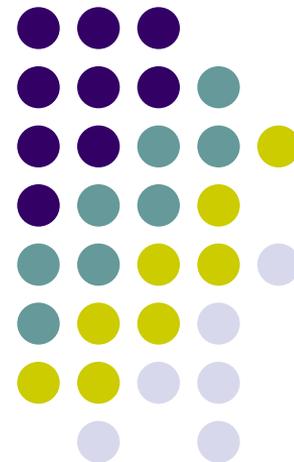


# Взаимодействия бактерий с различными формами жизни

Часть 3: Бактерии-симбионты жвачных животных и  
человека

## Лекция 8

Лектор: Давыдова Ольга Константиновна, к.б.н., доцент



# План лекции:

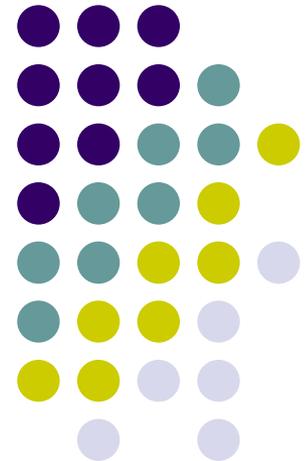


- Взаимодействие микроорганизмов с животными
  - Микробиоценоз рубца жвачных животных
    - Строение желудка жвачных
    - Функции микробиоценоза ЖКТ жвачных
    - Характеристики рубцовой микрофлоры
  - Взаимодействие бактерий с организмом человека
    - Микрофлора кожи
    - Микрофлора полости рта
    - Микрофлора дыхательных путей
    - Микрофлора ЖКТ
    - Микрофлора половых путей

# Микробиоценоз рубца жвачных животных



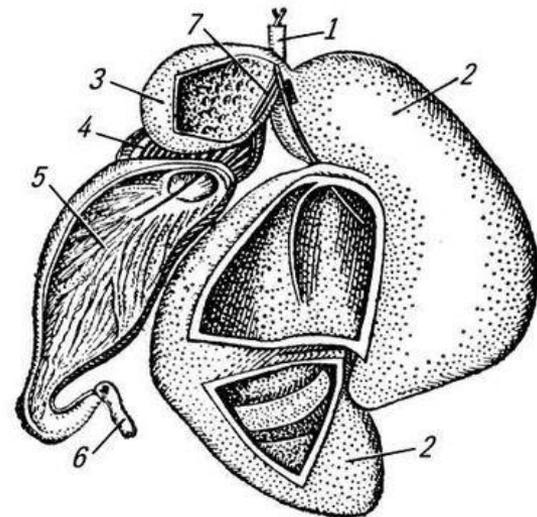
© <https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/File:COW3.jpg>



# Строение желудка жвачных животных

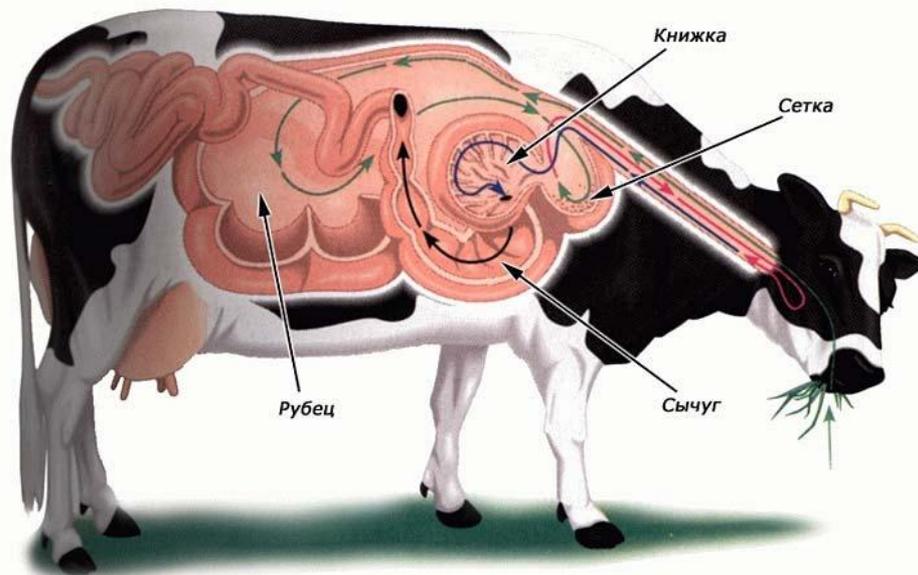


У быков, баранов, оленей и антилоп желудок состоит из четырех отделов: рубца, сетки, книжки и сычуга. Быстро поедаемый корм попадает в рубец, где из него формируются небольшие порции жвачки, которые животное отрыгивает в ротовую полость и снова пережевывает. Затем эта пища попадает в книжку и после переваривания в сычуге поступает в тонкую кишку.



