

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,  
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

А. П. Дуктов, И. А. Ходырева

*Рекомендовано учебно-методическим объединением  
по образованию в области сельского хозяйства  
в качестве учебно-методического пособия для студентов  
учреждений, обеспечивающих получение высшего образования  
I ступени по специальности 1-74 03 01 Зоотехния*

Горки  
БГСХА  
2022

УДК 579(075.8)

ББК 28.4я73

Д81

*Одобрено методической комиссией  
факультета биотехнологии и аквакультуры  
24.05.2022 (протокол № 9)  
и Научно-методическим советом БГСХА  
25.05.2022 (протокол № 9)*

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А. П. Дуктов*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *И. А. Ходырева*

Рецензенты:

доктор ветеринарных наук, доктор биологических наук,  
профессор *П. А. Красочко* (УО ВГАВМ);  
кандидат ветеринарных наук *И. В. Зубовская*  
(РУП «ИЭВ им. С. Н. Вышелесского»)

Д81 Микробиология. Курс лекций : учебно-методическое пособие /  
А. П. Дуктов, И. А. Ходырева. – Горки : БГСХА, 2022. – 235 с.  
ISBN 978-985-882-236-1.

Курс лекций подготовлен в соответствии с образовательным стандартом высшего образования I ступени специальности «Зоотехния». Включает два раздела – «Общая микробиология» и «Частная микробиология». В разделе «Общая микробиология» рассматриваются общие вопросы, характеризующие микробиологию как науку с ее основными понятиями, принципами и закономерностями. В разделе «Частная микробиология» дается представление о микробиоте почвы, навоза, кормов, молока, мяса и о микробиологических процессах, проходящих при консервации кормов, а также процессах, вызываемых нежелательной микробиотой, – гниение, плесневение и порча кормов и продуктов животноводства.

Для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования I ступени по специальности 1-74 03 01 Зоотехния.

**ISBN 978-985-882-236-1**

© УО «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия», 2022

Микробиология как наука – одна из самых молодых наук, но возраст не уменьшает ее важности. Назвать хотя бы одну сферу человеческой деятельности, которая не требовала бы минимальных знаний микробиологии, – невозможно.

Микроорганизмы играют наиважнейшую роль в природе и в жизнедеятельности человека.

Данный курс лекций подготовлен для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования I степени по специальности 1-74 03 01 Зоотехния. Он позволит более подробно изучить роль микроорганизмов в природе, их свойства, особенности и полезное использование.

Важность роли микробиологии определяется значением микроорганизмов в природных биохимических процессах и в человеческой деятельности. Именно они обеспечивают протекание глобального круговорота элементов на нашей планете. На деятельности микроорганизмов основан целый ряд необходимых человеку производств продуктов питания, кормов и кормовых средств для сельскохозяйственных животных. Микроорганизмы используются для очистки окружающей среды от различных природных и антропогенных загрязнений. В то же время многие микроорганизмы являются возбудителями заболеваний человека, животных, растений и могут вызывать порчу продуктов питания и кормов.

Цель изучения курса микробиологии – понять закономерности развития микробиоты в различных естественных питательных средах и научиться управлять процессами развития микробиоты для получения высокопитательных кормов при заготовке и хранении, производстве высококачественных продуктов животного происхождения, утилизации и обеззараживании навоза и сточных вод, а также других процессах в животноводческой отрасли.

## 1.

### 1.

Микробиология – наука о живых организмах, невидимых невооруженным глазом (микроорганизмах, размеры которых не превышают 0,1 мм). К ним относят: бактерии, археобактерии, микроскопические грибы и водоросли, часто этот список продолжают простейшими и вирусами. В область изучения микробиологии входят их систематика, морфология, физиология, биохимия, эволюция, роль в экосистемах, а также возможности практического использования.

Разделы микробиологии: бактериология, микология, вирусология и т. д. В зависимости от экологических особенностей микроорганизмов, условий их обитания, сложившихся отношений с окружающей средой и практических потребностей человека наука о микробах в своем развитии дифференцировалась на такие специальные дисциплины, как общая микробиология, медицинская, промышленная (или техническая), космическая, геологическая, сельскохозяйственная и ветеринарная микробиология.

За несколько тысяч лет до возникновения микробиологии как науки человек, не зная о существовании микроорганизмов, широко применял природные процессы, связанные с брожением, для приготовления кумыса и других кисломолочных продуктов, для получения алкоголя, уксуса, при мочке льна.

*Донаучный этап развития.* Люди издавна знали о многих процессах, вызываемых микроорганизмами, однако не знали истинных причин, вызывающих эти явления. Отсутствие сведений о природе таких явлений не мешало делать наблюдения и даже использовать некоторые из этих процессов в быту. Ряд философов и естествоиспытателей делали умозрительные заключения о причинах тех или иных явлений. При этом наиболее близко к открытию микромира подошел венецианский врач Джироламо Фракасторо (1478–1553) (прил. 1), предположивший, что инфекции вызывают маленькие тельца, передающиеся при контакте и сохраняющиеся на вещах больного. Однако в то время невозможно было удостовериться в правильности его идей, и распространение получили совершенно иные гипотезы.

Многие ученые продолжали отвергать бактериальную природу инфекционных заболеваний даже после революционных открытий Пастера и Коха (прил. 1). Так, в 1892 году немецкий естествоиспытатель

Макс Петтенкофер, уверенный в том, что холеру вызывают миазмы, выделяемые окружающей средой, проглотил при свидетелях-медиках культуру холерных вибрионов и не заболел.

**Описательный этап.** Возможность изучения микроорганизмов возникла лишь с развитием оптических приборов. Первый микроскоп был создан еще в 1610 году Галилеем. В 1665 году Роберт Гук впервые увидел растительные клетки. Однако 30-кратного увеличения его микроскопа не хватило, чтобы увидеть простейшие и тем более бактерии. По мнению В. Л. Омелянского, «первым исследователем, перед изумленным взором которого открылся мир микроорганизмов, был ученый иезуит Афанасий Кирхер (1601–1680), автор ряда сочинений астрологического характера». Однако обычно первооткрывателем микромира называют нидерландского натуралиста Антони ван Левенгука (прил. 1).

В своем письме Лондонскому королевскому обществу он сообщает, как 24 апреля 1676 года микроскопировал каплю воды, и дает описание увиденных там существ, в том числе бактерий. Левенгук считал обнаруженных им микроскопических существ «очень маленькими животными» и приписывал им те же особенности строения и поведения, которые присущи обычным животным. Повсеместное распространение этих «животных» стало сенсацией не только в научном мире. Левенгук демонстрировал свои опыты всем желающим, в 1698 году его даже посетил Петр I.

Между тем наука в целом еще не была готова к пониманию роли микроорганизмов в природе. Система теорий возникла тогда лишь в физике. Во времена Левенгука отсутствовали представления о ключевых процессах живой природы. Так, незадолго до него в 1648 году Ян ван Гельмонт, не имея никакого понятия о фотосинтезе, заключил из своего опыта с ивой, что растение берет питание только из дистиллированной воды, которой он его поливал. Более того, даже неживая материя еще не была достаточно изучена, состав атмосферы, необходимый для понимания того же фотосинтеза, будет определен лишь в 1766–1776 годах. Поэтому неудивительно, что «животным» Левенгука не нашлось место нигде, кроме как в коллекции курьезов.

В течение следующих 100–150 лет развитие микробиологии проходило лишь с описанием новых видов. Видную роль в изучении многообразия микроорганизмов сыграл датский ученый, естествоиспытатель Отто Фридрих Мюллер (прил. 1), который к 1789 году описал и назвал по линнеевской биномиальной номенклатуре 379 различных видов. В это время было сделано и несколько интересных открытий. Так, в 1823 году была определена причина «кровоточения» просфор – бакте-

рия, названная *Serratia marcescens* (другое название *Monas prodigiosa*). Также следует отметить немецкого натуралиста-зоолога Христиана Готфрида Эренберга (прил. 1), описавшего множество пигментированных бактерий, первые железобактерии, а также скелеты простейших и диатомовых водорослей в морских и лиманных отложениях, тем самым положившего начало микропалеонтологии. Именно он впервые объяснил окраску воды Красного моря развитием в ней цианобактерий *Trichodesmium erythraeum*. Он, однако, причислял бактерии к простейшим и рассматривал их вслед за Левенгуком как полноценных животных с желудком, кишечником и конечностями.

В России одним из первых микробиологов был Л. С. Ценковский (1822–1887) (прил. 1), описавший большое число простейших, водорослей и грибов и сделавший вывод об отсутствии резкой границы между растениями и животными. Им также была организована одна из первых Пастеровских станций и предложена вакцина против сибирской язвы.

Высказывались в это время и смелые гипотезы. Например, врач-эпидемиолог Д. С. Самойлович (1744–1801) был убежден в том, что болезни вызываются именно микроорганизмами, однако тщетно пытался увидеть в микроскоп возбудитель чумы – возможности оптики тогда еще не позволяли это сделать. В 1827 году итальянец А. Басси обнаружил передачу болезни шелковичного червя при переносе микроскопического гриба. Ж. Л. Л. Бюффон и А. Л. Лавуазье связывали брожение с дрожжами, однако общепринятой оставалась чисто химическая теория этого процесса, сформулированная в 1697 году немецким врачом и химиком Г. Э. Шталем. Для спиртового брожения, как для любой реакции, А. Л. Лавуазье и Л. Ж. Гей-Люссаком были подсчитаны стехиометрические соотношения. В 1830-х годах Ш. Каньяр де Латур, Ф. Кютцинг и Т. Шванн независимо друг от друга наблюдали обилие микроорганизмов в осадке и пленке на поверхности бродящей жидкости и связали брожение с их развитием. Эти представления наткнулись, однако, на резкую критику со стороны таких видных химиков, как Фридрих Вёлер, Йёнс Якоб Берцелиус и Юстус Либих. Последний даже написал анонимную статью «О разгаданной тайне спиртового брожения» (1839) – саркастическую пародию на микробиологические исследования тех лет.

Тем не менее вопрос о причинах брожения, тесно связанный с вопросом о спонтанном самозарождении жизни, стал первым успешно решенным вопросом о роли микроорганизмов в природе.

**Споры о самозарождении и брожении.** Средние века были временем господства идей Аристотеля, что означало также и признание его теорий зарождения двоякодышащих рыб из ила, насекомых из экскрементов или капель росы на листьях. Первые эксперименты, опровергающие представления Аристотеля, поставил тосканский придворный медик Франческо Реди (1626–1697). Общий его принцип – наблюдение за питательным веществом в открытом, куда возможно попадание живых организмов, и в каком-либо образом закрытом от них, но не от воздуха сосуде – использовался во всех подобных опытах. Тогда было опровергнуто самозарождение насекомых, но уже в XVIII веке католический священник Джон Турбервилл Нидхем выдвинул гипотезу «жизненной силы», существующей в живых телах и вызывающей при их распаде возникновение микроорганизмов. Против этой гипотезы выступил итальянский ботаник и зоолог Ладзаро Спалланцани, показав, что нагревание препятствует появлению живых существ в настое растительных и животных волокон, закрытом в сосуде. Тогда Нидхем возразил, что воздух, в котором имеют потребность живые существа, теряет свою «жизненную силу» при нагревании.

Немецкий зоолог Франц Шульц после стерилизации сосуда с настоем пускал туда воздух, пропущенный через карболовую кислоту, и не наблюдал развития там микроорганизмов. Чтобы избежать возражений о том, что кислота тоже лишает воздух «жизненной силы», Шрёдер и фон Душ в 1854 году пропускали воздух через хлопковый фильтр, а в 1860 году Гофман и независимо от него в 1861 году Шевре и Пастер показали, что нет необходимости и в фильтре – достаточно изогнуть соединяющие сосуд с атмосферой трубки, чтобы в нем после стерилизации не зарождалась жизнь. Так, принцип *omne vivum ex vivo* (все живое из живого) окончательно победил в биологии. Используя представления о невозможности самозарождения жизни, Луи Пастер в 1860-х годах показал, что стерилизация делает брожение невозможным, таким образом, было доказано участие в нем микроорганизмов. Кроме того, это стало открытием новой формы жизни – анаэробной, не требующей кислорода, а иногда даже гибнущей под его воздействием.

Постепенно складывалось и осознание особого положения микромира в живой природе. В начале XIX века микроорганизмы причислялись к червям. В 1866 году немецкий естествоиспытатель Эрнст Геккель впервые выделил их в отдельное царство *Protista*. Затем ботаник и бактериолог Фердинанд Юлиус Кон в 1875 году, изучая сине-зеленые водоросли, отграничил их от растений и объединил с бактери-

ями как наиболее простыми из существующих организмов. К концу XIX века стало ясно, что протисты, объединяемые по своим микроскопическим размерам, существенно различаются между собой. Они были разделены на высшие (простейшие, микроскопические грибы и водоросли, дрожжи) и низшие (бактерии и синезеленые водоросли). Лишь в 1930-х годах после новых открытий в строении клетки французский биолог Э. Шаттон предложил термины «эукариоты» и «прокариоты». Отсекаются и приписываемые микроорганизмам уникальные свойства, одним из которых была способность самозарождаться. Другим был их плеоморфизм, т. е. нераспространение на бактерий закона Линнея о постоянстве видов. Его появление было вызвано бедностью внешних форм бактерий при богатстве физиологических и биохимических свойств, отчего и казалось, что одна и та же бактерия проявляет себя по-разному. Особую роль в опровержении этой теории также сыграл Ф. Кон.

**Золотой век микробиологии.** 1880–1890-е годы ознаменовались для микробиологии всплеском открытий. Во многом это было связано с подробной разработкой методологии. Прежде всего, здесь следует отметить вклад Роберта Коха, создавшего в конце 1870-х – начале 1880-х годов ряд новых методов и общих принципов ведения исследовательской работы. Пастер использовал для выращивания микроорганизмов жидкие среды, содержащие все элементы, находимые в живых организмах. Жидкие среды, однако, были недостаточно удобны. Так, сложно было выделить колонию, происходящую от одной живой клетки (чистая культура), в связи с чем можно было изучать только обогащенные самой природой культуры. Лишь в 1883 году Э. Христианом Гансеном была получена первая чистая культура дрожжей методом висчей капли. Твердые среды впервые использовались для изучения грибов, при котором необходимость чистых культур также была обоснована. Для бактерий твердые среды применял Ф. Кон во Вроцлаве зимой 1868/69 года, однако только в 1881 году Роберт Кох положил начало широкому применению желатиновых и агаровых пластинок. В 1887 году введены в практику чашки Петри.

Коху принадлежат также знаменитые постулаты:

- возбудитель заболевания должен регулярно обнаруживаться у пациента;
- возбудитель должен быть выделен в чистую культуру;
- выделенный организм должен вызывать у подопытных животных те же симптомы, что и у больного человека.

Эти принципы были приняты не только в медицине, но и в экологии для определения вызывающих те или иные процессы организмов. Также Кох ввел в применение методы окраски бактерий (ранее использованные в ботанике) и микрофотографию. Публикации Коха содержали в себе методики, принятые микробиологами всего мира. Вслед за ним началось развитие и обогащение методологии. Так, в 1884 году Ганс Христиан Грам (прил. 1) использовал метод дифференцирующего окрашивания бактерий (метод Грама), С. Н. Виноградский (прил. 1) в 1891 году применил первую элективную среду. В течение следующих лет было описано больше видов, чем за все предыдущее время, выделены возбудители опаснейших заболеваний, обнаружены новые процессы, производимые бактериями и неизвестные в других царствах природы.

***Инфекционные заболевания.*** В изучение жизнедеятельности микроорганизмов следует отметить вклад Луи Пастера (1822–1895). Он же вместе с Робертом Кохом (1843–1910) стоит у истоков учения о микроорганизмах как возбудителях заболеваний.

***Экология микроорганизмов.*** Экологическую роль и многообразие микробиологических процессов показали голландский микробиолог, ботаник Мартин Бейеринк (1851–1931) и русский микробиолог, основатель экологии микроорганизмов и почвенной микробиологии С. Н. Виноградский (1856–1953).

***Открытие вирусов. Изучение обмена веществ микроорганизмов. Техническая, или промышленная, микробиология.*** Техническая микробиология изучает микроорганизмы, используемые в производственных процессах с целью получения различных практически важных веществ: пищевых продуктов, этанола, глицерина, ацетона, органических кислот и др.

Огромный вклад в развитие микробиологии внесли русские и советские ученые: И. И. Мечников (1845–1916), Д. И. Ивановский (1863–1920), Н. Ф. Гамалея (1859–1949), Л. С. Ценковский, С. Н. Виноградский, В. Л. Омелянский, Д. К. Заболотный (1866–1929), В. С. Буткевич, С. П. Костычев, Н. Г. Холодный, В. Н. Шапошников, Н. А. Красильников, А. А. Ишменецкий и др.

Большая роль в развитии технической микробиологии принадлежит С. П. Костычеву (прил. 1), С. Л. Иванову и А. И. Лебедеву, которые изучили химизм процесса спиртового брожения, вызываемого дрожжами. На основании исследований химизма образования органических кислот мицелиальными грибами, проведенных С. П. Костычевым и

В. С. Буткевичем, в 1930 году в Ленинграде было организовано производство лимонной кислоты. На основе изучения закономерностей развития молочнокислых бактерий, осуществленного В. Н. Шапошниковым и А. Я. Мантейфель, в начале 1920-х годов в СССР было организовано производство молочной кислоты, необходимой в медицине для лечения ослабленных и рахитичных детей. В. Н. Шапошников и его ученики разработали технологию получения ацетона и бутилового спирта с помощью бактерий, и в 1934 году в Грозном был пущен первый в СССР завод по выпуску этих растворителей. Труды Я. Я. Никитинского и Ф. М. Чистякова положили начало развитию микробиологии консервного производства и холодильного хранения скоропортящихся пищевых продуктов. Благодаря работам А. С. Королева, А. Ф. Войткевича и их учеников значительное развитие получила микробиология молока и молочных продуктов.

Частью технической микробиологии является пищевая микробиология, изучающая способы получения пищевых продуктов с использованием микроорганизмов. Например, дрожжи применяют в виноделии, пивоварении, хлебопечении, спиртовом производстве; молочнокислые бактерии – в производстве кисломолочных продуктов, сыров, при квашении овощей; уксусно-кислые бактерии – в производстве уксуса; мицелиальные грибы используют для получения лимонной и других пищевых органических кислот и т. д. К настоящему времени выделились специальные разделы пищевой микробиологии: микробиология дрожжевого и хлебопекарного производства, пивоваренного производства, консервного производства, молока и молочных продуктов, уксуса, мясных и рыбных продуктов, маргарина и т. д.

К методам исследования любых микроорганизмов относятся:

- микроскопия: световая, фазово-контрастная, темнопольная, флуоресцентная, электронная;
- культуральный метод (бактериологический, вирусологический);
- биологический метод (заражение лабораторных животных с воспроизведением инфекционного процесса на чувствительных моделях);
- молекулярно-генетический метод (ПЦР, ДНК- и РНК-зонды и др.);
- серологический метод – выявления антигенов микроорганизмов или антител к ним (ИФА).

**Цель микробиологии** – глубокое изучение структуры и важнейших биологических свойств микробов, взаимоотношения их с организмом человека и животных в определенных условиях природной и социаль-

ной среды, совершенствование методов микробиологической диагностики, разработка новых, более эффективных лечебных и профилактических препаратов, решение такой важной проблемы, как ликвидация и предупреждение инфекционных болезней.

Микробиология представляет собой целый комплекс биологических наук, которые можно классифицировать или по объекту изучения, или по прикладным целям.

В зависимости от различают, прежде всего, общую микробиологию и так называемые частные микробиологические науки (бактериология, микология, протозоология и вирусология).

**Общая микробиология** изучает общие закономерности структуры и функционирования микробной клетки.

**Бактериология** изучает прокариотические микробы – бактерии.

**Микология** изучает микроскопические грибки (эти микроорганизмы являются эукариотами).

**Протозоология** изучает простейшие (клетки которых, как и у грибов, имеют эукариотический тип строения).

**Вирусология** изучает микроорганизмы, представляющие собой неклеточную форму жизни – вирусы.

По изучения различают медицинскую, санитарную, ветеринарную, промышленную, почвенную, морскую и космическую микробиологию.

**Медицинская** микробиология изучает микроорганизмы, имеющие медицинское значение.

**Санитарная** микробиология изучает микробиологические аспекты безопасности человека. Ее изучают на медико-профилактических (санитарно-гигиенических) факультетах медицинских высших учебных заведений. Выпускники этих факультетов составляют костяк сотрудников Центров гигиены и эпидемиологии (санитарно-гигиенических станций).

**Ветеринарная** микробиология изучает микроорганизмы, вызывающие патологические процессы у животных.

**Промышленная** микробиология занимается вопросами использования микроорганизмов как источников получения необходимых веществ в промышленных масштабах. На предприятиях микробиологической промышленности производят антибиотики, витамины, аминокислоты и другие биологически активные вещества. Кроме того, специалисты промышленной микробиологии работают в пищевой, химической и других отраслях производства.

**Почвенная** микробиология изучает микроорганизмы, обитающие в почве. Эти микробы играют большую роль в жизни растений.

**Морская** микробиология изучает микроорганизмы Мирового океана.

**Космическая** микробиология изучает взаимодействие человеческого организма с микробами в условиях космического полета, а также занимается поисками микроорганизмов внеземного происхождения.

## 1.2.

Систематика микроорганизмов крайне сложна. Многие микроорганизмы имеют одинаковые морфологические признаки, но различные физиологические свойства. Эволюция многих микроорганизмов неизвестна, а родственные связи между ними часто неясны. Кроме того, понятие «вид» для микроорганизмов до сих пор не имеет четкого определения. Обычно к одному виду относят микроорганизмы, обладающие общими морфологическими и физиологическими свойствами, сходные по антигенной структуре. В среде обитания микроорганизмы, составляющие данный вид, вызывают сходные процессы в результате своей жизнедеятельности.

Наименование вида у микроорганизмов дают по биномиальной (двойной) номенклатуре, предложенной Линнеем в 1760 году. Первое слово в названии микроорганизма означает род и обычно является латинским, второе слово – видовое название микроба. Наименование рода пишется с прописной буквы, а видовое название – со строчной, например *Bacillus anthracis* – сибирезвездная палочка, возбудитель сибирской язвы. При написании родовое название бактерии принято сокращать до начальной буквы, например *E. coli* (*Escherichia coli*) – кишечная палочка.

В названии микроорганизмов могут быть отражены имена открывших их ученых. Так, бруцеллы описаны английским ученым Брюсом, лямблии – русским врачом Лямблем. В честь американского микробиолога Сальмона назван род сальмонелла, немецкого ученого Эшериха – род эшерихиа, японского микробиолога Шига – род шигелла. Иногда название микроорганизмов связано с названием органа, который они поражают: например, менингококки вызывают поражение мозговых оболочек, пневмококки – легких и т. д. Эти названия не согласуются с правилами номенклатуры.

**Систематика** – распределение микроорганизмов в соответствии с их происхождением и биологическим сходством. Систематика занима-

ется всесторонним описанием видов организмов, выяснением степени родственных отношений между ними и объединением их в различные по уровню родства классификационные единицы – таксоны. Основные вопросы, решаемые при систематике (три аспекта, три кита систематики), – классификация, идентификация и номенклатура. Другими словами, основная цель систематики – идентифицировать микроорганизм. Классификация – распределение (объединение) организмов в соответствии с их общими свойствами (сходными генотипическими и фенотипическими признаками) по различным таксонам (прил. 2).

**Таксономия** – наука о методах и принципах распределения (классификации) организмов в соответствии с их иерархией. Наиболее часто используют следующие таксономические единицы (таксоны) – штамм, вид, род. Последующие более крупные таксоны – семейство, порядок, класс. В современном представлении *вид в микробиологии* – это совокупность микроорганизмов, имеющих общее эволюционное происхождение, близкий генотип (высокую степень генетической гомологии, как правило, более 60 %) и максимально близкие фенотипические характеристики. Нумерическая (численная) таксономия основывается на использовании максимального количества сопоставляемых признаков и математическом учете степени соответствия. Большое число сравниваемых фенотипических признаков и принцип их равной значимости затрудняли классификацию.

**Классификация** микроорганизмов (корневой таксон) – это распределение микроорганизмов по сходным или отличительным признакам в упорядоченные группы.

Классификация микроорганизмов является одним из наиболее сложных разделов микробиологии. Чем полнее наши сведения об организмах, тем точнее мы их классифицируем.

Современная классификация микроорганизмов построена по иерархическому принципу. Различные уровни иерархии (таксономические категории, ряды, ранги) имеют собственные названия (от высших к низшим): царство, отдел, класс, порядок, семейство, род, вид. Принято, что любой конкретный микроорганизм должен последовательно принадлежать ко всем семи категориям.

(лат. *regnum*) – это иерархическая ступень научной классификации микроорганизмов, таксон самого высокого уровня среди основных. Исторически выделяют пять царств живых организмов: животные, растения, грибы, бактерии, вирусы. С 1977 года к ним присоединены еще два царства – протисты, археи. С 1998 года выделяют еще одно царство – хромисты.

(лат. *divisio*) – один из высших рангов таксономической иерархии в микробиологии. В иерархии таксономических категорий отдел находится выше класса и ниже царства. Названия отделов, как и названия других таксонов, ранг которых выше рода, являются униномиальными, т. е. состоят из одного слова – существительного или прилагательного, используемого как существительное, во множественном числе, написанного с заглавной буквы.

(лат. *classis*) – один из основных рангов иерархической классификации в биологической систематике. В иерархии систематических категорий класс стоит ниже отдела и выше порядка. Названия классов, как и названия других таксонов, ранг которых выше рода, являются униномиальными.

(лат. *ordo*) – один из основных рангов иерархической классификации. В иерархии систематических категорий стоит ниже класса и выше семейства. В бактериологии для названия порядков используется стандартизированное окончание *ales*. Карл Линней высказал мнение о том, что «порядок есть подразделение классов, вводимое для того, чтобы не разграничивать роды в числе большем, чем их легко может воспринять разум».

(лат. *familia*) – один из основных рангов иерархической классификации в биологической систематике. В иерархии систематических категорий семейство стоит ниже порядка и выше рода. Названия семейств образуются по правилам, регулируемым Международным кодексом номенклатуры бактерий. Название семейства образуется от названия типового рода, к основе которого добавляется стандартное окончание *aceae*.

(лат. *genus*) – один из основных рангов иерархической классификации в биологической систематике. В иерархии систематических категорий род стоит ниже семейства и выше вида. Научное название рода униномиально, т. е. состоит из одного слова. Кодексы биологической номенклатуры требуют, чтобы это слово было по форме латинским, т. е. было написано буквами латинского алфавита и подчинялось правилам латинской грамматики. Название рода рассматривается как имя существительное в единственном числе и пишется с заглавной буквы. Других ограничений нет, поэтому названием рода может быть как слово, заимствованное из классической латыни, так и латинизированное слово из любого языка (часто из древнегреческого). Нередко название рода является словом, образованным от фамилии или имени (например, *Escherichia* – от имени ученого Эшериха). От основы родового названия

образуются названия таксонов группы семейства. Правила образования и применения родовых названий устанавливаются правилами, зафиксированными в Международном кодексе номенклатуры бактерий.

(лат. *species*) – это таксономическая, систематическая единица, группа особей с общими морфофизиологическими, биохимическими и поведенческими признаками, способная к взаимному скрещиванию, дающему в ряду поколений плодovitое потомство, закономерно распространенная в пределах определенного ареала и сходно изменяющаяся под влиянием факторов внешней среды. Вид – реально существующая единица живого мира, основная структурная единица в системе организмов. В классификации микроорганизмов проблема вида является самой важной и трудной. Без определения вида нельзя строить классификацию. Вид – совокупность микроорганизмов, имеющих единое происхождение и генотип, сходные морфологические и биологические свойства. Вид у бактерий определяется суммой разнообразных признаков и свойств и представляет собой продукт эволюции живой материи, имеющий свою историю развития, формирования и стабилизации в результате приспособления к условиям существования.

*Чистая культура* – это совокупность однородных микроорганизмов, выделенных на питательной среде, для которых характерно сходство биологических свойств.

*Штамм* – чистая культура микроорганизма, выделенная из определенного источника и отличающаяся от других представителей вида.

*Клон* – совокупность потомков, выращенных из единственной микробной клетки.

В современных классификациях используют любой признак, лишь бы он выделялся и давал возможность распознать изучаемый микроорганизм.

Сравнительно новым является понятие «*надцарство*», или биологический домен.

Оно было предложено в 1990 году Карлом Вёзе и ввело разделение всей биомассы Земли на *три домена*:

- 1) *эукариоты* (домен, объединивший все организмы, клетки которых содержат ядро);
- 2) *бактерии*;
- 3) *археи*.

На основании особенностей строения микроорганизмов и других одноклеточных их разделяют на две четко различающиеся группы: эукариоты и прокариоты.

**Эукариоты** – высшие микроорганизмы, или протисты. Клетки их по строению сходны с растительными и животными клетками. К эукариотам относят водоросли, грибы и простейшие. В клетках эукариотов имеется дифференцированное ядро, ограниченное от цитоплазмы ядерной мембраной. Внутри ядра находится набор хромосом, которые, удваиваясь в процессе деления – митоза, передаются дочерним клеткам. В цитоплазме эукариотов имеются развитая эндоплазматическая сеть, происходящая из цитоплазматической мембраны, а также митохондрии и различные органеллы – пластиды.

**Прокариоты** – низшие протисты. К ним относятся бактерии и синезеленые водоросли. Прокариоты по своей структуре резко отличаются от всех остальных живых организмов. В клеточной стенке прокариотов обнаружены пептидогликаны (гликопротеиды), не выявленные в составе клеток эукариотов. Ядро прокариотической клетки не дифференцировано: дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК), составляющая хромосому, свободно погружена в цитоплазму, ядерная оболочка отсутствует. Эндоплазматическая сеть развита слабо, поэтому деление на «отсеки» в цитоплазме не выражено.

До сих пор единая международная классификация микроорганизмов отсутствует. Грибы, простейшие и вирусы имеют свою определенную классификацию, которая будет изложена далее. Существуют также различные схемы классификаций бактерий и синезеленых водорослей. В настоящее время все большее признание получает систематика Берджи, изложенная в «Определителе бактерий», последний раз изданном в 1974 году. В нем описано и систематизировано более 1500 видов микроорганизмов, относящихся к прокариотам. Микроорганизмы, относящиеся к прокариотам, в определителе Берджи разделены на два отдела.

**1-** – **цианобактерии**, или синезеленые водоросли, – фототрофные (фотосинтезирующие) организмы. Фотосинтез осуществляют с выделением кислорода. Некоторые цианобактерии одноклеточные, другие многоклеточные, образуют простые или ветвящиеся нити. Цианобактерии привлекают внимание ученых как продуценты пищевого белка.

**2-** – **бактерии**. Этот отдел разделен на **19 частей**, каждая из которых делится на порядки, порядки – на семейства, семейства – на роды, роды – на виды.

**1. Фототрофные бактерии** (фотосинтезирующие). Это преимущественно водные бактерии, имеющие клетки различной формы. В клетках содержатся бактериохлорофиллы и каротиноидные

пигменты. К фототрофным бактериям относятся пурпурные бактерии и зеленые серобактерии.

**2. Скользящие бактерии.** Такие бактерии передвигаются путем скольжения. Скользящие бактерии делят на *два порядка*:

- миксобактерии (*Myxobacterales*) – это палочки, образующие плодовые тела – скопления клеток, заключенных в слизи. Клетки в плодовых телах переходят в покоящееся состояние – микоспоры. Миксобактерии живут в основном в почве, на разлагающемся растительном материале;

- цитофаги (*Cytophagales*) – одно- и многоклеточные палочки и нити. Плодовых тел не образуют. Это преимущественно водные бактерии, но живут они и в почве.

**3. Хламидобактерии.** В основном это бактерии с чехлом или влагиалищем, которые могут содержать окись марганца или окислы железа. Хламидобактерии могут быть в виде одиночных клеток или нитей, подвижными либо прикрепленными к субстрату. Живут они в водоемах, встречаются в почве.

**4. Почкующиеся и (или) стебельковые бактерии.** К этой группе относят бактерии, размножающиеся почкованием; они образуют стебельки или почки и стебельки. В эту группу включают новые виды бактерий с выростами-простеками. Широко распространены в почве и в водоемах.

**5. Спирохеты.** Это тонкие, гибкие, спирально извитые одноклеточные бактерии длиной от 3 до 500 мкм. Истинная клеточная стенка у них отсутствует. Они подвижны, эндоспор не образуют. Некоторые виды патогенны, вызывают заболевания человека (сифилис, возвратный тиф).

**6. Спиральные и изогнутые бактерии.** Это спирально извитые палочки с одним или многими витками. Они подвижны, имеют жгутики. В основном это сапрофиты, встречаются паразиты и патогенные виды.

**7. Грамотрицательные аэробные палочки и кокки.** Это преимущественно прямые или изогнутые подвижные палочки с полярными жгутиками, имеются и неподвижные. Широко распространены в природе, среди них существуют виды, патогенные для растений. К этой группе относятся многие бактерии, являющиеся возбудителями порчи пищевых продуктов.

**8. Грамотрицательные факультативно-анаэробные палочки.** Они могут быть подвижными (перитрихи) и неподвижными,

широко распространены. Некоторые бактерии этой группы (семейства *Enterobacteriaceae*) являются обычными обитателями кишечника человека и животных, другие – возбудителями инфекционных кишечных заболеваний (дизентерии, брюшного тифа, паратифа); есть и возбудители пищевых отравлений (сальмонеллы, протей).

**9. Грамотрицательные анаэробные бактерии.** Это однотипные или плеоморфные палочки, неподвижные или подвижные, не образуют спор. Имеются патогенные виды, вызывающие гнойные или гангренозные инфекции.

**10. Грамотрицательные кокки и коккобациллы.** Клетки таких бактерий сферические, иногда в виде пар или скоплений, неподвижные. Среди них встречаются виды, патогенные для человека и животных.

**11. Грамотрицательные анаэробные кокки.** Кокки обычно образуют пары, но бывают и одиночными, и в виде цепочки. Живут в пищеварительном тракте человека и животных. Непатогенны.

**12. Грамотрицательные хемолитотрофные бактерии.** Это палочковидные, эллипсоидные, сферические клетки без эндоспор, подвижные и неподвижные. Энергию они получают за счет окисления аммиака или нитрита, серы или ее соединений, углерод фиксируют из углекислого газа. Живут в почве, в воде.

**13. Метанобразующие бактерии.** Это палочки или кокки, подвижные и неподвижные, грамположительные и грамотрицательные. Спор не образуют. Они анаэробы, образуют метан. Широко распространены в природе.

**14. Грамположительные кокки.** Клетки этих бактерий сферические, делятся в одной и нескольких плоскостях с образованием правильных или неправильных групп, цепочек, пакетов и др. Они аэробы, факультативные анаэробы или микроаэрофилы. Широко распространены в природе. Многие из них (различные микрококки) являются возбудителями порчи пищевых продуктов, некоторые стафилококки могут развиваться на пищевых продуктах, вырабатывать токсичные вещества и вызывать отравления. К этой группе бактерий отнесены также молочнокислые стрептококки, используемые в технологии производства кисломолочных и других продуктов переработки молока.

**15. Палочки и кокки, образующие эндоспоры.** Большинство палочек грамположительны, подвижны, имеют латеральные или перитрихальные жгутики. Эти бактерии – аэробы, анаэробы, факультативные анаэробы; многие являются возбудителями порчи пищевых

продуктов. Существуют патогенные виды, которые могут передаваться через пищевые продукты и вызывать заболевания (сибирская язва) или отравления (ботулизм).

**16. Грамположительные аспорогенные палочковидные бактерии.** Это прямые или изогнутые палочки, встречаются одиночные и в цепочках, неподвижные и подвижные. В эту группу бактерий включены палочковидные молочнокислые бактерии, которые широко распространены на пищевых продуктах и могут вызывать их порчу. Многие из бактерий этой группы используются в технологии приготовления теста, кисломолочных продуктов, сыров и для квашения овощей.

**17. Актиномицеты и родственные организмы.** К ним относят коринеформные бактерии, пропионовокислые бактерии и актиномицеты. Бактерии этой группы палочковидные, часто неправильной формы, образуют гифы. Некоторые актиномицеты растут в виде тонких ветвящихся нитей, образующих мицелий, размножаются спорами, развивающимися на воздушных ветвях мицелия. Часто окрашены в разные цвета. Широко распространены в природе. Встречаются на пищевых продуктах и могут вызывать их порчу; при этом продукты приобретают характерный землистый запах. Существуют виды, патогенные для человека (дифтерийная и туберкулезная палочки) и для растений. Многие виды актиномицетов являются продуцентами антибиотиков, получаемых в промышленном масштабе.

**18. Риккетсии.** Это палочковидные и кокковидные микроорганизмы. Они неподвижны, грамотрицательны, спор не образуют. Являются внутриклеточными паразитами. Размножаются делением клеток. Некоторые вызывают заболевания животных и человека (сыпной тиф, ку-лихорадка). Переносчиками риккетсий в основном являются беспозвоночные животные (вши, блохи, клещи).

**19. Микоплазмы.** Клетки этих организмов не имеют клеточной стенки, покрыты лишь трехслойной мембраной. Клетки очень мелкие, иногда ультрамикроскопических размеров (около 200 нм), плеоморфные (разнообразной формы) – от кокковидных до нитевидных. Способ их размножения до конца не выяснен. Это сапрофиты, паразиты; некоторые могут вызывать заболевания у человека, животных и растений.

Распознавание прокариот проводится по четырехтомному определителю Берги, в котором царство *Procsaryote* подразделяется на четыре раздела:

- **тонкостеночные** – *Gracilicutes*;
- **толстостеночные** – *Firmicutes*;
- **лишенные стенок** – *Tenericutes*;
- **дефектные по клеточной стенке** – *Mendosicutes*.

При этом в нем выделены три класса.

Класс 1. *Бактерии-хемоорганотрофы* – используют химический источник энергии и органические вещества.

Класс 2. *Риккетсии* – внутриклеточные бактерии-паразиты, которые не растут на искусственных питательных средах.

Класс 3. *Микоплазмы* – бактерии, лишенные клеточной стенки.

Бактерии-хемоорганотрофы по морфологии и окраске по Граму подразделяются на четыре морфогруппы и две хромогруппы.

Среди *морфогрупп* выделяют:

- 1) палочки и кокки, образующие эндоспоры;
- 2) спирохеты;
- 3) спиралевидные и изогнутые бактерии (спириллы и вибрионы);
- 4) актиномицеты и родственные им ветвистые бактерии.

В составе *хромогрупп* выделяют грамположительные и грамотрицательные аэробные бактерии, размножающиеся при широком доступе кислорода, факультативно-анаэробные и анаэробные, развитие которых происходит в бескислородной среде.

При **изучении, идентификации и классификации микроорганизмов** чаще всего изучают следующие (**генотипические и фенотипические**) **характеристики**:

1. **Морфологические** – форма, величина, особенности взаиморасположения, структура.

2. **Тинкториальные** – отношение к различным красителям (характер окрашивания), прежде всего к окраске по Граму. По этому признаку все микроорганизмы делят на грамположительные и грамотрицательные.

Морфологические свойства и отношение к окраске по Граму позволяют, как правило, отнести изучаемый микроорганизм к крупным таксонам – семейству, роду.

3. **Культуральные** – характер роста микроорганизма на питательных средах.

4. **Биохимические** – способность ферментировать различные *субстраты* (углеводы, белки, аминокислоты и др.), образовывать в процессе жизнедеятельности различные биохимические продукты за счет активности различных ферментов и особенностей обмена веществ.

5. **Антигенные** – зависят преимущественно от химического состава и строения клеточной стенки, наличия жгутиков, капсулы, распознаются по способности макроорганизма (хозяина) вырабатывать антитела и другие формы иммунного ответа, выявляются в иммунологических реакциях.

6. **Физиологические** – способы углеводного (аутотрофы, гетеротрофы), азотного (аминоавтотрофы, аминокгетеротрофы) и других видов питания, тип дыхания (аэробы, микроаэрофилы, факультативные анаэробы, строгие анаэробы).

7. **Подвижность и типы движения.**

8. **Способность к спорообразованию, характер спор.**

9. **Чувствительность к бактериофагам, фаготипирование.**

10. **Химический состав клеточных стенок** – основные сахара и аминокислоты, липидный и жирнокислотный состав.

11. **Белковый спектр** (полипептидный профиль).

12. **Чувствительность к антибиотикам и другим лекарственным препаратам.**

13. **Генотипические** (использование методов геносистематики).

Систематика организмов, в том числе и грибов, периодически совершенствуется. В настоящее время большинство микологов (М. В. Горленко и др.) считают, что развитие грибов шло разными эволюционными путями, в результате чего сформировались два отдела.

У представителей отдела *Oomycota*, как и у растений, в стенках клеток содержится . Подвижные стадии имеют один или два жгутика.

У настоящих грибов (отдел *Eumycota*) в стенках клеток содержится . Они составляют более 95 % всех грибов и объединены в пять классов:

1) хитридиемицеты (*Chytridiomycetes*) – мицелий слабо развитый, одноклеточный; подвижные стадии имеют один бичевидный жгутик;

2) зигомицеты (*Zygomycetes*) – мицелий несептированный, хорошо развитый; размножение осуществляется чаще спорангиоспорами (эндоспорами);

3) аскомицеты, или сумчатые грибы (*Ascomycetes*) – мейоспоры (споры полового размножения) образуются внутри специальных клеток – сумок, или асков; митоспоры (споры бесполого размножения) представлены конидиями;

4) базидиомицеты (*Basidiomycetes*) – имеют хорошо развитый многоклеточный мицелий; митоспоры представлены конидиями; мейоспо-

ры образуются на специальных клетках – базидиях; к этому классу относится большинство съедобных грибов – макромицетов;

5) дейтеромицеты (*Deuteromycetes*) – размножаются бесполым путем – конидиями; мицелий септированный; они представляют собой бывшие аскомицеты, или базидиомицеты, которые в процессе эволюции утратили половое спороношение; многие из дейтеромицетов – паразиты животных, растений и человека.

### 1.3

Химический состав микроорганизмов сходен с химическим составом тела животных и растений.

Важнейшими химическими элементами, преобладающими в составе клеток микроорганизмов, являются углерод, кислород, водород, азот, сера, фосфор, калий, марганец, кальций и железо.

Первые четыре элемента составляют основу органических веществ – их называют органогенными элементами. Их соединения составляют 90–97 % сухого вещества. Другие элементы называются зольными, или минеральными, на их долю приходится 3–10 %. Больше всего содержится фосфора, который входит в состав многих веществ цитоплазмы. В крайне малых количествах в состав клеток микроорганизмов входят микроэлементы, но при этом они выполняют важную роль в процессах жизнедеятельности (Cu, Mn, Zn, Mo). Соотношение элементов будет зависеть от вида и роста организмов.

*Вода* (H<sub>2</sub>O) в составе микроорганизмов занимает 75–90 % массы. В клетке протекает множество различных химических процессов. Одни сложные вещества разлагаются, другие образуются из более простых соединений; вода же является той необходимой средой, в которой только и могут осуществляться все эти химические реакции, с водой же удаляются из клетки продукты обмена.

Все вещества поступают в клетку только с водой и с ней же удаляются. Часто вода в клетке находится в связанном (с белками, углеводами) состоянии и входит в состав клеточной структуры.

Вода в свободном состоянии служит дисперсной средой для коллоидов и растворителем органических и минеральных соединений, которые образуются в клетке в результате обмена веществ, участвует во многих химических реакциях, протекающих в клетке. Содержание свободной воды в клетках может изменяться в зависимости от условий внешней среды, физиологического состояния клетки, ее возраста. По-

теря свободной воды влечет за собой высыхание клетки, т. е. ее гибель.

*Сухое вещество* тела микроорганизмов не превышает 15–25 % и состоит преимущественно (до 95 %) из органических соединений – белков, углеводов, жиров, липидов и др. Минеральные соединения составляют не более 5–15 % сухого вещества. Большая часть зольных элементов в клетке химически связана с органическими веществами и входит в их состав.

Содержание *белковых веществ* у бактерий достигает 40–80 % сухого вещества, у дрожжей – 60 %, у грибов – 15–40 %. В состав клеток микроорганизмов входят белки простые (протеины) и сложные (протеиды). Белки выполняют две основные функции: во-первых, входят в состав всех мембран клетки; во-вторых, играют роль ферментов – биохимических катализаторов. Среди белков есть и такие, которые убивают жизнь, – токсины. Бактериальные токсины наиболее ядовитые. Благодаря тому, что микроорганизмы богаты белками, возможно их пищевое и кормовое использование. Продуцентами могут быть дрожжи, бактерии и водоросли, особенно цианобактерии.

Также в состав клеток микроорганизмов входят небелковые азотистые вещества – аминокислоты, пурины и др.

*Углеводы* в теле микроорганизмов используются для синтеза белков и жиров, построения клеточных оболочек и капсул, а также в качестве энергетического материала в дыхательных процессах. Углеводы, как и белки, могут откладываться в клетках в виде запасных питательных веществ. Содержание углеводов у бактерий достигает 10–30 % их сухой массы; у грибов – выше 40–60 %.

В теле микроорганизмов углеводы встречаются в виде пентоз, гексоз, полисахаридов. Полисахариды находятся в связанном состоянии с белками и минералами.

*Липиды* (жиры, жироподобные вещества, липоиды). Обычное их содержание не превышает 3–10 % сухой массы. В редких случаях у дрожжей и грибов может достигать до 40 %. В клетках микроорганизмов жировые вещества находятся в свободном (как запасные вещества) и в связанном состоянии в комплексе с белками и углеводами. Больше всего липидов сосредоточено в цитоплазматической мембране клеток.

В микроорганизмах имеются также кислоты и их соли, спирты, пигменты, витамины.

*Пигменты* (красящие вещества). В значительной доли находятся в составе бактерий, дрожжей, грибов. Они содержатся главным образом в клеточном соке. Этим обуславливается окраска микроорганизмов.

