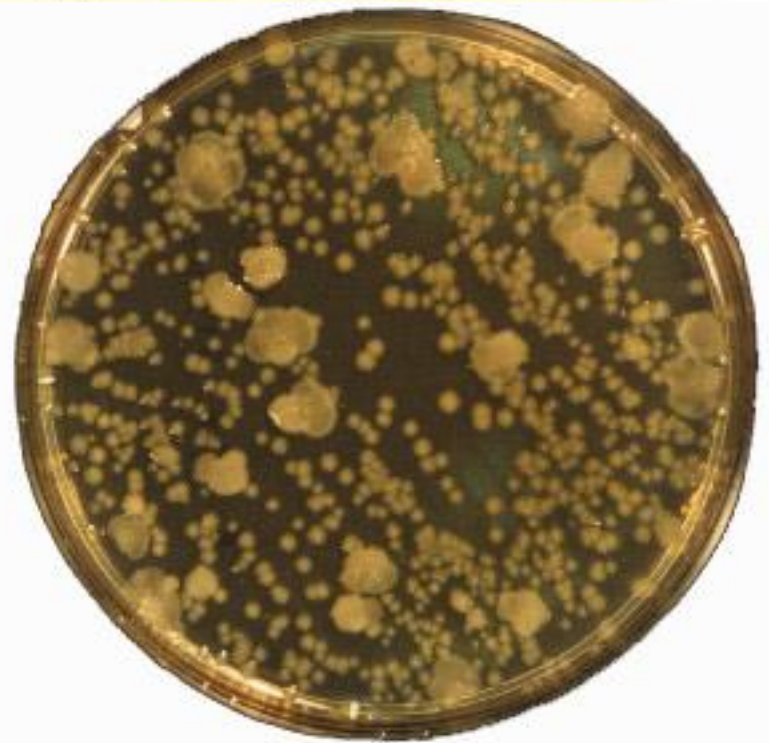
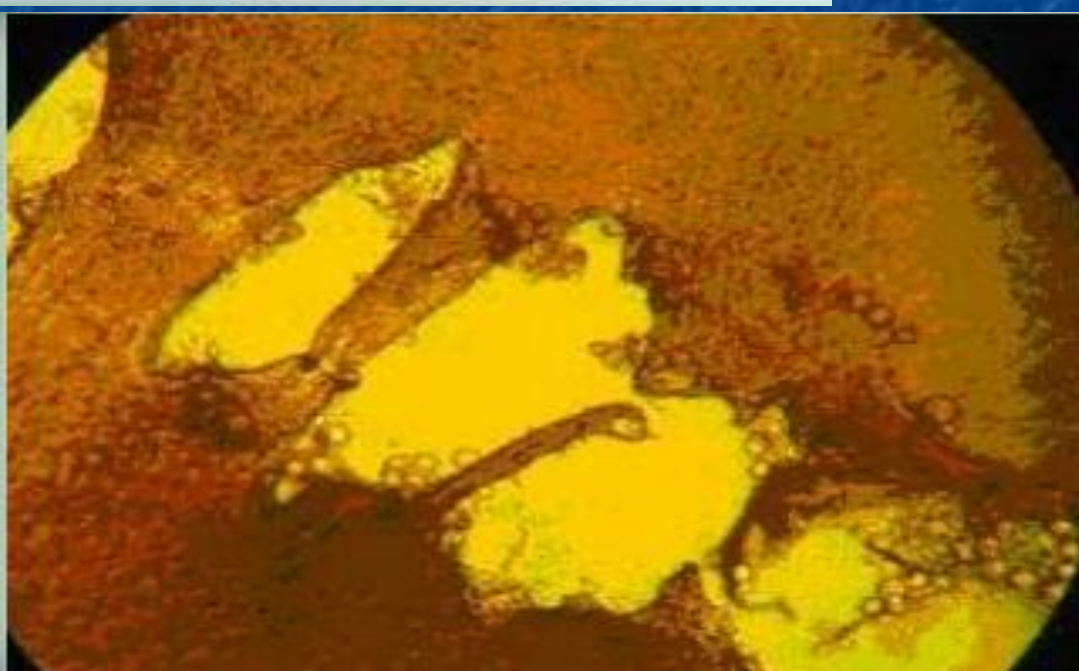