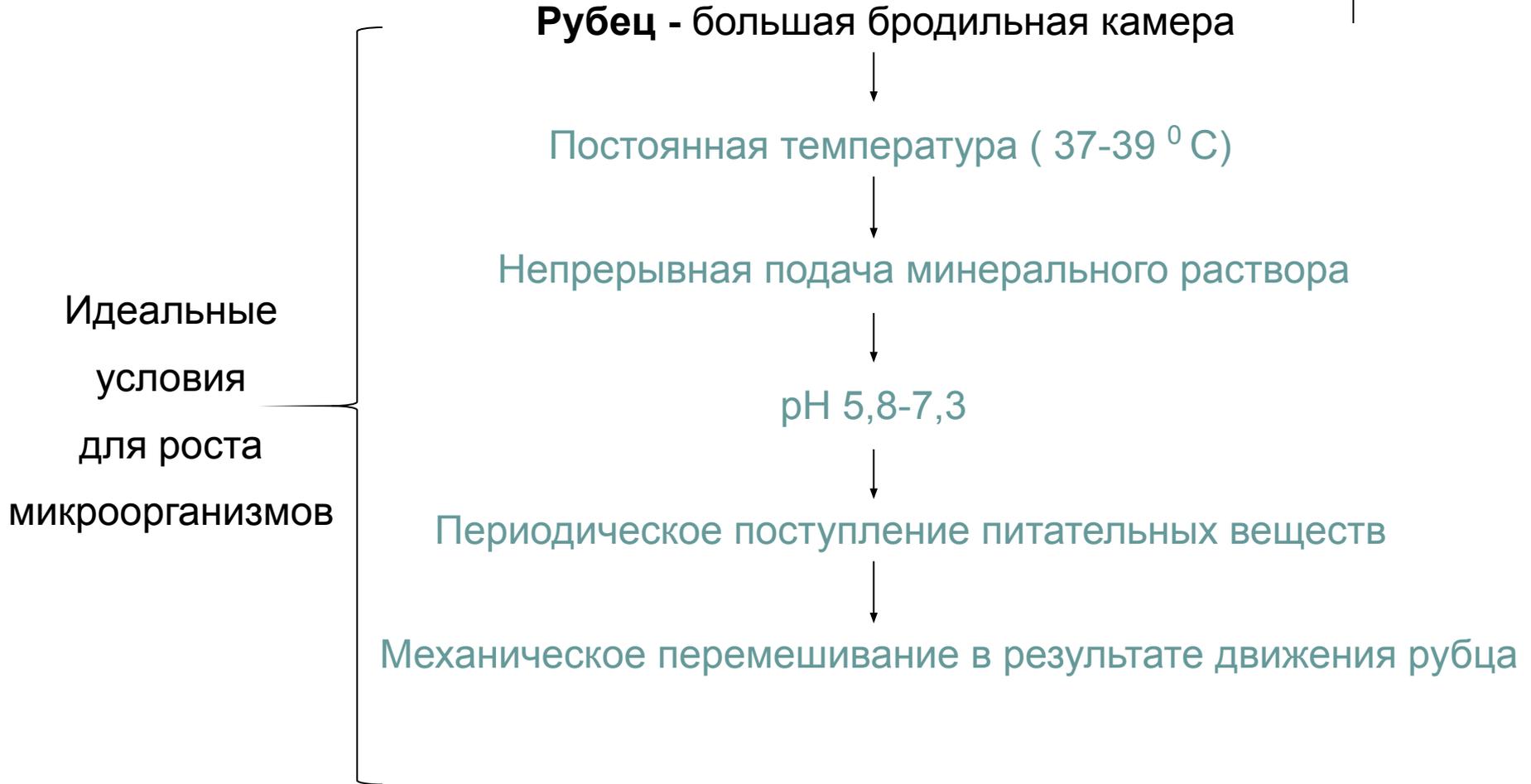
© [http://bse.sci-lib.com/a\\_pictures/03/19/251497500.jpg](http://bse.sci-lib.com/a_pictures/03/19/251497500.jpg)

Вскрытый желудок:  
1-пищевод, 2-рубец,  
3-сетка, 4-книжка,  
5-сычуг,  
6-двенадцатиперстная  
кишка, 7-желобок.