Пигменты могут выделяться из клеток в среду. У бактерий они выполняют роль хлорофилла зеленых растений, участвуя в ассимиляции углекислого газа. Они участвуют в процессах дыхания, обладают антибиотической активностью.

*Минеральные вещества.* Встречаются следующие минеральные вещества: сульфаты, карбонаты, фосфаты, хлориды. Они играют определенную роль в регуляции внутриклеточного осмотического давления и коллоидного состояния цитоплазмы. Влияют на скорость и направление многих биохимических реакций, протекающих в клетке. Некоторые являются стимуляторами роста, активаторами ферментов.

#### ***Поступление питательных веществ в клетку.***

Поступление веществ в клетку и выделение продуктов обмена в окружающую среду происходит у микроорганизмов через всю поверхность тела путем осмоса или адсорбции. На интенсивность этих процессов оказывают влияние различные факторы: разность концентрации питательных веществ в клетке и за ее пределами, а также проницаемость для них оболочки.

Осмоз представляет собой диффузию веществ в растворах через полупроницаемую мембрану. Возникает осмос под действием разности осмотических давлений в растворах по обе стороны полупроницаемой мембраны. Величина осмотического давления раствора зависит от молярной концентрации растворенных в нем веществ.

Оболочка клетки проницаема и задерживает лишь микромолекулы. Цитоплазматическая мембрана клетки обладает полупроницаемостью: она является осмотическим барьером, регулируя поступление в клетку и выход из нее растворенных веществ. Вещества, нерастворимые в воде, не могут быть использованы клеткой. Они могут проникнуть в нее лишь после расщепления на более простые, что происходит с помощью экзоферментов микробов.

Таким образом, при осмотическом проникновении питательных веществ в клетку движущей силой служит разность осмотических давлений между средой и клеткой. Такой пассивный перенос веществ не требует затрат энергии и протекает до выравнивания концентрации с наружным раствором.

Поступившие в клетку вещества включаются в реакцию конструктивного и энергетического обмена, концентрация некоторых из них будет ниже, чем в среде, и поступление данных веществ возможно до полного исчерпания их из субстрата.

Если микроорганизм попадает в субстрат, осмотическое давление которого выше, чем в клетке, то цитоплазма отдает воду во внешнюю

среду. Питательные вещества в клетку не поступают, содержимое клетки уменьшается в объеме, и протопласт отстает от клеточной оболочки. Это явление называется *плазмолизом* клетки.

При чрезмерно низком осмотическом давлении внешней среды может наступить *плазмолизис* клетки – явление обратное плазмолизу, в результате чего вследствие высокой разности осмотических давлений цитоплазма переполняется водой, что приводит к разрыву клеточной оболочки.

Второй путь поступления веществ в клетку – активный, посредством переноса их особыми, локализованными в цитоплазматической мембране веществами ферментной природы. Эти переносчики, называемые пермеазами, обладают субстратной специфичностью. Каждый транспортирует только определенное вещество. На внешней стороне цитоплазматической мембраны переносчик адсорбирует вещество, вступает с ним во временную связь и отдает на внутренней стороне ее транспортируемое вещество в цитоплазму.

#### ***Углеродное и азотное питание у микроорганизмов.***

Микроорганизмы характеризуются большим разнообразием типов питания.

*Углеродное питание.* Углерод составляет 50 % сухой массы клетки.

По источнику углеродного питания микроорганизмы разделяются на две группы: автотрофные и гетеротрофные (прил. 2).

Автотрофные микроорганизмы способны в качестве единственного источника углерода для синтеза органических веществ тела использовать углекислоту и ее соли.

Одни виды автотрофных микроорганизмов ассимилируют  $\text{CO}_2$ , используя солнечную энергию, – фотосинтезирующие микроорганизмы. Другие микроорганизмы используют энергию химических реакций окисления некоторых минеральных веществ – хемосинтезирующие. К фотосинтезирующим микроорганизмам относятся водоросли, пигментные бактерии.

Бактериальный фотосинтез не сопровождается выделением  $\text{O}_2$ , как у зеленых растений, а роль  $\text{H}_2\text{O}$  выполняет  $\text{H}_2\text{S}$ , при этом в клетках накапливается сера. Все фотосинтезирующие бактерии содержат пигменты – каротиноиды.

К хемосинтезирующим микроорганизмам относятся бактерии, окисляющие водород с образованием воды (водородные бактерии), аммиак в азотную кислоту (нитрифицирующие бактерии), сероводород до серной кислоты. Процесс хемосинтеза был открыт С. Н. Виноградским.

Гетеротрофные микроорганизмы в качестве источника углерода используют органические соединения. К ним относятся бактерии, грибы, дрожжи.

Большинство гетеротрофных микроорганизмов живет за счет использования органических веществ различных субстратов животного и растительного происхождения – сапрофиты.

Некоторые гетеротрофы являются паразитами. Они способны развиваться в теле других организмов, питаясь органическими веществами, входящими в состав этих организмов.

*Азотное питание.* Азот – элемент, необходимый для синтеза белков, нуклеиновых кислот.

Паразиты развиваются за счет органических азотсодержащих веществ.

В зависимости от того, какими источниками азота микроорганизмы пользуются, их подразделяют на две группы:

1) аминокавотрофные микроорганизмы, синтезирующие белковые вещества за счет минеральных источников азота или простейших форм органического азота типа мочевины;

2) аминокгетеротрофные микроорганизмы, способные синтезировать ряд аминокислот из простейших источников азота, но неспособные самостоятельно синтезировать какую-нибудь одну аминокислоту.

Аминотрофные микроорганизмы при использовании азота из ряда минеральных источников предварительно переводят его в форму аммиака, а затем используют для синтеза аминокислот.

Усвоение микроорганизмами *зольных элементов*. Потребность микроорганизмов в зольных элементах невелика, но без них рост микроорганизмов невозможен.

*Сера* входит в состав белковых веществ и встречается только в восстановленном состоянии в виде групп -SH- и -S-S-. Универсальным источником серы для большинства микроорганизмов служат сернокислые соли, которые используются при синтезе аминокислот.

*Фосфор* входит в состав органических соединений протоплазмы. В отличие от серы, фосфор встречается в составе органических веществ живой клетки только в окислительном состоянии  $P_2O_5$ . Соединения фосфора используются в живых клетках в качестве аккумуляторов энергии. Наилучшим источником фосфора являются соли ортофосфорной кислоты.

*Магний* входит в состав хлорофилла у зеленых и пурпурных серобактерий, является активатором ряда ферментов, образуя с ферментными белками комплексные соединения. Наибольшие соединения

магния наблюдаются в пленках грибов, выросших на нейтральных средах. Источниками магния являются сернокислые и другие соли магния.

*Кальций* способствует более продуктивному течению процессов синтеза. Источником кальция служат водорастворимые соли кальция.

Дыхание, или биологическое окисление, основано на окислительно-восстановительных реакциях, идущих с образованием АТФ – универсального аккумулятора химической энергии. При дыхании происходят процессы окисления и восстановления: окисление – отдача донорами (молекулами или атомами) водорода или электронов; восстановление – присоединение водорода или электронов к акцептору. Акцептором водорода или электронов может быть молекулярный кислород – такое дыхание называется аэробным, а если акцептором служат нитрат, сульфат, фумарат, то дыхание называется анаэробным (нитратным, сульфатным, фумаратным).

Если донорами и акцепторами водорода являются органические соединения, то такой процесс называется брожением. При брожении происходит ферментативное расщепление органических соединений (преимущественно углеводов) в анаэробных условиях. По конечному продукту расщепления углеводов различают следующие виды брожения: спиртовое, молочнокислое, уксуснокислое и др.

Процессы биосинтеза веществ микробной клетки протекают с затратой энергии. Большинство микробов использует энергию химических реакций с участием кислорода воздуха. Этот процесс окисления питательных веществ с выделением энергии называется *дыханием*. Энергия высвобождается при окислении неорганических (автотрофы) или органических (гетеротрофы) веществ.

По отношению к молекулярному кислороду бактерии можно разделить на три основные группы:

- облигатные, т. е. обязательные аэробы;
- облигатные анаэробы;
- факультативные анаэробы.

Облигатные *аэробы* могут расти только при наличии кислорода. Аэробные микроорганизмы (аэробы) используют энергию, выделяемую при окислении органических веществ кислородом воздуха с образованием неорганических веществ, углекислого газа и воды. К аэробам относятся многие бактерии, грибы и некоторые дрожжи. В качестве источника энергии они чаще всего используют углеводы.

Облигатные *анаэробы* растут на среде без кислорода, который для

них токсичен. Анаэробные микроорганизмы (анаэробы) не используют для дыхания кислород, они живут и размножаются при отсутствии кислорода, получая энергию в результате процессов брожения. Анаэробами являются бактерии из рода клостридий (ботулиновая палочка и палочка перфрингенс), маслянокислые бактерии и др.

*Факультативные анаэробы* могут расти как при наличии кислорода, так и без него, поскольку они способны переключаться с дыхания в присутствии молекулярного кислорода на брожение, если кислород отсутствует. В зависимости от условий среды они могут переходить с анаэробных процессов получения энергии на аэробные и наоборот. Микроаэрофилы нуждаются в значительно меньшем количестве кислорода; высокая концентрация кислорода хотя и не убивает бактерии, но задерживает их рост. Некоторые микроорганизмы лучше растут при повышенном содержании  $\text{CO}_2$ ; иначе их обозначают термином «капнофильные микроорганизмы» (актиномицеты, лептоспиры, бруцеллы).

Для выращивания анаэробов используют анаэроостаты – специальные емкости, в которых воздух заменяется газовыми смесями, не содержащими кислород.

В анаэробных условиях проходят спиртовое, молочнокислое и маслянокислое брожение, при этом процесс превращения глюкозы в спирт, молочную или масляную кислоту происходит с выделением энергии. Около 50 % выделенной энергии рассеивается в виде тепла, а остальная часть аккумулируется в АТФ (аденозинтрифосфорная кислота).

Изменение условий внешней среды оказывает воздействие на жизнедеятельность микроорганизмов. Физические, химические, биологические факторы среды могут ускорять или подавлять развитие микробов, могут изменять их свойства или даже вызывать гибель.

К факторам среды, оказывающим наиболее заметное воздействие на микроорганизмы, относятся влажность, температура, кислотность и химический состав среды, действие света и других физических факторов.

Рост микробной клетки – это увеличение размера и массы одной особи между двумя делениями. В результате обменных процессов с окружающей средой и внутриклеточного метаболизма происходит рост и развитие организма. Конечная цель развития микроорганизма – размножение. Под ростом подразумевается не только рост отдельной клетки, но и большое увеличение числа клеток в результате размножения, т. е. рост культуры микроорганизмов.

Культура представляет собой совокупность особей, которые занимают определенное жизненное пространство.

Культуру называют *чистой*, если она представлена микроорганизмами одного вида. Культуру, в которой содержится более чем один вид микробов, называют *смешанной*, или *гетерогенной*.

Рост микроорганизмов зависит в первую очередь от наличия воды: грибы способны расти на субстрате, содержащем 12 % воды, бактериям требуется для роста более 20 % воды.

По потребности в воде для роста микроорганизмы подразделяются на три группы: гидрофиты – влаголюбивые, мезофиты – средневлаголюбивые и ксерофиты – минимально потребляющие воду. Большинство бактерий является гидрофитами.

В питательной среде должны присутствовать все элементы, из которых строится клетка, и в такой форме, которую микроорганизм способен усваивать. В больших количествах необходимы макроэлементы: сера, фосфор, кислород и микроэлементы: цинк, никель, молибден и др.

Для роста микроорганизмов требуется и ряд дополнительных условий. Микроорганизмы нуждаются:

- в определенных концентрациях некоторых химических веществ, особенно водородных ионов;
- совершенно определенном соотношении разных ионов;
- поддержании определенного окислительно-восстановительного потенциала среды.

Некоторые требовательные микроорганизмы и мутанты нуждаются, кроме того, в отдельных соединениях, которые сами синтезировать не могут. Такие необходимые дополнительные вещества называют факторами роста, их роль могут играть аминокислоты, витамины, пурины.

– это гетеротрофные нефотосинтезирующие (бесхлорофильные) эукариотические микроорганизмы. Царство грибов (*Fungi*, *Mycetes*) насчитывает свыше 100 тыс. видов, объединенных в семь классов, которые, в свою очередь, подразделяются на подклассы, порядки, семейства, роды, виды и штаммы. Среди них встречаются сапрофиты, паразиты и факультативные паразиты растений, животных и человека.

**Строение тела гриба.** Вегетативное тело большинства грибов представляет собой *грибницу*, или *мицелий*, из ветвящихся нитей-гифов, толщина которых колеблется от 2 до 3 мкм. Такие грибы называют мицелиальными (еще их называют плесенями).

Отдельные виды микроскопических грибов не имеют мицелия. Это некоторые представители низших грибов, а также дрожжи, представляющие собой одиночные округлые или удлиненные клетки.

Мицелий одних грибов клеточный – гифы разделены перегородками (септами), а клетки часто многоядерные; мицелий других неклеточный – гифы не имеют перегородок и весь мицелий представляет собой как бы одну гигантскую клетку с большим числом ядер.

Из плотного сплетения гифов состоят так называемые *плодовые тела* грибов, в которых находятся органы размножения. Мицелий начинает свое развитие из спор, прорастающих при определенной температуре и влажности.

В зависимости от характера роста различают субстратный и воздушный мицелий. Мицелий может развиваться частично в субстрате (субстратный мицелий), пронизывая его и всасывая из него воду и питательные вещества, а частично – на поверхности субстрата (воздушный мицелий) в виде пушистых, паутинообразных или тонких налетов, пленок.

**Строение грибной клетки.** Клетки большинства грибов покрыты жесткой оболочкой, которая состоит из клеточной стенки и различных внеклеточных выделений. *Клеточная стенка* – основной структурный компонент оболочки. Она придает клетке устойчивую и характерную для нее форму, механически защищает от осмотического давления.

Клеточная стенка состоит на 80–90 % из полисахаридов; в небольшом количестве в ней имеются белки, липиды, полифосфаты. Основным полисахаридом клеточной стенки большинства грибов является хитин, некоторых – целлюлоза.

Обычно клеточная стенка имеет толщину около 0,2 мкм. Она составляет от 10 до 50 % сухой массы организма.

Под клеточной стенкой расположена трехслойная *цитоплазматическая мембрана* толщиной около 8 нм. Она служит осмотическим барьером организма, контролирует избирательное поступление веществ в клетку.

Внутреннее содержание клетки можно разделить на мембранные структуры и цитоплазму. *Цитоплазма* представляет собой коллоидный раствор. В его состав входят ферменты, белки, аминокислоты, углеводы, нуклеиновые кислоты, гранулы запасных веществ. В цитоплазме грибов содержится сильно развитая система внутренних мембран.

К мембранным структурам относятся: эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи, митохондрии.

*Эндоплазматический ретикулум* (эндоплазматическая сеть) – мембранная система из взаимосвязанных канальцев (местами суживающихся или расширяющихся), которая пронизывает цитоплазму и свя-

зана с цитоплазматической мембраной и мембраной ядра. В этом органоиде происходит синтез многих веществ (липидов, углеводов и др.).

*Митохондрии* – образования из липопротеиновых мембран, в которых осуществляются энергетические процессы и синтезируется АТФ – вещество, богатое энергией.

*Аппарат Гольджи* – мембранная система, связанная с ядерной мембраной и с эндоплазматической сетью. К его многообразным функциям относится транспорт веществ, синтезируемых в эндоплазматической сети, а также удаление из клетки продуктов обмена.

*Рибосомы* – очень мелкие, округлые, многочисленные образования. Часть их находится в свободном состоянии, часть прикреплена к мембранам. В рибосомах происходит синтез белка.

*Лизосомы* – мелкие округлые тельца, покрытые мембраной. В них содержатся ферменты, переваривающие (расщепляющие) поступающие извне белки, углеводы, липиды.

*Ядро* (или несколько ядер) окружено двойной мембраной. В ядре находятся ядрышко и хромосомы, содержащие ДНК. В ядерной оболочке расположены поры, обеспечивающие транспорт веществ от ядра к цитоплазме.

*Вакуоли* – полости, окруженные мембраной и заполненные клеточным соком, а также включениями запасных питательных веществ.

**Способы размножения грибов.** Особенностью грибов является большое разнообразие способов и органов размножения. Один и тот же гриб часто имеет несколько форм размножения.

Грибы размножаются вегетативным, бесполом и половым путем.

*Вегетативное размножение* происходит без образования специализированных органов – любая часть мицелия дает начало новому организму. Вегетативное размножение происходит обычно при поддержании культуры на искусственных питательных средах.

При бесполом и половом размножении образуются специализированные клетки – споры, с помощью которых и осуществляется размножение.

При *бесполом способе размножения* споры образуются на особых гифах воздушного мицелия, внешне отличающихся от других гифов. У одних грибов споры образуются экзогенно (открыто) на вершине гифов снаружи их. Такие споры называются конидиями, а гифы, несущие их, – конидиеносцами.

Конидии образуются непосредственно на конидиеносце или на специальных клетках, расположенных на его вершине. Эти клетки

обычно имеют форму бутылочек и называются стеригмами. Конидии располагаются на конидиеносцах (или на стеригмах) поодиночке, группами, цепочками и т. д.

У других грибов споры образуются эндогенно – внутри особых клеток, развивающихся на концах гифов. Эти клетки – вместилища спор – называются спорангиями, находящиеся в них споры – спорангиоспорами, а гифы, несущие спорангии со спорами, – спорангиеносцами.

Распространение спор грибов обычно происходит с помощью ветра, дождя, насекомых, животных и человека. Споры бесполого размножения служат для быстрой колонизации субстрата.

При *половом размножении* грибов спорообразованию предшествует половой процесс – слияние половых клеток с последующим объединением их ядер. При этом образуются специализированные органы размножения. Развитие этих органов и формы полового процесса у грибов многообразны.

Большинство грибов может размножаться бесполым и половым путем, такие грибы называют совершенными. Некоторые грибы не способны к половому размножению, их называют несовершенными.

Особенности способов размножения и строения органов размножения используют при распознавании грибов. Эти особенности лежат в основе их классификации, рассмотренной выше.

#### 1.4.

Наследственную функцию бактерий выполняет ДНК, молекула которой состоит из двух полинуклеотидных цепочек (нитей).

Фридрих Мишер, швейцарский врач, еще в конце 1868 года выделил из лейкоцитов, содержащихся в гное, ранее неизвестное вещество, которое назвал нуклеином. В 1889 году немецкий химик Рихард Альтман назвал его нуклеиновой кислотой. Лишь в 1953 году была построена модель ДНК.

Каждый нуклеотид состоит из азотистого основания, сахара (дезоксирибозы) и фосфатной группы. Азотистые основания представлены пуринами (аденин – А, гуанин – Г) и пиримидинами (тимин – Т, цитозин – Ц). Каждый нуклеотид обладает полярностью: у него имеются дезоксирибозный 3'-конец и фосфатный 5'-конец. Нуклеотиды образуют полинуклеотидную цепочку. Соединение между двумя цепочками обеспечивается водородными связями азотистых оснований: аденина с

тимином, гуанина с цитозином. Размеры двуниевой ДНК определяются числом пар нуклеотидов.

Наследственная информация у бактерий хранится в форме последовательности нуклеотидов ДНК, которые задают последовательность аминокислотных остатков при синтезе молекул белка. Каждому белку соответствует свой ген, т. е. дискретный участок на ДНК, отличающийся числом и специфичностью последовательности нуклеотидов.

Совокупность всех генов называется *геномом (генотипом)*, а внешнее проявление генома – *фенотипом*.

*Бактериальная хромосома* представлена одной двуниевой молекулой ДНК кольцевой формы, имеющей гаплоидный набор генов (всего до 5000 генов), которые кодируют жизненно важные для клетки функции.

*Плазмиды бактерий* – это двуниевые молекулы ДНК, расположенные изолированно от бактериального генома. С плазмидами связаны функции, не являющиеся основными для жизнедеятельности бактериальной клетки, но дающие бактерии преимущества при попадании в неблагоприятные условия существования. Фенотипическими признаками, сообщаемыми плазмидами бактериальной клетке, являются, например, устойчивость к антибиотикам, расщепление сложных органических веществ, выработка факторов бактериоциногенности, продукция факторов патогенности.

Изменения и их форма в мире микроорганизмов могут быть разными и зависят от многих причин. Фенотипические изменения связаны с условиями среды, не наследуются, хотя и могут сохраняться длительное время. Генотипические изменения наследуются.

#### ***Фенотипические изменения.***

К фенотипическим изменениям относят адаптацию и модификацию.

*Адаптация* – приспособление микроорганизмов к условиям среды.

В настоящее время это явление объясняется не изменением в микробной клетке, а развитием ранее измененных особей и гибелью неприспособленных, что установлено при действии на микробы антибиотиков. Приспособленные клетки размножаются, а остальные – погибают, т. е. происходит естественный отбор.

*Модификация* – изменение микроорганизмов под влиянием условий среды. Изменяются только фенотипические (внешние) признаки (форма, размеры, цвет колоний). Так, добавление в среду хлорида кальция приводит к укорочению клеток кишечной палочки. Если из

среды удалить это вещество, они вновь принимают исходную форму. Добавление в среду глицерина и аланина вызывает полиморфизм у холерного вибриона. Модификация наблюдается в нормальных условиях жизни, это реакция на внешние раздражения, не связанные с нарушением физиологических процессов в организме.

При длительных и сильных воздействиях на микробную клетку могут быть и более глубокие изменения: палочки принимают округлую форму и даже проходят через пористые фильтры.

#### ***Генотипические изменения.***

*Мутации* – это наследуемые изменения в последовательности отдельных нуклеотидов, которые приводят к появлению микробов с новыми свойствами. Такой ген кодирует белок, отличающийся от исходного свойствами и функциями.

Термин «мутация» введен голландским ученым Хуго де Фризом (1901 г.). Мутации свойственны всем живым существам, в том числе и микроорганизмам.

*Спонтанные мутации* (без направленного воздействия) очень редки: примерно одна на 100 тыс. Они характеризуются изменением какого-нибудь одного признака и обычно стабильны.

*Индукцированные, или мутагенные, мутации* возникают вследствие воздействия факторов среды. Они встречаются сравнительно часто. Мутагены подразделяются: на физические, химические и биологические. К физическим относят различного рода излучения: ультрафиолетовые, рентгеновские, радиоактивные. Они вызывают повреждение генетического аппарата, изменение признаков, свойств микробов. К химическим относят сильнодействующие вещества: отравляющие (иприт), лекарственные (йод, пероксид водорода), кислоты (азотистая) и др. Примером биологических мутагенов может быть ДНК. Так, при введении в клетки эмбриона дрозофилы некоторых видов онковирусов взрослые особи приобретают новые признаки: на голове возникают необычные выросты или углубления, иногда исчезают глаза. Отрезок вирусной ДНК, который встраивается в одну из хромосом дрозофилы, вызывает дифференцирование клеток, и, как результат, появляются морфологические и другие изменения.

Существуют крупные и мелкие (точечные) мутации. К крупным относятся мутации, которые характеризуются выпадением большого участка гена. Точечная мутация происходит внутри гена и представляет собой замену, вставку (дупликация), выпадение (делеция) одной пары азотистых оснований ДНК. В результате точечных мутаций про-

исходит наследственное изменение каких-либо свойств микробной клетки, которая, как правило, остается жизнеспособной (прил. 2).

Доказано мутагенное действие вирусов и живых вирусных вакцин на млекопитающих. Они повреждают наследственный аппарат не только соматических, но и половых клеток. Мутагенное действие вирусов особенно активно проявляется во время эпизоотии и эпидемий. Численность мутаций возрастает также при нарушении метаболизма и старении организма.

Для получения полезных признаков у микроорганизмов применяют самые различные мутагены. Таким методом выделены высокоактивные штаммы продуцентов антибиотиков и других веществ. После облучения продуцента пенициллина получены штаммы, которые по своей активности в десятки-сотни раз превосходят исходные. В сочетании с другими факторами и при создании оптимальных условий роста биосинтез повышался: пенициллина в 10 тыс. раз, витамина В<sub>2</sub> (рибофлавина) в 20 тыс., витамина В<sub>12</sub> (цианокобаламина) в 50 тыс. раз.

Необходимо отметить, что после мутагенеза появляются не только полезные, но и вредные признаки. Микробов с полезными признаками бывает очень мало, а главное – для их определения приходится проделывать огромную работу: не только выделять тысячи штаммов в чистую культуру, но и изучать их свойства. Так, в результате длительной и кропотливой работы удалось во много раз повысить выход незаменимых аминокислот (лизин, глутаминовая). Действие радиоактивных веществ вызывает глубокие изменения в генетическом аппарате, но среди микробов появляются расы, устойчивые к ним.

#### ***Комбинативные изменения.***

Комбинативные изменения появляются в результате трансформации, трансдукции и конъюгации.

*Трансформация* – это процесс переноса участка генетического материала ДНК, содержащего одну пару нуклеотидов, от клетки-донора к клетке-реципиенту. Впервые это явление было установлено в 1928 году английским микробиологом Ф. Гриффитом.

Процесс трансформации может самопроизвольно происходить в природе у некоторых видов бактерий, чаще грамположительных, когда ДНК из погибших клеток захватывается реципиентными клетками.

*Опыт Ф. Гриффита.* Мышам одновременно были введены две культуры пневмококков: непатогенная, лишенная капсулы (R-штамм), и патогенная культура с капсулой (S-штамм), убитая нагреванием. Все мыши погибли от пневмонии (воспаления легких). Из органов павших

животных была выделена капсульная вирулентная культура пневмококка. Почему так произошло, ни автор, ни другие исследователи в то время не могли объяснить. Культура убитого нагреванием капсульного пневмококка вызывала в организме трансформацию живых бескапсульных микробов, в результате чего у них появилась способность к образованию капсулы, что и обусловило патогенность.

В процессе трансформации различают пять стадий: первая – адсорбция трансформирующей ДНК на поверхности микробной клетки; вторая – проникновение ДНК в клетку-реципиент; третья – спаривание внедрившейся ДНК с хромосомными структурами клетки; четвертая – включение участка ДНК клетки-донора в хромосомные структуры клетки-реципиента; пятая – дальнейшее изменение нуклеотида в ходе последующих делений.

Трансформироваться могут устойчивость и чувствительность к антибиотикам, способность к синтезу ферментов и т. д. Трансформация признаков ДНК происходит только при определенных условиях и физиологических состояниях клетки, получивших название «состояние готовности». Оптимальная температура трансформации находится в пределах 29–32 °С. Высокая температура (80–100 °С), химические вещества (азотистая кислота), ультрафиолетовые излучения, фермент ДНК-аза приостанавливают трансформирующее действие ДНК. Таким образом, нуклеиновые кислоты – носители наследственной информации.

В настоящее время трансформация является основным методическим приемом в генной инженерии, используемым при конструировании рекомбинантных штаммов с заданным геномом.

*Конъюгация* – передача генетического материала от клетки-донора к клетке-реципиенту при непосредственном половом контакте клеток. Необходимым условием конъюгации является наличие в клетке-доноре трансмиссивной F-плазмиды (фертильности, плодовитости). Эта плазида способна передаваться от донора к реципиенту, она кодирует синтез половых пилей, образующих конъюгационный мостик между клеткой-донором и клеткой-реципиентом, по которому происходит передача плазмидной и клеточной ДНК. В результате такого переноса клетка-реципиент получает донорские свойства.

*Трансдукция* – передача бактериальной ДНК посредством бактериофага. В процессе репликации фага внутри бактерий фаг меняется бактериальной ДНК, проникает в фаговую частицу и переносится в бактерию-реципиент во время фаговой инфекции.

Существует два типа трансдукции: общая и специфическая.

*Общая трансдукция (неспецифическая)* – перенос бактериофагом фрагмента любой части бактериальной хромосомы.

*Специфическая трансдукция* – перенос в клетку-реципиент строго определенного участка бактериальной ДНК донора.

## 1.5.

При удовлетворении всех потребностей в питательных веществах рост микроорганизмов зависит от определенных условий.

**Влажность.** Микроорганизмы могут жить и развиваться только в среде с определенным содержанием влаги. Вода необходима для всех процессов обмена веществ микроорганизмов, для нормального осмотического давления в микробной клетке, для сохранения ее жизнеспособности. У различных микроорганизмов потребность в воде не одинакова. Бактерии относятся в основном к влаголюбивым, при влажности среды ниже 20 % их рост прекращается. Для плесеней нижний предел влажности среды составляет 15 %, а при значительной влажности воздуха и ниже. Оседание водяных паров из воздуха на поверхность продукта способствует размножению микроорганизмов.

При снижении содержания воды в среде рост микроорганизмов замедляется и может совсем прекращаться. Поэтому сухие продукты могут храниться значительно дольше продуктов с высокой влажностью. Сушка продуктов позволяет сохранять их при комнатной температуре без охлаждения.

Некоторые микробы очень устойчивы к высушиванию, некоторые бактерии и дрожжи в высушенном состоянии могут сохраняться до месяца и более. Споры бактерий и плесневых грибов сохраняют жизнеспособность при отсутствии влаги десятки, а иногда и сотни лет.

Как отмечалось выше, в зависимости от потребности в воде для роста микроорганизмы относятся к одной из трех групп:

- *гидрофиты* (влаголюбивые);
- *мезофиты* (средневлаголюбивые);
- *ксерофиты* (минимально потребляющие воду).

Большинство бактерий являются гидрофитами.

**Температура** – важнейший фактор для развития микроорганизмов. Для каждого из микроорганизмов существует минимум, оптимум и максимум температурного режима для роста. По этому свойству микробы подразделяются на три группы:

- 1) *психрофилы* – микроорганизмы, хорошо растущие при низких

температурах с минимумом при 10–0 °С, оптимумом при 10–15 °С;

2) *мезофилы* – микроорганизмы, для которых оптимум роста наблюдается при температуре 25–35 °С, минимум – при 5–10 °С, максимум – при 50–60 °С;

3) *термофилы* – микроорганизмы, хорошо растущие при относительно высоких температурах с оптимумом для роста при 50–65 °С, максимумом – при температуре более 70 °С.

Большинство микроорганизмов относится к мезофилам, для развития которых оптимальной является температура 25–35 °С. Поэтому хранение пищевых продуктов при такой температуре приводит к быстрому размножению в них микроорганизмов и порче продуктов. Некоторые микробы при значительном накоплении в продуктах способны привести к пищевым отравлениям человека. Патогенные микроорганизмы, т. е. вызывающие инфекционные заболевания человека, также относятся к мезофилам.

Низкие температуры замедляют рост микроорганизмов, но не убивают их. В охлажденных пищевых продуктах рост микроорганизмов замедляется, но продолжается. При температуре ниже 0 °С большинство микробов прекращает размножаться, т. е. при замораживании продуктов рост микробов останавливается, некоторые из них постепенно отмирают. Установлено, что при температуре ниже 0 °С большинство микроорганизмов впадает в состояние, похожее на анабиоз, сохраняет свою жизнеспособность и при повышении температуры продолжает свое развитие. Это свойство микроорганизмов следует учитывать при хранении и дальнейшей кулинарной обработке пищевых продуктов. Например, в замороженном мясе могут длительно сохраняться сальмонеллы, а после размораживания мяса в благоприятных условиях быстро накапливаются до опасного для человека количества.

При воздействии высокой температуры, превышающей максимум выносливости микроорганизмов, происходит их отмирание. Бактерии, не обладающие способностью образовывать споры, погибают во влажной среде при нагревании до температуры 60–70 °С через 15–30 минут, 80–100 °С – через несколько секунд или минут. У спор бактерий термоустойчивость значительно выше. Они способны выдерживать температуру 100 °С в течение 1–6 часов, при температуре 120–130 °С споры бактерий во влажной среде погибают через 20–30 минут. Споры плесеней менее термостойки.

Тепловая кулинарная обработка пищевых продуктов в общественном питании, пастеризация и стерилизация продуктов в пищевой про-

мышленности приводят к частичной или полной (стерилизация) гибели вегетативных клеток микроорганизмов.

При пастеризации пищевой продукт подвергается минимальному температурному воздействию. В зависимости от температурного режима различают низкую и высокую пастеризацию.

Низкая пастеризация проводится при температуре, не превышающей 65–80 °С, не менее 20 минут.

Высокая пастеризация представляет собой кратковременное (не более 1 минуты) воздействие на пастеризуемый продукт температуры выше 90 °С, которое приводит к гибели патогенной неспоронной микрофлоры и в то же время не влечет за собой существенных изменений природных свойств пастеризуемых продуктов. Пастеризованные продукты не могут храниться без холода.

Стерилизация предусматривает освобождение продукта от всех форм микроорганизмов, в том числе и спор. Стерилизация баночных консервов проводится в специальных устройствах – автоклавах (под давлением пара) при температуре 110–125 °С в течение 20–60 минут. Стерилизация обеспечивает возможность длительного хранения консервов. Молоко стерилизуется методом ультравысокотемпературной обработки (при температуре выше 130 °С) в течение нескольких секунд, что позволяет сохранить все полезные свойства его.

**Концентрация соли и сахара.** Поваренная соль и сахар издавна используются для повышения стойкости продуктов к микробной порче и лучшей сохранности пищевых продуктов.

Повышение содержания растворенных веществ (соли или сахара) в питательной среде отражается на величине осмотического давления внутри микроорганизмов, вызывает их обезвоживание. При повышении концентрации поваренной соли в субстрате более 3–4 % размножение многих, в том числе гнилостных микроорганизмов замедляется, при концентрации более 7–12 % – прекращается.

Некоторые микроорганизмы нуждаются для своего развития в высоких концентрациях соли (20 % и выше). Их называют солелюбивыми, или галофилами. Они могут вызывать порчу соленых продуктов.

Высокие концентрации сахара (выше 55–65 %) прекращают размножение большинства микроорганизмов, это используется при приготовлении из плодов и ягод варенья, джема или повидла. Однако эти продукты тоже могут подвергаться порче в результате размножения осмофильных плесеней или дрожжей.

**Свет.** Некоторым микроорганизмам свет необходим для нормаль-

ного развития, но для большинства из них он губителен. Ультрафиолетовые лучи солнца обладают бактерицидным действием, т. е. при определенных дозах облучения приводят к гибели микроорганизмов. Бактерицидные свойства ультрафиолетовых лучей ртутно-кварцевых ламп используют для дезинфекции воздуха, воды, некоторых пищевых продуктов. Инфракрасные лучи тоже могут вызвать гибель микробов за счет теплового воздействия. Воздействие этих лучей применяют при тепловой обработке продуктов.

**Облучение.** При облучении микроорганизмов дозой 0,5 Гр (Грей) (1 Гр = 100 рад (радиан)) усиливаются рост и образование пигментов; доза 1 Гр действует менее благоприятно, а излучение дозой 3–5 Гр приводит к остановке роста. К излучениям более чувствительны молодые клетки, находящиеся в стадии деления или роста.

Более устойчивы к излучению грамположительные микробы, менее устойчивы грамотрицательные. Повышенная устойчивость к излучениям отмечена у клостридий ботулизма: они погибают только после воздействия на них дозами 25–40 кГр. Для достижения стерильности в некоторых случаях необходимо излучение дозой 50 кГр. Устойчивы к излучению вирусы и риккетсии; их устойчивость примерно такая же, как и у спор бацилл. Чем меньше размеры вирусных частиц, тем выше летальная доза. Некоторые микробы (возбудитель сибирской язвы, кишечная палочка и др.) приобретают устойчивость к излучениям. После нескольких облучений она у них повышается в 2 раза и более. Возрастание устойчивости к излучениям зависит также от среды, в которой выращивались микроорганизмы.

**Ультразвук** – это высокочастотные (20 кГц и более) механические колебания упругой среды, не воспринимаемые ухом человека. Действуя на культуру микроорганизмов, ультразвук создает большую разницу в давлениях и повреждает клетку. Часть микробов погибает очень быстро (немедленно), другие подвергаются сильному механическому сотрясению, в результате чего нарушаются физиологические процессы: разжижается и вспенивается цитоплазма, увеличивается ее объем, разрывается клеточная стенка, во внешнюю среду выходит содержимое. На принципе кавитации (образование в жидкости пузырьков, заполненных газом) основано использование ультразвука для извлечения токсинов, ферментов, антигенов.

Эффективность действия ультразвука понижается при содержании в среде протеина. Поэтому использование ультразвука для стерилизации молока и других продуктов не всегда дает желаемые результаты. Быстрее подвергаются разрушению палочковидные формы и более

медленно – шаровидные. Чем меньше объект, тем выше его устойчивость к действию ультразвука.

**Электрический ток**, по-видимому, не оказывает сильного действия непосредственно на микробы. Проходя через среду, ток высокого напряжения может вызвать электролиз некоторых компонентов и образование соединений, которые неблагоприятно влияют на микробы. Электрический ток усиливает цидное действие дезинфицирующих веществ, особенно ртутных препаратов. В поле электрического тока происходит диссоциация молекул на ионы, что сокращает срок действия веществ и повышает их эффективность. Электролиз применяют при дезинфекции воды, обеззараживании сточных вод и т. п. При этом губительное действие на микроорганизмы обеспечивается не самим электрическим током, а теми продуктами (кислород, хлор, кислоты), которые образуются в результате его прохождения через среду.

**Влияние магнитных полей.** У микроорганизмов, как и у других живых существ, установлен магнитотропизм. Движение некоторых из них происходит по магнитному меридиану: в Северном полушарии – на север, в Южном – к противоположному полюсу. Еще в большей степени магнитотропизм выражен у микроскопических грибов, которые могут расти по силовым линиям магнитного поля. Такое явление объясняется наличием особых продуктов биосинтеза, содержащих низкомолекулярные белки-ферменты, в молекулах которых имеются атомы железа с ферромагнитными свойствами.

Микробы реагируют на любое напряжение геомагнитного поля, что приводит к изменению морфологических, культуральных и биохимических свойств. Клетки увеличиваются в размерах, образуют длинные нити; на плотных питательных средах могут расти мелкие беспигментные колонии (стафилококки, чудесная палочка). Иногда изменяются обмен веществ, вирулентность, повышается резистентность к антибиотикам и т. д. Следовательно, магнитное поле можно рассматривать как экологический фактор, определяющий течение биологических процессов, способствующий появлению и временному исчезновению инфекционных и других болезней на Земле.

**Гидростатическое давление**, превышающее 108–110 МПа, вызывает денатурацию белков, инактивацию ферментов, электролитическую диссоциацию, увеличивает вязкость многих жидкостей. Все это неблагоприятно отражается на жизнедеятельности микробов и нередко приводит к их гибели. Среди микроорганизмов имеются и такие (барофильные), которые живут и размножаются при высоких значениях давления,

например глубоководные бактерии морей и океанов. Большинство микробов выдерживает давление около 65 МПа в течение 1 часа.

**Действие сотрясений** часто вызывает гибель бактерий (но не вирусов). Если поместить культуру бактерий в сосуд со стеклянными шариками и встряхивать, то через некоторое время происходит механическое разрушение клеток. Бактерии разрушаются быстрее, если их предварительно заморозить. Подобное наблюдается в горных и других быстротекущих реках, благодаря чему вместе с действием лучей солнца и других факторов они очищаются от микробов.

**Влияние невесомости.** Как известно, запускаемые в космос микроорганизмы переносят невесомость без особых изменений. Например, культура (споры) микроорганизма *Vac. subtilis* на одинаковой среде и при такой же температуре на Земле развивалась быстрее (на 30 %), чем на орбитальной станции «Салют-6». Полагают, что земное тяготение обеспечивает больший контакт клеток в колонии, улучшает условия метаболизма, чего не наблюдается в космосе.

Микробы, как и все живые организмы, чувствительны к факторам среды. Они способны реагировать на малейшие изменения среды перемещением или другими реакциями. При возникновении благоприятных импульсов микробы устремляются к объекту раздражения, неблагоприятные импульсы отталкивают их. Такое явление получило название **хемотаксиса**. **Вещества-аттрактанты**, благоприятно действующие на микробную клетку (мясной экстракт, пептон), вызывают положительный хемотаксис; сильнодействующие, ядовитые **вещества-репелленты** (кислоты, щелочи), ведущие к перевозбуждению или угнетению, приводят к отрицательному хемотаксису.

**Реакция среды.** Жизнедеятельность микроорганизмов зависит от концентрации водородных ( $H^+$ ) или гидроксильных ( $OH^-$ ) ионов в субстрате, на котором они развиваются. Для большинства бактерий наиболее благоприятна нейтральная (рН около 7) или слабощелочная среда. Плесневые грибы и дрожжи хорошо растут при слабокислой реакции среды. Высокая кислотность среды (рН ниже 4) препятствует развитию бактерий, однако плесени могут продолжать расти и в более кислой среде. Подавление роста гнилостных микроорганизмов при подкислении среды имеет практическое применение. Добавление уксусной кислоты используется при мариновании продуктов, что препятствует процессам гниения и позволяет сохранить продукты. Образующаяся при квашении молочная кислота также подавляет рост гнилостных бактерий.

В зависимости от реакции среды обитания, все микроорганизмы можно разделить на три группы:

*ацидофилы* – живут в кислой среде (рН 1–5);

*алкалофилы* – в щелочной (рН 8,5–10,5);

*нейтрофилы* – в нейтральной среде (рН 6–8).

Большинство же микробов предпочитает среду, концентрация водородных ионов в которой делает ее ближе к нейтральной (рН 6,5–7,5). Оптимальную среду обитания в естественных условиях микроорганизмы создают себе сами.

Знание действия химических веществ на микробы имеет практическое значение, так как многие из них используются для проведения оздоровительных мероприятий в хозяйствах. Наиболее широко распространены из *дезинфицирующих веществ* щелочи, кислоты, хлорсодержащие препараты, фенолы, соли тяжелых металлов.

Чем выше концентрация веществ, тем сильнее их действие на микробную клетку. Увеличение концентрации фенола в 2 раза снижает время стерилизации в 64 раза. Наиболее выраженное цидное действие имеют водные растворы дезинфицирующих веществ; в масляных растворах оно более слабое. Стерилизация быстрее протекает в кислой среде и медленнее – в щелочной. Более устойчивы к действию химических веществ из неспорообразующих шаровидные формы. Палочковидные и извитые формы микробов при прочих равных условиях быстрее погибают.

Споры почти не содержат свободной воды, имеют плотную двойную оболочку, поэтому отличаются более высокой устойчивостью к действию химических веществ. Таким образом, действие химических веществ зависит от состава, концентрации, экспозиции, температуры и других факторов.

Химические вещества, обладающие бактерицидным действием, называют *антисептиками*. К ним относятся дезинфицирующие средства (хлорная известь, гипохлориты и др.), используемые в медицине, на предприятиях пищевой промышленности и общественного питания.

Некоторые антисептики применяются в качестве пищевых добавок (сорбиновая и бензойная кислоты и др.) при изготовлении соков, икры, кремов, салатов и других продуктов.

Микроорганизмы подвержены не только физическим, химическим, но и биологическим воздействиям. В природе все связано и взаимозависимо. Живые существа объединены в устойчивые экологические системы – *биоценозы*. Для каждого из них характерны видовое и количе-

ственное соотношения популяций, структура, взаимоотношения и другие признаки. Среди разных ценозов (фитоценозы, зооценозы) большое место в природных условиях занимают *микробиоценозы* – сообщества микроорганизмов. Между ними и другими живыми организмами существуют самые разнообразные взаимоотношения. Они могут проявляться в форме симбиоза, комменсализма, метабиоза, сателлизма, синергизма, антагонизма и т. д.

**Симбиоз** – сожительство двух или более видов микроорганизмов между собой или с другими существами. Классическим примером симбиоза может служить *сожительство гриба и водоросли* (цианобактерии) в *лишайнике*, а также нахождение аэробов и анаэробов в одной замкнутой среде (в изолированных пустотах в почве и других местах), когда после использования кислорода аэробами создаются благоприятные условия для анаэробов, жизнь которых может протекать без атомарного кислорода. Микробы, находящиеся в клубеньках корней, живут в симбиозе с бобовыми растениями. Целлюлозоразлагающие бактерии в рубце жвачных животных могут служить примером симбиоза микроба и животных.

**Комменсализм** – неярко выраженная форма сожительства микробов с другими организмами, при этом один организм использует пищу или выделения другого, не принося ему вреда. Комменсалы являются представителями нормальной микрофлоры животных, обитающей в желудочно-кишечном тракте, дыхательных путях, на коже, а также эпифитными микробами растений.

**Метабиоз** – форма взаимоотношений, при которой один из микробов использует продукты жизнедеятельности другого и тем самым создает благоприятные условия для его развития (сожительство аммонификаторов и нитрификаторов, целлюлозоразлагающих и азотфиксирующих бактерий). Нитрификаторы окисляют продукты жизнедеятельности гнилостных микробов – аммиак, а азотобактер использует органические кислоты, которые накапливаются при разложении клетки.

**Сателлизм** – стимуляция роста одного микроорганизма продуктами жизнедеятельности другого, который затем становится его спутником. Выделяемые азотобактером витамины и другие биологически активные вещества стимулируют развитие микробов, превращающих органические формы фосфора в неорганические, что, в свою очередь, благоприятно отражается на развитии высших растений. Такое же действие оказывают дрожжи – продукты витаминов группы В – на другие микробы.

**Синергизм** – одинаковые физиологические процессы разных особей микробной ассоциации, в результате которых происходит увеличение конечных продуктов (увеличение гетероауксина – стимулятора роста растений – при совместном культивировании азотобактера и грибовидной бациллы).