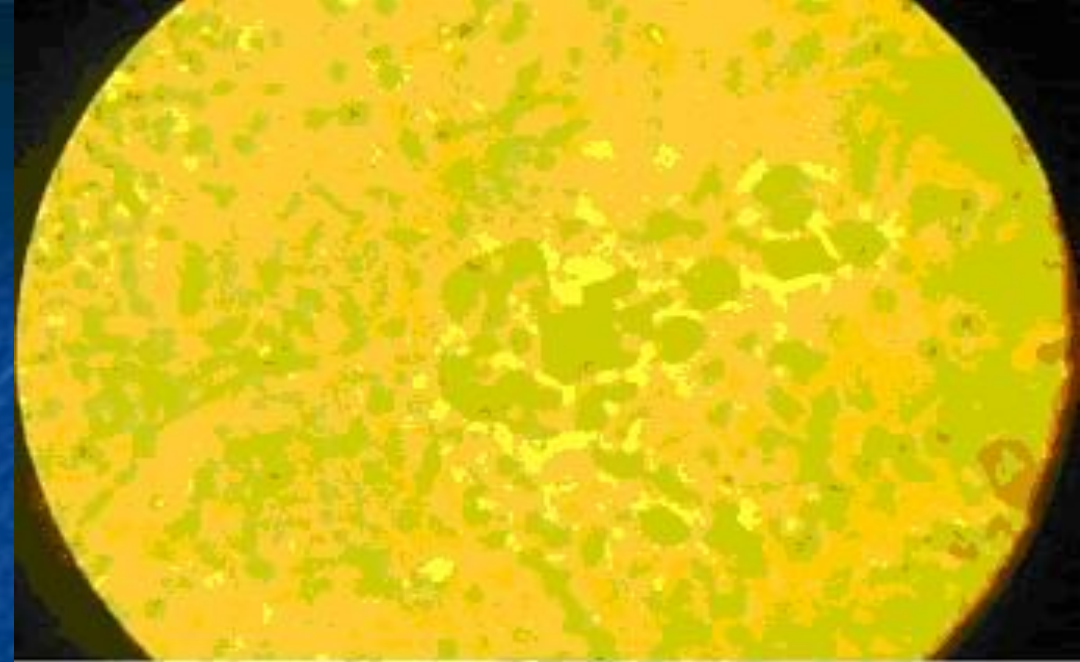
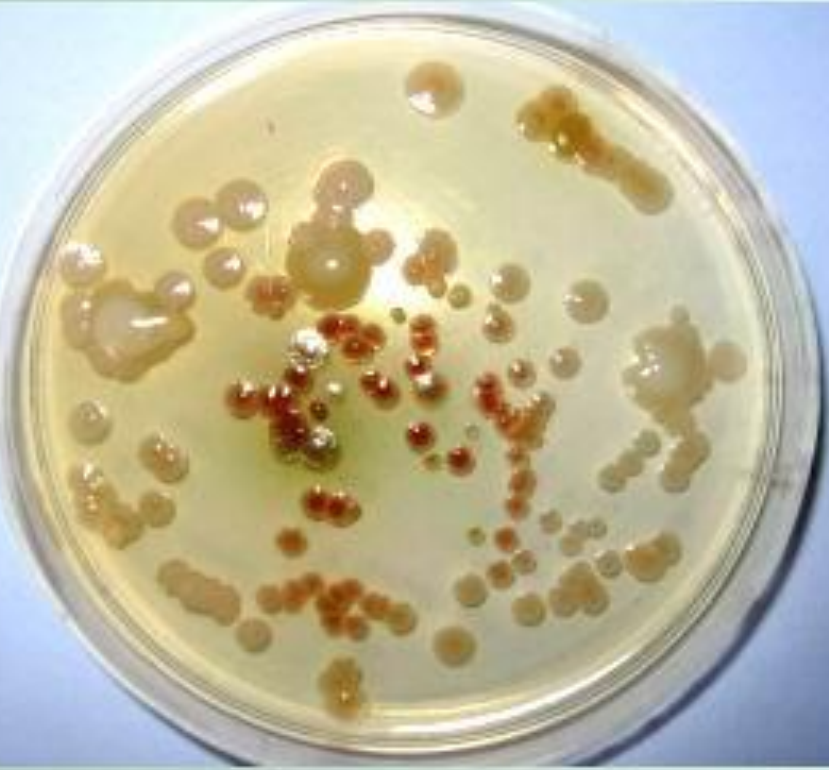