© <http://animals-world.ru/wp-content/uploads/2014/02/osobennosti-stroeniya.png>

# Строение желудка жвачных животных



# Функции микробиоценоза ЖКТ животных



- входит в состав трофических цепей, приводящих к расщеплению сложных целлюлозосодержащих биополимеров до легкого усвояемых хозяином мономеров;
- обеспечивает непрерывность и термодинамическую выгодность таких процессов в условиях ЖКТ;
- обеспечивает хозяина витаминами, ростовыми факторами, регуляторами развития, как выделяемыми м.о., так и поступающими хозяину в результате гидролиза биомассы микробионтов;
- защищает хозяина от патогенных м.о.;
- активирует системы иммунитета хозяина.

# Параметры

# Характеристики



## Физические

Кислотность, рН	5,5-6,9 (в среднем 6,4)
Окисл.-восст. потенциал	От -350 до -400 мВ
Температура	37-42
Содержание сухого вещества	10-18%

## Химические

Газовая фаза, об. %	CO <sub>2</sub> (65), CH <sub>4</sub> (27), N <sub>2</sub> (7), O <sub>2</sub> (0,6), H <sub>2</sub> (0,2)
Летучие жирные кислоты, мМ	Уксусная (68), пропионовая(20), масляная(10), более длинноцепочечные(2)
Аммиак	2-12 мМ
Аминокислоты	< 1 мМ
Растворимые углеводы	<1 мМ в течение 3 ч после кормления
Неорганические вещества	высокое содержание Na; другие вещества в нелимитирующих количествах
Микроэлементы/витамины	всегда присутствуют в большом количестве витамины группы В
Факторы роста	жирные кислоты с разветвленными цепями и ароматические жирные кислоты, пурины. Пиримидины

## Микробиологические

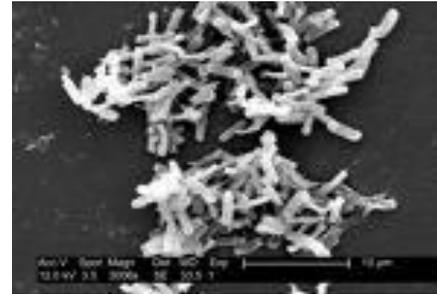
Бактерии, клеток/г	10 <sup>10</sup> -10 <sup>11</sup> (> 200)
Ресничные простейшие, клеток/г	10 <sup>4</sup> -10 <sup>6</sup>
Анаэробные грибы, зооспор/г	10 <sup>2</sup> -10 <sup>4</sup>

# Бактерии рубца жвачных



- **Бактерии, разлагающие целлюлозу и гемицеллюлозу**

**Ruminococcus albus**  
**Butyrivibrio fibrisolvens**  
**Fibrobacter succinogenes**  
**Clostridium locheadii**  
**Lachnospira multiparus**



Clostridium difficile

© <http://sci.waikato.ac.nz/farm/content/microbiology.html>



Ruminococcus albus

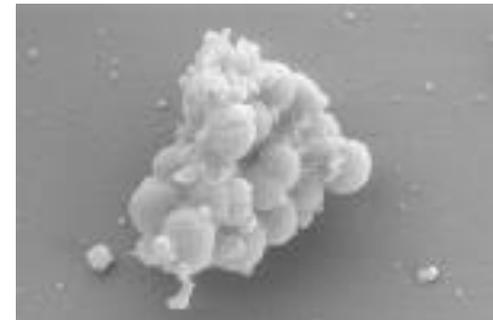
© <https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Ruminococcus>