**Антагонизм** – враждебное взаимоотношение, при котором продукты жизнедеятельности одного микроорганизма губительно действуют на таковые другого. Гнилостные микробы не могут жить в одной среде с молочнокислыми, так как образуемая молочная кислота понижает pH и подавляет рост алкалофильных организмов. Этот принцип используется в сельском хозяйстве, на нем основаны процессы силосования, квашения, приготовления и сохранения кисломолочных продуктов. Антагонизм между микробами широко распространен в природе. В борьбе с возбудителями разных болезней его использует человек. Применяемые антибиотические вещества имеют специфическое действие. Этим они отличаются от других продуктов жизнедеятельности микробов. Антибиотическими свойствами обладают фитонциды – вещества, обнаруженные во многих растениях и пищевых продуктах (лук, чеснок, редька, хрен, пряности и др.). К фитонцидам относятся эфирные масла, антоцианы и другие вещества. Они способны вызывать гибель патогенных микроорганизмов и гнилостных бактерий.

В яичном белке, рыбной икре, слезах, слюне содержится лизоцим – антибиотическое вещество животного происхождения.

**Паразитизм** – это такое отношение между микробами, в результате которого пользу от сожительства получает лишь паразит, нанося вред хозяину, что обычно приводит к гибели последнего.

**Рост бактерий в статической культуре.** При внесении бактерий в питательную среду они обычно растут до тех пор, пока содержание какого-нибудь из необходимых им компонентов среды не достигнет минимума, после чего рост прекращается. Если на протяжении всего времени не прибавлять питательных веществ и не удалять продуктов обмена, то получится статическая бактериальная культура.

Стационарная фаза наступает тогда, когда число клеток перестает увеличиваться. Скорость роста бактерий зависит от концентрации субстрата. Поэтому при уменьшении концентрации субстрата наблюдается снижение скорости роста, переход от экспоненциальной к стационарной фазе роста происходит постепенно. Скорость роста может снижаться и за счет большой плотности бактериальной популяции или из-за накопления токсичных продуктов обмена. В стационарной фазе

могут происходить такие процессы, как использование запасных веществ, синтез ферментов, быстрая гибель очень чувствительные клетки. Количество биомассы, достигнутое в стационарной фазе, называют выходом, или урожаем.

***Рост в непрерывной культуре.*** В статической культуре условия все время изменяются: плотность популяции бактерий увеличивается, а концентрация субстрата уменьшается.

Для многих физиологических исследований представляется желательным дать возможность клеткам длительное время находиться в фазе экспоненциального роста при постоянной концентрации субстрата и неизменных прочих условиях. Добиться такого положения можно, многократно перенося клетки на новую питательную среду. Той же цели можно добиться, если в сосуд, содержащий популяцию растущих клеток, непрерывно вводить новый питательный раствор и одновременно удалять из него соответствующее количество бактериальной суспензии. Такой метод положен в основу непрерывного культивирования в хеомстатах и турбидостатах.

Хеомстат состоит из сосуда-культиватора, в который из особого резервуара поступает с постоянной скоростью питательный раствор. Благодаря аэрации и механическому перемешиванию в культиваторе создаются оптимальные условия для снабжения кислородом и быстрого распределения питательных веществ. По мере поступления в сосуд питательного раствора из сосуда вытекает бактериальная суспензия.

Работа турбидостата основывается на поддержании постоянной плотности бактериальной суспензии, или постоянной мутности. Фотоэлемент, который измеряет мутность, регулирует через систему реле поступление питательного раствора. В сосуде для культивирования все питательные вещества содержатся в избытке и скорость роста бактерий приближается к максимальной.

Основные различия между статической и непрерывной культурами заключаются в следующем:

1) статическую культуру можно рассматривать как закрытую систему, которая в своем развитии проходит все фазы роста. Каждый из этих периодов характеризуется определенными условиями. Автоматическое регулирование в статической культуре невозможно;

2) непрерывная культура представляет собой открытую систему, которая стремится к равновесию.

## 1.6.

Микроорганизмы широко распространены в окружающей среде – воздухе, воде, почве. Они принимают участие во многих важных процессах, происходящих в биосфере: круговорот веществ, в том числе усвоение азота из воздуха, процесс утилизации органических отходов жизнедеятельности всех макроорганизмов (растений, животных, человека) и др.

Состав микрофлоры воздуха разнообразен и значительно изменяется в зависимости от условий. Микроорганизмы в воздухе могут находиться только временно, так как в нем отсутствует необходимая питательная среда. Загрязнение воздуха микробами происходит из почвы, от животных, людей и растений. В воздухе могут находиться споры бактерий, грибов, дрожжи, различные микрококки и др. Воздух верхних слоев атмосферы, а также горный и морской воздух содержит очень мало микроорганизмов. В населенных местах их значительно больше, особенно в летнее время.

Количество микроорганизмов в жилых помещениях зависит от их санитарно-гигиенического состояния. Воздух считается чистым при содержании в 1 м<sup>3</sup> не более 1500 бактерий и 16 стрептококков. В наибольшей степени загрязняется воздух в помещениях при скоплении людей и плохой работе вентиляции.

Воздух может служить фактором передачи респираторных вирусных заболеваний (ОРВИ), гриппа, туберкулеза, дифтерии, стафилококковой инфекции и других заболеваний. Патогенные микроорганизмы выделяются больными людьми или бактерионосителями при кашле, чихании и т. п.

В воздухе цехов предприятий общественного питания патогенные микроорганизмы должны отсутствовать, общее количество микробов в 1 м<sup>3</sup> не должно превышать 100–500 бактерий. Микробная обсемененность воздуха значительно снижается при хорошей работе вентиляции, наличии бактерицидных фильтров для подаваемого воздуха, регулярной влажной уборке помещений. В холодных и кондитерских цехах рекомендуется использование бактерицидных ламп.

В воде количество микроорганизмов значительно выше, чем в воздухе, так как многие из них способны жить и развиваться в воде.

Поверхностные воды рек, озер, водохранилищ загрязняются сточными водами населенных пунктов, промышленных предприятий и животноводческих ферм. Микробное загрязнение воды возрастает также после обильных дождей и весеннего половодья. Проточные водоемы (реки, каналы) обладают способностью к самоочищению, количество микробов ниже места загрязнения реки может существенно не изменяться, а через некоторое время чистота воды в реке восстанавливается.

Вода, как и почва, является естественной средой обитания для многих видов микроорганизмов всех царств жизни. Разнообразные микроорганизмы обитают как в воде открытых водоемов, так и в грунтовых водах: палочки, кокки, вибрионы, спириллы, спирохеты, различные фотосинтезирующие бактерии, грибы, простейшие, вирусы и плазмиды. Многие виды галофильных бактерий обитают в морских водах. Численность микроорганизмов в воде определяется главным образом содержанием в ней органических веществ, которые под влиянием микроорганизмов подвергаются совершенно таким же превращениям, как и в почве. В 1 мл воды количество микробов может превышать несколько миллионов.

Грунтовые подземные воды чище, так как, просачиваясь через почву, вода подвергается своеобразной фильтрации, в результате которой большинство микробов задерживается в фильтрующем слое. Численность микроорганизмов в воде открытых водоемов подвержена колебаниям и зависит от климатических условий, времени года, а главным образом от степени загрязнения рек, озер и морей сточными и канализационными водами и отходами промышленных, агропромышленных и других предприятий. В реки, озера, моря из прибрежных городов и других населенных пунктов выбрасывается такое количество сточных вод, несущих мириады микробов и содержащих огромное количество органических веществ, что вода не успевает самоочищаться. В результате возникла и сохраняется серьезная глобальная экологическая проблема.

По степени микробного загрязнения различают *три категории воды* (или зоны водоема).

**Полисапробная зона** – наиболее сильно загрязненная вода, бедная кислородом, богатая органическими веществами. В 1 мл такой воды численность микроорганизмов достигает 1 млн. и более, преобладают *E. coli* и анаэробные бактерии, вызывающие процессы гниения и брожения.

**Мезосапробная зона** – вода, загрязненная умеренно, в ней активно происходит минерализация органических веществ с интенсивными процессами окисления и нитрификации. Содержание микроорганизмов в 1 мл воды – сотни тысяч бактерий, количество *E. coli* значительно меньше.

**Олигосапробная зона** – зона чистой воды, количество микроорганизмов в 1 мл воды – десятки или сотни, не более; *E. coli* отсутствует или встречается в количестве нескольких клеток на 1 л воды.

Питьевая вода считается хорошей, если общее количество бактерий в 1 мл составляет не более 100; сомнительной – 100–150; загрязненной – 500 и более. Количество микроорганизмов в придонном слое ила озер и рек варьируется в пределах от 100 до 400 млн. на 1 г.

Вода играет исключительно важную роль в эпидемиологии многих инфекционных заболеваний, особенно кишечных. Загрязненная вода – главный источник заражения холерой, дизентерией, сальмонеллезом, брюшным тифом и другими кишечными инфекциями, а также лептоспирозом и нередко туляремией, возбудители которых выделяются вместе с испражнениями больных и носителей и вместе со сточными водами поступают в воду открытых водоемов, а оттуда нередко и в питьевую воду. Хотя патогенные бактерии слабо приспособлены к существованию в воде, где на них оказывает неблагоприятное действие солнечный свет и различные другие факторы, включая конкурентную водную микрофлору, многие из них могут достаточно длительное время сохраняться в воде. Более того, в летнее время при наличии в воде органических веществ, щелочном уровне pH и благоприятной температуре некоторые из них, в том числе холерный вибрион, могут даже размножаться. Заразиться можно и через лед, в котором патогенные бактерии могут сохраняться в течение нескольких недель и даже месяцев. Многие патогенные микроорганизмы (холерный вибрион, возбудитель туберкулеза и др.) могут сохраняться в воде до нескольких месяцев.

Питьевая вода должна поступать животным только из подземных источников.

Почва – это самый верхний рыхлый слой земной коры, покрытый растительностью и обладающий плодородием.

Почва является главным резервуаром и естественной средой обитания микроорганизмов в природе, которые принимают активное участие в процессах формирования и самоочищения почвы, а также в кру-

говороте веществ в природе (азота, углерода, серы, железа и других соединений). Почва формируется из горных пород, разрушающихся под действием ветра, воды, живых организмов, и из органических соединений, образующихся в результате гибели и разложения растений и животных. Разнообразные микроорганизмы почвы обитают в водных и коллоидных пленках, которые как бы обволакивают почвенные частицы. Широко осуществляется передвижение и расселение почвенных подвижных бактерий по гифам грибов, вокруг которых также обнаруживаются микроскопические тонкие водные пленки.

В почвообразовании участвуют три группы организмов: зеленые растения, микроорганизмы и животные, образующие на суше сложные биоценозы. При совместном воздействии организмов в процессе их жизнедеятельности осуществляются важнейшие звенья почвообразования: синтез и разрушение органического вещества, избирательная концентрация биологически важных элементов, разрушение и новообразование минералов, миграция и аккумуляция веществ и другие явления, составляющие сущность почвообразовательного процесса и определяющие формирование главного свойства почвы – плодородия. Вместе с тем функции каждой из этих групп как почвообразователей различны.

Качественный состав микрофлоры почвы очень разнообразен: множество видов бактерий (преимущественно спорообразующих), актиномицетов, спирохет, архебактерий, простейших, сине-зеленых водорослей, микоплазм, грибов, вирусов. Состав и соотношения между различными группами микроорганизмов изменяются в зависимости от вида почвы, способов ее обработки, содержания органических веществ, влаги, от климатических условий и многих других причин. Так, в песчаных почвах, хорошо аэрирующихся, преобладают аэробные микроорганизмы, в глинистых, влагоемких, в которые проникновение кислорода затруднено, живут в основном анаэробы. Микроорганизмы почвы способны размножаться при температуре от 25 до 45 °С, термофильные – при более высокой температуре.

Микроорганизмы находятся в сложном биоценозе, характеризующемся антагонистическими и симбиотическими взаимоотношениями как между собой, так и с растениями. В околокорневой зоне растений бактерий особенно много: они образуют зону интенсивного размножения и повышенной активности, называемую *ризосферой*. Микрофлора ризосферной зоны почвы значительно богаче, разнообразнее и отличается специфичностью для каждого вида растений. Микроорганизмы обладают положительным хемотаксисом в отношении корневых выде-

лений растений и, участвуя в процессах минерализации органических соединений (накапливающихся отмерших клеток корней), обеспечивают растения легкоусвояемыми минеральными веществами, веществами типа витаминов и ауксинов, способствующими активизации метаболизма растений. В самой почве идет непрерывная борьба за существование, конкуренция за питание, кислород и т. д. Нередко жизнедеятельность одних групп бактерий подавляется действием антибактериальных веществ, или бактериоцинов, выделяемых другими группами.

Количество микроорганизмов в почве достигает нескольких миллиардов в 1 г. Больше всего содержится их в унавоженной почве и почве, подвергающейся обработке (пахоте и аэрации), – до 4,8–5,2 млрд., меньше – в лесной почве, в песках – 1,2–0,9 млрд. Живая масса микроорганизмов в почве на 1 га в среднем составляет около 1000 кг. Численность микроорганизмов подвержена сезонным колебаниям: весной число особей увеличивается, достигая максимума к лету, в разгар лета уменьшается, по-видимому, в результате наиболее активного воздействия солнечных лучей, осенью опять увеличивается и снижается зимой.

Распределение микробов в почве неравномерно (прил. 3). На поверхности и в слое толщиной 1–2 мм относительно мало микробов, несмотря на постоянное обсеменение почвы, что объясняется губительным действием ультрафиолетовых лучей солнца и высушивания. Наиболее обильна микрофлора в почве на глубине 10–20 см. В этом слое протекают основные биохимические процессы превращения органических веществ, обусловленные жизнедеятельностью разнообразных микроорганизмов, последовательно сменяющих друг друга. В более глубоких почвенных слоях микрофлора становится скудной, и на глубине 4–5 м микроорганизмы обнаруживаются в очень малом количестве. Вода, получаемая из артезианских скважин, практически стерильна, что можно объяснить фильтрационными свойствами почвенных комочков и отсутствием для питания бактерий необходимых органических соединений.

В составе микрофлоры почвы принято выделять так называемые физиологические группы микроорганизмов, которые участвуют в различных процессах и на разных этапах постепенного разложения органических веществ.

1. Бактерии-аммонификаторы, являющиеся гнилостными микроорганизмами, вызывают гниение остатков растений, трупов животных, разложение мочевины. В процессе гниения участвуют аэробные бактерии *B. subtilis*, *B. mesentericus*, *Serratia marcescens*, бактерии рода

*Proteus*; грибы рода *Aspegillus*, *Mucor*, *Penicillium*; анаэробы *C. sporogenes*, *C. putrificum*; уробактерии *Urobacillus pasteuri*, *Sarcina ureae*, расщепляющие мочевины.

2. Нитрифицирующие бактерии: *Nitrosomonas* и *Nitrobacter*. *Nitrosomonas* обладают способностью окислять аммиак (образующийся как результат жизнедеятельности аммонифицирующих бактерий) до азотистой кислоты, образуя нитриты. При деятельности *Nitrobacter* азотистая кислота окисляется до азотной и превращается в нитраты. Нитрифицирующие бактерии были открыты в 1899 году основателем почвенной микробиологии С. Н. Виноградским, который показал, что процесс нитрификации идет в два этапа и нитрифицирующие бактерии обладают автотрофными свойствами и исключительной специфичностью действия. Значение микробов в процессе нитрификации очень точно охарактеризовано самим С. Н. Виноградским: «Микробы являются главными агентами вызванного жизнью и необходимого для правильной смены жизни круговорота веществ; они являются живыми носителями бесчисленно разнообразных реактивов, можно даже сказать, воплощенными реактивами, без которых немислимы были бы многие из необходимых процессов, составляющих этот круговорот, и нам ясно, что только основные качества живых существ – способности размножения, распространения, приспособления и наследственность – обеспечивают этим процессам должную пластичность, самопроизвольность и неизбежность».

3. Азотфиксирующие бактерии. Клубеньковые и свободноживущие азотфиксирующие бактерии обладают исключительной способностью усваивать из воздуха атмосферный азот и в процессе жизнедеятельности образуют из молекулярного азота белки и другие органические соединения азота, которые используются растениями.

4. Бактерии, расщепляющие клетчатку, вызывающие различные виды брожений, наблюдаемые при разложении микробами органических соединений углерода (молочнокислое, спиртовое, маслянокислое, уксусное, пропионовокислое, ацетонобутиловое и др.).

5. Бактерии, участвующие в круговороте серы, железа, фосфора и других элементов – серобактерии, железобактерии и т. д., разнообразные виды которых осуществляют окисление и восстановление этих соединений в природе.

Следует помнить, что микроорганизмы могут выполнять различные физиологические функции, поэтому такое выделение групп условно, к тому же процессы, протекающие в почве, всегда взаимосвязаны, по-

следовательность, направление, темпы их развития зависят от условий окружающей среды.

### **Грибы.**

Грибы составляют царство *Mycota*, в которое входят эукариотические организмы относительно простой организации – от одноклеточных до нитчатых, мицелиальных, размножающихся спорами. Разрастаясь на поверхности или в глубине субстрата, грибы соприкасаются с ним клеточной оболочкой, через которую они выделяют во внешнюю среду ферменты и поглощают питательные вещества абсорбтивным путем. Такой тип взаимодействия с субстратом определяет положение грибов как редуцентов органических веществ в экосистемах. Почвенные грибы представляют самую крупную экологическую группу, участвующую в минерализации органических остатков растений и животных и в образовании почвенного гумуса.

Признаки грибов, придающие им черты сходства с растениями, следующие: полярность клетки; неограниченный верхушечный рост; наличие ригидной клеточной стенки, вакуолей, поперечных перегородок; способность к синтезу витаминов.

Общие с животными признаки грибов: отсутствие хлорофилла, гетеротрофный тип питания; наличие в клеточной стенке хитина, а не целлюлозы; образование мочевины в процессе азотного обмена; синтез запасных углеводов в форме гликогена; формирование лизосом в цитоплазме; сходная первичная структура дыхательных ферментов – цитохромов и транспортных РНК. Однако у них имеются свойства, характерные только для царства *Mycota*, а именно: мицелиальная структура вегетативного тела; сложные ядерные циклы и плеоформизм; многоядерность и гетерокариоз (разнокачественность ядер в одной клетке); дикариоз (длительное существование в одной клетке двух ядер, одновременно делящихся и имитирующих диплоидное ядро).

В наземных биогеоценозах основная масса грибов сосредоточена в почве, где их мицелий достигает общей длины 700–1000 м в 1 г почвы.

Среди почвенных грибов выделяют пять экологических групп на основании главным образом их взаимоотношений с высшими растениями:

- паразиты, находящиеся в почве большей частью в виде спор или покоящихся форм;
- факультативные паразиты подземных и наземных частей растений;
- сапрофиты;
- микоризообразователи;
- хищные грибы.

Выделяют также большую группу грибов-симбионтов, сожительствующих с водорослями и цианобактериями в составе лишайников.

Среди грибов-сапрофитов наиболее распространены плесневые из родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Rhizopus*. В аэробных условиях они синтезируют и выделяют во внешнюю среду разнообразные гидролитические ферменты, расщепляющие за сутки клетчатку, лигнин, жиры, белки и другие органические соединения. Грибы разлагают в 2–7 раз больше органического вещества, чем потребляют. Они участвуют также в минерализации гумуса почвы.

### **Водоросли.**

Почвенными водорослями называют экологическую группировку тех видов водорослей, жизнь которых постоянно связана с почвой. Это простые одноклеточные организмы, нити или колонии. Среди них различают наземные формы, которые при благоприятных условиях разрастаются на поверхности почвы в виде корочек или пленок; водно-наземные, живущие в водной среде постоянно влажных почв; собственно почвенные, обитающие в толще почвенного слоя.

Почвенные водоросли распространены повсеместно, главным образом в поверхностных слоях почвы, где условия для них наиболее благоприятны. Влага – один из самых важных экологических факторов, определяющих распространение водорослей. Однако численность и биомасса их в одной и той же почве будет зависеть не только от влажности, но и от солевого режима и условий освещения. Количество клеток в 1 г почвы составляет от 5 тыс. до 1,5 млн., достигая максимальных значений в почвах, не занятых сплошным покровом высших растений, например в корковом солончаке. Биомасса их в слое 0–10 см достигает иногда сотен килограммов на 1 га.

Функции водорослей в почвах определяются, прежде всего, их принадлежностью к фотоавтотрофной группе организмов – первичным продуцентам органического вещества. Продуктивность водорослей в наземных биогеоценозах несравнимо меньшая, чем продуктивность высших растений, однако их биомасса изменчива, она быстро накапливается при благоприятных условиях и легко минерализуется, а также служит пищей для беспозвоночных животных.

Потребность водорослей в питательных веществах различна. На свету водоросли благодаря наличию хлорофилла используют углерод (CO<sub>2</sub>). Источником азота для них служат минеральные формы этого элемента. Нитраты они усваивают легче других соединений. Водоросли, живущие в темноте, нуждаются в источниках органического

углерода и используют его из растительных остатков или из продуктов обмена веществ бактерий. В этих условиях лучший источник азота для них – аммонийный азот. Для водорослей благоприятно высокое содержание органических веществ, поэтому они в больших количествах встречаются в окультуренных и садовых почвах.

В болотных почвах и на рисовых полях водоросли улучшают аэрацию, усваивая растворенный  $\text{CO}_2$  и выделяя в воду кислород.

Также водоросли активно участвуют в процессах выветривания пород и в первичном процессе почвообразования.

Почвенные водоросли могут быть биоиндикаторами протекающих в почве процессов, газового и солевого режимов, загрязненности почв продуктами промышленной деятельности человека.

### ***Простейшие.***

*Protozoa* – микроскопические одноклеточные животные. Размеры их составляют 5–20 мкм, клетки могут быть шаровидной, овальной, сплюснутой или разветвленной формы. Они обычно подвижны и пластичны, т. е. легко изменяют форму.

Простейшие обнаружены во всех почвах независимо от типа и географического местонахождения. Однако их число в почве зависит от ее типа, содержания в ней органического вещества, влажности, сезона года, растительности и других факторов, колеблется в значительных пределах и может достигать нескольких миллионов в 1 г абсолютно сухой почвы. В засушливые периоды, а также зимой количество простейших в почве резко уменьшается, при этом они переходят в инертное состояние, в форму цист. Биомасса в благоприятных условиях достигает 30–40 г/м<sup>2</sup>.

У простейших складываются сложные отношения с другими почвенными микроорганизмами. Они поедают бактерии, клетки дрожжей и водорослей, проявляя при этом избирательность в выборе пищи. Есть среди простейших и сапрофаги. Некоторые питаются осмотрфоно. Основная их роль в почве – участие в разложении органического вещества и поедание клеток микроорганизмов. Так, почвенные амёбы, кроме других бактерий, активно поглощают клетки азотобактера. Уничтожая часть клеток, простейшие поддерживают численность азотобактера на определенном уровне; кроме того, биологически активные вещества простейших положительно влияют на фиксацию азота атмосферы почвенными микроорганизмами.

Некоторые исследователи считают, что простейшие, истребляя почвенные бактерии, оказывают вредное влияние на плодородие поч-

вы. Другие отмечают, что интенсивность микробиологических процессов в почве в присутствии *Protozoa* не только не ослабляется, но даже повышается. Возможно, что простейшие, поедая старые бактериальные клетки, облегчают размножение оставшихся и приводят к появлению значительного числа более молодых и биохимически активных особей.

В почве обитают представители трех классов простейших: жгутиконосцы (*Flagellata*), саркодовые (*Sarcodina*) и инфузории (*Ciliata*).

Жгутиконосцы – это простейшие, имеющие один или несколько жгутиков. Это самые мелкие формы среди почвенных простейших. Некоторые имеют размеры, сопоставимые с размерами бактерий, – 2–4 мкм. Среди жгутиконосцев есть виды, содержащие в клетках пигменты, в том числе хлорофилл, и способные к фотосинтезу. Это растительные жгутиконосцы, или фитомастигины. Они занимают промежуточное положение между растениями и животными. Типичный представитель – *Euglena viridis* (эвглена зеленая).

В почвах встречаются также зеленые *Chlamydomonas*, бурые *Cryptomonas*, желтоватые *Ochromonas*. Некоторые зеленые жгутиконосцы способны менять тип питания, теряя в темноте хлорофилл и переходя на осмотрофный обмен, это так называемые организмы со смешанным типом питания – миксотрофы.

Саркодовые включают голые и раковинные амёбы. Характерная их черта – непостоянная форма тела. Они не имеют жесткой пелликулы и образуют псевдоподии, в которые «переливается» плазма.

Раковинные амёбы преимущественно являются сапрофитами. Часть их тела заключена в панцирь, или раковину. Через отверстие псевдоподии вытягиваются наружу, а раковина играет защитную роль. Раковинные корненожки (тестациды) – характерные члены биоценоза сфагновых торфяников, а также кислых почв хвойных лесов. Тестациды развиваются в слое подстилки. Так как раковинки амёб долго сохраняются в почве, то их используют как один из показателей почвенной биодиагностики.

Инфузории – одна из наиболее многочисленных и прогрессирующих групп простейших. В основном это обитатели водоемов, и в почве их значительно меньше, чем других простейших. Клетки их более крупные, имеют многочисленные реснички, сгруппированные в продольные, косые или спиральные ряды.

### **Бактерии.**

Прокариоты – микроорганизмы с примитивной организацией ядерных структур. Они делятся на четыре группы по признаку строения на-

ружных покровов клетки: грациликеты, фирмикуты, молликуты и мендозикеты; первые три объединяются как эубактерии, четвертая составляет особый таксон – архебактерии.

Грациликеты – наиболее обширная и разнообразная по числу видов в физиологическим функциям группа прокариот, объединяющая фототрофные и хемотрофные бактерии.

Фототрофные грациликеты (*Photobacteria*) делятся на группы *Oxyphotobacteria* (с кислородным фотосинтезом) и *Anoxyphotobacteria* (с бескислородным фотосинтезом). К первой группе принадлежат цианобактерии, которые способны к азотфиксации, ко второй – пурпурные и зеленые бактерии.

Хемотрофные грациликеты имеют в почве многочисленных представителей, которые населяют главным образом те микрзоны, где имеется легкодоступное органическое вещество, так как большинство из них не способны к гидролизу полимеров.

Псевдомонады – мелкие одиночные подвижные бактерии, не образующие спор. Они, как правило, являются аэробами. Некоторые способны к денитрификации.

Азотобактерии (*Azotobacter*) – довольно крупные подвижные палочки с перитрихальным типом расположения жгутиков. Свободноживущие аэробные азотфиксаторы *A. chroococcum* – типичные обитатели нейтральных и щелочных почв. Способны образовывать цисты, которые устойчивы к высушиванию, но не к нагреванию. В кислых почвах распространены *Beijerinckia*. Это очень слизистые бактерии, в стадии развития которых нет цист.

Клубеньковые бактерии (*Rhizobium*) – подвижные палочки, не образующие спор. Они живут в свободном состоянии в почве, но способны внедряться через корневые волоски в корни бобовых растений и, размножаясь в клетках растения-хозяина, превращаться в неподвижные искривленные палочки – бактериоды. На этой стадии они фиксируют азот. Под влиянием этих бактерий ткань корня разрастается и образует клубеньки.

Энтеробактерии – многочисленная группа палочковидных бактерий. Типичным представителем является *Proteus vulgaris* – обитатель почвы, но наиболее обильно развивается в навозе и в хорошо унавоженных почвах. Активный возбудитель гнилостного процесса, при котором происходит распад белков животного происхождения. Он способен также гидролизовать мочевины.

Миксобактерии и цитофаги – слизиобразующие скользящие бактерии. У них сложный цикл развития с образованием плодовых тел. Их вегетативные клетки – тонкие палочки, способные передвигаться по твердому субстрату, образуя плотные слизистые тяжи. При агрегации из клеток и слизи формируются плодовые тела разной формы и цвета. Клетки в созревших плодовых телах превращаются в микоспоры, которые способны на свежем субстрате прорасти в новые вегетативные палочки. Помимо почвы, миксобактерии растут на навозе травоядных животных, на коре деревьев. Они важные агенты разложения целлюлозы (*Polyangium*).

Спириллы имеют форму изогнутых или спиральных клеток. Они имеют один или пучок жгутиков на полюсах и очень подвижны. Среди них есть патогенные виды, сапрофиты, живущие в местах скопления остатков животного и растительного происхождения, и автотрофы, окисляющие молекулярный водород. На корнях некоторых трав обитают спириллы с высокой азотфиксирующей активностью (*Azospirillum*).

К олиготрофным почвенным бактериям относят и *Seliberia stellata*. Ее клетки имеют форму крупных (до 10–15 мкм) скрученных палочек. Размножение происходит путем отделения перетяжкой мелкой дочерней клетки со жгутиками. При росте на средах с гуматами железа происходит отложение гидрата окиси железа, поэтому их относят к железобактериям.

К грамположительным бактериям относят все прокариоты с эндогенными спорами и актиномицеты. Характерные признаки – это наличие ригидной клеточной стенки грамположительного типа и движение (если оно есть) за счет перитрихально расположенных жгутиков.

Спорообразующие бактерии – почти все хемогетеротрофы, использующие органические субстраты в процессах аэробного или анаэробного дыхания либо брожения. Общий признак – способность образовывать эндоспоры, которые обладают устойчивостью к нагреванию, токсичным веществам, ультрафиолетовому излучению и ионизирующей радиации.

Бациллы – аэробные свободноживущие или патогенные бактерии палочковидной формы. В почве они участвуют во многих процессах, связанных с разложением разных органических субстратов, составляя группу гидролитиков. Вызывают аммонификацию белков (*B. subtilis*, *B. mycoides*), мочевины (*B. pasteurii*), мочевой кислоты (*B. fastidiosus*), разложение фосфорорганических соединений (*B. megaterium*).

Спорообразующие анаэробы в почвах представлены родами *Clostridium*, *Desulfotomaculum*, *Anaerobacter*. Это довольно крупные палочки (от 3 до 30 мкм). Их споры устойчивы к нагреванию и кислороду. Среди них можно выделить несколько групп по физиологическим функциям:

- сахаролитические, сбраживающие простые углеводы, крахмал, пектин, целлюлозу;
- клостридии, разлагающие в анаэробных условиях белки и вызывающие гниение;
- пуринолитические, сбраживающие азотсодержащие гетероциклические соединения – пурины и пиримидины;
- сульфатредуцирующие, окисляющие органические кислоты или водород с использованием сульфатов в качестве акцептора водорода.

Коринеподобные бактерии – грамположительные прокариоты, характеризуются плеоморфным ростом с циклом «кокк – палочка – кокк».

К ним относится род *Arthrobacter*. Артробактерии – типичные обитатели почвенной среды. Это гетеротрофы, участвующие в процессах минерализации органических веществ в аэробных условиях. Их количество возрастает в почвах, бедных свежими органическими остатками, и в экстремальных условиях. Они составляют основную массу микробного населения почв тундры, высокогорных районов и пустынь.

Актиномицеты – это бактерии разной степени морфологической дифференциации, но сходные между собой по биохимическим показателям: высокому относительному содержанию ГЦ-пар в ДНК, составу 16S-рибосомальных РНК. Актиномицеты, иногда называемые лучистыми грибами (*Actinomycetes*), используют в качестве источника углерода разнообразные органические соединения. Они могут разлагать клетчатку, лигнин, перегнойные вещества почвы. Участвуют в образовании гумуса. Актиномицеты лучше развиваются в почвах с нейтральной или слабощелочной реакцией, богатых органическим веществом и хорошо обрабатываемых.

Микоплазмы – класс *Mollicutes*. Они не имеют ригидной клеточной стенки, так как не способны к синтезу предшественников пептидогликана – мурамовой и диаминопимелиновой кислот, и в связи с этим обладают высокой степенью плеоморфизма. Пограничный слой клеток представляет собой мембрану, в состав которой входят стеарины. Большинство микоплазм эти стеарины не синтезируют и нуждаются в их поступлении из внешней среды – от других живых клеток, с которыми они находятся в контакте. Их можно считать самыми мелкими из

всех известных организмов, имеющих клеточную структуру. Они распространены на растениях и животных, в сточных и чистых водах, в почве. Микоплазма *Metallogenium symbioticum*, распространенная в почве, участвует в окислении марганца и железа.

Археи составляют отдел *Mendosicutes*. К ним принадлежат:

- метаногенные – это бактерии, участвующие в процессе анаэробного разложения органического субстрата, конечным продуктом которого является метан;

- сероокисляющие – аэробные археобактерии, которые участвуют в окислении соединений серы и закисного железа в термоацидофильных условиях. Они представлены одним родом *Sulfolobus*;

- серовосстанавливающие – анаэробные археобактерии, восстанавливающие элементарную серу до сероводорода ( $H_2S$ ). Это экстремальные термофилы с оптимумом температуры от 85 до 105 °С (*Thermoproteus*, *Thermococcus*, *Thermodiscus*);

- галобактерии – участвуют в циклах углерода и азота в условиях сильного засоления. Они являются аэробами или факультативными анаэробами (*Haloarcula*, *Halobacterium*).

Обеззараживающая способность разных почв неодинакова, а почва может служить благоприятным питательным субстратом для патогенных микроорганизмов. Почва как субстрат, состоящий из твердой фазы и воды, служит естественным местом обитания возбудителей многих заразных болезней: клостридиозов, сибирской язвы, чумы, псевдотуберкулеза, листериоза, лептоспироза, эризипелоида, туберкулеза, мелиоидоза, синегнойной инфекции, дерматомикозов, микотоксикозов, холеры, иерсиниоза, сальмонеллеза. Из почвы напрямую и через растения многие виды микроорганизмов попадают в пищевые продукты как растительного, так и животного происхождения, далее они поступают в организм человека. При снижении иммунных свойств животных микробиота тела обсеменяет молоко и мясо.

Санитарное состояние почвы оценивают по коли-титру, количеству анаэробов, спорных и термофилов, наличию яиц гельминтов и специфических возбудителей инфекций. Для чистой почвы титр кишечной палочки – не более 1 мг, умеренно загрязненной – до 50 мг, для сильно загрязненной – 1–2 г.

Обезвреживание почвы, обсемененной патогенными микроорганизмами, проводят посредством механической обработки и посева растений. Применение химических веществ приводит к утрате почвой плодородия.

Микробы проникают в организм человека из воздуха, воды, пищи или от других людей через так называемые входные ворота инфекции – ротовую полость, поврежденную кожу или слизистые оболочки. Некоторые из них обитают в организме человека, не нанося ему вреда, а другие необходимы человеку для нормальной жизнедеятельности. Так, например, микрофлора толстого кишечника участвует в переваривании пищевых волокон, синтезирует некоторые витамины группы В, способствует защите организма от патогенных микробов. Микрофлора кишечника состоит из кишечных палочек, бифидумбактерий и многих других микроорганизмов. При нарушении состава микрофлоры развивается дисбактериоз, в кишечнике поселяются условно-патогенные микроорганизмы и даже возбудители кишечных инфекций, поэтому работники предприятий общественного питания должны сдавать анализ на бактерионосительство.

В ротовой полости микробов особенно много в так называемом зубном налете, в котором могут обитать микрококки, стрептококки, стафилококки, дрожжи и др. Источником заражения продуктов золотистым стафилококком могут быть воспаленные миндалины или десна, кариозные зубы и другие воспалительные процессы в ротовой полости и гортани. При поступлении на работу в кондитерский цех будущий работник должен проходить предварительный осмотр у отоларинголога и стоматолога, сдавать мазок из гортани на носительство золотистого стафилококка.

Руки человека наиболее подвержены загрязнению микробами. Загрязнение происходит при контакте с почвой, растениями, животными, предметами, продуктами питания или другими людьми. На руках кроме широко распространенных сапрофитных бактерий обнаруживаются возбудители самых разных болезней человека – дизентерийная и туберкулезная палочки, сальмонеллы, патогенные стафилококки и стрептококки, протей и др.

Патогенные (т. е. болезнетворные) микроорганизмы вызывают различные инфекционные заболевания людей и животных. Инфекционные заболевания человека возникают в результате внедрения в организм и размножения в нем патогенных микроорганизмов. Инфекции заразны, т. е. передаются от больного к здоровому человеку при контакте, а также через воздух, посуду, пищу или насекомых-переносчиков. В зависимости от механизма передачи различают воздушно-капельные, кровяные, кишечные и кожно-венерические инфек-

ции. Кишечные инфекции передаются с водой, пищей или через грязные руки.

Источником инфекции могут быть больные люди или бактерионосители – практически здоровые люди, в организме которых находятся болезнетворные микроорганизмы. Бактерионосительство формируется после перенесенного заболевания в результате самолечения или других причин.

Некоторые инфекционные заболевания могут передаваться человеку от больных животных и через продукты животноводства. Такие инфекции называются *зоонозами*. Они, как правило, не распространяются далее от человека к человеку.

Условно-патогенные микроорганизмы вызывают пищевые отравления, а не инфекции, так как для возникновения заболевания требуется предварительное значительное накопление в пище живых микробов и выделенных ими токсинов.

С целью профилактики инфекционных заболеваний и пищевых отравлений необходимо тщательно мыть руки перед приготовлением пищи, перед едой, после посещения туалета или работы с деньгами. Обнаружение кишечной палочки на руках работника пищевого производства указывает на несоблюдение им правил личной гигиены.

Тело более или менее крупного животного представляет для микроорганизмов целый мир с множеством экологических ниш. В естественных условиях организм любого животного населен большим количеством микроорганизмов. Среди них могут быть случайные формы, но для многих видов тело животного является основным или единственным местом их обитания. Характер и механизмы взаимодействий микроорганизмов с макроорганизмом многообразны и играют решающую роль в жизни и эволюции многих видов микроорганизмов. Для животного микроорганизмы – важный экологический фактор, определяющий многие стороны его эволюционных изменений.

С современных позиций нормальную микрофлору рассматривают как совокупность микробиоценозов, занимающих многочисленные экологические ниши на коже и слизистых всех открытых внешней среде полостей организма. В значительной части микрофлора одинакова у всех животных в сравниваемых биотопах, но в составе микробиоценоза имеются индивидуальные различия. Аутомикрофлора здорового животного остается постоянной и поддерживается гомеостазом. Ткани и органы, не сообщающиеся с внешней средой, стерильны. Организм и его нормальная микрофлора составляют единую экологиче-

скую систему: микрофлора служит своеобразным «экстракорпоральным органом», играющим важную роль в жизнедеятельности животного. Будучи биологическим фактором защиты, нормальная микрофлора является тем барьером, после прорыва которого индуцируется включение неспецифических механизмов защиты.

Кожный покров тела имеет свои области, свой рельеф, свою «географию». Клетки эпидермиса кожи постоянно отмирают, и пластинки рогового слоя слущиваются. Поверхность кожи постоянно «удобряется» продуктами выделения сальных и потовых желез. Потовые железы обеспечивают микроорганизмы солями и органическими соединениями, в том числе азотсодержащими. Выделения сальных желез богаты жирами. Микроорганизмы заселяют главным образом участки кожи, покрытые волосами и увлажненные потом. На участках кожи, покрытых волосами, находится около  $1,5 \cdot 10^6$  клеток/см. Некоторые виды микроорганизмов находятся на строго определенных участках тела.

Обычно на коже преобладают грамположительные бактерии. Типичными обитателями кожи являются различные виды *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Propionibacterium*, *Corynebacterium*, *Brevibacterium*, *Acinetobacter*.

Для нормальной микрофлоры кожи характерны такие виды *Staphylococcus*, как *St. epidermidis*, но не упомянутый *St. aureus*, развитие которого здесь свидетельствует о неблагоприятных изменениях микрофлоры организма. Представители рода *Corynebacterium* иногда составляют до 70 % всей кожной микробиоты. Некоторые виды являются липофильными, т. е. образуют липазы, разрушающие выделения жировых желез.

Большинство микроорганизмов, населяющих кожу, не представляет какой-либо опасности для хозяина, но некоторые, и прежде всего *St. aureus*, условно-патогенные.

Нарушение нормального сообщества бактерий кожи может иметь неблагоприятные последствия для макроорганизма.

На кожных покровах микроорганизмы подвержены действию бактерицидных факторов сального секрета, повышающих кислотность (соответственно значение pH снижается). В подобных условиях живут преимущественно *Staphylococcus epidermidis*, микрококки, сарцины, аэробные и анаэробные дифтероиды. Другие виды – *Staphylococcus aureus*, 2-гемолитические и негемолитические стрептококки – правильнее рассматривать как транзиторные. Основные зоны колонизации – эпидермис (особенно роговой слой), кожные железы (сальные и

потовые) и верхние отделы волосяных фолликулов. Микрофлора волосяного покрова идентична микрофлоре кожи.

Постоянные обитатели кожи животных – стафилококки, стрептококки, сарцины, актиномицеты, микрококки, вызывающие гнойные процессы: фурункулы, гнойники, флегмоны и др.

Из палочковидных форм обнаруживают кишечную, синегнойную, псевдодифтерийную.

## 1.7

Инфекционные заболевания были известны человечеству с древнейших времен. Естественно, однако, что у народов глубокой древности не могло быть правильного представления об истинных возбудителях заразных (инфекционных) болезней. Например, греческий ученый Гиппократ (жил 2400 лет назад) высказал предположение о том, что причинами заразных болезней являются ядовитые испарения воздуха – миазмы.

Только с середины XIX века в результате исследовательских работ основоположников медицинской микробиологии (Л. Пастер, И. И. Мечников, Р. Кох, Д. И. Ивановский и др.) было установлено, что возбудителями инфекционных заболеваний являются определенные виды микроорганизмов, которые получили название болезнетворных патогенных, в отличие от других, существующих в природе неболезнетворных микробов – сапрофитов.

(от лат. *inficio* – вношу что-либо извне, загрязняю) в собственном смысле этого слова означает заражение, т. е. внедрение в организм и размножение в нем патогенных микробов. Однако «проникновение патогенного микроба в чувствительный организм вовсе не обязательно вызывает соответствующее заболевание» (И. И. Мечников).

В лимфоидной ткани миндалин у многих здоровых людей можно обнаружить стрептококки, стафилококки, пневмококки и другие патогенные микробы, не причиняющие человеку вред в силу невосприимчивости в данный момент. В ряде случаев палочка брюшного тифа, холерный вибрион могут жить в кишечнике, не вызывая заболевания. В то же время многие бактерии, считающиеся безвредными сапрофитами, в определенных условиях, понижающих резистентность макроорганизма, могут привести к патологическим изменениям. Так, *E. coli* – постоянный обитатель кишечника, попав в почки, мочевой

или желчный пузырь, может вызвать в этих органах воспалительный процесс.

Каждый микроб в момент выделения из организма обладает более высокой степенью вирулентности. Попадая во внешнюю среду, подвергаясь высушиванию, действию света, микробы становятся менее опасными, так как воздействие различных факторов внешней среды понижает вирулентность бактерий. Свежевыделенные из организма животного штаммы микробов обладают большой вирулентностью; пересевы на искусственные питательные среды рано или поздно понижают вирулентность.

Например, несколько бацилл сибирской язвы, взятых из крови павшего животного и сразу введенных под кожу белой мыши, вызывают гибель последней. При повторных посевах на питательные среды доза, в десятки раз превосходящая первоначальную, уже не всегда вызывает смерть животного.

Выращивание микроба при высокой, неблагоприятной для него температуре, воздействие на культуру прямого солнечного света, кислорода, высушивания, незначительных количеств дезинфицирующих веществ – все это вызывает понижение вирулентности.

Под понимают сложный процесс взаимодействия макро- и микроорганизма, который проявляется в совокупности разнообразных клинических симптомов, возникающих в организме вследствие проникновения, размножения и действия в нем болезнетворных микробов.

В современной микробиологии имеется много данных, свидетельствующих о том, что патогенные микробы произошли от сапрофитных форм в процессе продолжительной эволюции вида. Об этом говорят следующие факты.

В природе существуют микробы-двойники, морфологически и биологически сходные с патогенными микробами, но не обладающие болезнетворными свойствами. Это явление может быть отнесено почти к любому виду патогенных микробов.

Развитие инфекционного процесса зависит от взаимодействия трех факторов:

- 1) *микроорганизма* – возбудителя заболевания;
- 2) *макроорганизма*;
- 3) *окружающей среды*, которая оказывает влияние на свойства макро- и микроорганизма.

Микробы, способные вызывать заболевания, должны быть *патогенными и вирулентными*.

**Патогенность микробов.** Патогенность – это видовой признак микроорганизма, приобретенный в процессе эволюции и адаптации к животному или человеческому организму и заключающийся в способности оказывать на организм болезнетворное действие, вызывать болезнь; это видовой признак микроба. В качестве патогенных микробов можно привести *Bacillus larvae*, *Bac. thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, а непатогенных – *Bac. subtilis*, *Bac. mycoides*, *Sarcina lutea*.

Различают микроорганизмы фитопатогенные, или патогенные для растений, и зоопатогенные, или патогенные для животных. Из зоопатогенных выделяют группу микроорганизмов энтомопатогенных, или патогенных для насекомых. Энтомопатогенные микроорганизмы, в свою очередь, патогенны только для определенных видов насекомых. Одни виды, например *Bacillus larvae*, патогенны для пчел и непатогенны для чешуекрылых, а другие, наоборот, патогенны для чешуекрылых и непатогенны для пчел. Патогенность микроорганизмов устанавливают методом опытных заражений.

Микроорганизмы одного и того же вида, выделенные из разных мест и обладающие какими-либо особыми свойствами, отличиями, называются *штаммами*.

Разные штаммы одного и того же вида патогенного микроба могут обладать разной способностью вызывать болезнь. От одних штаммов болезнь возникает при заражении небольшим количеством микробов, а от других – только от больших количеств. Такое различие в степени патогенности микроба называется *вирулентностью*.

**Вирулентность** – это свойство микроба проникать в ткани макроорганизма, жить, размножаться и распространяться в них, противостоять тем неблагоприятным влияниям, которые оказывают на него биологические реакции организма, и выделять различные ядовитые вещества, которые обуславливают клиническую картину инфекционного заболевания.

Вирулентность – индивидуальное качество, определяется минимальной смертельной (летальной) дозой (LD). Так как у насекомых существуют большие различия в индивидуальной восприимчивости к патогенному микробу, то принято определять среднюю летальную (смертельную) дозу LD<sub>50</sub>, устанавливаемую по гибели 50 % подопытных насекомых.