- **Серобактерии** обитают в почве, воде, навозе. При разложении в почве органических серосодержащих веществ, а также при восстановлении солей серной, сернистой и серноватистой кислот образуется сероводород, ядовитый для растений и животных. Этот газ превращается в безвредные, доступные для растений соединения серобактериями.



Месторождение серы, образовавшееся в результате окисления бактериями сульфитов





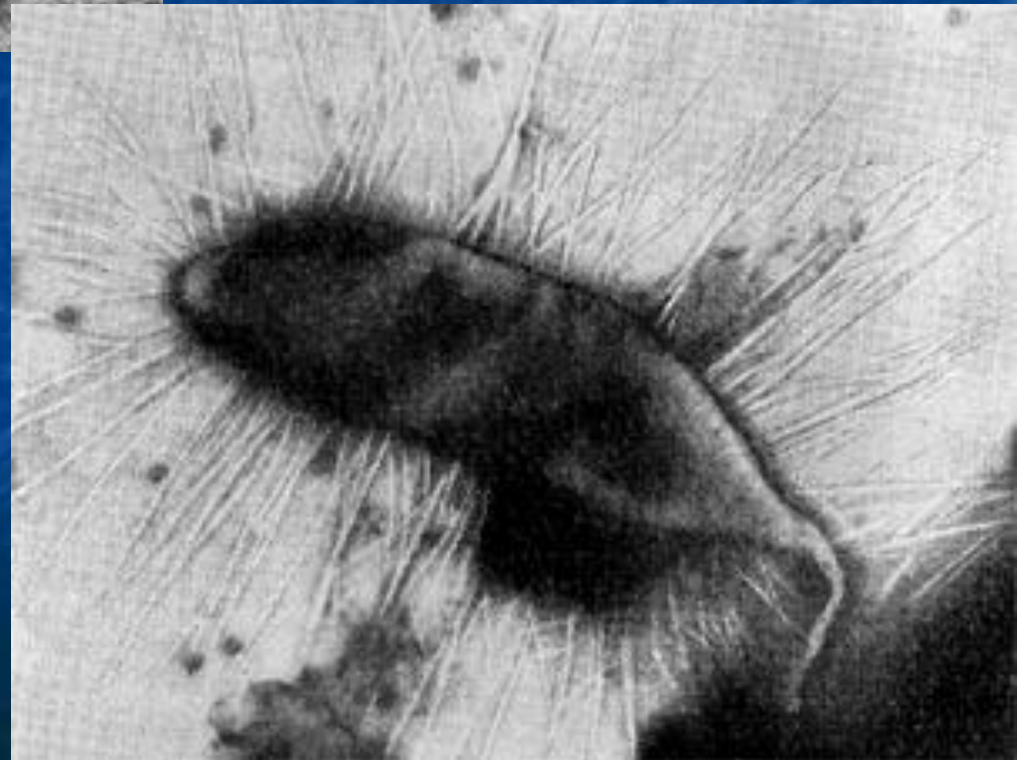
Роль бактерий в круговороте железа и марганца

- Железобактерии известны очень давно. В 1836 г. Эренберг высказал предположение, что эти организмы принимают участие в образовании болотных и дерновых железных руд. Из-за трудностей культивирования железобактерий в лабораторных условиях физиологические свойства этих микроорганизмов мало изучены.