- **Бактерии, разлагающие крахмал и сахара**

**Selenomonas ruminantium**  
**Succinimonas amylolytica**  
**Bacteroides ruminicola**  
**Streptococcus bovis**

- **Бактерии, разлагающие лактат**

**Selenomonas lactilytica**  
**Megasphaera elsdenii**  
**Veillonella spp**



Veillonella parvula

© <http://www.standardsingenomics.org/index.php/sigen/article/view/sigs.521107/156>

- **Бактерии, декарбоксилирующие сукцинат**

**Selenomonas ruminantium**  
**Veillonella parvula**

- **Метаногенные археи**

**Methanobrevibacter ruminantium**  
**Methanomicrobium mobile**

- **Простейшие**

**Diplodinium**  
**Entodinium**



Diplodinium anisacanthum

© [http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0010\\_1A\\_Book\\_angol\\_05\\_termeleselettan/ch04s02.html](http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_angol_05_termeleselettan/ch04s02.html)



Entodinium caudatum

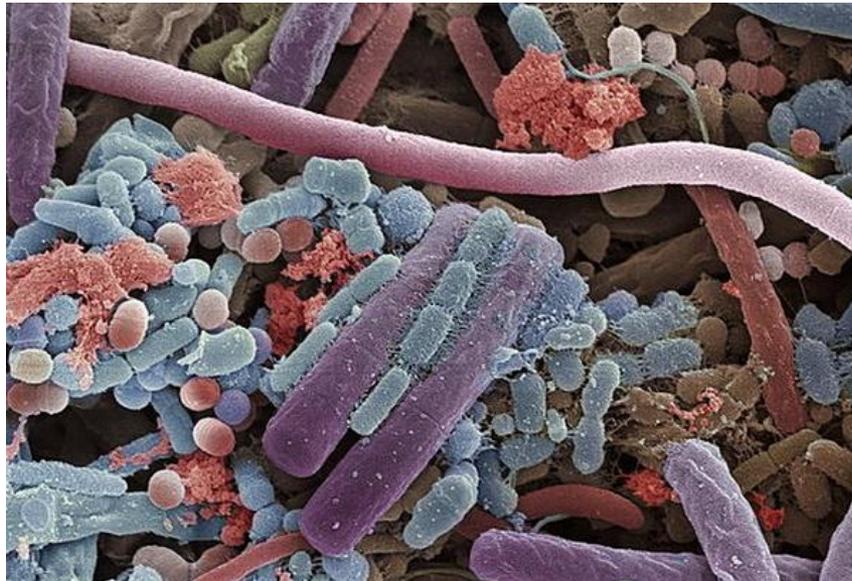
© [https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Bovine\\_Rumen](https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Bovine_Rumen)

# Микробиологические процессы в рубце

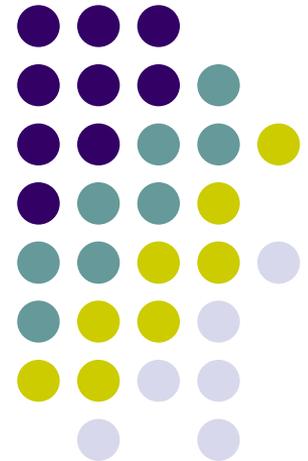


- Специфические для рубца **бактерии - строгие анаэробы**. Общая масса м.о. рубца коровы превышает 30 кг. У коров длина ЖКТ больше длины тела животного в 20 раз, у лошади в 12 раз, у человека в 7 раз. Бактерии перерабатывают полимерные углеводы кормов в простые соединения, такие как жирные кислоты и спирты.
- У жвачных сформировался весьма эффективный **«желудочно-печеночный цикл»** мочевины образующаяся в печени в процессе обезвреживания аммиака, лишь частично выводится с мочой, вся остальная мочевины поступает через слюнные железы и стенку рубца в первые отделы желудка и может использоваться м.о. рубца для синтеза белка. Благодаря симбиотическим взаимоотношениям с м.о. рубца, жвачные не зависят от экзогенных источников белка. Было неоднократно показано, что коров можно держать на безбелковой корме.
- Бактерии рубца подвергают растительные жиры **гидрированию**. Образующиеся ненасыщенные жирные кислоты всасываются в кишечнике, а затем включаются в собственные жиры КРС, входящие в состав мяса, молока и масла. У животных не имеющих рубца подобного повышения тугоплавкости жира не происходит. Жиры, накапливаемые в организме свиньи или грызунов, имеют поэтому более мягкую консистенцию (более низкую температуру плавления), чем жиры жвачных; они содержат ненасыщенные ж.к. и кислоты с более короткой цепью, т.е. те которые поступают с растительным кормом.