Вирулентность микробов изменчива. Она может повышаться, может снижаться. Снижению вирулентности способствуют пассажи (заражения) через маловосприимчивых насекомых или других животных; длительное культивирование в лабораторных условиях; выращивание при чрезмерно высокой температуре; выращивание при отсутствии или недостаточном количестве каких-либо питательных веществ; выращивание при добавлении ядовитых веществ, воздействие бактериофага, солнечных лучей, высушивание.

Повышению вирулентности микробов способствуют многократные пассажи через восприимчивых насекомых; пассажи культуры микробов вместе с муцином, крахмалом или другими веществами через организм насекомых; пассажи через насекомых ассоциаций (нескольких видов) микробов; отбор наиболее вирулентных микробов.

Вирулентность – сложное биологическое явление, обусловленное рядом факторов.

1. Имеется ряд фактов, дающих основание рассматривать капсулы и капсулообразование как приспособляемость патогенных микроорганизмов к неблагоприятным условиям жизни в организме животных и человека. Капсулу или капсульное вещество содержат многие бактерии, например возбудитель европейского гнильца (*Striptococcus pluton*), микробы септицемии, гафниоза. Капсульное вещество состоит из сложного углеводно-липидного комплекса.

2. Диссоциация (расщепление) бактерий. Установлено, что вирулентные микроорганизмы в процессе роста расщепляются на две формы: более вирулентные S-формы, образующие гладкие колонии, и авирулентные R-формы, образующие шероховатые колонии. Из этого правила имеются исключения. Бактерии, образующие в вирулентном состоянии шероховатые колонии, в процессе диссоциации образуют авирулентные гладкие колонии.

3. Выделение ферментов, разрушающих ткани организма насекомых. Так, некоторые энтомопатогенные микробы, например грибы *Aspergillus flavus*, *Beauveria bassiana*, *Isaria farinosa*, выделяют фермент хитиназу, расщепляющую хитин и позволяющую им размножаться на покровах насекомых. Некоторые микроорганизмы, такие, например, как стрептококки, выделяют фермент гиалуронидазу, разрушающую ткани насекомого.

4. Способность выделять токсины, вызывающие омертвление тканей и гибель насекомого. Высокой токсигенностью обладают кристаллы ромбовидной, кубовидной и лимоновидной форм, которые образуют

*Bacillus thuringiensis* в процессе спорообразования. Эти кристаллы белковой природы растворяются в щелочном желудочном соке гусениц чешуекрылых насекомых (например, тутового шелкопряда, восковой моли), всасываются в тело насекомого и вызывают его гибель. Бактерия *Pseudomonas aeruginosa* также продуцирует токсин, обладающий протеолитическими свойствами. Этот токсин вызывает гибель восковой моли.

5. Выделение антибиотических веществ, подавляющих рост других микроорганизмов. Так, *Bacillus larvae* выделяет антибиотик, тормозящий развитие других микробов. *Chromobacterium prodigiosum* выделяет антибиотик продиозин, также задерживающий рост других бактерий.

, или В фильтрах бульонных культур некоторых патогенных кокков, дифтерийной палочки и ряда других микробов обнаружено вещество, способное увеличивать проницаемость ткани, особенно соединительной, для микроорганизмов и других посторонних веществ (фактор Дюрана Рейнальса).

Фактором распространения является фермент гиалуронидаза, расщепляющий гиалуроновую кислоту, входящую в состав соединительной ткани.

Нужно, однако, добавить следующее:

1) фермент гиалуронидаза обнаружен не у всех микробов: его не продуцируют, например, туберкулезная микобактерия, менингококк, *Vac. anthracis* и другие бактерии;

2) к факторам распространения, помимо гиалуронидазы, относят и ряд других веществ, например, полисахариды, содержащиеся в капсуле пневмококков.

Патогенные микробы обладают способностью выделять особые ядовитые продукты – токсины, значение которых в патогенезе инфекционных заболеваний чрезвычайно велико. Одни ядовитые вещества выделяются живой бактериальной клеткой в окружающую среду и в связи с этим легко могут быть отделены от тела клетки. Такие легко диффундирующие яды называются *экзотоксинами*.

Яды, содержащиеся внутри цитоплазмы и выделяющиеся во внешнюю среду только после гибели и разрушения клеток, называются *эндотоксинами*.

Экзотоксины выделяют дифтерийная, столбнячная палочки, возбудители газовой гангрены, ботулизма, стафилококки, стрептококки, дизентерийная палочка Григорьева – Шига. Эндотоксины обнаружены

у брюшнотифозной и дизентерийной палочек, у холерного вибриона, возбудителя чумы, туберкулеза и других микробов.

Экзотоксины являются белками и отличаются небольшой стойкостью. Нагревание до температуры 80 °С разрушает их почти моментально. Низкая же температура на токсин не действует.

*Характерными свойствами экзотоксинов являются:*

- 1) действие в малых дозах;
- 2) специфичность;
- 3) антигенность;
- 4) лабильность;
- 5) действие через определенный срок после введения.

Токсины действуют в малых количествах: 0,01–0,0005 г дифтерийного токсина вызывает смертельное отравление морской свинки массой 250 г; 0,000001 мл яда ботулизма приводит к гибели белой мыши и т. д.

**Специфичность** – это свойство токсина при воздействии на макроорганизм вызывать определенные, характерные лишь для этого токсина явления.

Так, например, столбнячный яд обуславливает спазматические сокращения двигательных мышц, дифтерийный токсин оказывает некротизирующее и паралитическое действие и т. п.

**Антигенность** токсина выражается в том, что при введении его в макроорганизм в нем вырабатываются антитоксины (вещества, нейтрализующие токсин).

После введения токсина в организм его действие проявляется лишь через известный срок. Например, действие дифтерийного токсина на морскую свинку проявляется через 12–15 часов.

**Лабильность** – способность быстро разрушаться под влиянием высокой температуры, света, химических веществ.

Эндотоксины менее токсичны, чем экзотоксины, и не обладают специфическим действием на организм животных. Их действие выражается в явлениях общего отравления. При иммунизации животных бактериями, выделяющими эндотоксины, вырабатываются антитела против самих микробов, а не против их ядов. Эндотоксины, являясь по своей химической природе глюколипоидополипептидным комплексом, выдерживают нагревание до температуры 80–100 °С.

– вещества, выделяемые микроорганизмами в процессе их жизнедеятельности и угнетающие защитные функции организма (фагоцитоз, лизис бактерий).

Они были получены чехословацким микробиологом О. Байлем из перитонеального экссудата животного, погибшего от сибирской язвы. Фильтраты экссудатов при различных инфекциях сами по себе безвредны, но будучи прибавлены к несмертельной дозе культуры соответствующего микроба, вызывают смертельно протекающее заболевание.

Агрессины обнаружены у многих микробов: бактерий брюшного тифа, паратифов, холеры, сибирской язвы, чумы, туберкулеза, дифтерии, стафилококка, стрептококка, пневмококка и кишечной палочки. Природа агрессивных до настоящего времени остается неизвестной.

называются острые, нередко массовые заболевания, возникающие при употреблении пищи, содержащей большое количество живых условно-патогенных микроорганизмов (десятки и сотни миллионов в 1 г продукта) и их токсинов, выделяемых при размножении и гибели микробов.

Токсикоинфекции характеризуются массовостью, внезапным одномоментным началом, территориальной ограниченностью, выраженной связью с употреблением определенного продукта или блюда и прекращением вспышки после изъятия продукта.

**Возбудителями токсикоинфекций** могут быть бактерии группы кишечной палочки (колиформы), бактерии рода протей, палочки перфрингенс и цереус, парагемолитический вибрион и другие бактерии. Эти микроорганизмы относятся к группе условно-патогенных микробов, вызывающих заболевание только при попадании в организм очень большого количества (более 10<sup>5</sup> микробных клеток на 1 г продукта) микробов определенных штаммов (серотипов). Такое накопление микробов происходит в пищевых продуктах и пище в результате их размножения при грубых нарушениях санитарных правил обработки и хранения и сроков реализации продуктов. Чаще всего заболевания связаны с употреблением пищи, прошедшей тепловую обработку и вторично инфицированной. Вспышки токсикоинфекций наблюдаются преимущественно в теплое время года.

В группу колиформных бактерий входят *E. coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter* и другие бактерии группы кишечной палочки (БГКП). Эти бактерии широко распространены в природе, содержатся в кишечнике человека, домашнего скота, птицы и др.

С выделениями из кишечника колиформы попадают в почву и на различные объекты внешней среды. На предприятиях общественного питания основным источником токсикоинфекции может быть работ-

ник – бактерионоситель условно-патогенных штаммов *E. coli* и БГКП, не соблюдающий правила личной гигиены.

Такие токсикоинфекции часто связаны с употреблением молока и молочных продуктов, картофельного пюре, салатов, моллюсков и блюд, не прошедших тепловую обработку перед употреблением. Мясные и рыбные блюда, особенно изделия из фарша, и другие блюда могут стать причиной отравления, если после недостаточной тепловой обработки длительно хранились без охлаждения. Заболевание может напоминать легкие формы дизентерии, возникают тошнота, рвота, боли в животе, диарея. Дисфункция кишечника продолжается не более 1–3 дней.

Протейные палочки (*Proteus vulgaris* и *Proteus mirabilis*) широко распространены в окружающей среде. Они относятся к гнилостным бактериям и содержатся в гниющих отходах. Протейные палочки могут находиться в кишечнике человека и животных. Работник-бактерионоситель может инфицировать любой продукт или блюдо. Протейные палочки длительное время сохраняются и размножаются в пищевых продуктах. Чаще всего токсикоинфекции, вызываемые протейями, связаны с употреблением белковых продуктов: мясных продуктов и изделий, мясных салатов, рыбы и рыбных изделий, паштетов и др. Изменения органолептических свойств пищи при заражении не происходит.

Источником инфицирования блюд очень часто являются загрязненные остатками пищи посуда, инвентарь и оборудование. Обсеменение может происходить при использовании одних и тех же разделочных досок, ножей и мясорубок для сырых и вареных продуктов.

Так как протейная палочка погибает при тепловой обработке, обнаружение ее в готовой продукции говорит о нарушениях режима тепловой обработки или плохой санитарной обработке инвентаря, посуды и оборудования, а также о несоблюдении условий хранения и сроков реализации. Заболевание сопровождается схваткообразными болями в животе, дисфункцией кишечника, лихорадкой. Выздоровление наступает через 2–5 дней.

Фекальные стрептококки (энтерококки) относятся к постоянным обитателям кишечника человека, животных и птиц, могут находиться в верхних дыхательных путях бактерионосителей. Энтерококки интенсивно размножаются в изделиях из фарша, пудингах, кремах и др. При массовом накоплении в пище вызывают ослизнение продукта и

неприятный привкус. У заболевших наблюдаются диарея, лихорадка, реже тошнота и рвота.

Пищевые токсикоинфекции могут вызываться также спорообразующей анаэробной палочкой перфрингенс (*Clostridium perfringens*). Основная роль в возникновении пищевых токсикоинфекций принадлежит *Clostridium perfringens* типа А. Во внешней среде, в почве перфрингенс находится в виде спор, устойчивых к любым внешним воздействиям. Споры этих палочек выдерживают длительное кипячение (до 6 часов).

Местом пребывания перфрингенс часто является кишечник травоядных животных. Поэтому наиболее частой причиной заболевания бывают консервированное мясо, а также мясные колбасные и кулинарные изделия и др. Опасность могут представлять мясные изделия в вакуумной упаковке, студни, блюда с подливами и соусами. Отмечается обсемененность палочками перфрингенс муки, круп, специй, зелени. При длительном хранении готовой пищи в тепле споры могут прорасти и в продукте быстро накопится значительное количество живых микроорганизмов.

Токсикоинфекция, вызванная палочками перфрингенс, имеет инкубационный период 6–24 часа и протекает достаточно легко. В некоторых случаях (при серотипе С) возникает некротический энтерит, который может иметь смертельный исход.

Спорообразующие аэробные бактерии цереус (*Bacillus cereus*) могут являться причиной пищевых токсикоинфекций. Они широко распространены и встречаются в почве, воде, воздухе, растительных продуктах. Пищевые отравления возникают после употребления некачественных мясных, рыбных, молочных продуктов и блюд, в которые палочки вносятся в виде спор с мукой, крахмалом, специями. Изменения органолептических свойств блюд при размножении бактерий цереус не наблюдаются.

Токсикоинфекция цереусной природы возникает через 6–15 часов после употребления блюда, содержащего в 1 г более 10<sup>4</sup> микробных клеток. Заболевание протекает как диарея без рвоты и повышения температуры и характеризуется легким течением.

Рвотная форма отравления токсином цереусной природы относится к токсикозам, имеет короткий инкубационный период (0,5–6 часов) и сопровождается тошнотой и рвотой. Причиной отравления является употребление картофельного пюре, макарон, салатов, пудингов, блюд с соусом.

Парагемолитический вибрион (*V. parahaemolyticus*) обитает в морской воде и вызывает пищевые токсикоинфекции при употреблении недостаточно термически обработанных морских продуктов, чаще всего рыбы. Длительно сохраняется в этих продуктах при низких температурах, выдерживает вяление и копчение. При температуре 100 °С вибрионы быстро погибают. Заболевание может протекать остро с холероподобным или дизентериеподобным течением.

Причиной токсикоинфекций могут стать продукты и блюда, массово обсемененные такими бактериями, как клебсиелла, гафния, псевдомонас и др.

Профилактика токсикоинфекций основывается на многообразных мероприятиях, которые можно классифицировать в три основные группы.

*Мероприятия, направленные на предупреждение инфицирования пищевых продуктов и пищи:*

- выявление носителей патогенных форм кишечной палочки и другой условно-патогенной флоры и своевременное лечение работников, больных дисбактериозами;
- снижение обсемененности сырья и стерилизация специй;
- строгое соблюдение правил личной гигиены и санитарного режима предприятия, дезинфекция оборудования, инвентаря и посуды;
- исключение контакта сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;
- соблюдение правил механической обработки продуктов.

*Мероприятия, направленные на обеспечение условий, исключаящих массовое размножение микроорганизмов в продуктах:*

- хранение продуктов и готовой пищи в условиях холода при температуре ниже 6 °С;
- реализация готовой горячей пищи при температуре выше 65 °С, холодных закусок – ниже 14 °С;
- строгое соблюдение сроков реализации продукции;
- хранение и реализация консервов в соответствии с правилами.

*Мероприятия, направленные на уничтожение микроорганизмов, являющихся возбудителями токсикоинфекций, путем эффективной термической обработки пищевых продуктов:*

- тепловая обработка пищевых продуктов и изделий до достижения полной кулинарной готовности (85 °С – для птицы и натуральных мясных изделий, 90 °С – для рубленых изделий из котлетной массы);
- повторная тепловая обработка при изготовлении некоторых холодных блюд (студни, заливные), мясной или ливерной начинки для

блинчиков и пирожков, отварной птицы или мяса для первых и вторых блюд после порционирования и т. п., так как при механических операциях с вареными продуктами нередко вносятся условно-патогенные микроорганизмы.

Устойчивость организма к воздействию физических, химических и биологических патогенных факторов, способных вызвать заболевание, называется **резистентностью**. Различают неспецифическую и специфическую резистентность.

**Неспецифическая резистентность** обеспечивается барьерными функциями, фагоцитозом и содержанием в организме особых биологически активных, бактерицидных веществ-компонентов: лизоцима, пропердина, интерферона.

**Специфическая резистентность** организма обусловлена видовыми и индивидуальными особенностями организма при воздействии на него как активной (введение вакцин или анатоксинов), так и пассивной (введение иммунных сывороток) иммунизации против возбудителей инфекционных заболеваний.

(лат. *immunitas* – освобождение, избавление от чего-либо) – невосприимчивость организма к различным инфекционным агентам (вирусам, бактериям, грибкам, простейшим, гельминтам) и продуктам их жизнедеятельности, а также к тканям и веществам (например, ядам растительного и животного происхождения), обладающим чужеродными антигенными свойствами. Появление и накопление в организме клеток, отличающихся антигенной специфичностью (например, опухолевых клеток), также вызывает иммунную реакцию. Механизмы иммунитета обеспечивают постоянство состава собственных антигенов индивидуума. Иммунная система не только осуществляет защиту организма от разнообразных инфекционных и неинфекционных чужеродных агентов, но и участвует в регуляции функциональной, пролиферативной и репаративной активности клеток разных органов и систем организма.

Состояние иммунитета обеспечивают как наследуемые, так и индивидуально формируемые механизмы, которые позволяют не только распознавать и разрушать чужеродные агенты, но и запоминать их антигенную структуру, благодаря чему при повторном взаимодействии с теми же антигенами иммунный ответ возникает в более короткие сроки и бывает сильнее выраженным. В зависимости от свойств антигенов, вызывающих иммунный ответ организма, принято различать противобактериальный, противовирусный, противоопухолевый,

трансплантационный, противопаразитарный, антитоксический и другие виды иммунитета. Иммунную реакцию против собственных антигенов называют аутоиммунной.

Существуют разные *классификации видов и форм иммунитета*. Это обусловлено значительным разнообразием защитных факторов и механизмов иммунитета, которыми обладает организм.

Приведем наиболее простую классификацию видов и форм иммунитета:

1) \_\_\_\_\_ :

а) врожденный (или видовой);

б) приобретенный;

в) пассивный иммунитет новорожденных;

г) местный иммунитет органов и тканей;

2) \_\_\_\_\_ :

а) активный, возникающий после вакцинации;

б) пассивный, возникающий при введении в организм лечебных сывороток или иммуноглобулинов.

*Врожденный, или видовой, иммунитет* является наиболее прочной формой невосприимчивости организма, которая обусловлена врожденными, биологическими особенностями данного вида. Например, человек не болеет чумой рогатого скота, куриной холерой, рожей свиней. Животные, наоборот, невосприимчивы к заболеваниям человека: например, к гонорее, сифилису, дифтерии, холере. Эти свойства невосприимчивости к тем или иным заболеваниям передаются потомству по наследству. По-видимому, врожденный (видовой) иммунитет является следствием естественной невосприимчивости тканей организма к паразитированию определенных микробов. Большое значение в естественной невосприимчивости, очевидно, имеют биохимические процессы, происходящие в клетке. Врожденный иммунитет неспецифичен, так как действителен против возбудителей различных заболеваний. Однако он не абсолютен и может быть снижен при охлаждении, перегревании, авитаминозах, действии кортизона.

*Приобретенный иммунитет* возникает после того, как макроорганизм перенес инфекционную болезнь, поэтому его называют также постинфекционным. Приобретенный иммунитет индивидуален, потомству не передается. Он специфичен, так как предохраняет организм только от перенесенной болезни. Длительность постинфекционного иммунитета различна.

При одних заболеваниях, например чуме, туляремии, коклюше, кори, эпидемическом паротите, он пожизненный. Повторные заболевания возможны крайне редко. Длительный приобретенный иммунитет возникает также после заболевания брюшным тифом, холерой, натуральной и ветряной оспой, дифтерией, сыпным тифом, сибирской язвой. При некоторых инфекциях продолжительность приобретенного иммунитета невелика, и человек может несколько раз болеть одной и той же болезнью. Например, при бруцеллезе продолжительность постинфекционного иммунитета составляет 8–12 месяцев. Невосприимчивость к той или иной инфекционной болезни возникает не только при выраженной форме заболевания, но и при легких стертых и даже бессимптомных формах.

При большинстве инфекционных заболеваний развитие невосприимчивости к данному возбудителю идет параллельно освобождению организма от микробов, и после выздоровления человек освобождается от возбудителя. Иногда эту форму иммунитета называют стерильной. Существует также нестерильный, или инфекционный, иммунитет, который заключается в том, что невосприимчивость человека к повторному заражению микробом связана с наличием в организме того же возбудителя. Как только организм освобождается от него, человек снова становится восприимчивым к данному инфекционному заболеванию. Инфекционный иммунитет существует при туберкулезе, сифилисе, глубоких микозах, малярии.

Различают антибактериальный иммунитет, при котором защитные реакции организма направлены на уничтожение микробов, и антитоксический, при котором происходит обезвреживание токсичных продуктов микроорганизмов. Особенно большое значение антитоксический иммунитет имеет при столбняке, ботулизме, дифтерии, газовой гангрене, при которых экзотоксины возбудителей поражают различные органы и системы.

*Пассивный иммунитет новорожденных* также является естественной формой иммунитета. Он обусловлен передачей особых веществ – антител – из организма матери плоду через плаценту или через молоко матери новорожденному. Продолжительность такого иммунитета невелика (всего несколько месяцев), но роль его очень важна. Обычно дети, обладающие таким иммунитетом, маловосприимчивы к заражению и заболеваниям в первые 6 месяцев жизни.

*Местный иммунитет* как отдельная форма иммунитета был выделен А. М. Безредкой, который считал, что существует местная невос-

приимчивость различных органов и тканей к возбудителю. Современные достижения иммунологии во многом подтверждают правомерность теории местного иммунитета Безредки, однако механизмы возникновения местной невосприимчивости тканей намного сложнее, чем он предполагал.

Его создают в организме искусственно, чтобы предупредить возникновение инфекционной болезни, а также используют для лечения.

Различают *активную* и *пассивную* формы искусственного иммунитета.

*Активный искусственный иммунитет* создают у человека или животного при введении ему препаратов, которые получают из убитых или ослабленных микробов (вакцины) либо обезвреженных токсинов возбудителей (анатоксины). Продолжительность активного искусственного иммунитета при использовании вакцин из живых ослабленных микробов и анатоксинов составляет 3–5 лет, а в случае применения вакцин из убитых микробов – до 1 года.

*Пассивный искусственный иммунитет* возникает при введении в организм человека или животного специальных защитных веществ, которые получили название *иммунных антител*. Они содержатся в сыворотках переболевших людей. Антитела (иммунные сыворотки) можно получить, специально иммунизируя (заражая) животных определенными видами возбудителей.

Пассивный искусственный иммунитет сохраняется недолго, около месяца, до тех пор, пока существуют антитела в организме. Затем антитела разрушаются и выводятся из организма.

Деление иммунитета на различные виды и формы весьма условно. Как при врожденном, так и при приобретенном иммунитете защиту организма осуществляют одни и те же системы, органы и ткани. Их функция направлена на то, чтобы поддерживать в организме определенное постоянство внутренней среды, которое можно обозначить как нормальное состояние.

## 2.1.

Навоз – экскременты животных, перемешанные с соломой, торфом и опилками. Состав и удобрительные свойства навоза зависят от вида животных, корма, подстилки, системы уборки и хранения.

В навозе содержится много органических соединений, поэтому он является благоприятной средой для развития различных микроорганизмов. Содержание бактерий в навозе может достигать до огромных величин, особенно при благоприятных условиях (аэрация, температура). В навозе всегда находятся микроорганизмы, принимающие участие в почвообразовательных процессах (прил. 3), такие как аммонифицирующие, нитрифицирующие, денитрифицирующие, клетчатко-разлагающие или целлюлозоразлагающие, азотфиксирующие, актиномицеты, плесневые грибы. Кроме перечисленных микроорганизмов, в навозе всегда есть представители нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта животных, такие как кишечная палочка, энтерококки, большая группа молочнокислых бактерии, клостридии. Следовательно, с навозом в почву попадает огромное количество полезных микроорганизмов, что значительно усиливает микробиологические процессы в ней. Навоз приобретает свойства органического удобрения благодаря жизнедеятельности микробов. Состав навоза непостоянен, он зависит от соотношения в нем твердых и жидких выделений, количества и качества корма, вида животных и других факторов.

Различают навоз: *жидкий*, *полужидкий* и *твердый* (чаще с подстилочным материалом). Жидкий навоз получается при гидравлическом методе уборки помещения (влажностью до 93 %). Полуужидкий (пастообразный) навоз с влажностью до 85 % получается при содержании крупного рогатого скота и свиней без подстилки. Для получения твердого навоза животных содержат на подстилке из соломы или сфагнового торфа, влажность такого навоза равна 70–80 %.

Предупредить потери ценных веществ в навозе и частично обезвредить его можно путем правильного хранения. Существует несколько способов хранения навоза: под скотом, плотный (анаэробный), рыхло-плотный (аэробно-анаэробный) и рыхлый (аэробный).

*Хранение навоза под скотом.* При таком методе хранения навоз уплотняется, создаются анаэробные условия, вследствие чего исключаются бурные процессы жизнедеятельности бактерий, способствующие

щих потере азота, благодаря чему в навозе сохраняется большое количество ценных веществ. Но при таком методе хранения навоза в воздухе помещений накапливаются аммиак и другие газы, которые раздражают слизистые оболочки животных. Неубранный навоз может быть источником бактериальных и вирусных возбудителей, т. е. создает антисанитарные условия в помещениях, поэтому их лучше очищать от навоза.

*Плотное (анаэробное) хранение навоза.* Навоз укладывают в специально отведенном месте – навозохранилищах, плотно в штабеля шириной 3–4 м, высотой до 2 м, произвольной длины.

Сверху навоз герметизируют слоем торфа или земли толщиной 10–15 см. При этом создаются анаэробные условия, в которых медленно развиваются микробиологические процессы и происходит незначительное повышение температуры (до 25–35 °С). При такой укладке навоз перепревает только через 7–8 месяцев.

При *рыхло-плотном (аэробно-анаэробном) хранении* навоз в штабеле вначале укладывают рыхлым слоем, чтобы создать аэробные условия, при которых идут энергичные микробиологические процессы, температура повышается до 50–60 °С и разогретый навоз уплотняется. Через несколько дней следующий слой навоза снова укладывается рыхло и так до образования штабеля высотой 2 м. При этом азота теряется больше, чем при холодном способе.

При *рыхлом (аэробном) хранении* навоза создаются аэробные условия, что способствует бурному развитию микробиологических процессов. Аммонификаторы разлагают белковые вещества до аммиака, используемого аэробными нитрифицирующими бактериями, которые окисляют его до нитритов и нитратов, т. е. создают пищу для денитрификаторов. При создании анаэробных условий в глубоких слоях навоза денитрификаторы восстанавливают соли азотистой и азотной кислот до молекулярного азота, который улетучивается. Благодаря деятельности последних за 3–4 месяца хранения в таком навозе сохраняется 30–40 % органических веществ.

Микробиологические процессы интенсивно протекают на поверхности при достаточной аэрации. В глубоких слоях перепревание навоза идет медленно. В разогретой массе температура достигает 70–80 °С, что приводит к гибели и сапрофитных, и патогенных форм бактерий. При интенсивно протекающих микробиологических процессах происходят потери ценных веществ и среди них важных для растений – азота и фосфора.

Вопрос утилизации и обеззараживания навоза и сточных вод в промышленном животноводстве актуален до настоящего времени. Проблема приобрела не только медико-ветеринарное, хозяйственное, но и экологическое значение.

Больные животные и микробоносители, не имеющие явных признаков болезней, чрезвычайно опасны как выделители патогенных (болезнетворных) микробов во внешнюю среду.

Пути выделения возбудителей инфекционных болезней разнообразны. Это зависит от характера болезни, ее патогенеза, а также от соответствующего вида пораженных животных. Существуют инфекционные болезни, при которых возбудители выделяются преимущественно с фекалиями. К ним относят: бруцеллез, колибактериоз, сальмонеллез, паратуберкулез, инфекционную энтеротоксемию овец, дизентерию свиней, вирусную диарею, чуму крупного рогатого скота, вирусный гастроэнтерит свиней, классическую и африканскую чуму, рожу, ботулизм, столбняк, некробактериоз, листериоз и др. Возбудитель из организма животного может выделяться с мочой, попадать в навоз и сточные воды при таких заболеваниях, как бруцеллез, лептоспироз, листериоз, ящур, болезнь Ауески, чума крупного рогатого скота, классическая чума, рожа свиней и др.

Существует ряд болезней, при которых возбудитель из организма животного выделяется во внешнюю среду другими путями, например, через легкие или с истечениями из половых органов, но может также попасть в навоз и сточные воды. К числу таких болезней следует отнести: туберкулез, пастереллез, оспу, кампилобактериоз.

В зависимости от формы и стадии течения болезни возбудитель из организма выделяется в разных количествах. Во время клинического проявления, особенно при остром течении, возбудитель постоянно и в большом количестве выделяется во внешнюю среду. Однако при ряде болезней, в том числе очень опасных (бешенство, чума свиней, ящур и др.), выделение возбудителя происходит уже в инкубационном периоде до проявления клинических признаков заболевания, а также из организма животных-реконвалесцентов на стадии выздоровления, которые после исчезновения клинических признаков могут продолжать выделение возбудителя до нескольких месяцев (чума свиней, болезнь Ауески, сальмонеллез и др.). Такие животные менее активны в распространении возбудителей, но не менее опасны как источники возбудителя инфекции, поскольку постановка диагноза затруднена и выявить их непросто.

Навоз от больных животных содержит возбудителей инфекционных болезней и является для них защитной средой от воздействия неблагоприятных факторов, поэтому в нем они сохраняются длительное время: вирус ящура – 168 дней, бруцеллы – 120 дней, возбудитель туберкулеза – более 7 месяцев, паратуберкулезного энтерита – до 11 месяцев, возбудитель рожи свиней сохраняется в моче до 203 дней, в фекалиях – до 94 дней, шерсти – до 194 дней, некробактериоза в моче – до 15 дней, в фекалиях животных – до 50 дней. Возбудители дерматомикозов (микроспоры, трихофитии), содержащиеся в пораженных волосах, сохраняют патогенность в навозе более 8 месяцев. В связи с этим эпизоотическая роль навоза, как фактора передачи при некоторых инфекционных болезнях животных, остается одной из главных проблем.

Обеззараживание навоза и сточных вод обеспечивает защиту окружающей среды, человека и животных от болезнетворных микроорганизмов.

Под обеззараживанием навоза, помета понимается уничтожение в них возбудителей инфекционных (дезинфекция) и инвазионных (дезинвазия) болезней.

При выборе обеззараживающих средств, методов и режимов обеззараживания исходят из эпизоотической ситуации на объектах животноводства и контаминации навоза, помета определенными видами возбудителей болезней, степени их устойчивости и опасности для животных и человека.

Выбор средств, методов и режимов осуществляется применительно к различной структуре навоза, помета, степени разбавления их технологическими водами.

В зависимости от технологии содержания животных получают навоз, содержащий подстилочные материалы, именуемый как подстилочный навоз (влажностью 68–85 %), полужидкий (влажностью 86–92 %), жидкий (влажностью более 97 %).

Удаление, обработку, хранение, транспортирование и использование навоза, помета и стоков осуществляют с учетом требований охраны окружающей среды от загрязнений и исключения распространения возбудителей инфекционных и инвазионных болезней, в том числе социально опасных (зоонозов).

Сооружения для обеззараживания, хранения и подготовки к использованию навоза располагают за пределами ограждений ферм и птицефабрик на расстоянии не менее 60 м от животноводческих и

200 м от птицеводческих зданий. Расстояние от площадки для складирования подстилочного навоза, компоста и твердой фракции до животноводческого здания должно быть не менее 15 м и до молочного блока – не менее 60 м.

Территорию сооружений ограждают изгородью высотой 1,5 м, защищают многолетними лесонасаждениями (ширина лесозащитной полосы – не менее 10 м), благоустраивают, озеленяют, освещают, устраивают в ней проезды и подъездную дорогу с твердым покрытием шириной 3,5 м.

Навоз от изоляторов и карантинных помещений собирают и хранят в отдельных карантинных емкостях, которые следует размещать на собственном внутреннем дворе изолятора или карантина. Дезинфекцию, дезинвазию, транспортировку и утилизацию такого навоза осуществляют в соответствии с действующими нормативными документами.

Для выяснения эпизоотической ситуации на животноводческих и птицеводческих предприятиях предусматривают нахождение на их территории всех видов навоза и помета не менее 6 суток. Продолжительность периода эпизоотии принимают до 45 суток с начала ее возникновения.

Для карантинирования подстилочного навоза, твердой фракции и помета сооружают хранилища секционного типа с твердым покрытием, для карантинирования других видов навоза и его жидкой фракции – емкости секционного типа. Если в течение 6 суток не зарегистрированы инфекционные болезни у животных, навоз, помет и стоки транспортируют для дальнейшей обработки и использования.

В зависимости от эпизоотической ситуации навоз и помет обеззараживают одним из способов: **биологическим** (длительное выдерживание), **химическим** (аммиаком или формальдегидом) и **физическим** (термическая обработка или сжигание).

**Биологический метод** обеззараживания навоза предусматривает длительное выдерживание, биотермическую обработку, анаэробное сбраживание и аэробное окисление.

Естественное биологическое обеззараживание подстилочного и бесподстилочного навоза и помета, инфицированных неспорообразующими возбудителями болезней (кроме туберкулеза), осуществляется путем выдерживания в секционных навозохранилищах или прудах-накопителях в течение 12 месяцев. Секции хранилищ, заполненные полужидким навозом и пометом, укрывают торфом, опилками или обеззараженной массой навоза и помета толщиной 10–20 см.

Навоз, обсемененный микобактериями туберкулеза, обеззараживаются выдерживанием в течение 2 лет.

Подстилочный навоз с влажностью до 75 % обеззараживают биотермическим методом путем рыхлой укладки его в бурты высотой до 2,5 м, шириной по основанию до 3,5 м и произвольной длины.

*Биотермический метод* обеззараживания навоза основан на создании в штабелях навоза высокой температуры, которая и оказывает губительное действие на возбудителей инфекционных болезней животных. Высокую температуру создают термофильные микроорганизмы, размножающиеся в штабелях навоза при условии поступления воздуха в толщу штабеля с определенной влажностью навоза. Для создания аэробных условий навоз в штабелях укладывают рыхло, не допуская его утрамбовывания.

Однако следует учитывать, что процессы самонагревания в зимнее время возможны только в штабеле, сложенном из свежего, незамерзшего навоза, при использовании более толстого по сравнению с летним слоем покрытия.

При температуре воздуха ниже 0 °С для активизации биотермического процесса в незамерзшем и замерзшем навозе используют острый пар (горячую воду) или свежий навоз, добавляемый в штабель. Навоз в штабелях прогревают, пропуская острый пар (горячую воду) через нагревательные регистры или батареи, которые размещают в основании штабеля.

На бетонированной площадке бурт располагают на влагопоглощающие материалы (торф, измельченная солома, опилки, обеззараженный навоз и др.) слоем 35–40 см и ими же укрывают боковые поверхности слоем 15–20 см.

При отсутствии типового навозохранилища для укладки навоза в земле выкапывают яму (глубиной около 25 см) и утрамбовывают в ней слой глины толщиной 15–20 см, сверху укладывают незараженный навоз слоем 50–60 см. На него накладывают зараженный навоз.

Началом срока обеззараживания подстилочного навоза и твердой фракции жидкого навоза считают день повышения температуры в средней трети бурта на глубине 1,5–2,5 м до 50–60 °С. Время выдерживания буртов в теплое время года составляет 2 месяца, в холодное – 3 месяца.

При отсутствии активных термобиологических процессов и невозможности подъема температуры выше 40 °С подстилочный помет, твердую фракцию навоза и компост для обеззараживания выдерживают

ют при контаминировании вегетативными возбудителями инфекций в течение 12 месяцев, а при туберкулезе – до 2 лет.

Бесподстилочный полужидкий навоз и помет с влажностью 85–92 % можно обеззараживать путем приготовления компостов с органическими сорбентами (измельченная солома, торф, опилки, кора, лигнин) в необходимом соотношении и укладки их в бурты.

Для предотвращения рассеивания возбудителей инфекционных болезней переукладка буртов не производится.

При возникновении инфекционных болезней, вызванных спорообразующими возбудителями особо опасных инфекций, запрещается обработка навоза и помета. Подстилочный навоз и осадки отстойников сжигают; полужидкий, жидкий навоз и навозные стоки подвергают термическому обеззараживанию.

Навоз и помет влажностью до 75 % допускается обеззараживать в аэробных биоферментаторах при температуре ферментации 60–70 °С и экспозиции 7–10 суток. Внесение в компост инокулята из термофильных микроорганизмов в количестве 1,0 млн/г обрабатываемой массы сокращает сроки обеззараживания до 4–7 суток.

Обеззараживание жидкого навоза и бесподстилочного помета от неспорообразующих возбудителей инфекционных болезней допускается осуществлять в метантенках (биореакторах).

**Химический метод** обеззараживания основан на окислении ферментов бактериальных клеток. Обеззараживающим действием обладают многие химические реагенты, наиболее распространенными из которых являются аммиак, формалин, хлоросодержащие вещества.

Жидкий (до разделения на фракции), полужидкий навоз, помет, контаминированные неспорообразующими возбудителями, обеззараживают жидким аммиаком (остротоксичное сильнодействующее ядовитое вещество третьей группы, подгруппы А, четвертого класса опасности). Температура кипения аммиака равна 33,4 °С. Он хорошо растворяется в воде с выделением тепла. Смесь с воздухом при концентрации аммиака по объему 15–28 % взрывоопасна. Жидкий аммиак доставляют в автоцистернах. После перемешивания навоза аммиак подают непосредственно из цистерны по шлангу, заканчивающемуся специальной иглой, опущенной на дно емкости. Иглу перемещают в навозохранилище через каждые 1–2 м, для того чтобы всю массу обработать аммиаком. Затем емкость укрывают полиэтиленовой пленкой или на поверхность навоза наносят масляный альдегид слоем 1–2 мм. Обеззараживание достигается при расходе 30 кг аммиака на 1 м<sup>3</sup> массы

навоза и экспозиции от 3 до 5 суток. После этого навоз рекомендуется вносить внутривпочвенным методом или под плуг.

Обеззараживание жидкого навоза, илового осадка от возбудителей инфекционных и инвазионных болезней безводным аммиаком можно проводить в любое время года, так как процесс сопровождается экзотермической реакцией, усиливающей обеззараживание.

Работы по обеззараживанию навоза проводят подготовленные специалисты в противогазах (ПШ-1, ПШ-2).

Жидкий навоз, контаминированный неспорообразующими патогенными микроорганизмами (кроме микробактерий туберкулеза), можно обеззараживать также формальдегидом. На каждый 1 м<sup>3</sup> жидкого навоза берут 7,5 л формалина с содержанием 37 % формальдегида и вводят его таким образом, чтобы при перемешивании в течение 6 часов препарат равномерно распределился в жидкой массе, экспозиция составляет 72 часа.

**Физический метод.** К физическим методам относятся обеззараживание навоза ультрафиолетовым облучением, ультразвуком, ионизирующим излучением, электрогидравлическим способом и обработка в электромагнитном поле постоянного и переменного токов различной частоты.

Сжигание навоза – наиболее надежная мера борьбы с инфекцией, так как вместе с навозом уничтожается и возбудитель инфекции. Однако ряд недостатков снижает возможность применения этого метода.

Навоз является ценным удобрением, и уничтожение его нецелесообразно; кроме того, для сжигания навоза требуется большое количество топлива.

Существует несколько видов сооружений для сжигания инфицированного навоза. Среди них простейшее сооружение – траншея в земле. Глубина ее должна составлять 75 см, ширина – 75–100 см. На высоте 40–50 см от дна поперек траншеи кладут металлические брусья, служащие колосниками. Внизу под брусьями помещают горючий материал, сверху – навоз. Если навоз сырой, его для более быстрого сгорания смешивают с сухим мусором.

На некоторых железнодорожных дезпромывочных станциях существуют специальные печи для сжигания навоза.

Подстилку, выделения и навоз от животных, больных и подозрительных по заболеваниям сибирской язвой, эмфизематозным карбункулом, сапом, инфекционной анемией, бешенством, инфекционной энтеротоксемией, энцефалитом, эпизоотическим лимфангитом, браздотом,

чумой крупного рогатого скота, африканской чумой лошадей, паратуберкулезным энтеритом, а также навоз, находящийся вместе с навозом, подстилкой и выделениями от указанных животных, сжигают.

Подстилочный навоз, мусор, не представляющие удобрительную ценность для сельскохозяйственных угодий, из хозяйств, неблагополучных по туберкулезу, бруцеллезу и другим инфекционным болезням, также сжигают.

Помет подвергают термической сушке в пометосушильных установках барабанного типа с прямоточным и противоточным движением сырья.

Обеззараживание помета в прямоточных установках достигается при температуре входящих газов 800–1000 °С, выходящих – 120–140 °С и экспозиции не менее 30 минут.

На животноводческих комплексах и крупных фермах на промышленной основе преимущественно применяют бесподстилочное содержание животных и получают большое количество полужидкого и жидкого навоза, содержащего 85–90 % воды. Навозные стоки создают постоянную угрозу загрязнения и заражения внешней среды территории ферм и территории вблизи них. Кроме того, жидкие навозные стоки могут служить причиной распространения инфекционных и инвазионных болезней сельскохозяйственных животных и человека, так как в них отмечается большая выживаемость патогенных микроорганизмов. В жидком навозе жизнеспособность возбудителя рожи свиней сохраняется в течение 92 дней летом и 157 дней осенью и зимой, бруцеллеза – 108 дней летом и 174 дней осенью и зимой, туберкулеза – 457 дней, ящюра – в течение 42 дней летом и до 192 дней зимой.

Удобрение полей и спуск необеззараженных стоков в водоемы обуславливает заражение почвы, воды и растений патогенными возбудителями и яйцами гельминтов. Под обеззараживанием навозных стоков понимают уничтожение возбудителей болезней и снижение токсичности навозной массы (индола, скатола и др.), а также устранение запаха.

Для обеззараживания жидких навозных стоков используют механические, физические, химические, биологические и комбинированные способы обработки. Для обеззараживания навозных стоков, содержащих возбудители (и их споры) инфекционных болезней, используют термические способы. Разработаны мобильные установки, которые в поточном режиме термическим способом при температуре 130 °С, давлении 0,2 МПа и экспозиции 10 минут обеззараживают навозные стоки, жидкую фракцию и осадок из отстойников. Из хими-

ческих средств для обеззараживания жидкого навоза наиболее эффективными являются формальдегид, негашеная известь, тиазон, аммиак и др.

На свиноводческих комплексах мощностью 54–250 тыс. голов, имеющих в составе очистных сооружений двухступенчатую биохимическую обработку и биологические пруды, обеспечивается глубокая очистка стоков от органических веществ.

Наиболее эффективный способ обеззараживания навозных стоков – биологический с использованием одновременной аэробной и анаэробной обработки.

На крупных животноводческих комплексах применяют механизмы и установки для переработки навозных стоков на специальных станциях. Здесь навозные стоки осаждают, после чего осветленную жидкость летом используют для орошения, а зимой – на полях фильтрации. Следует отметить, что проблема обработки, обеззараживания и использования жидкого навоза остается еще недостаточно разрешенной.

Сточными водами называются жидкие отбросы промышленных и сельскохозяйственных предприятий, фекальные стоки людей и животных, лечебно-санитарных и ветеринарных учреждений, жилых домов, бань и др.

Наиболее загрязненными и опасными в санитарно-эпидемиологическом и эпизоотологическом отношении являются хозяйственно-фекальные и навозные сточные воды. Сточные воды мясокомбинатов, боен и убойных пунктов, кожевенных и шерстеперерабатывающих предприятий, утилизационных заводов, биофабрик и ряда ветеринарных объектов (клиник, изоляторов и т. п.), а также животноводческих помещений (навозная жижа) содержат большое количество органических веществ, микроорганизмов, в том числе и возбудителей инфекционных и инвазионных болезней.

В настоящее время особую трудность представляет очистка жиросодержащих сточных вод, загрязнения которых носят многофазовый характер (в виде плавающей пленки, эмульсии и раствора) и поэтому требуют применения различных по принципу действия очистительных мероприятий.

Систематическое загрязнение поверхностных водоемов сточными водами, содержащими в своем составе жиры, является одним из наиболее серьезных факторов возникновения опасных природных ситуаций. В отношении водоемов эта проблема осложняется еще и сезонностью использования природных вод населением, так как процесс

самоочищения вод от жировых соединений приходится на теплый период года. Лишь с середины – конца весны (в зависимости от географического положения водоема) накопившиеся жировые загрязнения начинают окисляться водными бактериями благодаря повышению температуры воды, солнечной радиации и свободному поступлению кислорода воздуха через поверхность контакта воды и воздуха, ранее закрытую льдом.

Однако именно в этот период к ранее накопленным загрязнениям в водоемы начинают интенсивно поступать новые порции загрязняющих веществ с тальми и ливневыми водами, содержащими жировые соединения.

Имеется немало достоверно установленных фактов возникновения инфекционных болезней в результате распространения возбудителей с инфицированными сточными водами и навозом. Особенно часто эти случаи регистрировали при возникновении ящура, классической чумы свиней, сибирской язвы, бруцеллеза. Попадая со сточными водами в естественные водоемы (реки), микроорганизмы вызывали вспышки болезни в животноводческих хозяйствах, отстоящих далеко вниз по течению от первичного эпизоотического очага.

При возникновении инфекционных болезней среди животных посредством инфицированного жидкого навоза контаминируется возбудителями обширная территория окружающей среды, что приводит к распространению инфекции в регионе. Например, попадая в реку, возбудители инфекций могут переноситься с потоком воды на расстояние 200 км.

Регулирование спуска сточных вод входит в обязанность медицинского санитарного надзора, а также ветеринарно-санитарного надзора. Навозные стоки ферм, лечебно-санитарных и ветеринарных учреждений обязательно подлежат очистке и обеззараживанию до поступления в водоем.

Ветеринарные объекты должны быть оборудованы канализацией для отведения сточных вод.

Сточные воды от изоляторов, карантинных, убойно-санитарных пунктов, ветлабораторий и амбулаторий должны собираться самостоятельной канализационной сетью и перед выпуском их в общую сеть (ветеринарного объекта, фермы, поселка и т. п.) подвергаться обеззараживанию.

Ливневые стоки с выгульных площадок, загрязненные навозом, собираются системой открытых лотков в водонепроницаемые емкости для последующей утилизации.

Манеж-приемная, помещение для лечебных процедур и ветеринарных обработок животных, вскрывочная, утилизационная, а также помещения для убоя, дезинфекции транспортных средств и тары, обработки спецодежды и для содержания животных должны быть оборудованы трапами для отвода жидкости.