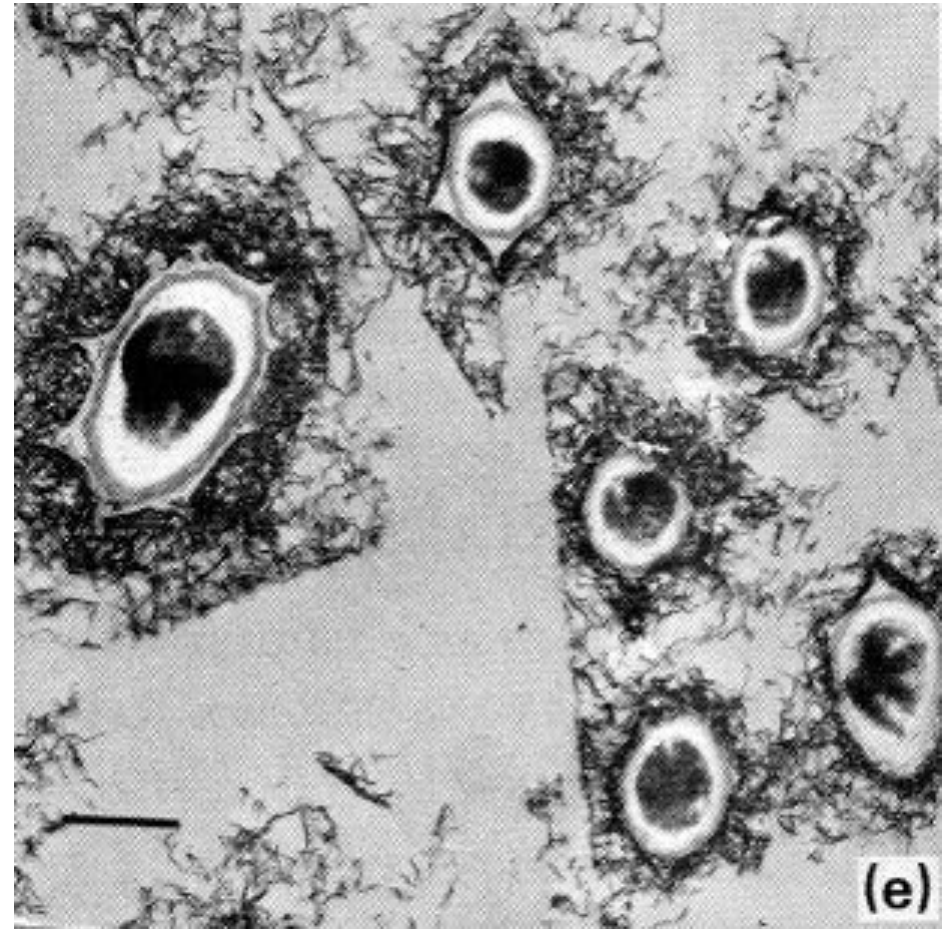
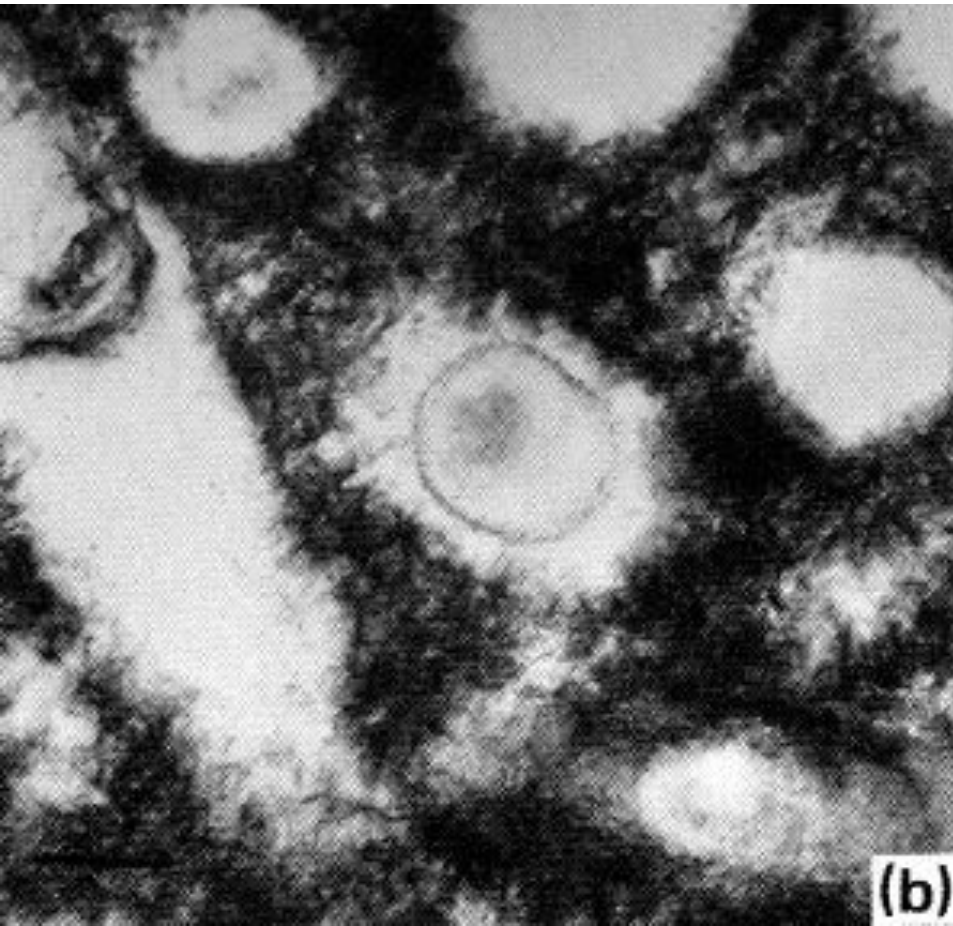


Типичные клетки
бактерий рода
Caulobacter
железобактерий

Стебельковая бактерия
с нетипичным тонким
стебельком (семейство
железобактерии).