# Микробиоценозы тела человека



© <http://wiki.ru/sites/meditsina/id-news-204165.html>



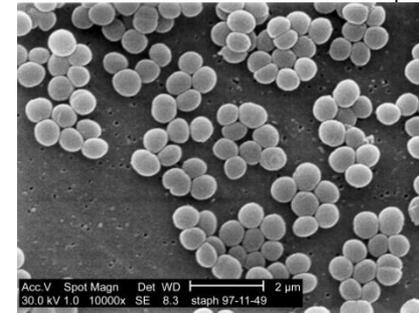
# Микрофлора тела человека



- **Микробиоценоз** – стабильное сообщество микроорганизмов. Все микроорганизмы находятся в состоянии равновесия (эубиоза) друг с другом и организмом человека.
- Органы и системы человека, сообщающиеся с внешней средой являются открытыми биологическими системами, колонизированными микроорганизмами, и называются **микробиотопами, или экологическими нишами (эконишами)**.
- Микроорганизмы, населяющие организм здорового человека, образуют его **нормальную микрофлору** (с общим численным составом более  $10^{13}$  клеток):
  - 12% - кожные покровы,
  - 15-16% - ротоглотка,
  - более 60% микрофлоры заселяет ЖКТ,
  - 9% - урогенитальный тракт,
  - 2% - вагинальный отдел.

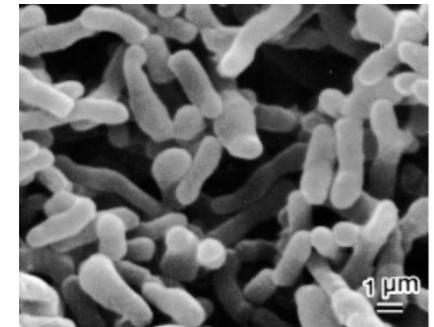
# Микрофлора кожи

- Микроорганизмы заселяют главным образом участки кожи, покрытые волосами и увлажненные потом (до  $10^6$  клеток/см).
- Типичные, обитатели кожи :
  - *Staphylococcus* (*St. hominis* и *St. epidermidis* - 85-100%),
  - условный патоген *Staphylococcus aureus* – 5-25%, если заселяет кожу, то обнаруживается чаще всего в ноздрях и подмышками
  - *Micrococcus*
  - *Propionibacterium* 45-100%
  - *Corynebacterium* (до 70% всей кожной микрофлоры)
  - *Brevibacterium* (кожная микрофлора ног)
  - *Acinetobacter*



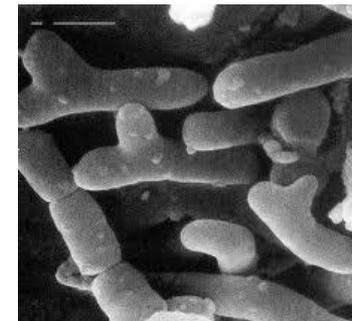
Staphylococcus aureus

© <https://en.wikipedia.org/wiki/Staphylococcus>



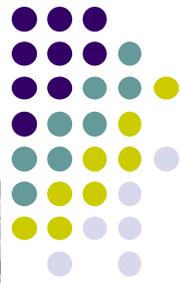
Propionibacterium acnes

© <http://www.my-personaltrainer.it/bellezza/propionibacterium-acnes.html>



Brevibacterium linens

© [https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Brevibacterium\\_linens](https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Brevibacterium_linens)