В целях предотвращения загрязнения подземных вод следует предусматривать мероприятия в соответствии с Методическими указаниями по разработке нормативов предельно допустимых вредных воздействий на подземные водные объекты и предельно допустимых сбросов вредных веществ в подземные водные объекты.

Очистка сточных вод проводится механическими, химическими и биологическими способами. Механическая очистка проводится рядом последовательно расположенных сооружений (решетки, сита, отстойники и пр.), конструкция которых рассчитана на задержание различных фракций взвеси. Химические способы применяют для очистки сточных вод некоторых химических и банно-прачечных предприятий. Биологическая очистка протекает по типу аэробного окислительного процесса, в котором участвуют органические вещества сточной воды, микроорганизмы и кислород воздуха (поля фильтрации, поля орошения, биологические фильтры, аэрофильтры, биологические пруды, аэротенки).

Из очистительных сооружений только правильно эксплуатируемые поля орошения и фильтрация на 98–99 % освобождают сточные воды от неспорогенных микроорганизмов. Все остальные способы очистки хотя и снижают первоначальное содержание микробов, но не устраняют опасность заражения водоемов. Поэтому санитарные правила по спуску сточных вод предусматривают дезинфекцию их до поступления в водоемы, если эти воды создают опасность распространения инфекций.

В первую очередь необходимо обеззараживать сточные воды боен, убойных пунктов, кожевенных, шерстеобрабатывающих и утилизационных заводов, а также биофабрик, ветеринарных клиник и т. п. При обеззараживании сточных вод, зараженных особо устойчивыми возбудителями (сибирская язва и др.), эффективным является *термический метод*.

Наиболее перспективным направлением работ в области совершенствования существующих систем обработки жиросодержащих отходов является разработка комбинированных систем, позволяющих объединять эффективные технологические решения по очистке жировых веществ различных видов в едином производственном цикле.

Диспергированные жировые загрязнения (в основном крупно- и среднедисперсные частицы), находящиеся во взвешенном состоянии, отделяют от сточной воды в процессе физико-механической обработки (жироулавливанием, флотацией) и выводят из очистных сооружений на иловые площадки. Жировые вещества, находящиеся в мелкодисперсном, коллоидном и растворенном состоянии, подвергаются аэробным биологическим методам обработки, в процессе которых реализуются биохимические процессы их окисления микроорганизмами активного ила.

Для обеззараживания сточных вод химическим методом применяют хлорную известь, газообразный хлор и др. Количество препарата устанавливают по результатам бактериологического исследования сточной воды.

Производственные сточные воды дезинфицируют одним из следующих методов:

- путем кипячения вод вместе с осадком (в закрытой емкости с узким отверстием в крышке для выхода пара) в течение 2 часов;

- путем смешивания вод (без отстаивания и коагулирования) с сухой хлорной известью (содержащей 25 % активного хлора) при выдержке 6 часов;

- путем добавления раствора хлорной извести из расчета 0,2 % активного хлора при выдержке 6 часов. Предварительно производственные воды очищают от взвешенных частиц коагулированием с последующим отстаиванием.

Дозы хлорной извести для дезинфекции производственных сточных вод уточняют в органах санитарного и ветеринарного надзора для каждого отдельного предприятия в зависимости от физико-химического состава этих вод.

Продезинфицированные воды спускают в общую канализацию. При отсутствии канализации эти воды вывозят в закрытых емкостях в места, отведенные органами санитарного надзора. Осадок (отстой) сжигают.

## 2.2

*Эпифитная микробиота растений.* Прикорневая и корневая система растений обсеменена большим количеством различной микрофлоры. В корневой зоне (ризосфере) имеется большое количество от-

мирающих корневых остатков, являющихся питательным субстратом для сапрофитной почвенной микрофлоры. Эти бактерии относятся к гнилостным, как и некоторые представители кишечной группы, встречающиеся в корневой зоне растений. Кроме них ризосфера содержит значительное количество гетероферментативных молочнокислых бактерий. Количество спорообразующих бактерий становится значительным лишь после отмирания корневой системы. Из плесневых грибов преобладают *Penicillium*, *Fusarium*.

Некоторые бактерии и микроскопические грибы, обитающие в прикорневой зоне растений, постепенно переходят на наземную часть растущего растения и расселяются на ней. На поверхности растений способна существовать лишь определенная группа микроорганизмов, получившая название . В эту группу входят аммонификаторы, маслянокислые бактерии, молочнокислые бактерии, бактерии группы кишечной палочки (БГКП) и представители других физиологических групп микроорганизмов. В отличие от других микробов эпифиты хорошо переносят действие фитонцидов, солнечных излучений и питаются веществами, выделяемыми растениями. Находясь на поверхности растений, эпифиты не повреждают и не проникают в ткани здорового растения. Большая роль в этом процессе принадлежит естественному иммунитету и бактерицидным веществам, которые выделяют растения. Все растения выделяют фитонциды, которые влияют на физиологические процессы микробов.

**Взаимоотношения между микробами и скошенными растениями.** После скашивания растений нарушается проницаемость клеток, разрушаются бактерицидные вещества, которые препятствовали проникновению микробов в их ткани. Активизируются все микроорганизмы, находившиеся на поверхности растений: гнилостные, маслянокислые, молочнокислые бактерии и плесневые грибы и др. Микроорганизмы, и в первую очередь грибы, при интенсивном их развитии снижают качество корма и его питательную ценность. Под действием *Aspergillus*, *Penicillium* (прил. 3) изменяются жиры, затем углеводы и белки, в корме накапливаются различные продукты распада, резко изменяющие запах и вкус корма, среди них органические жирные кислоты, аммиак и пептоны. Эти процессы особенно активно протекают при высокой влажности и температуре.

В глубинных слоях корма развиваются анаэробные бактерии, а на поверхности – аэробные бактерии и плесневые грибы. В результате их

жизнедеятельности происходит разложение составных частей корма, что приводит к потере питательных веществ и порче его. Корм приобретает гнилостный запах, волокна легко разрываются, их консистенция становится мажущейся. Такой корм плохо поедается животными и может вызвать кормовые отравления.

Сушка – это старый и наиболее распространенный способ консервирования зеленой массы и других кормов (зерно, солома). Суть этого процесса заключается в том, что при сушке микробиологические процессы в корме приостанавливаются из-за удаления из него свободной воды, которая составляет большую часть имеющейся в корме влаги. Так, если в свежей траве содержится 70–80 % влаги, то в сене – всего 12–16 %. Оставшаяся в корме вода представляет собой связанную воду и не может поддержать развитие микроорганизмов. Таким образом, задача сушки состоит в удалении избыточной воды из корма с наименьшей потерей органических веществ. При сушке число жизнедеятельных микроорганизмов, находящихся на поверхности кормов, постепенно уменьшается, но тем не менее в них всегда можно найти большее или меньшее число эпифитной и сапрофитной микрофлоры, попавшей из воздуха и почвы. Размножение сапрофитной микробиоты в результате повышения влажности приводит к заметному повышению температуры. Такое повышение температуры, связанное с жизнедеятельностью микроорганизмов, получило название *термогенеза*.

**Микробиологические процессы при приготовлении обыкновенного сена.** Сено готовят из скошенных трав, которые имеют влажность 70–80 % и содержат большое количество свободной воды. Такая вода создает благоприятные условия для размножения эпифитной микрофлоры, вызывающей гниение травы. Высушивание травы до влажности 14–17 % приостанавливает микробиологические процессы, в результате чего прекращается разрушение высушенных растений.

После высушивания в сене сохраняется большое количество эпифитной микрофлоры, но так как нет условий для их размножения, то они находятся в анабиотическом состоянии. При попадании воды на высушенное сено деятельность микроорганизмов начинает активизироваться, что приводит к повышению температуры до 40–50 °С и выше. При самонагревании растительной массы происходит четко выраженная смена микрофлоры. Сначала в греющейся массе размножаются мезофильные бактерии. С повышением температуры на смену им при-

ходят термофилы, способные развиваться при температуре до 75–80 °С. Обугливание растительной массы начинается при температуре около 90 °С, при такой температуре микроорганизмы прекращают свою деятельность, дальнейшие процессы протекают химическим путем. Образуются горючие газы – метан и водород, которые адсорбируются на пористой поверхности обуглившихся растений, вследствие чего может произойти самовоспламенение. Воспламенение происходит лишь при наличии воздуха и недостаточном уплотнении растительной массы.

Микроорганизмы используют не всю энергию потребленных ими питательных веществ, избыток энергии выделяется в окружающую среду главным образом в виде тепла. Чем выше температура согреваемого корма, тем ниже его качество. Но не всегда явление термогенеза вредно. В северных районах, где мало тепла и высокая влажность, его используют для приготовления бурого сена.

**Приготовление бурого сена** распространено в тех районах, где по климатическим условиям затруднена сушка сена. Для просушивания корма применяют не солнечную энергию, а тепло, выделяемое в результате жизнедеятельности микроорганизмов, развивающихся в растительной массе. Скошенную и хорошо провяленную траву складывают в небольшие копны, затем в стога и скирды. Так как в растительной массе еще содержится свободная вода, в ней начинают размножаться микроорганизмы, выделяется тепло, которое и досушивает растения. Через месяц при угасании микробиологических процессов происходит охлаждение растительной массы, которая может храниться длительное время. Сено, приготовленное таким образом, теряет естественную окраску, становится бурым, но охотно поедается животными.

Термин «силос» (*silos*) очень древнего происхождения, на испанском языке означает «яма» для хранения зерна (в настоящее время утратил свое первоначальное значение). Такие зернохранилища были распространены во многих местностях побережья Средиземного моря. Еще за 700 лет до нашей эры землевладельцы Греции, Турции, Северной Африки широко использовали такие ямы для хранения зерна. Со временем этот принцип был использован для хранения и консервирования зеленой массы.

– сложный микробиологический и биохимический процесс консервирования сочной растительной массы.

Суть силосования заключается в том, что в результате сбраживания растительных углеводов ферментами молочнокислых бактерий в сило-

суемой массе накапливается *молочная кислота, обладающая анти-микробными свойствами*, в результате чего корм не подвергается гниению и приобретает стойкость при хранении.

Для получения силоса хорошего качества и с наименьшими потерями необходимо соблюдать определенные условия.

1. Следует использовать для силосования корма, содержащие достаточное количество легкосилосующихся (кукуруза, подсолнечник, зеленый овес, луговые злаки), или добавлять их в несилосующиеся растения.

2. Силосуемую массу необходимо хорошо изолировать от воздуха для создания , при которых создаются неблагоприятные условия для размножения гнилостных и плесневых микроорганизмов.

3. Силосуемая масса должна иметь оптимальную , равную 65–75 %, при которой происходит интенсивное образование органических кислот. При пониженной влажности силосуемая масса плохо уплотняется, в ней много воздуха и создаются условия для самонагревания, развития плесени и гнилостных бактерий.

4. В силосуемой массе должна быть оптимальная для развития молочнокислых бактерий, составляющая 25–30 °С. При такой температуре идет нормальный процесс заквашивания корма с небольшими потерями питательных веществ. Готовый силос получается умеренно кислый, желто-зеленого цвета, с приятным специфическим запахом.

#### ***Биохимизм микробиологических процессов при силосовании.***

Бактерии, вырабатывающие молочную кислоту, представляют собой большую разнообразную группу, в которую входят как кокковидные, так и палочковидные формы.

Молочнокислые бактерии по качеству конечных продуктов брожения делят на две основные группы: гомоферментативные и гетероферментативные.

***Гомоферментативные*** – бактерии, образующие из сбраживаемых ими углеводов в основном молочную кислоту и лишь следы различных побочных продуктов. Типичные представители этой группы – молочнокислые стрептококки и молочнокислые палочки. При таком брожении получается продукт с приятным кислым вкусом и запахом.

***Гетероферментативные*** – бактерии, образующие, кроме молочной кислоты, значительное количество побочных продуктов (этилово-

го спирта, уксусной кислоты, углекислого газа). Среди них имеются кокковые и палочковидные формы.

Для развития всех молочнокислых бактерий в растительной массе должны быть легкоусвояемые углеводы. Способность вырабатывать молочную кислоту изменяется у одного и того же вида микроорганизмов в зависимости от многих факторов, в том числе и от качества питательного субстрата.

При сбраживании пентоз в конечных продуктах брожения будет всегда больше уксусной кислоты, чем при сбраживании, например, гексоз – глюкозы или фруктозы. А так как пентозаны входят в состав растительной массы, наличие в готовом силосе уксусной кислоты также является результатом жизнедеятельности молочнокислых, а не уксуснокислых бактерий. Поэтому даже в хорошем силосе всегда находится определенное количество уксусной кислоты. И если в составе органических кислот будет не менее 65–70 % молочной, а уксусной 30–35 %, то, значит, брожение происходило правильно.

Известны два способа силосования: холодный и горячий.

**Холодный способ силосования** характеризуется тем, что созревание силоса происходит при температуре 25–30 °С. При таком способе силосования измельченную растительную массу плотно укладывают в траншею, а сверху изолируют ее от воздуха для создания анаэробных условий, при которых развитие гнилостных бактерий и плесневых грибов подавляется. Непременным условием получения высококачественного корма является быстрая изоляция силосуемой массы от воздуха, поэтому продолжительность заполнения траншеи измельченной зеленой массой не должна превышать 3–4 дней. Для предотвращения самосогревания (термогенеза) необходимо укладывать измельченную зеленую массу быстро и непрерывно, при постоянном уплотнении ее.

**При горячем способе силосования** зеленую массу укладывают рыхло, слоем 1,0–1,5 м на 1–2 дня, затем укладывают второй слой такой же толщины, как и первый. При доступе кислорода в растительной массе развиваются энергичные микробиологические процессы, в результате чего температура корма поднимается до 45–50 °С. Нижний слой растений, размягченный высокой температурой, спрессовывается под тяжестью нового слоя корма. Это вызывает удаление воздуха из нижнего слоя, поэтому аэробные процессы прекращаются и температура начинает снижаться. Последний верхний слой утрамбовывают и

плотно прикрывают для защиты от воздуха. Перегретый силос имеет коричневый цвет, запах яблок или ржаного хлеба, хорошо поедается животными. Однако кормовая ценность силоса, приготовленного горячим способом, значительно ниже, чем приготовленного холодным способом.

Процесс силосования растительной массы можно условно разделить на

силосования называется

. В растительной массе начинается бурное развитие эпифитной микробиоты (гнилостной, молочнокислой, маслянокислой, микроскопических грибов, дрожжей), внесенной с кормом. Продолжительность первой фазы зависит от качества корма, плотности укладки, температуры окружающей среды, но чаще фаза смешанной микробиоты бывает кратковременной.

– основную роль играют молочнокислые бактерии, выделяющие молочную кислоту. При оптимальном содержании сахара в растительной массе интенсивное молочнокислое брожение приводит к образованию значительного количества органических кислот (в основном молочной), которое необходимо для подкисления корма до уровня pH 4,2–4,4. В начале этой фазы размножаются кокки, затем, по мере нарастания кислотности, им на смену приходят кислотоустойчивые молочнокислые палочки. Молочная кислота обладает антимикробными свойствами, поэтому большинство гнилостных бактерий погибает, но спорообразующие формы в виде спор могут длительное время сохраняться в силосованном корме.

(конечная)

воз-

будителей молочнокислого брожения в созревающем силосе. Молочная кислота при накоплении в большой концентрации становится вредной и для молочнокислых палочек, которые наряду с оставшимися кокками начинают отмирать. Таким образом, количество бактерий в корме уменьшается и процесс силосования подходит к естественному завершению.

В состав эпифитной микрофлоры растительного сырья входят различные микроорганизмы (микроскопические грибы, маслянокислые бактерии, кишечная палочка), которые при нарушении технологического процесса могут активизироваться и вызывать нежелательные процессы.

**Плесневые грибы** хорошо переносят кислую среду (рН до 1,2) и активно размножаются в силосе при плохой изоляции от воздуха. Для своей жизнедеятельности они используют углеводы, а при их недостатке – молочную и уксусную кислоты. При этом значительно ухудшается качество силоса и отмечается токсическое воздействие заплесневелого корма на организм животного. Надежными мерами для предотвращения развития плесневых грибов в силосе являются хорошая герметизация силосохранилищ и создание благоприятных условий для развития молочнокислого брожения.

**Бактерии группы кишечной палочки** (БГКП) являются гетероферментативными микроорганизмами, которые кроме сахаролитических выделяют и протеолитические ферменты, расщепляющие растительные белки до аммиака, таким образом, снижая ценность силосуемого корма.

Нежелательны для процесса силосования и **маслянокислые бактерии**, являющиеся строгими анаэробами. В процессе жизнедеятельности они используют сахар, молочную кислоту, некоторые аминокислоты. Это сопровождается гнилостным распадом белка, накоплением масляной кислоты и других, вредных для организма животных побочных продуктов. Наличие масляной кислоты является индикатором гнилостного разложения белка при слабом нарастании в силосе содержания молочной кислоты. Снижение рН среды до 4,2 предотвращает развитие маслянокислого брожения при силосовании кормов.

– это разновидность консервированного корма, получаемого из провяленных трав, главным образом бобовых, убранных в начале бутонизации.

Перспективным способом консервирования различных трав, и в первую очередь клевера и люцерны, является приготовление из них так называемого сенажа.

Технология приготовления сенажа включает следующие операции: скашивание, плющение и закладка провяленной травы в хранилище. Получить доброкачественный сенаж и до минимума сократить его потери при хранении можно только при закладке корма в капитальные хранилища – башни и траншеи. Траншеи по сравнению с башнями более просты и удобны в эксплуатации. Для приготовления высококачественного сенажа в хранилища закладывают мелко измельченные растения (размер частиц – 2–3 см), что обеспечивает сыпучесть и уплотнение корма, тщательно утрамбовывают массу. При этом, что очень важно, заготовку сенажа надо провести в течение 2–4 дней, т. е.

в сжатые сроки. Недостаточное уплотнение и продолжительные сроки закладки вызывают нежелательное повышение температуры, что ухудшает перевариваемость и увеличивает потери органического вещества корма. После загрузки хранилища сенаж укрывают слоем свежескошенной травы, затем полиэтиленовой пленкой и сверху слоем земли и торфа.

От степени герметизации хранилища зависит сохранность и качество сенажа, так как при доступе воздуха начинаются гнилостные процессы, приводящие к порче корма.

В отличие от обычного силоса, сохранность которого обуславливается накоплением органических кислот до рН 4,2–4,4,

Если влажность консервируемой массы будет в пределах 40–50 %, то она хорошо ферментируется и даже при дефиците углеводов получается корм высоко качества. При этом рН корма может быть довольно высоким – около 5. Это объясняется тем, что гнилостные бактерии обладают меньшим осмотическим давлением, чем молочнокислые бактерии. При подсушивании корма в нем приостанавливаются гнилостные процессы, но продолжают действовать возбудители молочнокислого брожения. На этом основано приготовление сенажа, когда несколько подсушенную массу закладывают в специальную траншею, как при холодном силосовании.

Сенаж по своим свойствам ближе к зеленой массе, чем обычный силос. Это пресный корм, его кислотность соответствует величине рН 4,8–5,0, в нем почти полностью сохраняется сахар, в то время как в силосе он превращается в органические кислоты.

При указанной влажности растений интенсивно развиваться может лишь плесень. Плесени являются строгими аэробами, поэтому непременным условием приготовления сенажа, является надежная изоляция его от воздуха. Оставшийся в консервируемой массе воздух быстро используется на дыхание еще живыми клетками растений, и все свободное пространство между частицами измельченного корма заполняется углекислым газом.

Таким образом, для приготовления доброкачественного сенажа необходимо выполнить два условия:

- 1) снизить влажность растительной массы до 45–55 %;
- 2) создать строгие условия хранения, чтобы предотвратить развитие гнилостных бактерий и плесневых грибов.

Тем не менее технология приготовления сенажа основана не только на физических, но и на микробиологических процессах, которые протекают медленнее, чем в силосе. В силосе максимальное количество микроорганизмов накапливается уже к 7-му дню, а в сенаже их численность достигает максимума только на 15-й день, т. е. молочнокислое брожение в сенаже протекает значительно слабее, чем при силосовании, и зависит от влажности и вида консервируемого сырья. Поэтому показатель pH в сенаже выше, чем в силосе, и колеблется от 4,4 до 5,6. Количество молочнокислых микробов в сенаже в 4–5 раз меньше, чем в силосе. В связи с этим в сенаже по сравнению с силосом содержится больше неиспользованного сахара. Так, если в силосе весь сахар превращается в органические кислоты, то в сенаже сохраняется около 80 % сахара. В результате создания неблагоприятных условий для развития микрофлоры в консервируемом корме, исключения утечки сока и механических потерь листьев и соцветий при заготовке и хранении сенажа общие потери питательных веществ в сенаже не превышают 13–17 %. Таким образом, сенаж совмещает в себе положительные качества сена и силоса.

На поверхности зерна и семян любой культуры находится большое количество микроорганизмов. Основной источник микрофлоры зерновой массы – почва, чрезвычайно богатая микроорганизмами. Определенное количество микроорганизмов попадает на поверхность растений с пылью и насекомыми. Их становится еще больше при уборке и обмолоте из-за того, что микроорганизмы скапливаются на шероховатой поверхности зерна.

На поверхности зерна и семян различных культур содержится разное количество микроорганизмов. Семена бобовых менее насыщены ими, чем зерновки злаковых. В зерне и зерновых продуктах обычно присутствуют бактерии, дрожжи, актиномицеты и грибы. Их видовой состав и количество зависят от климатических условий формирования и условий хранения зерна и зернопродуктов. Микрофлора продуктов переработки зерна определяется ее составом в зерновой массе и способом переработки.

Микроорганизмы, населяющие зерно, по образу жизни и воздействию на зерно подразделяются на три группы: *сапрофитные (сапротрофные)*, *фитопатогенные* и *патогенные для животных и человека*.

*Сапрофитные (сапротрофные) микроорганизмы*, которые не паразитируют на растениях, так как живут за счет выделений клеток зерна, получили название эпифитных и относятся к микроорганизмам, населяющим здоровые растения и зерно. Прочие сапрофиты для развития нуждаются в органических веществах, которые они добывают из зерна, частично или полностью разрушая и изменяя его химический состав. Изменение качества зерна при хранении происходит в основном в результате деятельности сапрофитных и некоторых полупаразитных микроорганизмов.

Сапрофитные микроорганизмы представлены бактериями, дрожжами, плесневыми грибами и актиномицетами.

В составе микобиоты (грибная флора) свежесобранной зерновой массы всегда находится то или иное количество спор микроскопических грибов, получивших название плесневых.

При благоприятных условиях (повышенной влажности и температуре) находящиеся на зерне споры плесневых грибов прорастают, образуют мицелий и органы спороношения. Развитие плесневых грибов в зерновой массе всегда сопровождается потерями сухих веществ, снижением качества или порчей зерна. Разрушается органическое вещество зерна; плесени образуют продукты распада, обладающие специфическим неприятным запахом, цвет и вкус зерна также изменяются. Многие сапрофитные микроорганизмы продуцируют опасные микотоксины.

Все плесневые грибы не требовательны к условиям окружающей среды и способны размножаться в широком диапазоне влажности и температуры.

*Фитопатогенные микроорганизмы* не влияют на сохранность зерновой массы. Однако наличие в партиях зерна признаков поражения фитопатогенными микроорганизмами учитывают при общей оценке их качества и последующем использовании.

Широко распространены микозы. Это головня, спорынья и фузариозы хлебных злаков.

Пораженные микроорганизмами зерна могут стать ядовитыми, поэтому их количество в партиях зерна ограничивается государственными стандартами. Наличие фитопатогенных микроорганизмов в зерновой массе необходимо учитывать и для правильного размещения зерна, и при его отпуске.

*Микроорганизмы, патогенные для животных и человека*, могут

быть косвенным источником распространения некоторых инфекций. Это – возбудители заболеваний только для человека или только для животных. Встречаются микроорганизмы, патогенные как для человека, так и для животных. К их числу относятся возбудители бруцеллеза, туберкулеза и некоторых других болезней.

Патогенные микроорганизмы распространяются от больных людей и животных или их бациллоносителей. Почва также может быть источником опасных заболеваний. Переносчиками инфекций служат и грызуны.

Микроорганизмы оказывают отрицательное воздействие в первую очередь на качество зерна при хранении. Вследствие их жизнедеятельности снижаются масса сухого вещества зерна, его жизнеспособность, технологические и товарные показатели качества, питательная ценность. В некоторых случаях зерно становится ядовитым.

Под действием микроорганизмов изменяются, прежде всего, основные показатели свежести зерна: цвет, блеск, запах и вкус. Изменение цвета зерна сопровождается образованием запахов разложения, обусловленных развитием микроорганизмов. Результатом накопления в зерне продуктов активной жизнедеятельности плесеней, прежде всего грибов рода *Penicillium* spp., являются плесневый и затхлый запахи.

Затхлый запах относится к одному из недопустимых дефектов зерна. Хлебоприемные предприятия не принимают затхлое зерно, так как этот запах трудно или совсем не удаляется из зерна и при его переработке передается муке, крупе, печеному хлебу и другим изделиям. Затхлому запаху сопутствуют неприятный вкус зерна, увеличение титруемой кислотности, а также содержания аминосоединений и аммиака. Повышение показателя титруемой кислотности зерна при хранении свидетельствует о снижении его свежести. Необходимо отметить, что плесневый и затхлый запахи в партиях зерна с повышенной влажностью могут появиться очень быстро – уже через несколько суток хранения.

Плесневение зерна сопровождается снижением его всхожести. Потеря всхожести объясняется отравлением клеток зародыша семени продуктами метаболизма плесневых грибов, обладающих токсическими свойствами. На этот дефект зерна обращают особое внимание. Так, зерно пшеницы с потемневшим зародышем считается большим.

Развитие плесневых грибов в зерне в период хранения может сопровождаться образованием микотоксинов.

При хранении микрофлора зерновых масс может изменяться в зависимости от их состояния и условий хранения.

На состояние микрофлоры зерновой массы влияют следующие основные факторы: ее общая средняя влажность и влажность отдельных компонентов (основного зерна, примесей и воздуха в межзерновом пространстве); температура зерновой массы; степень ее аэрации; целостность и состояние покровных тканей зерна; количество и видовой состав примесей и др.

Влажность зерновой массы – важнейший фактор, определяющий стойкость ее при различных условиях хранения. Одной из основных причин плохой сохранности зерновых масс с повышенной влажностью является доступность их воздействию микроорганизмов. Наличие в семенах всех культур большого запаса различных питательных веществ делает каждое семя при содержании в нем определенного минимума влаги благоприятной средой для активного развития многих микроорганизмов.

Нижшая граница влажности зерна, при которой становится возможным развитие плесневых грибов в зерновой массе различных культур, приближается к величине критической влажности. Граница критической влажности семян для пшеницы, ржи и ячменя находится в пределах 14,5–15,5 %, для семян кукурузы – 13–14, для проса – 12–13, для кормовых трав – 11–13, для низкомасличных семян подсолнечника – 10–11, высокомасличных – 6–9 %. Эти уровни критической влажности зерна и семян соответствуют относительной влажности воздуха 60–65 %.

При повышенной относительной влажности воздуха (80–90 % и более) происходит процесс сорбции паров воды семенами и наблюдается явление капиллярной конденсации. Влага, находящаяся в капиллярах, используется микроорганизмами и позволяет им интенсивно развиваться. В атмосфере при содержании влаги ниже минимального уровня споры плесневых грибов постепенно погибают.

Влажность зерна нормируют с учетом стойкости его при хранении. Так, в силосы элеваторов на хранение разрешается загружать зерно сухое или средней сухости, что для пшеницы, ржи и ячменя в первом случае соответствует влажности в пределах 14 %, во втором – свыше 14 до 15,5 %. Загрузка в силосы партий зерна с более высокой влажно-

партий зерна на многолетнее хранение влажность не должна превышать 14 %.

Таким образом, правильно организованное хранение зерновой массы в сухом состоянии надежно защищает от активного развития микроорганизмов, предотвращает потери массы и снижение качества зерна за счет микробиологического фактора.

*Температура* зерновой массы определяет возможность жизнедеятельности микроорганизмов. Это вызвано тем, что она влияет на интенсивность различных процессов в теле микроба и на активность ферментов, участвующих в них. При повышении температуры интенсивность процессов увеличивается, а при снижении – замедляется.

Повышение температуры зерновой массы свыше оптимальной снижает жизнеспособность микроорганизмов, а температура выше 40–50 °С приводит к их гибели (за исключением термофилов). Однако использование высоких температур для стерилизации зерна неприемлемо, так как эти температуры губительны для самого зерна.

Пониженные температуры тормозят развитие микроорганизмов, но не приводят к их гибели. Консервирующее действие пониженных температур, при которых заметно замедляется жизнедеятельность микроорганизмов, наблюдается при 8–10 °С. При этих условиях в партии зерна с невысокой влажностью развитие плесневых грибов задерживается.

Охлаждение зерновой массы до отрицательных температур лишь приостанавливает рост микроорганизмов. Они не гибнут даже при температуре –20 °С. При отогревании они вновь начинают размножаться. Однако охлаждение зерновой массы – полезное мероприятие, которое используют для защиты зерна от активного воздействия микроорганизмов и сохранения его качества.

*Доступ воздуха* в зерновую массу может лимитировать жизнедеятельность микроорганизмов. Микрофлора зерновой массы состоит в основном из аэробных микроорганизмов, жизнедеятельность которых при недостатке кислорода в воздухе межзернового пространства прекращается.

При доступе воздуха и благоприятной влажности и температуре в зерновой массе активно развиваются микроорганизмы, прежде всего плесневые грибы. Такая закономерность в развитии микрофлоры зерновой массы имеет большое практическое значение, и ее используют для обоснования режима хранения зерна без доступа воздуха.

*Покровные ткани* предохраняют зерно от воздействия микроорганизмов. Некоторые сапрофиты не способны разрушить клетчатку и проникнуть внутрь зерна. Кроме того, жизнеспособные зерна, обладая иммунитетом, препятствуют проникновению паразита в глубь организма. Поэтому микроорганизмы развиваются прежде всего на битых, поврежденных и утративших жизнеспособность зернах.

### 2.3

В сыром молоке даже при соблюдении санитарно-гигиенических условий его получения обычно обнаруживается некоторое количество бактерий. При несоблюдении условий доения молоко может быть обильно обсеменено микроорганизмами из-за инфицирования микробами, находящимися на поверхности вымени, попадающими из протоков молочной железы, с рук доильщиков, с доильной аппаратуры и посуды, из воздуха и т. д.

Экспериментальные данные показывают, что в сборном молоке, отобранном непосредственно на фермах, общее количество бактерий колеблется от  $4,6 \cdot 10^4$  до  $1,2 \cdot 10^6$  в  $1 \text{ см}^3$ .

Микробиота свежего молока разнообразна. В нем обнаруживают бактерии молочнокислые, маслянокислые, группы кишечной палочки, гнилостные и энтерококки, а также дрожжи. Среди них имеются микроорганизмы, способные вызывать различные пороки молока, например прогоркание, посторонние привкусы и запахи, изменение цвета (посинение, покраснение), тягучесть. Могут встречаться и возбудители различных инфекционных заболеваний (дизентерии, брюшного тифа, бруцеллеза, туберкулеза и др.) и пищевых отравлений (золотистый стафилококк, сальмонеллы).

В дальнейшем при хранении молока количество содержащихся в нем микроорганизмов и соотношение между отдельными их видами изменяются. Характер этих изменений зависит от температуры и продолжительности хранения, а также от первоначального состава микрофлоры молока.

В свежем молоке содержатся бактерицидные вещества – лактины, которые в первые часы после дойки задерживают развитие в молоке бактерий, а многие из них даже гибнут. Промежуток времени, в течение которого сохраняются бактерицидные свойства молока, называют **бактерицидной фазой**. Бактерицидность молока со временем сни-

жается и тем быстрее, чем больше в молоке бактерий и выше его температура.

Свежевыдоенное молоко имеет температуру около 35 °С. При температуре 30 °С бактерицидная фаза молока с небольшой исходной обсемененностью продолжается до 3 часов, при 20 °С – до 6, при 10 °С – до 20, при 5 °С – до 36, при 0 °С – 48 часов. При одной и той же температуре выдержки бактерицидная фаза будет значительно короче, если молоко обильно обсеменено микробами. Так, в молоке с исходной бактериальной обсемененностью  $10^4$  в  $1 \text{ см}^3$  бактерицидная фаза при температуре 3–5 °С длится 24 часа и более, а при содержании в  $1 \text{ см}^3$   $10^6$  бактерий – только 3–6 часа. *Чтобы удлинить бактерицидную фазу молока, необходимо его как можно скорее охладить до температуры 4–6 °С.*

По окончании бактерицидной фазы начинается размножение бактерий, и оно происходит тем быстрее, чем выше температура хранения молока. Если молоко сохранять при температуре выше 10–8 °С, то уже в первые часы после бактерицидной фазы в нем начинают развиваться различные бактерии. Этот период называется *фазой смешанной микрофлоры*.

К концу этой фазы развиваются в основном молочнокислые бактерии, в связи с чем начинает повышаться кислотность молока. По мере накопления молочной кислоты развитие других бактерий, особенно гнилостных, подавляется. Некоторые из них даже отмирают, и происходит рост молочнокислых бактерий – *фаза молочнокислых бактерий*; молоко при этом сквашивается.

При дальнейшем хранении молока с увеличением концентрации молочной кислоты подавляется развитие и самих молочнокислых бактерий, число их начинает снижаться. В первую очередь отмирают молочнокислые стрептококки. Молочнокислые палочки менее чувствительны к кислотности среды и отмирают медленнее. В дальнейшем может происходить рост дрожжей и плесеней. Эти микроорганизмы используют молочную кислоту и образуют щелочные продукты распада белка; кислотность молока снижается, снова в нем могут развиваться гнилостные бактерии.

В молоке, сохраняемом при температуре ниже 10–8 °С, молочнокислые бактерии почти не размножаются, что способствует развитию (хотя и медленному) холодоустойчивых бактерий, чаще рода *Pseudomonas*, способных вызывать разложение белков и жира; при этом молоко приобретает горький вкус.

Для сохранения молока в свежем виде его охлаждают на молочной ферме или сборном пункте до температуры 6–4 °С и в охлажденном состоянии доставляют на перерабатывающие молокозаводы. Молоко очищают от механических загрязнений, пастеризуют или стерилизуют, охлаждают, разливают во фляги, бутылки или другую тару и направляют на реализацию.

Основным показателем оценки качества сырого молока является его общая бактериальная обсемененность. Раньше она определялась косвенным методом – по редуктазной пробе, т. е. по времени восстановления индикатора (метиленовой сини или резазурина), внесенного в пробу молока. Метод основан на том, что бактерии выделяют в среду анаэробную дегидрогеназу (по старой терминологии – редуктазу) – фермент, обладающий восстановительными свойствами. Чем больше бактерий, больше фермента, тем скорее восстанавливается индикатор; при этом меняется его окраска.

Целью пастеризации молока является уничтожение в нем болезнетворных бактерий и возможно более полное снижение общей обсемененности сапрофитными бактериями. Эффективность пастеризации молока зависит от количественного и качественного состава его микрофлоры, главным образом от количества термостойких бактерий. Питьевое молоко пастеризуют при температуре 76 °С с выдержкой 15–20 секунд. Режим пастеризации молока, используемого для изготовления кисломолочных продуктов, более жесткий.

При пастеризации сохраняется некоторое количество вегетативных клеток термофильных и термостойких бактерий, а также бактериальные споры. В остаточной микрофлоре молока обнаруживаются главным образом молочнокислые стрептококки фекального происхождения (энтерококки), в небольших количествах споровые палочки и микрококки.

Микробиота пастеризованного молока, вышедшего из пастеризатора и выпускаемого заводом, может значительно различаться. По пути движения от пастеризатора до розлива в тару молоко инфицируется микроорганизмами. Источниками обсеменения пастеризованного молока микробами являются молокопроводы, сборники, разливные машины. Степень этого вторичного загрязнения пастеризованного молока зависит от санитарно-гигиенических условий производства.

Если оставить пастеризованное молоко при температуре, благоприятствующей размножению бактерий, то число их (преимущественно молочнокислых) быстро возрастет и молоко скиснет. Хранить пастери-

зованное молоко следует при температуре ниже 10 °С не более 36–48 часов с момента пастеризации. Фляжное молоко перед употреблением в пищу следует кипятить.

Стерилизованное молоко может храниться длительное время, не подвергаясь микробной порче, так как в процессе стерилизации его микрофлора уничтожается. Большое значение имеют бактериальная чистота предназначенного для стерилизации молока, и особенно содержание спор; некоторые из них могут при стерилизации сохраниться и вызвать порчу молока при хранении.

Кроме пастеризованного и стерилизованного вырабатывают молоко сгущенное стерилизованное и сгущенное с сахаром.

выпускают в виде баночных консервов. Микрофлора в этом молоке должна отсутствовать, но иногда наблюдается его порча. Она проявляется чаще в виде бомбажа (вспучивания) банок, вызываемого термостойкими, спорообразующими, анаэробными бактериями *Clostridium putrificum*, сбразивающими лактозу с образованием углекислого газа и водорода, и маслянокислыми бактериями. Свертывание молока вызывается и термоустойчивыми аэробными споровыми бактериями (*Bacillus coagulans*, *B. cereus*), продуцирующими фермент типа сычужного.

выпускают тоже в герметично закрытых банках, но стерилизации не подвергают. Стойкость этого продукта достигается повышенным содержанием сухих веществ, особенно большого количества сахарозы. Его микрофлора состоит из микроорганизмов используемого сырья (пастеризованного молока, сахара) и попавших извне (из воздуха, с аппаратуры, с тары и др.) в процессе изготовления продукта. Среди них преобладают микрококки, в меньших количествах обнаруживаются палочковидные бактерии (чаще спорообразующие), а также дрожжи.

В 1 г цельного сгущенного молока с сахаром может содержаться не более 50 000 бактерий, титр кишечной палочки – не менее 0,3 см<sup>3</sup>. Наиболее частым пороком такого молока при длительном хранении является образование «пуговиц» – уплотнений разного цвета (от желтого до коричневого). Возбудителем чаще является шоколадно-коричневая плесень *Catenularia*. Этот гриб обладает значительной протеолитической способностью и может развиваться при минимальном наличии воздуха и высокой концентрации сахара при температуре выше 5 °С.

Иногда обнаруживается бомбаж банок, вызываемый осмофильными дрожжами, которые сбраживают сахарозу. Содержание сахара при этом снижается, кислотность повышается.

Дефекты вкуса и запаха, связанные с изменением белков и жира, вызывают окрашенные и неокрашенные микрококки.

К основным молочным продуктам относят кисломолочные продукты, сливочное масло, маргарин, сыры.

Кисломолочные продукты играют большую роль в питании человека, так как, кроме пищевой ценности, они имеют диетическое, а некоторые – лечебное значение. Кисломолочные продукты усваиваются лучше, чем цельное молоко, и значительно быстрее.

По сравнению с молоком кисломолочные продукты обладают повышенной стойкостью при хранении. Они являются, кроме того, неблагоприятной средой для развития многих патогенных бактерий. Это обусловлено их повышенной кислотностью и содержанием антибиотических веществ, вырабатываемых некоторыми молочнокислыми бактериями. Установлено экспериментально, что некоторые виды молочнокислых стрептококков (*Streptococcus lactis*, *S. cremoris*), применяемые в заквасках, оказывают антагонистическое действие на возбудителя стафилококковой интоксикации.

Качество и специфические свойства кисломолочных продуктов во многом зависят от направленности и интенсивности протекающих при их выработке микробиологических процессов. Решающее значение имеет нормальное течение молочнокислого брожения.

В условиях промышленной переработки молока при изготовлении различных кисломолочных продуктов его предварительно пастеризуют, а затем заквашивают специально подобранными заквасками из чистых или смешанных культур молочнокислых бактерий.

Применение заквасок микроорганизмов с известной биохимической активностью позволяет получить продукт с определенными химическими и органолептическими свойствами, избежать развития случайных микроорганизмов, нарушающих нормальное течение молочнокислого брожения (что бывает при самопроизвольном сквашивании молока), и обеспечивает высокое качество готовой продукции.

Режим технологического процесса должен быть тесно увязан со свойствами заквасочной микрофлоры. Большое значение имеет активность используемой закваски и качество перерабатываемого молока.

Иногда происходит замедленное сквашивание молока вследствие пониженного содержания в нем сухих веществ, витаминов, наличия антибиотиков, используемых при лечении коров.

Потеря активности закваски может быть обусловлена наличием в молоке бактериофага. Имеет значение и состав остаточной микрофлоры пастеризованного молока. Между ее компонентами и заквасочными микроорганизмами могут возникать различные взаимоотношения, стимулирующие или тормозящие развитие полезной микрофлоры. При ослаблении молочнокислого процесса создаются условия для развития незаквасочной микрофлоры, что приводит к появлению различных дефектов готового продукта.

В состав закваски для изготовления простокваши обыкновенной, сметаны и творога входят мезофильные гомоферментативные молочнокислые стрептококки (*S. lactis*, *S. cremoris*) и ароматообразующие стрептококки (*S. lactis subsp. diacetylactis*).

При изготовлении творога, кроме закваски, применяют сычужный фермент, который активизирует процесс. Иногда творог вырабатывают из непастеризованного молока. Такой творог предназначен лишь для изготовления изделий, подвергающихся перед употреблением термической обработке в связи с возможным размножением в нем возбудителей пищевой интоксикации – стафилококков, находящихся обычно в сыром молоке.

При производстве сметаны «Любительской» используют смесь двух заквасок мезофильного стрептококка (*S. lactis*) и термофильного (*S. thermophilus*) в равных количествах.

При хранении этих продуктов в них могут развиваться дрожжи, уксуснокислые бактерии и плесени, попадающие в продукт извне (с производственного оборудования, рук и одежды рабочих, из воздуха). При этом появляются дефекты вкуса и запаха продуктов, а также другие виды порчи.

При развитии дрожжей, сбраживающих молочный сахар, может происходить вспучивание продукта (за счет газообразования) и проявляться спиртовой привкус. Одним из распространенных дефектов сметаны, и особенно свежего творога, является излишняя кислотность, обусловленная развитием термофильных молочнокислых палочек. Творог нередко ослизнется в результате развития слизеобразующих рас молочнокислых стрептококков.

При интенсивном развитии уксуснокислых бактерий появляется тягучесть сгустка.

Среди плесеней основным возбудителем порчи является молочная плесень (*Oidium lactis*), растущая на поверхности продукта в виде толстой, бархатистой пленки кремового цвета. При этом ощущается прогорклый вкус продукта, посторонний неприятный запах, так как этот гриб обладает высокой протеолитической и липолитической способностью.

Для изготовления болгарской простокваши (йогурта) используется симбиотическая закваска, содержащая термофильный молочнокислый стрептококк (*S. thermophilus*) и болгарскую палочку (*Lactobacillus bulgaricus*) в определенном соотношении. Болгарская палочка обогащает аромат простокваши, а термофильный стрептококк смягчает ее вкус.

Близкой к болгарской простокваше по способу приготовления является южная простокваша.

– продукт также близкий к болгарской простокваше, но в состав закваски, кроме термофильного молочнокислого стрептококка, входит ацидофильная палочка (*L. acidophilus*). Для получения необходимой консистенции продукта используют слизеобразующие и не образующие слизи расы ацидофильной палочки.

Ацидофильное молоко и ацидофильную пасту готовят на закваске ацидофильной палочки в определенном соотношении слизистых и неслизистых рас.

Для ацидофилина применяют смесь трех заквасок: закваски ацидофильной палочки, закваски для творога и кефирной закваски в соотношении 1:1:1.

Ацидофильные продукты имеют лечебное значение. Ацидофильная палочка способна вырабатывать антибиотические вещества, подавляющие развитие многих гнилостных бактерий и возбудителей кишечных инфекций.

При выработке кефира используют не чистые культуры микроорганизмов, а естественную симбиотическую грибковую закваску – пастеризованное молоко, сквашенное так называемым кефирным грибом. Микрофлора его разнообразна и полностью не установлена. Кефирный грибок имеет неправильную форму, складчатую или бугристую поверхность, упругую консистенцию.

Размер его – от 1–2 мм до 3–6 см и более. При микроскопировании в грибок наблюдается тесное переплетение палочковидных бактерий, которые образуют как бы остов (stroma), удерживающий в себе

остальные микроорганизмы. Эта бактерия является, по-видимому, гетероферментативной молочнокислой палочкой, принимающей участие в процессе сквашивания кефира (Е. П. Феофилова).

Основная роль в процессе сквашивания и созревания кефира принадлежит мезофильным гомо- и гетероферментативным молочнокислым стрептококкам и дрожжам. Некоторое значение имеют термофильные молочнокислые палочки и уксуснокислые бактерии. Последние, как и дрожжи, повышают активность молочнокислых бактерий.

является, таким образом, продуктом комбинированного брожения: молочнокислого и спиртового. Содержание спирта может быть до 0,2–0,6 % (в зависимости от длительности созревания). Образующийся углекислый газ придает продукту освежающий вкус. Выпускаемый промышленностью кефир массового потребления содержит алкоголя очень мало – сотые доли процента.

В кефире иногда появляется запах сероводорода. Причина этого дефекта окончательно не выяснена. Возбудителем его, по-видимому, являются гнилостные бактерии. Нередко в сгустке кефира образуются «глазки». Их образование связано с излишним развитием дрожжей и ароматообразующих бактерий – компонентов кефирного грибка (Н. С. Королева).

готовят из кобыльего молока. Приготовление кумыса, как и кефира, основано на молочнокислом и спиртовом брожениях.

Кобылье молоко отличается от коровьего более высоким содержанием лактозы, растворенных азотистых соединений и витаминов, особенно витамина С, но в нем меньше жира.

При сквашивании кобыльего молока казеин выпадает в виде очень мелких хлопьев. В состав закваски входят термофильные молочнокислые бактерии (болгарская и ацидофильная палочки) и дрожжи, сбраживающие лактозу и обладающие антибиотической активностью. Спиртовое брожение протекает активно; количество спирта достигает 2,0–2,5 %.