Кокки, окисляющие марганец. Вокруг бактерий видны кристаллы окиси марганца

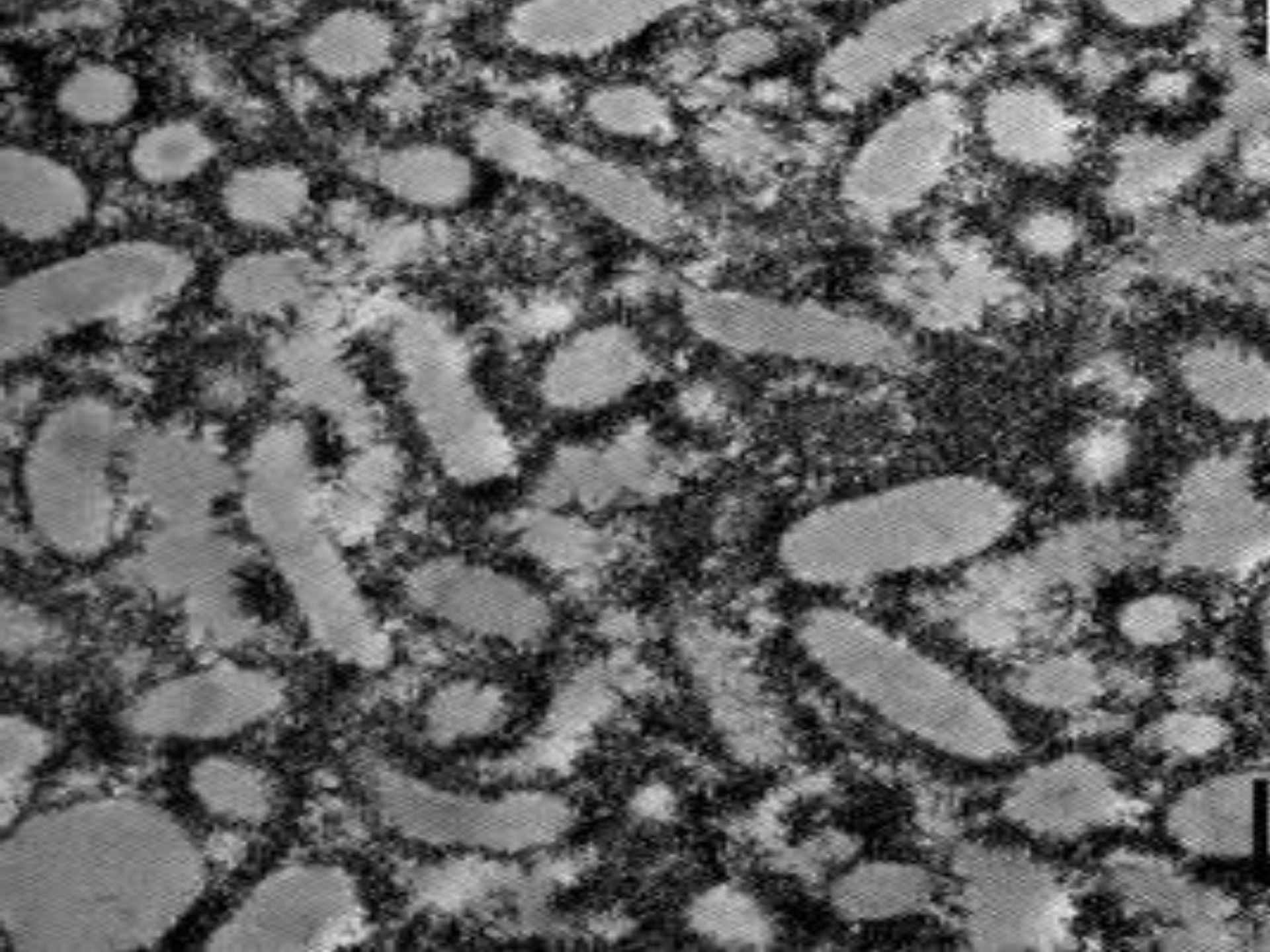








Микроорганизмы, усваивающие молекулы золота



Заключение

Микроорганизмы играют огромную роль в жизни нашей планеты. Бактерии и грибы являются основными биологическими объектами, участвующими в круговороте веществ в природе, способствуют полноценной жизнедеятельности человека, животных и растений, активизируют процессы образования полезных веществ в биосфере. Поэтому, непатогенные микроорганизмы – во многом являются необходимым компонентом существования всего живого на Земле.