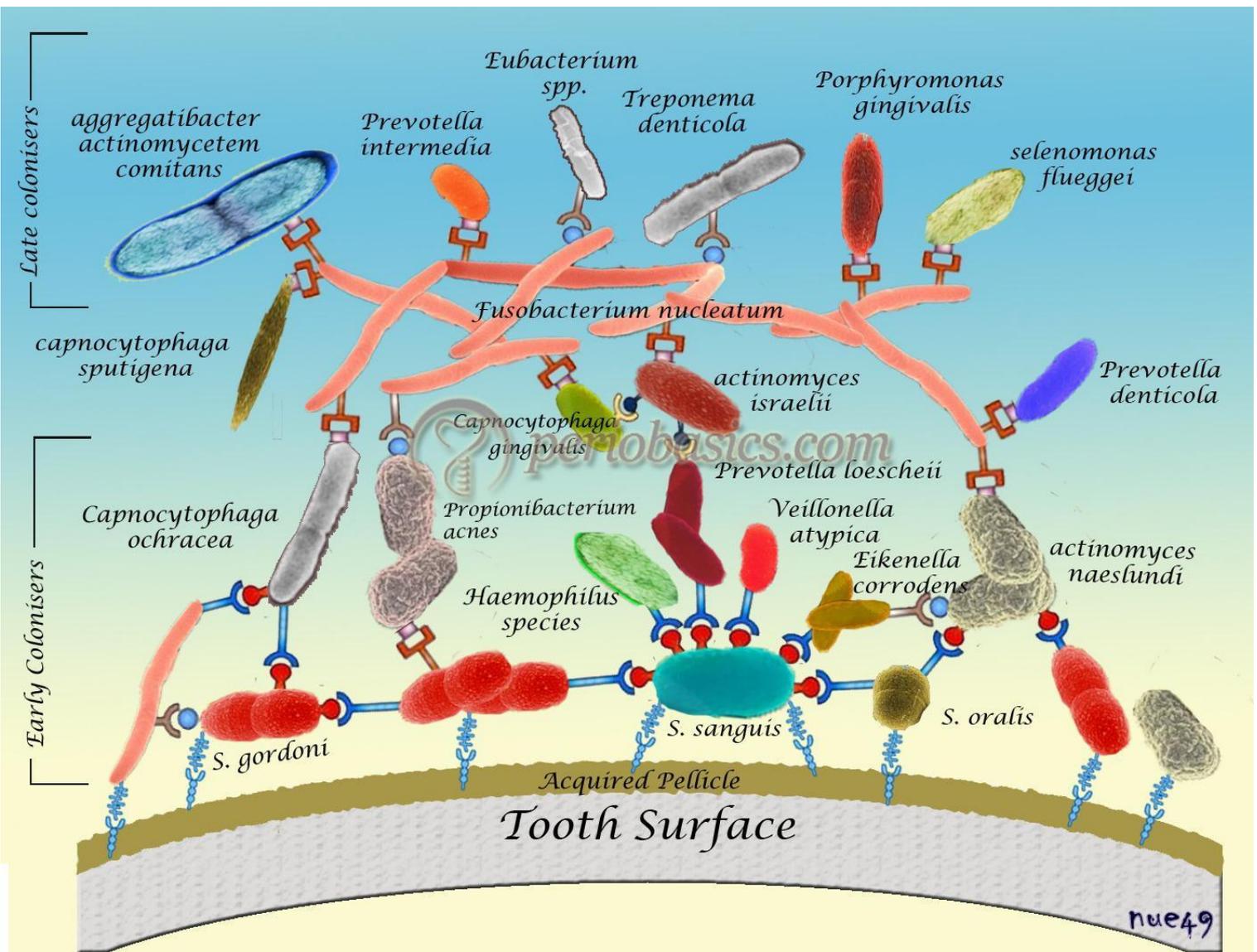
# Микрофлора полости рта



- Аэробные и анаэробные кокковые формы, непатогенные коринебактерии, спирохеты, молочнокислые бактерии, бактероиды и коагулазонегативные негемолитические стафилококки (сапрофитные и эпидермальные), нейссерии, зеленающий стрептококк.
- Микробы фекального происхождения (эшерихии, клебсиеллы, протей и др.) в норме в ротовой полости не обитают.
- В слюне бактерии содержатся в концентрации  $10^8$  КОЕ/мл, из них около половины - анаэробы; в десневых карманах  $> 10^{11}$  КОЕ/мл, из которых 99 % составляют анаэробы.
- **Зубные бляшки** - это смешанная нормальная микрофлора разных областей полости рта, накапливающаяся на поверхности зубов. Главную роль в поддержании целостности и стабильности этого микроценоза играют межклеточные физико-химические связи — **межродовая коагрегация бактерий**, а также их способность к образованию **биопленок**.