В настоящее время готовят кумыс и из коровьего молока.

В зависимости от продолжительности сквашивания и степени созревания получают кумыс разной степени кислотности и с различным содержанием спирта.

В состав закваски для ряженки входят термофильный молочнокислый стрептококк (*S. thermophilus*) и в небольшом количестве болгарская палочка. Ряженка вырабатывается из смеси молока и сливок. Смесь перед заквашиванием нагревается до температуры 95 °С в тече-

ние 2–3 часов, в результате чего она приобретает цвет и вкус топленого молока.

Имеются и другие кисломолочные продукты, которые изготавливают на так называемых естественных заквасках – молоко заквашивается сгустком (остатком) предыдущей выработки. В этом сгустке находятся специфические активные молочнокислые бактерии, часто еще и дрожжи. Примером могут служить различные национальные молочнокислые напитки, например чал, мацони, курунга, айран.

Готовая кисломолочная продукция контролируется на наличие бактерий группы кишечной палочки по бродильному титру и на наличие посторонней незаквасочной микрофлоры (микроскопически).

Бродильный титр кисломолочных напитков (кефира, йогурта, ряженки) должен быть не ниже  $0,3 \text{ см}^3$ . Сычужно-кислотный творог считается удовлетворительным с бродильным титром  $0,001\text{--}0,0001 \text{ г}$ , ориентировочной нормой для сметаны является бродильный титр  $0,01\text{--}0,001 \text{ г}$ .

изготавливается из коровьего молока с добавлением воды и соли. Вместо коровьего иногда используют козье или овечье молоко. Изготавливается с использованием закваски болгарской палочки и *Streptococcus thermophilus*. Айран обычно содержит 94 % воды, 1,2–1,5 % жира, 1,7 % белка и 0,75 % молочной кислоты.

имеет более высокую кислотность, до 1,16 %. В качестве первоначальной закваски используется сычуг убитого новорожденного теленка. Для этого сычуг солят и высушивают. После получения айрана становится возможным в дальнейшем использовать в качестве закваски уже изготовленный айран.

– один из важнейших продуктов переработки молока.

Сливочное масло вырабатывают из пастеризованных сливок. Количество бактерий в них обычно невелико – от сотен до нескольких тысяч в  $1 \text{ см}^3$ . Это главным образом споровые палочки и микрококки. При выработке масла в него попадают микроорганизмы из маслоизготовителей и другой производственной аппаратуры, воздуха и воды, применяемой для промывки масла.

Количество и видовой состав микроорганизмов в сливочном масле зависят от вида масла и способов его изготовления.

**Сладкосливочное масло** содержит разнообразную микрофлору. Она состоит из остаточной микрофлоры пастеризованных сливок и

различных посторонних микроорганизмов, попавших в масло извне в процессе его выработки. Это преимущественно споровые и бесспорные палочковидные бактерии и микрококки, среди которых встречаются способные расщеплять молочный жир и белки. Количество бактерий колеблется в широких пределах. Так, в 1 г свежего «Любительского» масла обнаруживаются тысячи и десятки тысяч бактерий, в 1 г «Крестьянского» масла – от тысяч до сотен тысяч. Обсемененность поверхностного слоя блока масла обычно выше, чем в его толще.

Сладкосливочное свежее масло, вырабатываемое способом сбивания, оценивается как хорошее при содержании в 1 г до 100 тыс. бактерий и титре кишечной палочки до 0,1 г.

При положительной температуре хранения сладкосливочного масла количество микроорганизмов в нем увеличивается и тем быстрее, чем выше температура. При температуре 15 °С уже через 5 дней число бактерий в 1 г достигает десятков миллионов преимущественно из-за развития молочнокислых бактерий. При низкой положительной температуре (5 °С) бактерии развиваются медленнее и растут главным образом не молочнокислые, а посторонние – протеолитические спороносные и неспороносные палочки, а также микрококки и дрожжи.

**Кислосливочное масло** изготавливают из пастеризованных сливок, заквашенных чистыми культурами молочнокислых стрептококков (*S. lactis* и *S. cremoris*). В состав закваски вводят также ароматообразующие стрептококки (*S. lactis subsp. diacetylactis*). Естественно, что кислосливочное масло по сравнению со сладкосливочным содержит значительно больше бактерий, главным образом молочнокислых, присутствуют в нем и дрожжи. Количество микроорганизмов в кислосливочном масле, по данным многих исследователей, достигает миллионов и десятков миллионов в 1 г. Посторонняя микрофлора незначительна; развитие ее задерживается молочной кислотой, которую образуют молочнокислые бактерии.

Бактериальная обсемененность масла, вырабатываемого поточным методом (без сбивания сливок), ниже, чем масла, получаемого способом сбивания, и не превышает обычно тысячи клеток в 1 г. Микрофлора этого масла состоит в основном из микроорганизмов, сохранившихся в сливках в процессе их пастеризации.

При положительных температурах хранения кислосливочного масла, микрофлора которого в основном состоит из молочнокислых стрептококков, происходит снижение числа бактерий; посторонняя микрофлора почти не развивается из-за повышенной кислотности масла.

Скорость развития бактерий в масле, выработанном поточным методом, значительно ниже, чем в масле, полученном методом сбивания. Микроорганизмы могут развиваться лишь в плазме масла, которая представляет собой водный раствор белковых веществ, молочного сахара и солей. Плазма находится в масле в виде капелек различного размера. Масло, выработанное поточным способом, характеризуется высокой степенью дисперсности плазмы, в связи с чем развитие микроорганизмов в нем затруднено.

Наиболее распространенным пороком сливочного масла является его плесневение, особенно при хранении в условиях повышенной влажности воздуха. Плесени развиваются главным образом на поверхности масла в виде пятен разной окраски. Иногда масло плесневеет внутри блока, если в нем имеются пустоты, образующиеся при неплотной набивке масла. Плесневение чаще вызывают *Oidium lactis*, виды рода *Penicillium*, реже грибы из родов *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*.

Плесневый гриб кладоспориум (*Cladosporium*) чаще других развивается внутри масла (в виде черных точек) при наличии даже очень малых пустот, так как этот гриб способен расти при ограниченном содержании в среде кислорода. Плесени, многие виды которых расщепляют молочный белок и жир, вызывают глубокие изменения, проявляющиеся в осаливании и прогоркании, развитии в масле гнилостного или других неприятных запахов и привкусов.

Под воздействием микробных ферментов (липаз) жир расщепляется на глицерин и жирные кислоты. Некоторые из низкомолекулярных жирных кислот обладают прогорклым запахом. Прогорклый вкус придают маслу и продукты более глубокого распада молочного жира (альдегиды, кетоны, перекиси и др.). Аналогичную порчу могут вызывать протеолитические и липолитические бактерии, например неспоронные флуоресцирующие бактерии рода *Pseudomonas*, некоторые споровые бактерии, а также некоторые виды дрожжей.

Для предупреждения плесневения масла рекомендуется обработка упаковочного материала раствором солей пропионовой или сорбиновой кислоты.

Стойкость масла повышается, если непосредственно после выработки его охладить до возможно более низкой температуры.

При хранении сливочного масла при температуре  $-12^{\circ}\text{C}$  вымирает значительное количество микроорганизмов. При этой температуре масло сохраняется в течение 1–9 месяцев в зависимости от вида.

Наиболее нестойким является масло «Крестьянское» и «Любительское» из-за повышенного содержания в нем влаги.

Рекомендуется длительное хранение сливочного масла при температуре от  $-20$  до  $-30$  °С. При этом в нем задерживаются не только микробиологические, но и физико-химические процессы. Имеет значение и вид упаковки; масло, упакованное в пленки из полимерных материалов, сохраняется лучше, чем упакованное в пергамент. При хранении масла в пленочной упаковке его микрофлора постепенно снижается, а в упакованном в пергамент масле она сохраняется на исходном уровне.

Маргарин молочный имеет микрофлору двух типов: заквасочную, применяемую для сквашивания молока, входящего в состав маргарина, и микрофлору постороннюю – незаквасочного происхождения.

Заквасочная микрофлора представлена гомо- и гетероферментативными молочнокислыми стрептококками (*Str. lactis*, *Str. cremoris*, *Str. lactis subsp. diacetilactis*) с определенной кислото- и ароматообразующей активностью. Продукты брожения этих стрептококков (особенно диацетил) в основном и определяют органолептические достоинства маргарина.

Посторонняя микрофлора разнообразна, она состоит из микроорганизмов сырья и микроорганизмов, попавших в ходе технологического процесса извне (с оборудования, из воздуха, с рук и одежды рабочих и др.).

Развитие посторонней микрофлоры, которая может вызвать пороки вкуса и запаха маргарина, возможно в основном лишь в водно-молочной фазе маргарина.

Маргарин представляет собой высокодисперсную эмульсию; водно-молочная фаза ее находится в виде мельчайших капелек размером от 1 до 10 мкм, что значительно снижает возможность размножения микроорганизмов. Неблагоприятно для многих бактерий и низкое значение рН (около 5) этой фазы маргарина.

Активное развитие микробов может быть только на поверхности продукта или в местах скопления конденсационной влаги, что происходит при интенсивном охлаждении маргарина, фасованного во влагонепроницаемую упаковку.

При порче маргарина может происходить его прогоркание, повышение кислотности, плесневение.

Для защиты от микробной порчи вводят в продукт (или обрабатывают упаковочный материал) бензойную и сорбиновую кислоты и их соли.

Существенными условиями, обеспечивающими стойкость маргарина к микробиальной порче, являются строгое соблюдение технологических параметров, высокий уровень санитарно-гигиенического состояния производства, исключая попадание посторонних микроорганизмов в продукт, низкие температуры хранения, систематическое проведение санитарно-бактериологического контроля сырья, готовой продукции, оборудования, тары, рук рабочих.

При оценке качества в основном определяют общее число бактерий и содержание бактерий группы кишечной палочки, которое нормируется. Для маргарина титр кишечной палочки установлен не ниже 0,01 г.

**Сыр** представляет собой ценный по вкусовым и питательным свойствам продукт переработки молока. Свойства сыра – вкус, аромат, консистенция, рисунок – формируются в результате сложных биохимических процессов, основная роль в которых принадлежит микроорганизмам.

Большое влияние на качество готового продукта оказывает также сырье – молоко, и прежде всего его чистота, т. е. степень обсемененности нежелательными для сыроделия микроорганизмами.

Свертывание молока (коагуляцию казеина) производят путем заквашивания его молочнокислыми бактериями и введением сычужного фермента.

При выработке каждого вида сыра применяют определенные технологические приемы и режимы, которые направлены в основном на регулирование протекающих в сырной массе микробиологических процессов.

На протяжении всех технологических этапов производства сыра в сырной массе происходит накопление молочнокислых бактерий, которые становятся основной микрофлорой созревающего сыра. В небольшом количестве встречаются и другие микроорганизмы: бактерии гниlostные, группы кишечной палочки, маслянокислые, пропионовокислые, а также дрожжи.

Созревание сыров протекает при активном развитии микробиологических процессов. В первые же дни созревания в сыре бурно развиваются молочнокислые бактерии, число их клеток в 1 г сыра достигает миллиардов. Бактерии сбраживают молочный сахар с образованием молочной кислоты, а некоторые продуцируют еще уксусную кислоту, углекислый газ, водород. Накопление кислот подавляет развитие посторонней микрофлоры.

При созревании твердых сыров типа «Голландский» (с низкой температурой второго нагревания) основная роль принадлежит мезофиль-

ным молочнокислым стрептококкам (*Str. lactis*, *S. cremoris*, *S. lactis subsp. diacetilactis*). Некоторое значение имеют и мезофильные молочнокислые палочки.

В микрофлоре созревающих сыров типа «Швейцарский» (с высокой температурой второго нагревания) преобладают термофильные молочнокислые палочки, преимущественно сырная палочка (*L. helveticus*), которым принадлежит ведущая роль в молочнокислом процессе. В созревании сыра принимают участие и термофильные стрептококки, а также мезофильные молочные бактерии (стрептококки и палочки). После того как молочный сахар будет сброжен, развитие молочнокислых бактерий прекращается и они начинают постепенно отмирать.

В процессе созревания сыров происходят изменения не только молочного сахара, но и белков молока. В этих процессах молочнокислые бактерии также играют значительную роль.

Сычужный фермент вызывает начальное расщепление белков – гидролиз их до пептонов. Более глубокий распад до аминокислот и расщепление их с образованием аммиака, жирных кислот, аминов вызывают молочнокислые бактерии и их протеолитические эндоферменты, высвобождающиеся после автолиза отмерших клеток. Палочковидные молочнокислые бактерии обладают более высокой протеолитической активностью, чем стрептококки.

Развиваются в созревающих сырах (особенно в «Швейцарском») и пропионовокислые бактерии. Они сбраживают молочную кислоту (ее кальциевую соль) с образованием пропионовой и уксусной кислот и углекислого газа.

Пропионовая и частично уксусная кислоты, а также, по-видимому, некоторые аминокислоты и продукты их расщепления придают сырам характерные острый вкус и запах. Накопление в сырах углекислого газа и водорода в результате жизнедеятельности молочнокислых и пропионовокислых бактерий обуславливает образование сырных глазков, которые создают рисунок сыра.

При созревании твердых сыров, особенно в начальной стадии процесса, могут активно развиваться бактерии группы кишечной палочки, а в конце созревания – маслянокислые. Рост этих бактерий сопровождается обильным выделением углекислого газа и водорода, при этом получается неправильный рисунок сыра и даже происходит его вспучивание.

Возникает и такой порок, как горечь сыра из-за развития микроорганизмов, активно разлагающих белки. Некоторые образующиеся при этом пептиды обладают горечью. Этот порок могут вызывать некоторые молочнокислые стрептококки.

Значительно снижает качество сыра анаэробная споровая бактерия *Clostridium putrificum*, обладающая резко выраженной протеолитической активностью. Сыр при этом размягчается, консистенция его становится мажущейся, появляется гнилостный запах и неприятный вкус.

Однако порча, особенно твердых сычужных сыров, чаще проявляется в плесневении. Развиваются обычно грибы рода *Penicillium*, встречаются и другие (*Alternaria*, *Cladosporium*). Гриб *Oospora* вызывает изъязвление корки. Эта плесень солеустойчива и растет при содержании в среде до 14–16 % NaCl.

Одним из источников инфицирования сыров плесенями являются камеры для созревания и хранения сыров. Воздух, стены, стеллажи и поверхность кондиционеров всегда в той или иной степени обсеменены плесенями. Кроме выполнения общих санитарно-гигиенических требований к содержанию камер хранения, хороший эффект для предотвращения плесневения сыров дает озонирование холодильных камер.

При выработке мягких, так называемых плесневых сыров, кроме молочнокислых бактерий, большое значение имеют плесени, которыми специально заражают сыры. Своеобразие вкуса этих видов сыров обусловлено изменением не только молочного сахара и белковых веществ, но и молочного жира, расщепляемого плесенями с образованием летучих жирных кислот.

В производстве сыра «Закусочный» используют (путем опрыскивания поверхности) *Penicillium candidum* и *P. camemberti*. Помимо плесеней, на поверхности сыра развиваются дрожжи, обладающие протеолитическим действием. В созревании сыра «Рокфор» участвует *P. roqueforti*. Споры гриба вносят внутрь сырной массы. Для создания благоприятных условий роста гриба сырную головку прокалывают по всей толщине. В созревании сыра положительную роль играет и поверхностная микрофлора, в состав которой входят дрожжи, микрококки и палочковидные бактерии.

При выработке некоторых видов сыров со слизью на поверхности (например, «Латвийского») важная роль в созревании принадлежит

слизевой поверхностной микрофлоре, состоящей из молочнокислых бактерий, дрожжей, микрококков и протеолитических палочковидных бактерий.

Плавленные сыры вырабатывают главным образом из зрелых сыров. Микрофлора их в основном представлена спороносными бактериями (*Bacillus subtilis*, *B. simplex*), встречаются и молочнокислые (палочки и стрептококки), сохранившиеся при плавлении сыра. Количество бактерий в этих сырах сравнительно невелико – тысячи клеток в 1 г. При холодильном хранении (до 5 °С) существенных изменений микрофлоры не наблюдается в течение длительного времени. При более высоких температурах численность бактерий увеличивается более или менее быстро в зависимости от температуры.

Наиболее опасными, вызывающими вспучивание сыров являются маслянокислые бактерии. Во избежание этого вида порчи в сыры вводят антибиотик низин. Плавленные сыры считаются удовлетворительными при содержании в них бактерий не более 10 000 в 1 г и титре бактерий группы кишечной палочки не ниже 0,1 г.

Общая бактериальная обсемененность копченых колбасных сыров обычно не превышает сотен клеток в 1 г. В основном это споровые, способные к протеолизу и липолизу бактерии. Основным видом порчи этих сыров является плесневение.

## 2.4

Микроорганизмы, как правило, не содержатся в крови, мышцах и во внутренних органах здоровых животных, имеющих высокую сопротивляемость организма. Известны два пути обсеменения микроорганизмами органов и тканей животных – эндогенный и экзогенный.

**Эндогенное обсеменение** мяса микроорганизмами может происходить при жизни животного и после убоя.

**Прижизненное эндогенное обсеменение** микроорганизмами наблюдается у животных, больных инфекционными болезнями. Распространение возбудителя по органам и тканям зависит от вида инфекции, ее течения и состояния организма больного животного.

У здоровых животных эндогенное (прижизненное микробное) обсеменение органов и тканей происходит при ослаблении естественной сопротивляемости (резистентности) организма под влиянием различных неблагоприятных (стрессовых) факторов: утомления, голодания,

переохлаждения или перегревания, травм и пр. При нормальном состоянии защитных сил животных стенка кишечника представляет собой почти непреодолимое препятствие для микроорганизмов. В результате снижения сопротивляемости создаются благоприятные условия для проникновения микроорганизмов из кишечника через лимфатические и кровеносные сосуды в органы и ткани, в том числе и мышцы. При этом могут проникать не только сапрофиты (постоянные обитатели кишечного тракта), но и некоторые патогенные бактерии (например, сальмонеллы), носителями которых нередко являются сельскохозяйственные животные. В обсеменении микроорганизмами большое значение имеют травмы. В мышечной ткани, расположенной в нескольких сантиметрах от места травмы, содержится почти в 2 раза меньше гликогена, чем в мышечной ткани неповрежденных участков. Вследствие нарушения процесса гликолиза в таких мышцах более интенсивно размножаются микроорганизмы.

*Посмертное эндогенное обсеменение* начинается сразу после обескровливания животного, так как в этом случае стенка кишечника становится легко проницаемой для микроорганизмов. Следовательно, необходимо как можно быстрее удалять кишечник из брюшной полости.

Сразу после убоя животного мясо имеет значение рН, близкое к нейтральному. С развитием посмертного окоченения (через 2 часа) начинается образование молочной кислоты из гликогена и реакция становится кислой. При этой реакции задерживается развитие гнилостных микроорганизмов. В мышцах утомленных или больных животных гликогена содержится меньше, поэтому такое мясо портится быстрее.

*Экзогенное обсеменение* мяса микроорганизмами происходит во время убоя животных и при последующих операциях разделки туш. Источниками экзогенного обсеменения могут служить кожные покровы животных, содержимое желудочно-кишечного тракта, воздух, вода, оборудование, транспортные средства, инструменты, руки, одежда и обувь работников, имеющих контакт с мясом. При этом наряду с сапрофитными могут попадать и патогенные микроорганизмы (чаще всего сальмонеллы). В глубинных слоях мышц микроорганизмов содержится меньше, чем на поверхности. Микроорганизмы могут попадать в глубокие слои мышц при обескровливании. В это время создается отрицательное давление и, пока работает сердце, кровь засасывается в перерезанные вены и разносится по всей туше, а загрязнение крови происходит от шкуры.

Видовой состав поверхностной микрофлоры мяса разнообразен и случаен. В основном здесь обнаруживают почвенные бациллы и клостридии, кокки, микроорганизмы кишечника, плесневые грибы.

Из микрофлоры мяса можно выделить до 20 родов бактерий, до 10 родов плесневых грибов, а также дрожжи и дрожжеподобные организмы нескольких родов.

Среди бактерий, выявляемых на мясе, можно обнаружить кокковые формы – микрококки и стафилококки, палочковидные неспоровые грамотрицательные микроорганизмы родов *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Salmonella*, группы кишечной палочки и др.; грамположительные – лактобациллы, микобактерии, спорообразующие грамположительные палочковидные микробы и др.

Среди плесневых грибов, обнаруживаемых на мясе, наиболее часто можно выявить такие, как *Penicillium*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Thamnidium*. Дрожжи и дрожжеподобные грибы обычно представлены родами *Torulopsis*, *Rhodotorula* и др.

Обнаруживаемые на мясе микроорганизмы развиваются при разной температуре.

Термофильные (теплолюбивые) микробы способны выдерживать температурные режимы, применяемые при термической обработке различных мясных продуктов, в том числе и консервов. Большинство термофилов представляет собой спорообразующие палочковидные формы, однако среди них обнаруживают и кокковые.

К истинным психрофилам относят такие микробы, которые через 10–14 дней при выращивании на плотных питательных средах при температуре 0 °С дают видимые невооруженным глазом колонии. Развитие психрофильной микрофлоры на мясе и мясных продуктах при их холодильном хранении приводит к появлению различных пороков, а затем и к глубокой порче.

Среди мезофильных микроорганизмов на мясе можно обнаружить грамположительные и грамотрицательные бесспорные и спорообразующие палочковидные бактерии, кокковые формы. Эта группа микроорганизмов наиболее широко распространена в природе и чаще других обнаруживается в мясе.

Мясо охлаждают при температуре 0...–1 °С, относительной влажности воздуха 95–98 % и скорости циркуляции воздушных потоков 2 м/с.

Мясо и мясные продукты считают охлажденными, если температура в их толще (на глубине не менее 6 см) достигает 0–4 °С, а переохлажденными (подмороженными) – при  $-2\text{ °С} \pm 1\text{ °С}$ .

Поверхность туш, направленных на охлаждение, может загрязняться различными микроорганизмами еще в убойно-разделочном цехе. При этом в обычных условиях на 1 см<sup>2</sup> поверхности некоторых участков туши насчитывается до нескольких десятков и даже сотен тысяч микроорганизмов. При перемещении в камеры охлаждения туши могут дополнительно загрязняться микроорганизмами, попадающими с рук, одежды работников, из воздуха помещений камер и др.

Во время охлаждения и хранения на поверхности охлажденного мяса могут развиваться психрофильные микроорганизмы. Скорость их развития и размножения зависит от ряда факторов. Так, например, на сухой поверхности мяса микроорганизмы развиваются менее интенсивно, чем на увлажненной. Увеличение температуры и влажности воздуха в помещениях камер охлаждения также приводит к повышению интенсивности развития и размножения микрофлоры.

При нарушениях режимов процесса охлаждения (слишком медленном) значительный рост микроорганизмов отмечается не только на поверхности, но и в глубоких слоях туш, куда проникают подвижные формы микроорганизмов, содержащиеся на поверхности мяса и в лимфатических узлах.

Состав микробиоты на поверхности охлажденного мяса разнообразен: от 2 до 40 % обычно составляют различные кокковые формы, молочнокислые палочки, спорообразующие аэробные и анаэробные микроорганизмы; 15–45 % общего количества приходится на бесцветные бактерии из рода *Pseudomonas* и *Achromobacter*, 4–20 % – на окрашенные бактерии.

На поверхности мяса при его охлаждении и хранении можно выделить опасные для здоровья потребителей микроорганизмы, такие, как сальмонеллы, патогенные стафилококки и стрептококки, патогенные спорообразующие виды – *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens* и др.

На охлажденном мясе по мере увеличения сроков его хранения в аэробных условиях все более преобладающими становятся палочковидные неспорные грамотрицательные аэробные бактерии. Наиболее активными из них считаются микробы из родов *Pseudomonas* и *Achromobacter*, которые являются одними из основных возбудителей порчи мяса.

Хранение охлажденного мяса в анаэробных условиях (без доступа кислорода в вакуумной упаковке, в атмосфере азота) сопровождается размножением палочковидных неспоровых грамположительных бактерий из родов *Lactobacillus* и *Microbacterium*.

Значительное место в микрофлоре охлажденного мяса занимают плесневые грибы и дрожжи.

Развитие и размножение микроорганизмов из рода *Pseudomonas* на мясе сопровождается расщеплением (гидролизом) белков и жиров. Обычно они развиваются в поверхностных слоях охлажденного мяса и тем быстрее, чем влажнее продукт. Начальные признаки порчи мяса появляются при увеличении числа бактерий до  $10^7$ – $10^8$  в 1 г или на  $1 \text{ см}^2$  поверхности, при этом на мясе появляются отдельные полупрозрачные бесцветные колонии, которые со временем образуют тонкий слизистый налет мутно-сероватого цвета, постепенно приобретающий буровато-зеленоватый оттенок. Такие явления наступают в тех случаях, когда количество живых бактерий на  $1 \text{ см}^2$  поверхности достигает  $10^{10}$  и проявляется порча продукта.

Микроорганизмы из рода *Achromobacter* развиваются и размножаются на поверхности мяса при доступе воздуха, образуя при сильном поражении налет серовато-белого цвета.

Лактобациллы (молочнокислые палочки) обычно разлагают углеводы с образованием кислоты, на питательных средах образуют мелкие неокрашенные колонии, обладают слабой протеолитической и липолитической способностью (плохо расщепляют белки и жиры), желатин не разжижают.

Лактобациллы могут вызвать позеленение мяса и мясных продуктов, особенно при хранении без доступа кислорода. На поверхности продукта рост молочнокислых палочек проявляется в виде слизи и может быть обнаружен невооруженным глазом.

В настоящее время замораживание и хранение мороженого мяса производят обычно при температуре  $-18...-20 \text{ }^\circ\text{C}$ , однако на многих предприятиях применяются и более низкие температуры.

Считается, что низкие температуры сами по себе не вызывают гибели микроорганизмов, вместе с тем при хранении происходит отмирание значительной части неспоровых форм микробов. Причиной такого явления может быть, с одной стороны, разрушение клеток микроорганизмов под действием кристаллов льда, образующихся как вне, так и внутри клетки, а с другой – старение микробов при хранении

продукции. Большую роль в отмирании микроорганизмов играет и изменение рН среды.

Разные виды микробов неодинаково реагируют на воздействие холода. Неспоровые, а также вегетативные формы споровых бактерий отмирают быстрее, чем споры. Наиболее устойчивыми к воздействию низких температур считаются кокковые формы бактерий, плесени и дрожжи.

Скорость отмирания микроорганизмов зависит от условий замораживания и хранения продукта. Так, например, бактерии при температуре от  $-5$  до  $-12$  °С погибают быстрее, чем при температуре  $-18\dots-20$  °С. При хранении замороженного мяса при температуре  $-18\dots-20$  °С содержание мезофильных и психрофильных микроорганизмов может снижаться до 10 %, нередко даже до долей процента. Однако полного отмирания бактерий практически не наблюдается.

На поверхности мяса, замороженного в парном виде, содержится меньше микрофлоры по сравнению с мясом, замороженным в охлажденном состоянии, потому что в процессе предварительного охлаждения количество микроорганизмов увеличивается.

С поверхности мороженого мяса при его хранении можно выделить различные бактерии, плесневые грибы и дрожжи, которые встречаются в охлажденном мясе.

Перед переработкой на мясные продукты мороженое мясо подвергают размораживанию. Для уменьшения размножения микроорганизмов процесс размораживания следует производить как можно быстрее. Влажность на поверхности продукта обычно высокая, вследствие чего создаются благоприятные условия для развития и размножения микрофлоры.

Хотя при длительном хранении мороженого мяса количество микроорганизмов заметно уменьшается, однако после оттаивания микробное загрязнение его поверхности оказывается довольно высоким. Состав микроорганизмов размороженного мяса может быть самым разнообразным: бактерии, плесневые грибы, дрожжи.

На степень микробного загрязнения поверхности размороженного мяса оказывают влияние нарушение технологических режимов оттаивания, ухудшение санитарно-гигиенических условий. Так, например, дополнительное загрязнение поверхности мяса руками, инструментами, специальной одеждой работников может привести к резкому увеличению содержания микроорганизмов. По этим причинам при размораживании мяса должны соблюдаться надлежащие санитарно-гигиенические требования.

**Ослизнение** мяса вызывается различными микроорганизмами: лактобациллами, бактериями из рода *Pseudomonas*, дрожжами, микрококками и др. Это сложный процесс, происходящий на поверхности продукта и сопровождающийся образованием налета различного цвета (серый, зеленоватый) с неприятным запахом. Начальный процесс ослизнения отмечается невооруженным глазом, когда содержание микроорганизмов достигает  $10^7$ – $10^8$  на  $1 \text{ см}^2$ , а сильно выраженный – до  $10^{10}$  на  $1 \text{ см}^2$ . Ослизнение мяса возникает при повышении температуры и влажности в помещениях, где хранят продукцию. При поражении поверхностных слоев мясо зачищают, удаляя измененные участки. Если после зачистки мясо не имеет неприятного запаха и отклонений по показателям свежести, его быстро отправляют на промышленную переработку. Если возникли подозрения на изменения свежести, мясо исследуют и используют в зависимости от полученных результатов.

**Плесневение** мяса вызывается микроскопическими грибами и сопровождается их большим скоплением в продукте с появлением специфического цвета и запаха. Плесневые грибы более активно прорастают на мясе в неблагоприятных для размножения бактерий условиях: при повышенной кислотности, пониженной температуре (даже на замороженном мясе), после обработки продукции антибиотиками тетрациклинового ряда.

На поверхности мяса после убоя животных и разделки туш почти постоянно присутствуют микроскопические грибы, наиболее часто обнаруживаются представители родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Cladosporium* и др.

Плесени, выделенные из мяса, иногда опасны для здоровья людей и животных. Среди плесневых грибов рода *Aspergillus*, содержащихся на поверхности говядины, могут быть токсичные штаммы, большинство которых при исследовании на кожной пробе кролика, а также по воздействию на мышей и парameций оказываются слабо или очень слабо токсичными. Очень токсичные штаммы выделяются довольно редко. Такие данные по поводу токсичности плесеней рода *Aspergillus* свидетельствуют о необходимости при ветеринарно-санитарной оценке мяса учитывать наличие микроскопических грибов, обладающих токсическими свойствами. Штаммы *Alternaria tenuis*, *Cladosporium* при температуре  $-2,0 \dots -4,5 \text{ }^\circ\text{C}$  образуют токсин на злаках в лабораторных условиях.

При плесневении мяса с поражением поверхности слоев его зачищают и используют для промышленной переработки. Если поражены

плесенью глубокие слои и изменены органолептические показатели, мясо направляют на техническую утилизацию.

**Изменение цвета** мяса при хранении происходит обычно в результате увеличения количества микроорганизмов. Красное окрашивание появляется при развитии чудесной палочки. Голубоватый, коричневый, зеленоватый цвета продукта вызываются микроорганизмами из рода *Pseudomonas*, позеленение мясных продуктов – бактериями *Lact. viridescens*, размножающимися при низкой температуре.

**Свечение** мяса отмечают при наличии на его поверхности фотобактерий. В этом случае мясо после зачистки пораженных участков направляют на промышленную переработку.

**Гниение** мяса – это сложный процесс, характеризующийся расщеплением белковых веществ под воздействием протеолитических ферментов микробного происхождения. Наряду с белками в процессе гниения распадаются также жиры и углеводы. Гнилостные процессы сопровождаются появлением неприятного запаха и разложением мяса.

Обычно гнилостное разложение начинается под воздействием аэробной или факультативно анаэробной микрофлоры. Анаэробные формы микроорганизмов позднее вовлекаются в процесс и вызывают соответствующие изменения в глубоких слоях мяса.

К протеолитическим аэробным микроорганизмам относятся *Bacillus subtilis* (сенная палочка), *Bac. mesentericus* (картофельная палочка), *Bac. mycoides*, бактерии из рода *Escherichia coli* и др. Особенно сильно выраженными протеолитическими свойствами обладают бактерии рода *Proteus*. Среди анаэробов, участвующих в процессе гниения, следует отметить *Clostridium perfringens*, *Cl. sporogenes*, *Bacillus putrefaction* и др.

На начальных стадиях гниения в результате распада белков образуются альбумозы и полипептиды, позднее расщепляющиеся до аминокислот. В мясе с признаками гниения в значительных количествах имеются летучие основания: триметил, пиридин, пиперидин и др.

При разложении белков могут образовываться вещества, обладающие ядовитыми свойствами (токсальбумины). В процессе гниения под воздействием микроорганизмов аминокислоты распадаются на различные органические кислоты и другие вещества. Конечными продуктами гнилостного разложения являются углекислый газ, аммиак, азот, водород, сероводород, вода и др.

Мясо с признаками гниения опасно для здоровья людей; особую опасность оно представляет на начальных стадиях развития процесса.

## 2.5.

Свежеснесенные яйца от здоровой птицы не содержат микробов и могут оставаться длительное время стерильными, так как обладают невидимой глазом защитной оболочкой от микроорганизмов – кутикулой. Но во время хранения она разрушается, тем самым открывая ворота для микроорганизмов. Число пор на площади скорлупы 1 см<sup>2</sup> может достигать 100 и более. Яйцо обсеменяется микробами эндогенным или экзогенным путем. Эндогенное обсеменение происходит в яйчнике и яйцевом несушек, больных туберкулезом, сальмонеллезом и другими инфекциями.

Но не все части яйца отличаются одинаковой резистентностью к микробам. Наиболее устойчив к разложению и заражению микробами плотный белок, что объясняется содержанием в нем лизоцима. Его больше в яичном белке кур и значительно меньше в таком же белке водоплавающей птицы: уток и гусей.

Экзогенное обсеменение происходит через поры скорлупы при содержании микробов на ее поверхности или в окружающей среде.

На скорость проникновения микробов в яйцо оказывают влияние температура и влажность воздуха, степень свежести яиц, инаktivация лизоцима, наличие органов передвижения у микробов и т. д.

Это процесс разложения яичного белка протеолитическими ферментами микробов. В зависимости от вида микроба, вызывающего гниение, различают следующие виды гниения яиц.

*Зеленая гниль* появляется в результате проникновения в яйцо микробов рода *Pseudomonas* (*Ps. fluorescens* и др.). Они образуют зеленый пигмент, который придает соответствующую окраску содержимому яйца.

*Черная гниль* появляется при размножении *Proteus vulgaris* и некоторых представителей рода *Pseudomonas*. Содержимое яйца разжижается и принимает коричневый или черный оттенок. Образовавшиеся газы часто разрывают скорлупу, а содержимое выливается на соседние яйца и загрязняет их.

*Смешанная гниль* вызывается *E. coli*, *Staphylococcus aureus* и другими микробами. При этом изменяется не только консистенция белка, но и его окраска. Чаще всего он становится серым и издает гнилостный запах.

Из почвы и с загрязненных предметов на поверхность скорлупы попадают плесневые грибы и актиномицеты. При низких положительных температурах и повышенной влажности споры грибов прорастают и проникают в поры скорлупы, а затем на

подскорлуповые оболочки. Наиболее благоприятные условия они находят вблизи воздушной камеры. При овоскопии пораженных яиц видны темные пятна – колонии грибов. В последующем гифы грибов пронизывают белок, образуя разветвленную сеть, и с помощью ферментов разжижают его. Среди грибов чаще обнаруживают плесневые грибы родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium* и реже – другие. В местах развития плесневых грибов гнилостная микрофлора обычно отсутствует.

Через яйцо передаются инфекции, общие для человека и птицы. Яйца птицы, особенно водоплавающей, часто служат источником заражения туберкулезом и сальмонеллезом. Наибольшую опасность среди сальмонелл представляет бактерия *Salm. typhimurium*, которой бывают заражены не только утиные, но и куриные яйца. Считавшиеся ранее безопасными *Salm. pullorum* и *Salm. gallinarum*, по данным зарубежных авторов (P. Edwards, 1958; G. Dack, 1957, и др., по И. С. Загаевскому), иногда вызывают пищевые отравления. Заражение яиц происходит эндогенным или экзогенным путем. Находящиеся в яйцах сальмонеллы беспрепятственно размножаются, так как лизоцим на них не действует. Наиболее благоприятная часть яйца для развития сальмонелл – желток.

Кроме сальмонелл через поры скорлупы в яйцо проникают холерный вибрион и другие микробы. Туберкулезные бактерии были выделены из яиц не только явно больной, но и реагирующей на туберкулин птицы.

Для полного уничтожения возбудителей туберкулеза и сальмонеллеза, а также других инфекций куриные и утиные яйца рекомендуется выдерживать в кипящей воде в течение 13 минут, гусиные – 14 минут. Яйцо водоплавающей птицы, а также кур из хозяйств, неблагополучных по туберкулезу и другим инфекциям, разрешается использовать только в производстве кондитерских изделий. Реализация таких яиц через торговую сеть и предприятия общественного питания запрещена.

Длительное хранение яиц, даже при отсутствии в них микробов, приводит к изменению их содержимого. Белок разжижается, желток становится подвижным. При хранении рядом с сильно пахучими веществами яйцо приобретает запах окружающей среды, воздушная камера его увеличивается. Наряду с физическими происходят и химические изменения. Так, белки частично расщепляются, количество фосфора и других веществ уменьшается, что снижает каче-

ство яиц. Замедлить изменения в яйце можно под действием низкой температуры. Для этого яйца помещают в холодильники при температуре 2,0–2,5 °С и влажности 85 %. В таких условиях яйца могут сохраняться в течение 6 месяцев. Низкая температура задерживает развитие микробов, а также усыхание яиц. Яйца, имеющие пороки, сохраняются плохо. Установить пороки яиц можно с помощью овоскопии. Свежие яйца хорошо пропускают свет. У старых яиц желток и белок более темные, а воздушная камера увеличена.

*Консервирование яиц.* Яйца, предназначенные для длительного хранения, консервируют. Существуют физические и химические методы консервирования яиц. Из физических методов применяют высушивание и замораживание.

*Высушивание* яичной массы проводят путем распыления в дисковых сушилках. В яичном порошке содержится 5–9 % воды. В таких условиях развитие микробов не происходит, но они длительное время могут оставаться жизнеспособными. Наряду с сапрофитами в яичный порошок попадают и возбудители инфекционных болезней. Среди них бывают и сальмонеллы, которые сохраняются в яичном порошке в течение 4–9 месяцев. Яичный порошок расфасовывают в жестяные банки с пергаментной прокладкой и хранят при постоянной температуре не выше 15 °С.

*Замораживают* содержимое только доброкачественных яиц. Белок и желток смешивают, фильтруют, разливают в жестяные банки, которые запаивают. Полученную замороженную смесь хранят при температуре –5...–10 °С. В меланже могут содержаться *E. coli*, *Proteus vulgaris*, *Bac. mesentericus* и другие микробы, которые попадают из окружающей среды. В процессе хранения часть микробов погибает. Оставшиеся живые микробы после размораживания быстро размножаются. Среди них иногда находят представителей рода *Salmonella*. Поэтому перед разбиванием яйца его поверхность очищают, дезинфицируют. Все оборудование необходимо содержать в чистоте. Размороженный меланж следует использовать в течение нескольких часов, иначе он испортится.

*Химические способы* преследуют цель предотвратить попадание микробов через поры скорлупы. Для этого используют растворы извести и жидкого стекла (3–10 %), в которые помещают яйца, а также подогретое до температуры 50 °С парафиновое масло. В парафиновое масло яйца погружают на короткое время. Используют растворы химических соединений, которые не изменяют вкус яиц.

## 2.6.

Микробная обсемененность поверхности рыбы находится в прямой зависимости от количества и качества микрофлоры водоема. В теплых морях значительная часть ее является мезофильными микроорганизмами, в умеренных и холодных регионах преобладают психрофильные микроорганизмы. Кроме того, есть зависимость от солености воды, от микрофлоры (галотолерантная, галофильная или негалофильная).

Наличие патогенной микрофлоры в воде в большинстве случаев является результатом сброса неочищенных или плохо очищенных сточных вод. Это явление характерно, прежде всего, для внутренних водных бассейнов и прибрежных морских вод. В воду могут попасть кишечные палочки, энтерококки, сальмонеллы и шигеллы, *Clostridium botulinum*.

Мясо рыбы по химическому составу близко к мясу млекопитающих. Оно содержит много белков, жира и воды, но более рыхлая консистенция мяса рыбы способствует быстрому распространению микроорганизмов в ее теле. В норме мышечная ткань рыб, как и мясо животных, не содержит микроорганизмов. На поверхности чешуи, жабрах свежельвленной рыбы обнаруживается микрофлора родов *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Vibrio* (*V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*) и др.

Контаминация рыбы начинается очень быстро после улова, преимущественно психрофильными микроорганизмами. Поэтому рыба – продукт, еще более подверженный порче, чем мясо животных.

Как и в случае с мясом, мышечная ткань свежельвленной рыбы считается стерильной. Значительное число бактерий обнаруживается в покровной слизистой оболочке, на наружных жабрах и в желудочно-кишечном тракте. Число бактерий на  $1\text{ см}^2$  поверхности тела рыбы может составлять от  $1 \cdot 10^3$  до  $1 \cdot 10^6$  КОЕ.

Степень обсеменения зависит от окружающей среды, географического положения водоема, времени года, орудий лова и от вида рыбы. Например, в свежей морской рыбе, выловленной тралом, содержится в 10–100 раз больше бактерий, чем в свежельвленной на удочку рыбе. Причиной является завихрение морского грунта (ила) при буксировке трала.

На поверхности свежельвленной морской рыбы содержится больше всего бактерий семейства *Achromobacteriaceae*, которые составляют 60 % всей микрофлоры, из них 35–40 % бактерий относится к роду *Alcaligenes*, 30 % составляют виды *Achromobacter liguefaciens*.

Менее 10 % всей естественной микрофлоры на поверхности рыб приходится на следующие роды: *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Vibrio*, *Corynebacterium*, *Bacillus*. Иногда на поверхности рыбы встречаются пигментообразующие бактерии родов *Sarcina*, *Klebsiela*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* или светящиеся виды *Photobacterium phosphoreum*.

Микробиота пресноводных рыб в Беларуси и средней полосе России в первую очередь состоит из психрофильных микроорганизмов родов *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Achromobacter*, *Micrococcus*.

Внутренние воды часто загрязнены сточными водами, поэтому пресноводные рыбы могут быть носителями патогенных микроорганизмов, чаще всего сальмонелл и стафилококков. На рыбе могут быть патогенные для нее микроорганизмы, которые безопасны для человека. Но могут также встречаться и опасные (патогенные) для человека.

Кроме того, в процессе переработки на рыбу могут попадать стафилококки, так как они составляют 40 % микрофлоры рук и носоглотки человека.

#### ***Изменение микробиоты рыбы во время ее хранения.***

Если рыбу не переработали или не заморозили, то очень быстро начинается ее порча. Гнилостная микрофлора рыбы, которая вызывает основную часть процессов разложения, развивается очень быстро при температуре 15–20 °С. Эта микрофлора является естественной микрофлорой рыбы.

Первичная порча морской рыбы происходит в результате разложения белков, жиров и углеводов. Если разложение протекает под влиянием собственных ферментов (автолиз), рыба приобретает мягкую рассыпчатую консистенцию без неприятных запахов и отклонений от вкусовых стандартов.

При нормативных температурах хранения на автолиз накладывается процесс бактериального разложения под влиянием литических ферментов. Наиболее активными протеолитическими ферментами обладают бактерии родов *Pseudomonas* и *Achromobacter*.

Число клеток микроорганизмов в мышечной ткани рыбы, достигающее  $8 \cdot 10^5$  КОЕ/г, является максимальным при определении пригодности рыбы для питания.

Отмечаются случаи неспецифического отравления рыбой, вызываемого биогенными аминами – ядами, которые образуются при бактериальном разложении рыбы. В этом случае белок мяса рыбы разлага-

ется до свободных аминокислот, в том числе и гистидина, который, декарбоксилируясь до гистамина, вызывает интоксикацию. Гистамин образуют как мезофильные, так и психрофильные бактерии родов *Proteus*, *E. coli*, *Achromobacter*, *Aerobacter*.

Обычно при замораживании погибает 60–90 % микрофлоры свежей рыбы, однако такие бактерии, как *Pseudomonas*, микрококки, лактобациллы и фекальные стрептококки, более устойчивы к замораживанию. Например, бактерии рода *Pseudomonas* погибают при температуре –12 °С в течение 3 месяцев. При такой же температуре погибают и бактерии рода *Achromobacter*. Хорошо переносят замораживание споры бактерий, дрожжи и плесневые грибы.

В замороженной рыбе обнаруживаются *E. coli*, коагулазо-положительные стафилококки, сальмонеллы, возбудитель ботулизма. Чтобы получить замороженную рыбу, благополучную с точки зрения санитарии, для замораживания следует использовать свежую рыбу, обработанную при строгом соблюдении санитарно-гигиенических требований.

Посол – один из старейших способов сохранения

Щ овз

Щ

ив

Степень обсеменения соленой рыбы микробами колеблется в широких пределах (от сотен до сотен тысяч в 1 г) в зависимости от первоначального их содержания на рыбе, концентрации соли, температуры и срока хранения. При любом способе посола рыбы происходят изменения количественного и качественного состава ее микрофлоры. Типичные для свежей рыбы психротрофные виды *Pseudomonas* постепенно отмирают или сохраняются в небольшом количестве в плазмоллизированном состоянии. Преобладающими в соленой рыбе и в тузлуках становятся галофильные и солеустойчивые микрококки; в меньшем количестве обнаруживаются спороносные палочки; встречаются также молочнокислые бактерии, дрожжи, споры плесеней, коринебактерии.

У соленой рыбы при хранении могут появляться различные дефекты. Некоторые из них обусловлены развитием микроорганизмов. Анаэробные бактерии, из-за которых появляется так называемый фуксин (красный, слизистый налет с неприятным запахом), солеустойчивые микрококки, образующие красный пигмент, и галофильные коричневые плесени вызывают порчу соленой рыбы.