©



# Микрофлора дыхательных путей



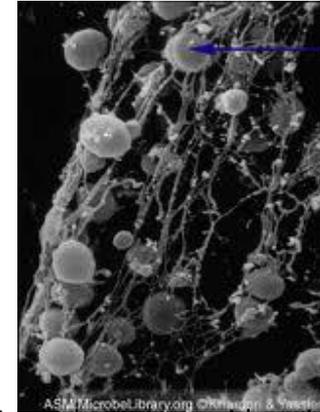
К нормальной микрофлоре верхних дыхательных путей относятся:

- В полости носа:

*Diphtheroids*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus* (20–80 %), *Streptococcus pneumoniae* (5–15 %), *Haemophilus influenzae* (5–10 %), *Neisseria species* (0–15 %), *Neisseria meningitidis* (0–4 %), *Streptococci*;

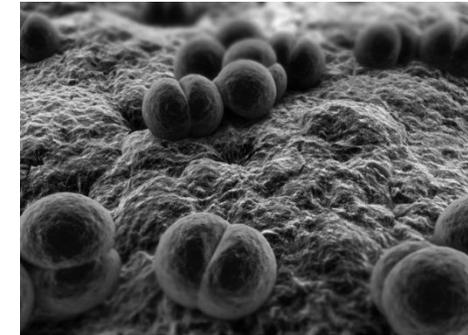
- В носоглотке:

*Streptococci* (группы *viridans*), *Nonhemolytic streptococci*, *Neisseria species* (90–100 %), стафилококки (немногие), *Haemophilus influenzae* (40–80 %), *Streptococcus pneumoniae* (20–40 %), *Betahemolytic streptococci* (5–15 %), *Neisseria meningitidis* (5–20 %), *Haemophilus parainfluenzae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Proteus species*, *Paracolons*, *Diphtheroids*, *Mycoplasma pneumoniae*, *Bacteroides*.



Staphylococcus epidermidis

© <http://www.personal.psu.edu/faculty/j/e/jel5/biofilms/primer.html>



Neisseria meningitidis

© <https://compendiomicrobiologia.wordpress.com/2014/03/08/neisseria-spp/>



Haemophilus influenzae

©

<http://www.hearingreview.com/2014/07/scientist-finds-link-antibiotics-bacterial->

# Микрофлора ЖКТ

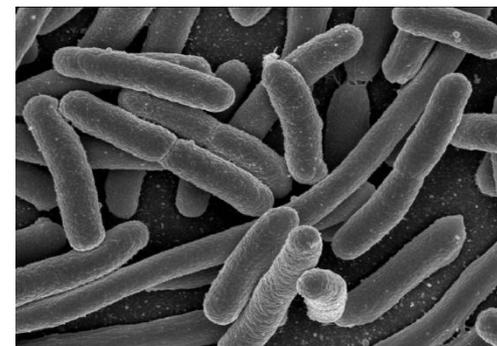


- Пищевод
  - практически не содержит микроорганизмов, а присутствующие бактерии представляют микробный мир полости рта.
- Желудок
  - Кислотоустойчивые бактерии родов *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Micrococcus*, хеликобактеры и устойчивые к кислоте дрожжеподобные грибы
- Тонкий кишечник
  - иногда энтерококки, лактобациллы и дифтероиды.
  - *Candida albicans* – в верхней части тонкого кишечника
- Двенадцатиперстная, тощая и проксимальный отдел подвздошной кишки
  - доминируют стрептококки и лактобациллы,
  - полное отсутствие облигатно-анаэробных бактерий и многочисленных представителей семейства *Enterobacteriaceae*.
  - Микроорганизмы локализуются преимущественно пристеночно.
- Дистальный отдел подвздошной кишки
  - возрастает общее число бактерий –  $10^6$  микробных клеток в 1 г, внутрипросветная микрофлора превалирует над пристеночной,
  - приблизительно равное количество аэробных и анаэробных бактерий (энтерококки, кишечная палочка, бактероиды, вейонеллы, бифидобактерии)