При поражении плесенью на поверхности рыбы появляются пятна и полосы коричневого цвета. Этот дефект называется ржавлением. Коричневые плесени при температуре ниже 5 °С не развиваются.

Слабосоленая сельдь может подвергаться под влиянием развития аэробных, холодо- и солеустойчивых бактерий омылению. При этом поверхность рыбы покрывается грязновато-белым мажущимся налетом. Рыба приобретает неприятный вкус и гнилостный запах. В соленой сельди могут выживать и токсигенные бактерии: сальмонеллы, золотистый стафилококк, ботулинус.

Слабосоленая рыбная продукция из мелкой рыбы (кильки, салаки, хамсы и др.), выпускаемая в герметично закрытой таре – пресервы, помимо небольшого количества соли содержит сахар и специи. Пресервы не подвергают тепловой обработке; для предохранения от порчи в них вводят антисептик – бензойнокислый натрий (0,1 %). Хорошие результаты отмечены при введении взамен него или в сочетании с ним сорбиновой кислоты и антибиотика низина. Процесс просаливания и созревания ведут в течение 1,5–3 месяцев при температуре от –5 до +2 °С. Некоторый консервирующий эффект обеспечивает и поваренная соль.

Микробиота пресервов в первые дни их изготовления разнообразна; в состав ее входят микроорганизмы рыбы, соли и специи. Последние нередко в значительной степени ( $10^4$ – $10^6$  КОЕ/г) обсеменены спо-

рообразующими аэробными и анаэробными бактериями и микрококками, среди которых имеются солеустойчивые и холодоустойчивые гнилостные формы. В процессе созревания пресервов состав их микрофлоры меняется. Доминирующими представителями становятся солеустойчивые микрококки и молочнокислые бактерии.

В процессах созревания рыбы, помимо тканевых ферментов, немалая роль принадлежит гетероферментативным молочнокислым стрептококкам. Будучи устойчивыми к соли и бензойнокислому натрию, они размножаются, сбраживают сахар с образованием кислот (молочной, уксусной) и ароматических веществ. Снижение уровня pH активизирует некоторые тканевые ферменты рыбы, участвующие в ее созревании.

Наличие кислот, соли и антисептика, а также низкая температура препятствуют развитию гнилостных споровых бактерий, находящихся в немалых количествах в пресервах. Однако некоторые из них, особенно при нарушении технологического режима изготовления и хранения пресервов, могут развиваться и обусловить порчу продукта. В пресервах нередко обнаруживается *Clostridium perfringens* – обитатель кишечника рыб, попадающий и со специями. Активное развитие этой бактерии может привести к бомбажу банок. Для повышения стойкости пресервов при хранении рекомендуется пользоваться стерильными специями. Для лучшего сохранения ароматических свойств специй целесообразна их холодная стерилизация (УФ-лучами, гамма-радиацией).

В отличие от стерилизуемых рыбных баночных консервов, пресервы – продукты недлительного хранения даже в холоде.

Рыбу маринуют в маринаде, содержащем 6 % уксуса и 13 % поваренной соли при pH 2,8. Уксусная кислота тормозит развитие лактобацилл, быстро проникая в мышечную ткань рыбы. Завершение процесса созревания определяется по помутнению мяса рыбы. Содержание микроорганизмов на рыбе при мариновании уменьшается в 10–1000 раз. Погибают граммотрицательные психрофильные микроорганизмы, сальмонеллы и стафилококки. Выживают лактобациллы, бактериальные споры.

Основными возбудителями порчи маринованной рыбы являются гетероферментативные молочнокислые бактерии *Lactobacillus buchneri*, *L. Brevis*. В результате жизнедеятельности бактерий выделяется газ, что приводит к бомбажу банок.

Копчение используется человеком с давних пор. Существует два вида копчения: *горячее* и *холодное*.

Перед горячим копчением рыбу солят, затем обрабатывают в копильной печи при температуре 85–95 °С. Копчение способствует уменьшению на 25–35 % влаги в мясе рыбы. Внутри рыбы температура должна подняться до 65 °С в течение 30 минут. Такая температура гарантирует уничтожение психрофильных и мезофильных микроорганизмов, особенно патогенных. Практически после обработки дымом мясо рыбы становится стерильным еще и потому, что в дыме содержится целый ряд веществ, обладающих бактерицидными свойствами. При этом химические вещества дыма не проникают внутрь мяса рыбы.

Холодное копчение производится дымом при температуре 18–26 °С в течение 2–4 суток. При этом происходит удаление воды и проникновение составных частей дыма в мясо рыбы.

Видами порчи копченой рыбы являются влажное гниение, сухое гниение и плесневение.

*Влажное гниение* происходит из-за психрофильных бактерий, которые вызывают изменения в мышечной ткани копченой рыбы: она становится влажной, липкой, издает острый гнилостный запах.

*Сухое гниение* вызывают микрококки и аэробные спорообразующие бактерии, которые сохранили жизнеспособность во время копчения, дрожжи и сарцины. Рыба приобретает матовый оттенок, мышечная ткань становится рыхлой.

Рыба горячего копчения хранится ограниченное время. *Плесневение* наиболее часто встречается на поверхности рыбы, возбудителями являются плесневые грибы, которые попадают на рыбу как во время копчения, так и после него.

Отравления копченой рыбой могут возникнуть из-за содержания на ней сальмонелл, чаще всего *S. typhimurium*. Отравления может вызывать также *Cl. botulinum* – возбудитель ботулизма. Реже бывают отравления копченой рыбой, вызываемые *C. perfringens*, *S. aureus*. Стафилококки чаще всего бывают в рыбе холодного копчения.

Рыбу консервируют посредством стерилизации. После стерилизации консервы могут храниться в течение года при температуре от –3 до +25 °С. Для консервирования рыбу укладывают в банки, а затем стерилизуют при температуре 121,1°С в течение определенного вре-

мени в зависимости от вида рыбы и ее обсемененности. В основу выбора режима стерилизации ставят уничтожение устойчивых к нагреванию спор *C. botulinum*.

Признаком порчи консервов является бомбаж – вспучивание верхней и нижней крышек банок. Вызывают его газы, образовавшиеся при разложении рыбы бактериями *C. sporogenes*, *C. roseum*, *B. cereus*, *B. coagulans*. Отравления рыбными консервами вызываются также бактериями *C. botulinum*, хотя размножение этих бактерий не всегда приводит к бомбажу банок.

Пресервы пастеризуют при температуре 95 °С: банки массой 250 г – в течение 45 минут, банки массой 200 г – 35 минут.

Как правило, споры *Clostridium* и *Bacillus* выдерживают пастеризацию. Выдерживают пастеризацию также теплоустойчивые кокки, лактобациллы, дрожжи и плесневые грибы. Содержание микроорганизмов в пресервах составляет  $1 \cdot 10^4$  КОЕ/г. Подавление размножения микроорганизмов достигается дополнительными мероприятиями, например, добавлением 0,9%-ной уксусной, бензойной или сорбиновой кислоты.

Порча пресервов вызывается сохранившимися микроорганизмами, которые вызывают брожение, придающее продукту кислый вкус или кисло-загнивающий привкус. Чаще всего порчу вызывают лактобациллы, анаэробные спорообразующие бактерии. Через рыбу и кулинарные изделия из нее передаются токсикоинфекции, вызываемые сальмонеллами, клостридиями перфрингенс, протейями. Иногда возникают стафилококковые интоксикации при загрязнении рыбы и рыбных продуктов энтеротоксичными штаммами стафилококков.

## 2.7

Кишечные сообщества млекопитающих включают сотни видов, и определить вклад одного из них практически невозможно. Кроме того, состав микробиоты зависит от внешних условий и потому неустойчив.

Совершенно иная ситуация сложилась в кишечнике медоносной пчелы *Apis mellifera*. Его населяет всего девять доминирующих видов бактерий, относящихся к пяти группам: *Snodgrassella*, *Gilliamella*, *Bifidobacterium* и две линии *Lactobacillus* (прил. 3). Такая композиционная простота облегчает изучение. Все виды можно культивировать в лаборатории и заражать ими насекомых, свободных от симбионтов, т. е. проводить сравнительное исследование.

Микрофлора медоносных пчел специализирована, она встречается только в кишечнике *Apis mellifera* и в улье. Ее становление совпало с формированием пчелиной социальности, у одиночных пчел этих бактерий нет или они присутствуют в следовых количествах. Социальность обеспечивает постоянство состава микрофлоры. Пчелы живут большими группами и заглатывают бактерии, которые содержатся в экскрементах, на поверхностях внутри улья, а иногда и в пище, которую получают от других рабочих пчел (такое взаимное кормление называется трофоллаксисом).

Формирование микрофлоры происходит постепенно и строго соответствует пищевым потребностям пчелы в зависимости от ее возраста и статуса. Личинки вначале свободны от бактерий, но их кормят рабочие пчелы: сначала маточным молочком (секретом специальных желез), затем медом, нектаром и пыльцой. В результате личинки обзаводятся бактериями из улья, корма и кишечника взрослых особей, но это сообщество неустойчиво. У юной пчелы, только вышедшей из куколки, кишечник чист, и бактерии появляются там в первые дни жизни, до того, как пчелы покинут улей. Микрофлора поселяется главным образом в тонкой и толстой кишке, в других отделах пищеварительного тракта бактерий мало.

Поскольку диета рабочих пчел богата сахарами и другими углеводами (нектаром, медом и пыльцой), большинство видов кишечных бактерий расщепляет эти соединения. Некоторые симбионты разлагают даже редкие сахара (маннозу, арабинозу, раффинозу, галактозу и лактозу), которые для пчел являются неперевариваемыми и потенциально токсичными.

У пчелиных маток и трутней микрофлора беднее. У трутней она сходна с микробиотой рабочих пчел, в ней много лактобацилл. В кишечнике личинок и маток в изобилии встречается специфическая бактерия *Parasaccharibacter apium*. Она также присутствует в железах рабочих пчел, которые кормят молочком матку и личинок. *P. apium* хорошо приспособилась к аэробным условиям и высокому содержанию сахара, токсичным для большинства кишечных симбионтов, и прекрасно себя чувствует в маточном молочке, нектаре и меде.

Изменения в составе кишечной микробиоты ухудшают здоровье хозяина, попустительствуют патогенам и увеличивают смертность.

Впервые симбиотическая флора из медового зобика пчелы и свежего меда была обнаружена и связана со многими лечебными свойствами меда сравнительно недавно – в 2008 году в Швеции. В составе новой

микробиоты определено приблизительно 40 штаммов молочнокислых бактерий из 9 видов *Lactobacillus* и 4 видов *Bifidobacterium*: *L. kunkeei*, *L. apinorum*, *L. mellis*, *L. mellifer*, *L. kullabergensis*, *L. kimbladii*, *L. helsingborgensis*, *L. melliventris*, *L. apis*, *B. coryneforme*, *B. asferoides*, *B. sp.* Большинство этих симбионтов – вновь описанные виды. Помимо уникальной для медоносной пчелы молочнокислой флоры из меда выделены штаммы *L. acidophilus*, способствующие его антибактериальной активности. Максимальное фиксированное количество жизнеспособных молочнокислых бактерий в свежем меде составляет  $10^8$  клеток на 1 г. По мере обезвоживания продукта количество жизнеспособных микроорганизмов снижается и становится нулевым при содержании воды в меде менее 20 %.

Молочнокислые бактерии являются симбиотическими организмами, населяющими медовый зобик медоносных пчел. Численность и видовой состав молочнокислой микрофлоры медового зобика зависят от сезона, источника и количества нектара, здоровья пчел и наличия других микроорганизмов в нектаре. Так, количество молочнокислых бактерий, низкое ранней весной, увеличивается с фуражировочной активностью пчел.

Каждый член молочнокислой микробиоты пчел ферментирует нектар, выделяет штамм-специфичный спектр метаболитов и, таким образом, участвует в процессе превращения нектара в мед. Вещества, вырабатываемые молочнокислыми бактериями, присутствуют в свежем меде и сохраняются в зрелом. Кроме того, возможно, данные микроорганизмы играют ключевую роль в производстве перги.

Среда медового зобика характеризуется микроаэробным состоянием, наличием сахаров и температурой, независимой от температуры окружающей среды, представляя собой оптимальную нишу для молочнокислых бактерий. На основе полученных данных было предположено, что пчелы и молочнокислая микрофлора развивались во взаимной зависимости друг от друга: бактерии получили нишу с доступными питательными веществами, а пчелы – защиту от вредных микроорганизмов.

**Микрофлора меда.** Известно, что в свежем меде содержится большое количество молочнокислых бактерий, происходящих из медового зобика пчелы и обладающих широким спектром антимикробной активности против различных патогенов пчел и человека. Отдельные виды молочнокислых бактерий производят органические кислоты, этанол, бензоат, ферменты, перекись водорода, антимикробные пептиды и бактериоцины.

Совокупность микроорганизмов, обитающих в меде, разделяют на микрофлору меда первичную – микроорганизмы, попадающие в мед из нектара и пыльцы и постоянно в нем присутствующие (осмофильные дрожжи рода *Sacharomyces*, споры низших грибов вида *Aspergillus niger*, споры бактерий *Pumilus* и *Cereus*), и вторичную – микроорганизмы, попадающие в мед при обработке и хранении (сотовый мед их не содержит). Микрофлора меда зависит от его ботанического происхождения, условий обработки и хранения. Обычно в 1 г меда содержится в среднем около 1000 микроорганизмов, но в отдельных случаях, например при неправильном хранении меда, их число может значительно увеличиться, особенно дрожжей при брожении меда и плесневых грибов при повышении влажности меда.

В **продуктах пчеловодства** хорошего качества отсутствуют следы патогенной и условно-патогенной микрофлоры. Сами продукты пчеловодства обладают антисептическим свойством.

**Прополис** же является сильнейшим природным антибиотиком. Он обладает избирательным действием только на нежелательную микрофлору и способен подавлять бактериальные, вирусные, дрожжевые и грибковые инфекции.

-

После убоя животного его шкура практически сразу контаминируется большим количеством микроорганизмов, относящихся к разным родам и видам, среди которых выделяют протей, кишечную палочку, стафилококки, дрожжи, гнилостные бактерии и многие другие.

Пути загрязнения шкур животных могут быть разнообразными: с поверхности при разрезе, с рук и инструментария, во время удаления лишней ткани (подкожной клетчатки), из воздуха.

Процессы разложения шкуры начинаются при температуре не ниже 10–12 °С, причем активнее прочих портятся так называемые тощие шкуры в связи с преобладающим в их составе содержанием белков, разлагающихся быстрее жиров. Кроме того, также быстро портятся густошерстные шкуры, что связано с их меньшей плотностью и толщиной и, следовательно, с более высоким уровнем кислородообеспечения, а также с наличием в шерсти большого количества микроорганизмов.

Источник микробов – навоз, почва, вода, воздух, предметы обработки. Встречаются шаровидные и палочковидные формы микробов, грибы, аэробы, анаэробы. Процесс разложения начинается в местах

скопления грязи, в складках и изгибах кожи. Если среда слабощелочная, микробы начинают бурно размножаться. Гнилостное разложение начинается как со стороны эпидермиса, так и со стороны подкожной клетчатки.

Микробы начинают развиваться при влажности кожи 35 %. Скорость развития их зависит от температуры. При температуре 12 °С ослизнение потовых желез происходит за 12 часов, при 24 °С – за 6 часов.

По мере проникновения микробов внутрь кожи происходит ослизнение и разрушение эпидермиса, волос легко извлекается из сумок, изменяется цвет мездры, она становится зеленоватой, а затем темной. При комнатной температуре на третьи сутки процесс распространяется на рыхлую соединительную ткань и коллагеновые волокна. Кожа становится дряблой, понижается прочность. Разложившиеся ткани издают неприятный гнилостный запах. В начале процесса гниения образуются аэробные аммонификаторы: *Proteus vulgaris*, *E. coli*, *Bac. subtilis*.

Плесневение наблюдается в прохладных, плохо вентилируемых помещениях. Появляются мелкие колонии плесневых грибов. Солевые пятна возникают при высокой температуре.

Во избежание порчи осуществляют консервирование кожевенного сырья: соленье натрием хлоридом, мокросоленое консервирование, сухосоленое консервирование, пресносухое консервирование, замораживание.

На поверхности шерсти всегда имеются микробы: *Bac. mesentericus*, *Bac. cereus* и др. Аммонификаторы разлагают кератин, приводят в негодность шерстяное волокно. Сырая слежавшаяся шерсть под действием термофильных микробов нагревается, иногда обугливается и даже воспламеняется. Под действием *Pseudomonas indofera* происходит окрашивание шерсти.

Выделяют следующие виды порчи кожевенно- мехового сырья.

**Гниение.** Этот вид порчи состоит из трех последовательных этапов. На первом этапе видимых изменений кожевенно-мехового сырья не происходит. Тем не менее в подкожной клетчатке очень быстро размножаются бактерии, которые затем проникают в эпидермис и волосяные сумки. Второй этап характеризуется проникновением микроорганизмов вглубь кожи, при этом мездра темнеет, ослизняется, приобретает зеленоватый оттенок, появляется запах аммиака, волосы кожи легко выпадают из волосяных сумок. На третьем этапе загнивания происходит разложение собственно кожи (ткани дермы): она

темнеет, становится дряблой и ослизлой, почти полностью выпадают волосы, ощущается явный запах аммиака и сероводорода (продуктов разложения белков), шкура легко поддается разрыву.

Гнилостный процесс начинается с развития гнилостных (аммонифицирующих) бактерий, способных выделять протеолитические ферменты и при ограниченном доступе кислорода разлагать белки. Впоследствии в процесс активно включаются аэробные бактерии. В результате совместной жизнедеятельности тех и других процесс разложения углубляется, проходя ряд последовательных реакций: белки – аминокислоты – аминосоединения –  $\text{NH}_3$ . На последнем этапе загнивания, на котором шкура портится окончательно, в процесс разрушения включаются анаэробные бактерии.

**Плесневение.** Процесс обычно начинается со стороны мездры, образующиеся пятна постепенно распространяются по поверхности всей шкуры и могут заразить соседние. Возбудители данного вида порчи – плесневые грибы родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Trichoderma*. Порок кожи, вызванный распространением плесневых грибов, называется «мушинные пятна».

**Образование солевых пятен.** Этот вид порчи кожевенно-мехового сырья обычно возникает на мокросоленых шкурах. Часть исследователей считают, что они возникают в результате развития галофилов. Солевые пятна развиваются с маленьких величиной с просыное зернышко и со временем образуют крупные пятна желтого или оранжевого цвета, которые проникают внутрь шкуры и снижают ее сортность.

Чтобы данный порок предотвратить, посол кожевенно-мехового сырья следует проводить при температуре ниже  $10\text{ }^\circ\text{C}$  и влажности не выше 80–85 %, а к общему объему используемой соли добавлять 3–5 % кальцинированной соды. Кроме того, следует помнить, что для посола кожевенно-мехового сырья предпочтительнее использовать каменную соль в связи с ее невысокой обсемененностью микроорганизмами.

Большое народнохозяйственное значение имеет шерсть, получаемая при стрижке сельскохозяйственных животных, но и она подвержена разрушению при несоблюдении правил хранения. Волокна шерсти разрушают микроорганизмы, относящиеся к различным систематическим группам, путем аммонификации за счет выделения ими протеолитических ферментов. Активными разрушителями шерстяных волокон являются актиномицеты *Act. globisporus vulgaris*, спорообразующие бактерии рода *Bacillus* и плесневые грибы родов *Penicillium* и *Aspergillus*.

Выделяют несколько видов пороков шерстяного волокна:

- **обугливание** (даже воспламенение), происходящее при сильном разогреве шерстяных тюков во время хранения;

- **зниение, опрелость**, сопровождающиеся потерей цвета и блеска, происходящие обычно при слабом нагреве шерсти и плотном сложении;

- **распад** – вяло текущий процесс, длящийся несколько месяцев;

- **синее окрашивание**, проявляющееся из-за развития пигментообразующего микроорганизма *Pseudomonas indofera*.

В целях недопущения порчи шерстяного волокна его рекомендует хранить в тюках, а также на деревянных брусках в хорошо вентилируемых сухих помещениях при 60%-ной влажности и температуре не ниже 16 °С.

## 2.9

Современная наука рассматривает микробиоту тела животных как совокупность микробиоценозов, занимающих многочисленные экологические ниши на коже и слизистых всех открытых внешней среде полостей организма. В значительной части микробиота одинакова у всех животных в сравнимых биотопах, но в составе микробиоценоза имеются индивидуальные различия. Аутомикробиота здорового животного остается постоянной и поддерживается гомеостазом. Ткани и органы, не сообщающиеся с внешней средой, стерильны. Организм и его нормальная микробиота составляют единую экологическую систему: микробиом служит своеобразным «экстракорпоральным органом», играющим важную роль в жизнедеятельности животного. Будучи биологическим фактором защиты, нормальная микрофлора является тем барьером, после прорыва которого индуцируется включение неспецифических механизмов защиты.

Нормальную микробиоту, связанную только со здоровым статусом организма, ряд авторов подразделяет на две части:

1) облигатную, постоянную часть, сложившуюся в филогенезе и онтогенезе в процессе эволюции, которую еще называют индигенной (т. е. местной), аутохтонной (коренной), резидентной и т. д.;

2) факультативную, или транзиторную.

В состав аутомикрофлоры периодически могут включаться и случайно проникающие в макроорганизм патогенные микроорганизмы.

**Кожа и шерстный покров.** Кожа и особенно шерстный покров наиболее сильно обсеменены микроорганизмами. На 1 см<sup>2</sup> кожи животных обычно обнаруживают от сотен тысяч до нескольких миллионов микробов, а на 1 см<sup>2</sup> шерстного покрова – от сотен миллионов до

нескольких миллиардов. Количественный состав микроорганизмов кожи и шерстного покрова животных зависит от условий кормления, ухода и содержания животных.

На поверхность кожи из почвы, воды, воздуха и с других объектов внешней среды, с которыми соприкасаются животные, попадают самые разнообразные микроорганизмы.

Качественный состав микроорганизмов представлен главным образом сапрофитными микроорганизмами (микрококками, диплококками, стрептококками, стафилококками, сарцинами). Кроме указанных микроорганизмов обнаружены кишечная, синегнойная и другие палочки, а также дрожжи, грибы, актиномицеты. Эти микроорганизмы – комменсалы. При понижении резистентности организма они могут быть возбудителями абсцессов, фурункулезов и других нагноительных процессов. Кроме сапрофитов на коже животных иногда обнаруживают и патогенные бактерии (сальмонеллы, листерии и др.).

Основными представителями микробиоты кожи животных являются следующие представители: дифтерийные (коринебактерии, пропионовые бактерии), плесневые грибы, дрожжи, споровые аэробные палочки (бациллы), стафилококки (в первую очередь преобладает *S. epidermidis*, но на здоровой коже в небольшом количестве присутствует и *S. aureus*).

#### **Микробиота кожи вымени.**

Микробиом вымени составляют преимущественно микрококки (*M. luteus*, *M. flavus*, *M. eandidus*, *M. caseolyticus*), стафилококки, стрептококки, коринебактерии, в частности *Corynebacterium bovis*.

Из патогенных микробов на коже вымени часто встречаются возбудители маститов (*Str. agalactiae*, *Str. ubens*, *Staph. aureus*) и колимаститов (*Escherichia coli*, *Klebsiella aerogenes*, *Corynebacterium pyogenes*, *Bac. stibtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* и др.) (прил. 3).

#### **Микробиота желудочно-кишечного тракта.**

Наиболее активно микроорганизмы заселяют желудочно-кишечный тракт ввиду обилия и разнообразия в нем питательных веществ.

Кишечный тракт животных – обычное место обитания разнообразных микроорганизмов, преимущественно анаэробных. Характер взаимоотношений этих микроорганизмов с хозяином может быть различным и в первую очередь зависит от особенностей его рациона.

В кишечном тракте хищных или насекомоядных животных находится корм, по своему биохимическому составу близкий к составу их тела. Он является также прекрасным субстратом для развития микроорганизмов. Поэтому здесь складываются конкурентные взаимоотно-

шения микроорганизмов с хозяином. Последний не может полностью исключить возможность их развития, но ограничивает его благодаря секреции кислоты и быстрому пищеварению, в результате чего почти все продукты деятельности пищеварительных ферментов потребляют животные. Более медленное прохождение корма через толстый кишечник способствует бурному развитию микроорганизмов, и в прямой кишке уже содержится огромное их количество.

В кишечник травоядных животных попадает большое количество клетчатки. Известно, что только некоторые беспозвоночные могут переваривать клетчатку самостоятельно. В большинстве случаев переваривание целлюлозы происходит за счет разрушения ее бактериями, а животное потребляет в качестве пищи продукты ее деградации и сами клетки микроорганизмов. Таким образом, здесь наблюдается кооперация, или симбиоз. Наибольшего совершенства этот тип взаимодействий достиг у жвачных животных. В их рубце корм задерживается достаточно долго, чтобы могли быть разрушены доступные микроорганизмам компоненты растительных волокон. В этом случае, однако, бактерии используют значительную часть растительного белка, который в принципе мог бы быть разрушен и использован самим животным. Однако у многих животных взаимодействие с кишечной микрофлорой носит промежуточный характер. Например, у лошадей, кроликов, мышей в кишечнике корм в значительной степени используется до того, как начнется бурное развитие бактерий. Но в отличие от хищников, у таких животных корм дольше задерживается в кишечнике, что способствует его сбраживанию бактериями.

Наиболее активная жизнедеятельность микроорганизмов всегда происходит в толстой кишке. Анаэробы здесь развиваются, осуществляя брожение, при котором образуются органические кислоты – преимущественно уксусная, пропионовая и масляная. При ограниченном поступлении углеводов образование этих кислот энергетически выгоднее, чем образование этанола и молочной кислоты. Происходящее здесь же разрушение белков приводит к снижению кислотности среды. Накапливающиеся кислоты могут быть использованы животным.

Содержимое кишечника – благоприятная среда обитания микроорганизмов. Однако здесь действует и ряд неблагоприятных факторов, способствующих адаптации и специализации кишечных микроорганизмов. Так, в толстом кишечнике накапливаются желчные кислоты до концентрации, уже угнетающей рост некоторых бактерий. Масляная и уксусная кислоты также обладают бактерицидными свойствами.

В состав кишечной микрофлоры различных животных входит ряд видов бактерий, способных разрушать целлюлозу, гемицеллюлозы, пектины. У многих млекопитающих в кишечнике обитают представители родов *Bacteroides* и *Ruminococcus*. *B. succinogenes* был обнаружен в кишечнике лошадей, коров, баранов, антилоп, крыс, обезьян. *R. albus* и *R. flavefaciens*, активно разрушающие клетчатку, обитают в кишечнике лошадей, коров, кроликов. К сбраживающим клетчатку кишечным бактериям относятся также *Butyrivibrio fibrisolvens* и *Eubacterium cellulosolvens*. Роды *Bacteroides* и *Eubacterium* представлены в кишечнике млекопитающих рядом видов, некоторые из которых разрушают также белковые субстраты.

В составе кишечной микрофлоры разных животных обнаруживаются характерные различия. Так, у собак относительно много стрептококков и клостридий.

В кишечнике, рубце жвачных животных и в других органах представители нормальной микрофлоры распределены определенным образом. Часть форм находится на поверхности клеток, другие – на некотором удалении от ткани. Состав прикрепленных форм может изменяться при ослаблении или заболевании хозяина, и даже при стрессе. При нервных стрессах, например, за счет активизации протеаз происходит разрушение белка на поверхности глоточного эпителия, что позволяет прикрепляться клеткам условно-патогенной бактерии *Pseudomonas aeruginosa*, которые начинают здесь активно размножаться вместо безвредных представителей нормальной микрофлоры. Образовавшаяся популяция *Ps. aeruginosa* в дальнейшем может вызвать поражение легких.

Рубец жвачных животных обильно заселен большим числом видов бактерий и простейших. Анатомическое строение и условия в рубце почти идеально отвечают требованиям для жизнедеятельности микроорганизмов. В среднем, по данным различных авторов, количество бактерий составляет  $10^9$ – $10^{10}$  клеток в 1 г рубцового содержимого.

Помимо бактерий, в рубце осуществляют расщепление кормов и синтез важных органических соединений для животного организма также различные виды дрожжей, актиномицетов и простейших. Инфузорий в 1 мл может быть от 200 тыс. до 2 млн.

Видовой состав рубцовых микроорганизмов со временем претерпевает изменения.

В молочный период в рубце у телят преобладают лактобациллы и определенные виды протеолитических бактерий. Полное становление

рубцовой микрофлоры завершается при переходе животных на кормление грубыми кормами. У взрослых жвачных животных видовой состав рубцовых бактерий, по мнению некоторых авторов, постоянен, существенным образом не изменяется в зависимости от кормления, времени года и ряда других факторов. Имеют наиболее важное в функциональном отношении значение следующие виды бактерий: *Bacteroides succinogenes*, *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Ruminococcus flavefaciens*, *R. aibus*, *Cillobacterium cellulosolvens*, *Clostridium cellobioparum*, *Clostridium locheadi* и др.

Основными продуктами сбраживания клетчатки и других углеводов являются масляная кислота, углекислота и водород. В превращении крахмала принимают участие многие виды рубцовых бактерий, в том числе и целлюлозолитические.

Из рубца выделены *Bact. amylophilus*, *Bact. ruminicola* и другие бактерии, также в расщеплении крахмала большое участие принимают определенные виды инфузорий. Основными продуктами брожения являются уксусная, янтарная, муравьиная кислоты, углекислый газ и в некоторых случаях сероводород.

Утилизация в рубце жвачных животных моносахаридов (глюкоза, фруктоза, ксилоза и др.), поступающих с кормом, а главным образом образующихся при гидролизе полисахаридов, осуществляется в основном рубцовыми микроорганизмами.

Из-за наличия в рубце анаэробных условий углеводы в клетках рубцовых микроорганизмов окисляются не полностью, конечными продуктами брожения являются органические кислоты, углекислота, этанол, водород, метан. Часть продуктов гликолиза (молочная, янтарная, валериановая кислоты и некоторые другие вещества) используется самими бактериями в качестве источника энергии и для синтеза клеточных соединений. Конечные продукты углеводного обмена в рубце жвачных – летучие жирные кислоты – используются в обмене веществ животного-хозяина.

Ацетат, один из основных продуктов рубцового метаболизма, является предшественником жира молока, источником энергии для животных. Пропионат и бутират используются животными для синтеза углеводов.

В содержимом рубца широко представлены виды бактерий, утилизирующих различные моносахара. Кроме описанных выше, обладающих ферментами, разрушающими полисахариды и дисахариды, в рубце жвачных животных находится целый ряд видов бактерий, предпо-

чительно использующих моносахара, главным образом глюкозу. К ним относятся следующие виды: *Lachnospira multiparus*, *Selenomonas ruminantium*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bidum*, *Bacteroides coagulans*, *Lactobacillus fermentum* и др.

В настоящее время известно, что белок в рубце расщепляется под действием протеолитических ферментов микроорганизмов с образованием пептидов и аминокислот, которые, в свою очередь, подвергаются воздействию дезаминаз с образованием аммиака. Дезаминирующими свойствами обладают культуры, относящиеся к следующим видам: *Selenomonas ruminantium*, *Megasphaera eisdenii*, *Bacteroides rumenicola* и др.

Большая часть потребляемого с кормом растительного белка превращается в рубце в белок микробиальный. Как правило, процессы расщепления и синтеза белка идут одновременно. Значительная часть рубцовых бактерий, являясь гетеротрофами, для синтеза белка использует неорганические соединения азота. Наиболее важные в функциональном отношении рубцовые микроорганизмы (*Bacteroides rumenicola*, *Bacteroides succinogenes*, *Bacteroides amylophilus* и др.) для синтеза азотистых веществ своих клеток используют аммиак.

Ряд видов рубцовых микроорганизмов (*Streptococcus bovis*, *Bacteroides succinogenes*, *Ruminococcus flavefaciens* и др.) для построения серосодержащих аминокислот использует сульфиды при наличии в среде цистина, метионина или гомоцистеина.

Тонкий отдел кишечника содержит сравнительно небольшое количество микроорганизмов. В этом отделе кишечника чаще всего находятся устойчивые к действию желчи энтерококки, кишечная палочка, ацидофильные и споровые бактерии, актиномицеты, дрожжи и др.

Толстый отдел кишечника содержит наибольшее количество микроорганизмов. Основные обитатели его – энтеробактерии, энтерококки, термофилы, ацидофилы, споровые бактерии, актиномицеты, дрожжи, плесени, большое количество гнилостных и некоторых патогенных анаэробов (*Cl. sporogenes*, *Cl. putrificus*, *Cl. perfringens*, *Cl. tetani*, *F. Necrophorum*). В 1 г экскрементов травоядных животных может содержаться до 3,5 млрд. различных микроорганизмов. Микробная масса составляет около 40 % сухого вещества испражнений.

В толстом отделе кишечника протекают сложные микробиологические процессы, связанные с расщеплением клетчатки, пектиновых веществ, крахмала. Микрофлору желудочно-кишечного тракта принято делить на облигатную (молочнокислые бактерии, *E. coli*, энтерококки и др.), которая адаптировалась к условиям этой среды и стала постоян-

ным ее обитателем, и факультативную, изменяющуюся в зависимости от вида корма и воды.

### **Микробиота органов дыхания.**

Верхние отделы дыхательных путей несут высокую микробную нагрузку – они анатомически приспособлены для осаждения бактерий из выдыхаемого воздуха. Помимо обычных негемолитических и зеленящих стрептококков, непатогенных нейссерий, стафилококков и энтеробактерий, в носоглотке можно обнаружить менингококки, пиогенные стрептококки и пневмококки. Верхние отделы дыхательных путей у новорожденных обычно стерильны и колонизируются в течение 2–3 суток.

Исследования последних лет показали, что наиболее часто из дыхательных путей клинически здоровых животных выделяется сапрофитная микрофлора: *S. saprophiticus*, бактерии родов *Micrococcus*, *Bacillus*, коринеформные бактерии, негемолитические стрептококки, грамотрицательные кокки.

Кроме того, выделены патогенные и условно-патогенные микроорганизмы: альфа- и бета-гемолитические стрептококки, стафилококки (*S. aureus*, *S. hycus*), энтеробактерии (эшерихии, сальмонеллы, протей и др.), пастереллы, *Ps. aeruginosa* и, в единичных случаях, грибы рода *Candida*.

Сапрофитные (сапротрофные) микроорганизмы чаще выделялись из дыхательных путей нормально развитых животных, чем слабо развитых.

В носовой полости обнаруживается наибольшее число сапрофитов и условно-патогенных микроорганизмов. Они представлены стрептококками, стафилококками, сарцинами, пастереллами, энтеробактериями, коринеформными бактериями, грибами рода *Candida*, *Ps. Aeruginosa* и бациллами. Трахея и бронхи заселены аналогичными группами микроорганизмов. В легких обнаружены отдельные группы кокков (бета-гемолитические, *S. aureus*), микрококки, пастереллы, *E. coli*.

При снижении иммунитета у животных (особенно у молодняка) микробиота органов дыхания проявляет бактеритворные свойства.

### **Микробиота мочеполовой системы.**

Микробный биоценоз органов мочеполовой системы более скудный. Верхние отделы мочевыводящих путей обычно стерильны; в нижних отделах доминируют *Staphylococcus epidermidis*, негемолитические стрептококки, дифтероиды; часто выделяют грибы родов

*Candida*, *Toluropsis* и *Geotrichum*. В наружных отделах доминирует *Mycobacterium smegmatis*.

Основной обитатель влагалища – *B. vaginale vulgare*, обладающая выраженным антагонизмом к другим микробам. При физиологическом состоянии мочеполовых путей микрофлора обнаруживается только в их наружных отделах (стрептококки, молочнокислые бактерии).

Матка, яичники, семенники, мочевого пузыря в норме стерильны. У здоровой самки плод в матке стерильно до момента начавшихся родов.

При гинекологических заболеваниях нормальная микрофлора изменяется.

Нормальная микрофлора играет важную роль в защите организма от патогенных микробов, например, стимулируя иммунную систему, принимая участие в реакциях метаболизма. В то же время эта флора способна привести к развитию инфекционных заболеваний (прил. 3).

Нормальная микрофлора – неспецифический стимулятор (раздражитель) иммунной системы; отсутствие нормального микробного биоценоза вызывает многочисленные нарушения в иммунной системе. Другая роль микрофлоры была установлена после того, как были получены *безмикробные животные*. Антиген представителей нормальной микрофлоры вызывает образование антител в низких титрах. Они преимущественно представлены IgA, выделяющимися на поверхность слизистых оболочек. IgA составляют основу местной невосприимчивости к проникающим возбудителям и не дают возможности комменсалам проникать в глубокие ткани.

Нормальная кишечная микрофлора играет огромную роль в метаболических процессах организма и поддержании их баланса.

**Обеспечение всасывания.** Метаболизм некоторых веществ включает печеночную экскрецию (в составе желчи) в просвет кишечника с последующим возвратом в печень; подобный кишечно-печеночный круговорот характерен для некоторых половых гормонов и солей желчных кислот. Эти продукты экскретируются, как правило, в форме глюкуронидов и сульфатов, не способных в этом виде к обратному всасыванию. Всасывание обеспечивают кишечные бактерии, вырабатывающие глюкуронидазы и сульфатазы.

**Обмен витаминами и минеральными веществами.** Общеизвестный факт – ведущая роль нормальной микрофлоры в обеспечении организма ионами  $Fe^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ , витаминами К, D, группы В (особенно В<sub>1</sub>, рибофлавин), никотиновой, фолиевой и пантотеновой кислотами. Кишечные бактерии принимают участие в инактивации токсичных про-

дуктов эндо- и экзогенного происхождения. Кислоты и газы, выделяющиеся в ходе жизнедеятельности кишечных микробов, оказывают благоприятное действие на перистальтику кишечника и своевременное его опорожнение.

Таким образом, действие микрофлоры тела на организм складывается из следующих факторов.

Во-первых, нормальной микрофлоре принадлежит важнейшая роль в формировании иммунологической реактивности организма.

Во-вторых, представители нормальной микрофлоры благодаря продуцированию разнообразных антибиотических соединений и выраженной антагонистической активности предохраняют органы, сообщаемые с внешней средой, от внедрения и безграничного размножения в них патогенных микроорганизмов.

В-третьих, флора обладает выраженным морфокинетическим действием, особенно по отношению к слизистой оболочке тонкой кишки, что существенно отражается на физиологических функциях пищеварительного канала.

В-четвертых, микробные ассоциации являются существенным звеном в печеночно-кишечной циркуляции таких важнейших компонентов желчи, как соли желчных кислот, холестерин и желчные пигменты.

В-пятых, микрофлора в процессе жизнедеятельности синтезирует витамин К и ряд витаминов группы В, некоторые ферменты и, возможно, другие, пока неизвестные, биологически активные соединения.

В-шестых, микрофлора выполняет роль дополнительного ферментного аппарата, расщепляя клетчатку и другие трудно перевариваемые составные части корма.

Нарушение видового состава нормальной микрофлоры под влиянием инфекционных и соматических заболеваний, а также в результате длительного и нерационального использования антибиотиков приводит к состоянию дисбактериоза, которое характеризуется изменением соотношения различных видов бактерий, нарушением усвояемости продуктов пищеварения, изменением ферментативных процессов, расщеплением физиологических секретов. Для коррекции дисбактериоза следует устранить факторы, вызвавшие этот процесс.

#### ***Гнобиоты и СПФ-животные.***

Роль нормальной микробиоты в жизни животных, как показано выше, так велика, что возникает вопрос: возможно ли сохранение физиологического состояния животного без микробов. Еще Л. Пастер пытался получить таких животных, но низкое техническое обеспече-

ние подобных экспериментов того времени не позволило решить поставленную задачу.

В настоящее время не только получены безмикробные животные (мыши, крысы, морские свинки, цыплята, поросята и другие виды), но и успешно развивается новая отрасль биологии – гнотобиология (греч. *gnotos* – познание, *bios* – жизнь). У гнотобиотов ввиду отсутствия антигенного раздражения иммунной системы возникает недоразвитие иммунокомпетентных органов (тимуса, лимфоидной ткани кишечника), дефицит IgA, ряда витаминов. Как следствие, у гнотобиотов нарушаются физиологические функции: уменьшается масса внутренних органов, объем крови, понижено содержание воды в тканях. Исследования с использованием гнотобиотов позволяют изучать роль нормальной микрофлоры в механизмах инфекционной патологии и иммунитета, в процессе синтеза витаминов, аминокислот. В результате заселения организма гнотобиотов теми или иными видами (сообществами) микроорганизмов удается выявлять физиологические функции этих видов (сообществ).

Большую ценность для развития животноводства представляют СПФ-животные (англ. *Spezifisch patogen frei*) – свободные только от патогенных видов микроорганизмов и имеющие все необходимые виды микробов в своем теле для проявления физиологических функций. СПФ-животные растут быстрее обычных, реже заболевают и могут служить ядром для племенных ферм, свободных от инфекционных заболеваний. Для организации такой фермы необходим высший уровень ветеринарно-санитарных мероприятий.

## 2.10.

Любая болезнь животных наносит большой экономический ущерб промышленному животноводству. Рассмотрим некоторые наиболее распространенные инфекционные болезни животных (прил. 3).

(лат. *Tuberculosis*) – это хронически протекающее, инфекционное заболевание животных и человека. Характеризуется образованием туберкулов, специфических гранул казеозного характера, внешне похожих на узелки. Большой восприимчивостью к возбудителю отличаются: крупный рогатый скот, свиньи; из птиц – куры; из пушных зверей – норки.

Менее восприимчивы – козы, собаки, утки, гуси. Редко болеют овцы, кошки, лошади.

Возбудитель заболевания – микобактерия (*Mycobacterium tuberculosis*). Болезнь известна с древних времен, а возбудитель в 1882 году открыл Р. Кох. С тех пор его называют палочкой Коха.

Микобактерия – это палочка, иногда согнутая под углом или принимающая форму зерна, поставленного по одной линии. Анаэроб, неподвижная, не образующая спор, кислотоустойчивая. Окрашивается фуксином в красный цвет и не обесцвечивается при воздействии раствором серной кислоты.

Микобактерии очень устойчивы во внешней среде благодаря липидной оболочке. В мокроте сохраняет жизнеспособность – до 10 месяцев, в навозе – до 7, в почве – более 4 лет, в трупах крупного рогатого скота патогенность сохраняется до 12 месяцев. В продуктах, полученных от инфицированных животных, возбудитель сохраняется: в замороженном мясе – до 12 месяцев; в молоке – 20 суток; в сливочном масле – 1 год.

Нагревание до температуры 80 °С убивает через 30 минут, кипячение – через 3–5 минут. 5%-ный раствор карболовой кислоты убивает через 12 часов, 5%-ный раствор хлора – через 3 часа.

Источник инфекции – больное животное или человек (обслуживающий персонал). Микобактерия выделяется с молоком, мокротами, фекалиями, спермой. Больные животные подвергают заражению помещения, пастбища, места водопоя, выгульные дворы. При этом фактором передачи служат корма, подстилка, вода, навоз.

Инкубационный период может длиться от нескольких недель до нескольких месяцев. Крупный рогатый скот чаще поражается с задействованием в процесс легких, лимфатических узлов, вымени, печени. Животное теряет массу тела, при этом аппетит может быть сохранен, наблюдается кашель, при аускультации четкие хрипы в легких.

У больных коров изменяется органолептика молока, оно становится желтым, водянистым, содержит сгустки. При микроскопии находят возбудителя. Пораженные участки вымени атрофированы, бугристы, деформированы. Кожа и шерсть крупного рогатого скота теряют эластичность и блеск.

Свиньи реагируют профузными поносами, быстро теряют массу тела.

Козы и овцы болеют без специфических признаков, отмечается медленная потеря массы тела.

Куры при сохранении аппетита теряют массу тела. Становятся малоподвижными, вялыми. Яйценоскость снижается.

Для сельскохозяйственных животных лечение туберкулеза не разработано, они подлежат убою.

При установлении диагноза хозяйство объявляется неблагополучным. Реагирующие на биопробу животные сдаются на убой.

Остропротекающее заболевание многих видов молодняка сельскохозяйственных животных, вызываемое патогенными штаммами бактерии *Escherichia coli*. Патология проявляется профузным поносом, явлением септицемии и интоксикации, нервной клиникой и обезвоживанием.

Возбудитель относится к патогенным штаммам кишечной палочки. Распространение возбудителя повсеместное – он является облигатным обитателем кишечника животных и человека, но вызывают колибактериоз у телят, поросят и птицы только патогенные O-серогруппы. Колибацилез относится к факторным болезням – развитию способствует понижение резистентности, нарушение кормления и содержания.

Бактерия *Escherichia coli* – грамотрицательная палочка; спор не образует; имеет размеры 0,5–0,7×2–4 мкм; жгутики и капсулы имеют некоторые штаммы; факультативный анаэроб; в мясо-пептонном агаре колонии круглой формы бледно-серого цвета; образует экзо- и эндотоксины; сохраняет устойчивость до 2 месяцев в почве и до 30 дней в навозе; инактивация при температуре 60 °С происходит за 15 минут, при 100 °С – мгновенное уничтожение.

Болезни подвержены любые животные, но наиболее восприимчивы молодняк до месяца. Колибактериоз у телят обычно регистрируется до 10-дневного возраста.

Обычно болезнь развивается без внешнего заноса – источником становятся другие больные животные, а также переболевшие телята и взрослые коровы.

Ведущую роль в развитие болезни играет иммунитет. Пониженная резистентность, отсутствие молозива, нарушение кормления, сквозняки, сырость и другие причины способствуют развитию патологии.

Инкубационный период длится от 2 часов до 2–3 суток. Течение болезни может быть подострым, острым и сверхострым в зависимости от возраста молодняка. Смертность достигает порядка 60 % у новорожденных.

Эффективный способ предупреждения болезни – использование поливалентной гидроокисьалюминиевой формолтиомерсальной вакцины против колибактериоза.