# Функции нормальной кишечной микрофлоры



- обеспечение колонизационной резистентности организма (т.е. сдерживают рост и размножение в нем патогенных и условно-патогенных микробов);
  - участие в синтетической, пищеварительной и детоксицирующей функциях кишечника;
  - стимуляция синтеза биологически активных веществ ( $\alpha$ -аланин, 5-аминовалериановая и  $\gamma$ -аминомасляная кислоты, а также медиаторы, влияющие на функцию ЖКТ, печени, сердечнососудистой системы, кроветворения и др.);
  - поддержание высоких уровней лизоцима, секреторных иммуноглобулинов, интерферона, цитокинов, пропердина и комплемента, важных для иммунологической резистентности;
  - морфокинетическое действие и усиление физиологической активности ЖКТ.
- 
- Плотность бактерий, по данным Alana Parkera (1999), в различных отделах ЖКТ составляет:
    - желудок – менее 1000 в мл;
    - тощая кишка – менее 10 000 в мл;
    - подвздошная кишка – менее 100 000 в мл;
    - ободочная кишка – менее 1 триллиона в мл



Escherichia coli

# Дисбактериоз и дисбиоз



- **Дисбактериоз** – это микробиологическая оценка изменения состава и количественного соотношения в микробиоценозе ЖКТ.
- **Дисбиоз** – более общее понятие: это микробиологический дисбаланс в организме, который со временем проявляет себя местными симптомами, а затем и общими нарушениями, которые отягощают течение различных заболеваний. Дисбиоз не может употребляться в качестве основного диагноза, всегда вторичен и не имеет специфических клинических эквивалентов.

# Методы диагностики



- Наиболее обсуждаемые и применяемые методы диагностики состояния микробиоценоза:
  - рутинное бактериологическое исследование кала,
  - диагностика с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР),
  - хромато-масс-спектрометрия и
  - исследование микробных метаболитов.
- Следует учитывать, что бактериологический метод имеет ряд общепринятых издержек:
  - длительность получения результатов,
  - использование дорогостоящих питательных сред,
  - зависимость от соблюдения сроков транспортировки и качества сред,
  - преимущественное определение внутрипросветной флоры и наряду с ней транзитной (пассажной),
  - неоднородность выделения микроорганизмов из разных отделов испражнений,
  - низкая воспроизводимость результатов и др.

# Микрофлора половых путей



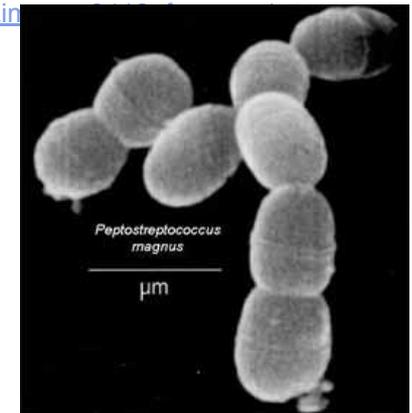
- Ведущими микроорганизмами являются
  - *Lactobacillus* (50-75%),
  - *Peptococcus*,
  - *Bacteroides spp.* (60-80%),
  - *Clostridium spp.* (15-30%),
  - *Peptostreptococcus* (30-40%),
  - *Staphilococcus epidermidis* (35-80%),
  - *Enterobacteriaceae* (18-40%),
  - *Candida albicans* (30-50%),
  - *Trichomonas vaginalis* (10-25%).



Lactobacillus spp

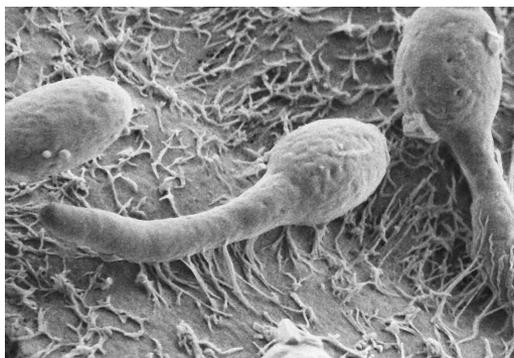
©

<http://www.musee-afrappier.qc.ca/en/index.php?pageid=3412-html&in>



Peptostreptococcus magnus

© [http://www.vetbook.org/wiki/dog/index.php/Peptostreptococcus\\_spp](http://www.vetbook.org/wiki/dog/index.php/Peptostreptococcus_spp)



Candida albicans

©

<http://www.igb.fraunhofer.de/en/press-media/press-releases/2010/pathogenic-yeasts.html>



Trichomonas vaginalis

© <http://parasitol.kr/journal/view.php?number=1655>