(*Salmonellosis*, паратифы) – инфекционные болезни молодняка сельскохозяйственных животных, характеризующиеся

при остром течении лихорадкой и поносом, а при хроническом – воспалением легких.

В 1885 году Сальмон и Смит выделили из трупов свиней первого представителя обширной группы сальмонелл – *Salmonella suipestifer*. В честь заслуг исследователя международное общество микробиологов 1934 году рекомендовало именовать бактерии этой группы сальмонеллами, а заболевания – сальмонеллезами.

Бактерии рода сальмонелл принадлежат к семейству *Enterobacteriaceae*. Сальмонеллез телят вызывают *Salmonella dublin*, сальмонеллез поросят – *S. cholerae suis*.

Представители сальмонеллезной группы морфологически неотличимы друг от друга. Все они маленькие палочки (1–4×0,5 мкм) с закругленными концами, окрашиваются анилиновыми красками, грам-отрицательны; спор и капсул не образуют, подвижные, хорошо растут на обычных питательных средах при pH 7,2–7,6 и температуре 37 °С. На агаре сальмонеллы образуют серо-бело-голубоватые колонии.

Источником возбудителя сальмонеллеза являются больные и переболевшие животные. Взрослые животные тоже могут быть сальмонеллоносителями, выделяя возбудителя с молоком и калом. Больной молодняк выделяет возбудителя с фекалиями, мочой, носовым истечением, слюной. Выделения больных животных могут загрязнять корма, воду, подстилку, пол, стены, предметы ухода, которые становятся впоследствии основными факторами передачи сальмонелл.

В почве, навозе, воде сальмонеллы сохраняются до 9–10 месяцев, переносят замораживание более 4–5 месяцев; нагревание до температуры 70–75 °С выдерживают в течение 15–30 минут. 3%-ный раствор едкого натра, хлорная известь, содержащая 2 % активного хлора, 2%-ный раствор формальдегида надежно обеззараживают инфицированные помещения при экспозиции не менее 1 часа.

(*Botulismus*) – тяжелая кормовая интоксикация (редко токсикоинфекция), характеризующаяся поражением центральной нервной системы и проявляющаяся параличами глотки, языка, нижней челюсти и резким ослаблением тонуса скелетной мускулатуры. К токсину ботулизма восприимчив и человек.

До открытия возбудителя болезни термин «ботулизм» был синонимом отравления колбасой (от лат. *botulus* – колбаса) и консервированным мясом. В 1895 году Ван Эрменгем раскрыл сущность заболевания. Микроб был назван *B. botulinus*. Сведения о заболевании ботулизмом домашних животных относятся к началу XX века.

Заболевание встречается редко, но характеризуется высокой летальностью (90–95 %) и поэтому наносит большой экономический ущерб хозяйствам. Ботулизм различных видов животных регистрируется почти во всех странах мира. Ботулизмом болеют многие виды животных и птицы.

Возбудитель болезни *Clostridium botulinum* – полиморфная с закругленными краями, анаэробная, спорообразующая, слабо подвижная палочка, длиной 3,4–8,6 мкм и шириной 0,3–1,3 мкм, окрашивающаяся всеми анилиновыми красками и по Граму. Оптимальная температура культивирования составляет 30–35 °С, оптимум рН 7,4–7,7. Споры овальные, располагаются обычно на концах палочки, которая из-за этого приобретает форму теннисной ракетки. Известно шесть типов, каждый тип вырабатывает свой специфический токсин, который нейтрализуется только сывороткой, полученной от гипериммунизации животных токсином данного типа. Микроб не размножается в кормах при кислой реакции (рН 3–4) и при концентрации поваренной соли выше 10 %.

Основной патогенетический фактор болезни – токсин. Токсин, попавший вместе с кормом в организм животного, обнаруживается в крови, в тонких и толстых кишках, в желчи и печени, в моче, а иногда и в мозге. Токсин после проникновения начинает оказывать раздражающее действие на нервные окончания во многих органах и тканях. Непрерывное и сильное раздражение рецепторов ботулиническим токсином вызывает расстройство деятельности коры головного мозга, посылающей сигналы для координации органов и систем организма животного. Нарушение координации происходит потому, что клетки некоторых нервных центров в результате перевозбуждения истощаются и отмирают. Вследствие постепенного нарушения центров в продолговатом мозге развиваются параличи глотки, языка, сердца и других органов. Ботулинический токсин действует также непосредственно на периферические нервы, нарушая передачу импульсов из нервных центров по двигательным нервным волокнам.

Инкубационный период, в зависимости от количества поступившего в организм животного токсина, колеблется от нескольких часов до 18–20 суток. Чаще всего заболевание наступает через 1–3 дня после приема животным токсичного корма. Тяжесть и длительность болезни зависит от количества и силы попавшего в организм токсина. Продолжительность вспышки ботулизма обычно бывает 8–12 дней, а максимальное выделение больных – в первые 3 дня.

*Профилактика заболевания.* При заготовке и хранении кормов не допускается загрязнение их частицами земли, трупами грызунов, птичьим пометом. Влажные, испорченные, заплесневелые корма нельзя скармливать. При заготовке силоса и сенажа следует строго соблюдать технологические требования.

Микроорганизмы, находясь на поверхности растительной массы и зерна, образуют продукты метаболизма, различные по составу и действию на организм животных. Количество таких продуктов зависит от субстрата, его влажности, температуры и других факторов среды. Корма с повышенной влажностью часто разрушаются, подвергаются порче и могут быть причиной разных болезней. В таких условиях чаще развиваются плесневые грибы, многие из которых образуют ядовитые вещества – *микотоксины*. Известно большое количество грибов, которые продуцируют более 100 токсичных метаболитов.

До недавнего времени при определении микотоксикозов основное внимание уделяли возбудителю, поскольку образуемый им токсин, его структура и свойства часто были неизвестны. Болезнь называли по продуценту токсина. В настоящее время с использованием современных методов исследования представилась возможность выделить микотоксины в чистом виде, идентифицировать, более детально изучить их свойства и действие на организм. В связи с этим микотоксикозы стали называть по их истинной причине – микотоксинам, поскольку гриб, не содержащий токсин, может быть безвредным для животных. Ниже приведено описание некоторых наиболее часто встречаемых и изученных микотоксинов и их продуцентов.

Микотоксин *зеараленон* (токсин Ф-2, или ферментативное экстрагенное вещество – ФЭВ) выделен в 1961 году, а его структура определена в 1965 году. Представляет собой белое кристаллическое вещество.

Микотоксин зеараленон вызывает вульвовагиниты у свиней. Впервые (1927 г.) такой микотоксикоз был зарегистрирован после скармливания животным кукурузы, пораженной плесневым грибом рода *Fusarium*. Затем болезнь обнаружили в ряде стран Европы, а также в США, Канаде, Австралии, Японии.

Наиболее чувствительны к зеараленону свиньи, цыплята, индейки, из лабораторных животных – крысы, мыши, морские свинки. Введение в рацион 100 мг зеараленона на 1 кг корма вызывает у свиней дегенеративные изменения яичников, матки, что приводит к бесплодию. Подобная картина интоксикации наблюдается у крупного рогатого скота

и других животных. Токсическое действие зеараленона на цыплят и другую птицу выражено в меньшей степени.

Некоторые производные зеараленона (зеараланол) менее токсичны, не обладают тератогенными, канцерогенными, иммунодепрессивными свойствами и нашли применение в качестве стимуляторов роста крупного рогатого скота и овец. Зеараленон как загрязнитель обнаружен не только в кукурузе, но и в других зерновых: пшенице, ячмене, овсе. Из пораженного корма был выделен микотоксин Ф-2. Зеараленон и его производные ( $\alpha$ - и  $\beta$ -зеараленон) в основном оказывают влияние на матку, яичники, тестикулы и молочные железы.

Основным продуцентом зеараленона является *Fusarium graminearum*, а также *F. moniliforme* и *F. tricinctum*.

Фузариумы распространены повсеместно. Они поражают хлебные и кормовые злаки, бобовые культуры, различные плоды. Фузариоз злаков обуславливает бесплодие колоса или образование в колосе щуплого, легковесного зерна. Наибольшее количество зеараленона образует *F. graminearum* на зерне кукурузы при влажности 25–30 % и температуре около 30 °С. Немаловажное значение в образовании микотоксина имеют состав почвы, на которой выращены корма, и другие факторы.

*Трихотеценовые* микотоксины представляют собой большую группу вторичных метаболитов различных представителей дейтеромицетов (грибы рода *Fusarium* и др.). Выделено и изучено около 60 таких метаболитов. Из них в качестве природных загрязнителей кормов идентифицированы следующие: Т-2 токсины, ниваленол, диоксиниваленол, диацетоксисцирпенол. Они характеризуются антибиотической, фунгицидной и цитостатической активностью.

Трихотецены – бесцветные кристаллические, химически стабильные соединения. Устойчивы при хранении. Выдерживают кипячение с органическими растворителями. Микотоксины образуются при разной температуре. Трихотецены высокотоксичны, они вызывают некроз кожи, геморрагии во внутренних органах и мышцах, разрушают клетки тимуса, селезенки, яичника, семенников. Ингибируют протеин.

После попадания в организм животного Т-2 микотоксин быстро распределяется в его органах и тканях: желудочно-кишечном тракте, печени, мышцах, почках. Он поражает клетки тимуса, костного мозга, лимфатических узлов. Ингибирует синтез белка. Поражает сердечно-сосудистую и нервную системы. Т-2 микотоксин нарушает функции Т- и В-лимфоцитов.

Поедание пораженных кормов вызывает у животных угнетение, нарушение координации движения, наблюдаются саливация и рвота, а при остром течении болезни – и смерть. При затяжном течении поражаются ротовая полость и прилегающие ткани, развивается язвенный стоматит.

Такие животные плохо поедают корма и значительно отстают в росте от своих сверстников.

Микотоксикоз у лошадей встречается ранней весной после пастбы на лугах с молодой травой или осенью по стерне.

У птицы микотоксин вызывает некроз слизистой оболочки ротовой полости, разрушение костного мозга и другие явления, нарушает функции нервной системы.

*Продуценты Т-2 микотоксина.* Впервые в 1972 году Т-2 микотоксин был выделен из *F. tricinctum*, который развивался на кукурузе, явившейся причиной гибели крупного рогатого скота.

Микотоксикозы, вызываемые грибами рода *Fusarium*, были известны еще в прошлом веке. Вначале болезнь была известна под названием «пьяный хлеб». Такой хлеб выпекали из муки, которую получали из перезимовавшего под снегом зерна. Продукты питания и корма из перезимовавшего зерна вызывали болезнь у людей и животных, которая нередко заканчивалась смертью.

*Афлатоксины* – вторичные метаболиты аспергилловых грибов. Название «афлатоксины» образовано от сочетания слов *Aspergillus, flavus, toxins*. Особое внимание они привлекли после 1960 года, когда появились вспышки болезней неизвестной этиологии среди домашней птицы в Великобритании, Кении, Уганде и других странах.

В начале 60-х годов прошлого века микотоксикозы, связанные с употреблением пораженных кормов, были описаны у индюшат, утят, телят и свиней. Афлатоксины – сильные гепатотропные яды. Кроме того, они обладают канцерогенными, тератогенными и мутагенными свойствами.

Наиболее токсичен среди метаболитов аспергилловых грибов афлатоксин В1. Афлатоксины являются сильными иммунодепрессантами. Они подавляют клеточный и гуморальный иммунитет. Поражая печень, афлатоксины в то же время оказывают канцерогенное действие на этот орган. Подавляют синтез нуклеиновых кислот и белка. Афлатоксин В1, содержащийся в кормах в количестве 0,1–0,4 мкг/кг, проникает в белок и желток яиц, в результате чего снижается их оплодотворяемость. Афлатоксигенные грибы не продуцируют микотоксин на

растущих злаках и кормовых культурах, поэтому афлатоксикоз в полевых условиях не наблюдается.

*Продуценты афлатоксинов* – плесневые грибы *Aspergillus flavus* и *Aspergillus parasiticus*. Они развиваются на пшенице, кукурузе, ячмене, сое, рисе, горохе, арахисе, семенах хлопчатника и повсеместно, за исключением холодных районов севера, образуют микотоксины. *A. flavus* начинает продуцировать афлатоксины уже на 2-е сутки роста культуры, а к 10-м суткам образование ядовитых веществ достигает максимума.

Аспергилловые грибы устойчивы к неблагоприятным условиям среды. Они могут развиваться на кислых субстратах с уровнем pH 3,0 и менее. Температурный диапазон роста грибов очень широк – от 1 до 50 °С. Если гриб развивается при температуре ниже 12 °С, то такой корм не будет загрязнен микотоксинами, не вызовет болезнь и его можно скармливать животным. По сравнению с пеницилловыми грибами они чаще встречаются в южных районах. Конидии гриба *A. flavus* могут сохраняться до 5 лет на хорошо высушенной кукурузе, а его токсины в таком продукте выявляли даже после 10-летнего хранения.

*Охратоксины* по структуре являются изокумаринами. Впервые (1965 г.) они были выделены в странах Южной Африки из культуры плесневого гриба *Aspergillus ochraceus*, откуда и получили свое название. Охратоксины, продуцируемые аспергилловыми грибами, чаще встречаются в южных странах, пеницилловые – в северных. Но это не смешанный микотоксикоз, а болезнь, вызываемая одним и тем же видом микотоксинов. Известно несколько охратоксинов: А, В, С, D. Как загрязнители кормов чаще встречаются охратоксин А и реже охратоксин В.

Охратоксин А представляет собой бесцветное кристаллическое вещество, слабо растворимое в воде, но хорошо растворимое в хлороформе, этаноле, ацетоне, растворах щелочей. Он термостабилен – выдерживает температуру выше 100 °С, но чувствителен к действию света и воздуха.

Первое сообщение об охратоксине А как природном загрязнителе кукурузы появилось в 1961 году. Впоследствии было показано, что микотоксин может быть в зерне пшеницы, ржи, ячменя, овса и других злаковых культур. Охратоксин А в кормовом зерне, комбикормах и пищевых продуктах был обнаружен в ряде стран Европы, Азии, Северной Америки. Обычно сопутствующим микотоксином охратоксина А бывает цитринин.

Охратоксин В – аналог охратоксина А, но не содержащий хлор. Менее токсичный (в 50 раз), чем охратоксин А.

Охратоксины относятся к кислым микотоксинам, их экстрагируют ортофосфорной кислотой. В ультрафиолетовых лучах охратоксин А флуоресцирует зеленым светом, охратоксин В – голубым.

Охратоксины в основном поражают почки, но патологоанатомические изменения наблюдаются также в желудочно-кишечном тракте, печени, лимфоидной ткани. Они обладают тератогенными свойствами. Болезнь чаще наблюдается у свиней (летальность достигает 40–90 %), цыплят, кур-несушек, индюшат, реже встречается у крупного рогатого скота и утят. Чувствительны к охратоксикозу и собаки. Охратоксикоз регистрируется во многих странах Европы, США, Японии и в других регионах мира.

Основные *продуценты охратоксинов* – *Aspergillus ochraceus* и *Penicillium viridicatum*. Продуцировать охратоксины способны и другие аспергилловые и пеницилловые грибы. Аспергилловые грибы образуют охратоксины при температуре 12–37 °С, пеницилловые – при температуре 16–24 °С. Основными продуцентами охратоксинов в странах с холодным и умеренным климатом (Швеция, Норвегия, Финляндия, Канада, Россия) являются *P. viridicatum* и другие пеницилловые грибы.

Токсигенные грибы *P. viridicatum* кроме охратоксинов образуют цитринин, *A. ochraceus* – пеницилловую кислоту.

Максимальное количество охратоксина А, образуемое на кукурузе, составляет 0,9 г/кг, охратоксина В – 0,05 г/кг. Охратоксин А и цитринин обнаруживали также в кукурузном силосе, овсяном сенаже, сенной муке. По данным А. Н. Леонова (1980 г.), верхним пределом допустимых концентраций охратоксинов в кормах следует считать для жвачных 100 мкг/кг, для свиней и птицы – 50 мкг/кг корма.

Охратоксин А не представляет большой опасности для жвачных животных, поскольку в рубце происходит частичная детоксикация микотоксина.

К охратоксину А более чувствительны телята и в меньшей степени – взрослые животные. Токсин может выделяться с молоком и мочой. В молоке он появляется на 4–5-й день после скармливания его коровам в количестве до 1 г в сутки.

(*Rabies*) – зооантропонозное заболевание, проявляющееся поражением центральной нервной системы, имеющее летальный исход. Экспериментально болезнь легко может быть вызвана у всех млекопитающих. Чаще всего заболевание регистрируется у лис, явля-

ющихся резервуаром вируса, волков, собак, кошек, реже у сельскохозяйственных животных. К заболеванию особо восприимчив молодняк.

Патогенность вируса находится в прямой зависимости от его экологии. Бешенство отнесено к природно-очаговым заболеваниям, заносимым в популяцию домашних животных дикими зверьями.

Заболевание известно еще со времен античности. Первое упоминание о нем датируется более чем за 30 лет до нашей эры в трудах Демокрита. Само слово *rabies* переводится как «создавать неистовство».

Возбудитель данного заболевания представляет собой крупный одноцепочный РНК-содержащий вирус из рода *Lyssavirus* (в переводе с греч. *lyssa* – ярость, бешенство). Имеет пулевидную форму. Вирус имеет в своем составе гликопротеиновую оболочку и спиральный рибонуклеокапсид с небольшими выступами на поверхности.

Инфицированное животное выделяет огромное количество вируса вместе с секретом слюнных желез. В нем вирус способен сохранять свою вирулентность в течение суток. Устойчивость во внешней среде не характерна. Лучший консервант для вируса – низкие температуры. Процесс гниения инактивирует вирус в трупе за 2 недели. Для инаktivации пригодны обычные дезинфицирующие средства. Температура 100 °С моментально приводит к гибели вируса.

Для заболевания характерно вирусоносительство до появления явных клинических признаков, длится около 10 дней после инфицирования. На основании этого факта покусавших человека домашних животных, подозреваемых в заболевании, содержат в карантине 10 дней под наблюдением. Если в течение карантина симптоматика бешенства у животного не проявилась, значит в его слюне на момент укуса не было вируса.

Диагностика проводится в лаборатории, подтверждается посмертным исследованием головного мозга.

Лечение бешенства отсутствует. Инфицированное животное подлежит уничтожению. Вакцинация животных при данном заболевании профилактическая.

– инфекционное заболевание, сопровождающееся при остром течении у поросят лихорадкой, общей слабостью и множественными кровоизлияниями на коже, а при хроническом течении – поражением легких, суставов, образованием гнойных абсцессов в различных органах у животного. У свиноматок стрептококкоз сопровождается абортами, развитием послеродового сепсиса, эндометрита и мастита.

Впервые в мире стрептококк выделил и определил Л. Пастер в 1880 году, а описал О. Розенбах в 1889 году. Болезни, вызываемые стрептококками, распространены повсеместно в природе.

Стрептококкозы вызывают микроорганизмы рода *Streptococcus*, включающего в себя более 20 видов. Это грамположительные, круглые или овоидные (ланцетовидные) кокки, размером до 2 мкм, расположенные парами или цепочками разной длины, спор не образуют. Большинство видов не имеет капсул, неподвижные, каталазоотрицательные, аэробы и факультативные анаэробы. Хорошо растут на обычных питательных средах, особенно содержащих сыворотку крови или кровь животных. Устойчивость стрептококков невысокая. В высушенных белках (кровь, мокрота) при комнатной температуре сохраняются до 2 месяцев, нагревание до температуры 70–80 °С инактивирует их за 20 минут, кипячение убивает моментально. Из дезинфицирующих средств наиболее эффективными являются 20%-ный раствор свежесжженной извести, 0,5%-ный раствор формалина и хлорсодержащие препараты.

Стрептококкозы свиней (*Streptococcus suis*) относятся к так называемым факторным инфекциям, т. е. таким, на возникновение, распространение и интенсивность течения которых в значительной степени влияют факторы окружающей среды (условия содержания). Наиболее восприимчивые к стрептококкозу новорожденные поросята, у которых болезнь протекает остро, сопровождаясь септициемией. Маточное поголовье свиней во время супоросности и после родов также восприимчиво к болезни.

Первичным источником стрептококкоза на комплексах являются свиноматки, больные маститом и эндометритом, а также животные, являющиеся скрытыми носителями стрептококков. Инфицирование поросят происходит от больных свиноматок алиментарным, аэрогенным путем и через травмы кожи.

В зависимости от серогрупповой принадлежности, степени патогенности, восприимчивости животного стрептококки могут вызывать у свиней разнообразные симптомы. В настоящее время у свиней известны наиболее важные стрептококковые инфекции, менингиты, лимфадениты, артриты, респираторные болезни.

На неблагополучных по стрептококкозу комплексах необходимо проводить ветеринарно-санитарные мероприятия, направленные на ликвидацию источника возбудителя болезни, факторов его передачи и

укрепления естественной устойчивости организма животных. Больных метритами свиноматок нужно своевременно выбраковывать.

– это хроническая инфекционная, медленно протекающая болезнь опухолевой природы. Болезнь сопровождается поражением органов кроветворной системы, появлением повышенного количества лимфоцитов в крови, иногда опухолеобразным поражением органов и тканей организма.

Возбудитель – вирус лейкоза крупного рогатого скота. Во внешней среде малоустойчив. При температуре 76 °С вирус инактивируется за 16 секунд, кипячение убивает вирус мгновенно. Он быстро обеззараживается 2–3%-ными растворами едкого натра, 3%-ным раствором формальдегидами, 2%-ным раствором хлора и т. д.

В развитии болезни различают три стадии: инкубационную, гематологическую и опухолевую.

Источником инфекции является зараженное животное на всех стадиях течения болезни. Передается с инфицированными лимфоцитами. Возможны пренатальный (от матери к плоду), постнатальный (при совместном содержании инфицированных и здоровых животных) и комбинированный пути передачи вируса. Передача вируса происходит через кровь, молоко, биологические жидкости, предметы, содержащие лимфоидные клетки животного, а также сперму больных лейкозом быков. Заразившись однажды, животное остается инфицированным пожизненно.

Молоко, полученное из неблагополучных по лейкозу хозяйств, не допускается в свободную реализацию. Такое молоко можно использовать только после пастеризации или оно сдаётся на молокозаводы и реализуется после промышленной переработки.

Распространению заболевания способствует совместное содержание и пастьба здоровых и зараженных животных, выпаживание телятам молока от больных лейкозом коров, осеменение коров спермой от зараженных быков, использование в стаде быка (вольная случка), а также несоблюдение зооветспециалистами правил асептики и антисептики при проведении зооветеринарных мероприятий (биркование и мечение животных, взятие крови, лечение, исследование на стельность, оказание ветеринарной помощи).

Для лейкоза характерна длительность инкубационного (скрытого) периода от 2 до 6 лет. В этот период лейкоз определяется в ветеринарных лабораториях серологическими и вирусологическими исследованиями. В сельскохозяйственных предприятиях, КФХ, ЛПХ исследования на лейкоз проводят 2 раза в год (весной и осенью).

Оздоровление поголовья от вирусного лейкоза крупного рогатого скота проводят разными способами, в зависимости от процента заражения и статуса хозяйства. Все методы оздоровления сводятся к периодическим систематическим исследованиям поголовья с изоляцией больных животных, их убоем, частичной заменой стада. Полное и четкое выполнение Правил по профилактике и борьбе с лейкозом крупного рогатого скота, соблюдение ветеринарно-санитарных правил при проведении ветеринарно-зоотехнических мероприятий позволят оздоровить лейкозное стадо в течение 4–5 лет.

у дойного скота – в настоящее время актуальная проблема в молочной отрасли животноводства. Для правильной профилактики этого заболевания и его лечения необходимо знать, какие патогены являются причиной.

Основными формами заболевания является клинический и субклинический мастит.

**Клинический мастит** приводит к изменению органолептических свойств, химического состава и внешнего вида молока, снижению уровня молочной продуктивности и возникновению кардинальных признаков воспаления (боль, отек и покраснение, с повышением температуры или без таковой в инфицированных молочных железах). Это легко визуально обнаружить при осмотре животного.

Что касается обнаружения **субклинического мастита**, то это более сложная задача, потому что клинические признаки чаще отсутствуют и не являются очевидными. Диагностика субклинического мастита является проблемой в молочном животноводстве и в ветеринарной практике. Субклиническая форма встречается в 15–40 раз чаще, чем клиническая форма, обычно предшествует клинической форме и имеет хроническое течение.

Причины возникновения скрытых маститов разнообразны. В сельхозпредприятиях скрытые маститы наиболее часто возникают при несоблюдении операторами машинного доения ветеринарно-санитарных правил доения коров, при неправильном запуске коров, несоблюдении курса лечения маститных животных. При скрытом мастите происходит расстройство функции молочной железы, клинически проявляющееся гипогалактией и изменением биохимических свойств молока. Объективным показателем здорового вымени у коровы является количество содержащихся соматических клеток в молоке. Соматические клетки молока являются нормальным компонентом в качественном молоке. Соматические клетки в молоке коровы представлены лейкоцитами и

эпителием альвеол и молоковыводящих путей молочной железы. Если в секрете молока от здоровой коровы преобладают эпителиальные клетки, которые образуются в тканях вымени в процессе естественного старения и обновления тканей, то при мастите происходит усиление миграции лейкоцитов в очаг воспаления, что в конечном счете приводит к резкому возрастанию соматических клеток в молоке. Если в 1 мл молока от клинически здоровых коров содержится в среднем 250 тыс. соматических клеток, то при заболевании маститом их количество возрастает до 950 тыс. Молоко от коров, больных субклиническим маститом, имеет пониженную кислотность (до -12 градусов по Тернеру), реакция молока становится слабощелочной, происходит увеличение содержания хлоридов, альбуминов и глобулинов, в несколько раз увеличивается количество клеточных элементов, особенно лейкоцитов. Одновременно происходит уменьшение содержания сухих веществ (казеина, лактозы, кальция и фосфора). При попадании молока от коров, больных скрытой формой мастита, в общий удой все молоко становится непригодным для приготовления сыров, молочнокислой продукции. Такое молоко при употреблении крайне отрицательно сказывается на здоровье человека.

Большинство случаев мастита имеет инфекционное происхождение, то есть вызывается микроорганизмами. Чаще всего это бактерии, но иногда могут быть микроскопические грибы, вирусы и даже водоросли.

Наиболее опасными возбудителями мастита у коров считаются стафилококки и стрептококки. Особого внимания заслуживают *Streptococcus agalactiae* и *Staphylococcus aureus*. Эти возбудители относятся к группе условно-патогенных бактерий, которые в норме обнаруживаются в организме животного и становятся причиной заболевания только в определенных условиях (снижение иммунитета, длительное воздействие стрессовых факторов и т. д.). Также в пробах маститного молока выявляются энтеробактерии, коринебактерии, псевдомонады, пастереллы, бациллы, микоплазмы. Они попадают в организм животного из внешней среды.

По статистическим данным, основными возбудителями мастита у коров в Республике Беларусь в большинстве случаев являются стрептококки и стафилококки, реже кишечная палочка и синегнойная палочка.

Исследования видового состава возбудителей мастита у коров проводились неоднократно. При исследовании большого количества проб

молока от больных маститом коров из разных хозяйств Республики Беларусь. Из выделенных микроорганизмов преобладали *Staphylococcus aureus* и *Streptococcus* spp., в том числе и *Streptococcus agalactiae*, также встречалась *E. coli* (бактерия группы кишечной палочки). Другие микроорганизмы выделялись в единичных случаях.

В настоящее время основные возбудители мастита у животных – это стрептококки и стафилококки, а также кишечные палочки. Немалую роль играют и микроорганизмы внешней среды, которые приспособились жить в организме животного и могут стать основным фактором мастита при несоблюдении соответствующих условий содержания и ухода за животными. Важно учитывать, что в подавляющем большинстве случаев в маститном молоке выявляется не один потенциальный возбудитель мастита, а сразу несколько с преобладанием одной из групп микроорганизмов.

Понимание того, какие именно микроорганизмы преобладают в каждом конкретном случае заболевания, необходимо для выбора наиболее эффективной схемы лечения животных. Чем больше сведений будет получено о составе микроорганизмов в молоке коров, тем правильнее будет проводиться профилактика и лечение мастита. На практике в небольших хозяйствах не всегда есть возможность сделать посевы перед проведением лечения, в то время как состояние животных требует принятия срочных мер по остановке развития заболевания. В таких случаях рекомендуется использовать препараты отечественного производства с широким спектром антибактериального действия, которые с высокой вероятностью помогут остановить развитие заболевания и вылечить животное от мастита в кратчайшие сроки.

Патогенные микробы в молоко попадают от больных животных, из окружающей среды во время его транспортирования или переработки. Микробы, передаваемые через молоко, делят на две группы. В первую группу входят возбудители *зооантропонозов* – болезней, общих для животных и человека. К ним относятся туберкулез, бруцеллез, ящур и др. Во вторую группу входят возбудители *антропонозов* – болезней, которые передаются от человека человеку (дизентерия, дифтерия, брюшной тиф, скарлатина). Зооинженеров должны интересовать в первую очередь зооантропонозы.

**Туберкулез** – хроническая болезнь, возбудитель которой вместе с молоком выделяется во внешнюю среду. В такой среде микобактерии сохраняются до 10 дней, а в сливочном масле в холоде – до 300 дней, в

сырах – до 200 дней. При туберкулезе вымени происходит изменение свойств молока: оно становится зеленовато-желтоватым с хлопьями. Такое молоко подвергают кипячению и используют животным при откорме.

**Бруцеллез** – хроническая болезнь. В охлажденном молоке бруцеллы сохраняются до 8 дней, в замороженном – до 60, в сквашенном – до 4, в сливках – до 10, в сливочном масле – 40–60, в сырах – до 40 дней. Бруцеллы чувствительны к высокой температуре: при 65 °С они погибают через 15 минут, при 70 °С – через 5 минут. Молоко от больных животных пастеризуют при температуре 70 °С в течение 30 минут.

**Ящур** – острая сильноконтагиозная болезнь. Вирус ящура в свежем молоке сохраняется до 12 часов, в охлажденном – до 2 недель. Молоко от больных ящуром животных пастеризуют при температуре 80 °С в течение 30 минут или кипятят в течение 5 минут. Обеззараженное молоко перерабатывают в топленое масло или используют в корм животным.

**Сальмонеллез** – острые желудочно-кишечные болезни, вызываемые сальмонеллами и их токсинами, которые вместе с молоком могут попадать в организм человека. Источниками загрязнения молока сальмонеллами являются больные животные, корма, вода, а также обслуживающий персонал. Люди, переболевшие сальмонеллезом, могут оставаться длительное время бактерионосителями.

**Мастит** (воспаление вымени) может быть вызван микробами, которые проникли в молочную железу. Более 90 % инфекционных маститов вызывают стафилококки и стрептококки. Энтеротоксигенные стафилококки могут быть причиной тяжелых отравлений людей, особенно детей.

– аппарат для проведения различных процессов при нагревании и под давлением выше атмосферного. В микробиологической практике применяют автоклавы различной конструкции для стерилизации объектов высокотемпературным водяным паром.

– разрушение или саморастворение клеток за счет собственных (эндогенных) ферментов.

– продукт, получаемый в результате клеток.

– продукт, получаемый в результате прессованных пекарских (при температуре 60 °С в течение 2 суток). Имеет сметанообразную консистенцию и коричневатый цвет. Входит в состав многих для выращивания микроорганизмов как источник азотистых веществ и группы В.

– организмы, способные использовать диоксид углерода в качестве единственного или главного источника углерода и обладающие системой ферментов для его ассимиляции, а также способные синтезировать все компоненты клетки. Некоторые автотрофы могут нуждаться в экзогенных (поступающих извне) витаминах и факторах роста (ауксотрофы). В зависимости от источника энергии, используемого для восстановления CO<sub>2</sub>, различают фотоавтотрофы (наземные зеленые растения; водоросли; цианобактерии, способные к оксигенному фотосинтезу; фототрофные бактерии, осуществляющие anoxygenный фотосинтез) и хемоавтотрофы, получающие энергию за счет окисления неорганических соединений и осуществляющие хемосинтез. Большинство автотрофов ассимилируют диоксид углерода через восстановительный пентозофосфатный путь (цикл Кальвина). Автотрофы – продуценты органического вещества в биосфере, образующие первый трофический уровень в сообществах.

– растительные или животные организмы, образовавшиеся в процессе эволюции в данной местности или истари в ней обитавшие и живущие в настоящее время (иначе аборигены).

(агар-агар) – полисахаридный продукт из морских водорослей, используемый для приготовления плотных питательных сред.

(*Agrobacterium*) – род аэробных, обычно почвенных, обитающих в Способны вызывать образование корончатых у двудольных растений. агробактерий обусловлена наличием у них T1-индуцирующей опухоли растений и синтез клетками опухоли необычных аминокислот –

опинов, которые агробактерии используют в качестве источников азота. Особенностью T1-плазмиды является то, что ее ДНК (Т-ДНК) встраивается в хромосомы клетки хозяина. На этом основании в

качестве Т-плазмиду *Agrobacterium tumefaciens* используют для введения чужеродных генов в клетки растений.

– приспособительная реакция к изменениям в среде обитания, проявляющаяся изменением признаков или свойств микроорганизмов.

(*Azolla*) – водный папоротник тропических и субтропических областей. Образует симбиоз с азотфиксирующей

*Anabaena azollae*. Биомасса азоллы используется в качестве зеленого удобрения на рисовых полях.

(*Azotobacter*) – род аэробных свободноживущих азотфиксирующих бактерий. Форма клеток овальная или кокковидная, подвижные и неподвижные, граммотрицательные, спор не образуют. Обитают на хороших почвах, продуценты ряда витаминов, ауксинов, антибиотиков, что объясняет их положительное влияние на рост растений. В активном состоянии связывают до 20 мг азота на 1 г использованного углевода. Некоторые виды применяются в производстве бактериального удобрения.

– препарат органического удобрения, представляющий собой живую культуру свободноживущих азотфиксирующих

*Azotobacter chroococcum*, смешанную со стерильным носителем (песком, торфом и др.). Вносится в почву вместе с семенами. Рассматривается как аналог азотных удобрений.

, – усвоение молекулярного азота воздуха азотфиксирующими прокариотными организмами с образованием соединений азота, доступных для использования другими организмами. Осуществляется как свободноживущими азотфиксирующими бактериями (клубеньковые бактерии, азоспириллы и др.), так и симбиотическими, например клубеньковыми бактериями. Азотфиксация происходит с участием полиферментной системы нитрогеназы, которая катализирует восстановление молекулярного азота до аммиака в присутствии АТФ и восстановителя. Симбиотические азотфиксирующие организмы могут связывать в год до 200 кг азота на 1 га, свободноживущие – 15–30 кг.

– крупная группа грамположительных бактерий, объединяемых в актиномицетную линию, или актинобактерии. К актиномицетам относят нокардии, актиномицеты с многоклеточными спорангиями (роды *Geoder matophilus*, *Dermatophilus*, *Frankia*), актино-

планы, стрептомицеты, мадурамицеты, термоактиномицеты, способные к умеренной термофилии, и др. Филогенетически к актиномицетам близки коринеформные бактерии и микобактерии. Тривиальное название актиномицетов укоренилось за бактериями, образующими подобие мицелия, наиболее известными из которых являются нокардии и стрептомицеты. Устаревшее название актиномицетов – «лучистые грибки». В большинстве своем актиномицеты – обитатели почвы, почти все – аэробы, органотрофы, могут разлагать самые различные природные полимеры, в частности хитин, многие способны к активному антагонизму за счет синтеза антибиотиков. Последнее в значительной степени стимулировало изучение этой группы микроорганизмов в интересах биотехнологии.

– соединение, принимающее электроны (водород) в процессе окислительно-восстановительных реакций. В качестве конечного (терминального) акцептора электронов микроорганизмы способны использовать кислород (аэробы), а также органические соединения, углекислоту, сульфат- и нитрат-ионы и др. (анаэробы).

– микроорганизмы, развивающиеся в щелочных средах (рН 9,0–11,0). облигатные алкалофилы растут в пределах рН 8,5–11,0; факультативные – 5,0–11,0. К алкалофилам относятся, например,

В основном почвенные и водные организмы. То же, что и

– вещества антигенной природы (полноценные антигены или гаптены), вызывающие реакции гиперчувствительности (аллергию).

– форма иммунного ответа при повторном контакте с аллергенами, обусловленная накоплением иммуноглобулинов или Т-лимфоцитов.

– поражающие

– вегетативное тело некоторых водорослей и миксомицетов, не имеющих оболочки и постоянной формы; передвигаются с помощью перетекания протоплазмы, образования псевдоподий (например, миксоамебы у миксомицетов).

– один из этапов круговорота азота в природе, на котором происходит разложение азотсодержащих органических веществ (белков) с выделением аммиака и его солей под действием ферментов микроорганизмов.

– с двумя полярно расположенными или имеющими по пучку жгутиков на обоих концах клетки.

(от греч. *an* – отрицание, *aer* – воздух и жизнь) – микроорганизмы, которые могут осуществлять обмен веществ и размножаться в условиях отсутствия кислорода в среде обитания. Их подразделяют на облигатные и факультативные. Первых культивируют в атмосфере, полностью лишенной кислорода, который для них токсичен. Возможно, это связано с отсутствием у анаэробов фермента каталазы, разрушающей высокотоксичную для бактерий перекись водорода, которая может образоваться в аэробных условиях. Факультативные анаэробы растут как в кислородных, так и в бескислородных условиях. В первом случае они используют при биологическом окислении в качестве конечного акцептора водорода атмосферный кислород, во втором – различные вещества: нитраты, тетрагидрат натрия, сульфаты и др. Термин введен Пастером в 1861 году.

(токсоиды) – обезвреженные формалином (при температуре 37–40 °С в течение 3–4 недель) токсины микроорганизмов, потерявшие токсические свойства, но сохранившие антигенность и иммуногенность. Применяются для активной иммунопрофилактики.

– прибор для культивирования анаэробных микроорганизмов. Представляет собой герметично закрывающийся сосуд, в котором бескислородные условия создаются откачкой воздуха (до 3–10 мм рт. ст.), замещением его газами (например, азотом) или химическим связыванием кислорода. Конструкцией анаэростата обычно предусматривается контроль анаэробных условий внутри прибора.

– угнетение роста одного микроба другим. Является одной из форм взаимоотношений между микроорганизмами в ассоциациях. Антагонистические свойства присущи многим почвенным спорным и гнилостным бактериям, актиномицетам, грибам (базидиальным, сумчатым и др.). Механизм антагонистического действия микробов может быть связан с различными причинами: образованием токсичных продуктов метаболизма, антибиотиков.

– специфические химические вещества, образуемые микроорганизмами, способные в малых количествах оказывать избирательное токсическое действие на другие микроорганизмы и на клетки злокачественных опухолей. К антибиотикам в широком смысле относят также антимикробные вещества тканей высших растений (фитонциды) и животных. Синтез антибиотиков является выражением активного антагонизма микробов-антагонистов. Первый антибиотик (пенициллин) был открыт А. Флемингом в 1929 году, термин предложил в 1942 году З. Ваксман. В настоящее время описано более 4 тыс. антибиотиков, но в качестве лекарственных средств применяется не более 100.

(антиокислители) – вещества, задерживающие окисление органических веществ; широко используются в микробиологической промышленности, в исследовательской работе для предотвращения окисления чувствительных к кислороду соединений в процессе их выделения, очистки и хранения. Пример антиоксиданта – меркаптоэтанол.

– генетически чужеродные вещества, которые при попадании в макроорганизм вызывают развитие иммунного ответа в виде выработки антител или образования специфических иммунокомпетентных клеток, вступая с ними в специфическую реакцию.

– борьба с проникшей в организм инфекцией различными методами.

– глобулиновые белки сыворотки крови, которые продуцируются клетками иммунной системы организма в ответ на воздействие антигена и вступают с антигеном в специфическую реакцию.

– антитела против токсинов микроорганизмов.

– группа микроорганизмов с прокариотным типом строения клетки, отличающихся от (зубактерий) многими свойствами. Отличия касаются строения мембран, клеточной стенки, наличия в , последовательности нуклеотидов в 16S рРНК и др. Физиологически и экологически разнообразная группа. Многие способны жить в экстремальных условиях при строгом , в горячих и сильно засоленных водных источниках. Некоторые археи обладают особым типом на основе ; ассимиляцию углерода автотрофные археи осуществляют через ацетил-КоА-путь или через восстановительный цикл трикарбоновых кислот. Некоторые археи способны фиксировать N<sub>2</sub>. Археи подразделяют на следующие основные группы: а) ; б) сульфатредукторы; в) экстремально галофильные; г) лишённые клеточных стенок; д) экстремально термофильные, метаболизирующие SO. В настоящее время археи считают самостоятельным (доменом) живых организмов, представляющих особую эволюционную ветвь. Ранее археи называли

– система профилактических мероприятий, направленных на предупреждение попадания микробов в органы и ткани больного при медицинских манипуляциях.

(сумчатые грибы) – большая и разнообразная группа, составляющая отдел *Ascomycota* в царстве *Fungi*. Основным признаком аскомицетов – образование в результате кариогамии (слияния ядер) и

последующего мейоза половых спор (аскоспор) в особых структурах – сумках, или асках. Вегетативная стадия представлена хорошо развитым септированным (разделенным на перегородки) мицелием. Бесполое размножение осуществляется разнообразными по форме бесполоыми спорами – конидиями, вегетативное размножение – фрагментами мицелия. По форме и характеру развития плодовых тел, в которых развиваются сумки, отдел разделяют на несколько классов. В классе Архиаскомицеты (*Archiascomycetes*) сумки развиваются сразу после слияния половых клеток, плодовых тел не образуется. К порядку Сахаромицеты (*Saccharomycetales*) этого класса относятся дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, различные физиологические расы которых имеют чрезвычайно важное практическое значение (пекарские, пивные дрожжи). У группы (или класса, по разным представлениям) плектомицетов (*Plectomycetes*) плодовые тела, в которых развиваются сумки, образуются на поверхности мицелия. К этой группе относятся широко распространенные возбудители мучнистой росы растений (порядок *Erysiphales*) и половые стадии анаморфных грибов из родов пеницилл – *Penicillium* и аспергилл – *Aspergillus* (порядок *Eurotiales*), виды которых широко используются в биотехнологии как продуценты ферментов, антибиотиков и др. У группы пиреномицетов (*Pyrenomycetes*) плодовые тела в виде бутылковидных структур с отверстием на вершине – перитеции – образуются на поверхности мицелия. Сюда относятся многие виды сапротрофов, обитающих на почве и субстратах органического происхождения, а также большую группу грибов – возбудителей болезней растений. У группы локуломицетов (*Loculomycetes*) сумки формируются в особых полостях – локулах, располагающихся на стромах, состоящих из плотно переплетенного мицелия. В группе дискомицетов (*Discomycetes*) плодовые тела – апотеции – в виде широко раскрытых чаш или дисков, внутренняя поверхность которых покрыта слоем сумок (гимением). Апотеции часто ярко окрашены и хорошо заметны на почве или опаде листьев в лесу (род *Peziza*). К этой группе относят сапротрофы на лесной подстилке – широко известные сморчки, строчки и трюфели. Виды аскомицетов часто развиваются только в бесполой, конидиальной стадии. У некоторых из них половое спороношение не установлено или потеряно. Виды аскомицетов с неизвестной половой стадией относят к группе анаморфных (несовершенных) грибов. Многие аскомицеты входят как микобионтный компонент в состав лишайников. Современная система лишайников построена на основе систематики аскомицетов.

(*Aspergillus*) – род анаморфных грибов порядка *Eurotiales* класса Плекткомицеты (*Plectomycetes*). Сапротрофы, реже паразиты. Широко распространены в почве, где активно разрушают органические остатки. Многие из них образуют плесени на пищевых продуктах, вызывают разрушение промышленных изделий (ткани, кожи, пластмассы). *A. fumigatus* – возбудитель болезней человека и животных (аспергиллезы). *A. flavus* развивается на плодах арахиса и различных кормах, образует афлатоксин. Аспергиллы используют в микробиологической промышленности в качестве продуцентов антибиотиков, ферментов, органических кислот.

– инфекционное заболевание человека, птиц, вызываемое микроскопическими грибами рода *Aspergillus* (*A. fumigatus*, *A. flavus*, *A. niger*). Протекает с поражением главным образом легких, может принимать также форму тяжелого сепсиса с выходом возбудителя в кровь и лимфу.

– снижение вирулентности штаммов патогенных микроорганизмов различными способами, используется при изготовлении вакцин.

– бактерия, которая утратила способность синтезировать какой-либо фермент и требует внесения в питательную среду определенных веществ, которые не способна синтезировать сама.

– антигенный препарат для лечения, приготовленный из штаммов микроорганизмов, выделенных из организма данного больного.

– инфекция, вызванная микроорганизмами собственной микрофлоры пациента.

– бактерия, которая в качестве источника углерода и азота использует природные неорганические вещества (углекислый газ атмосферы, молекулярный азот, аммонийные соли, нитраты, нитриты и др.) для построения органических соединений собственной клетки.

– прочность связи между антигеном и антителом.

– кисломолочный продукт, получаемый заквашиванием пастеризованного молока

*Lactobacillus acidophilus*. Обладает лечебными свойствами.

– микроорганизмы, нормально развивающиеся на кислых средах (рН 2–4).

ацидофилы могут расти при значениях рН среды 1,0–5,0; лам относятся

– 1,0–9,0. К ацидофи-

и некоторые другие.

– подача воздуха при проведении аэробного выращивания микроорганизмов. Может осуществляться путем выращивания микро-

организмов на поверхности твердых, уплотненных, полужидких сред, в тонком слое жидких питательных сред, в жидких средах с активным перешиванием их на качалках или путем продувания воздуха через питательные среды.

(от греч. *aer* – воздух и *bios* – жизнь) – микроорганизмы, использующие атмосферный кислород в качестве конечного акцептора электронов (водорода) при биологическом окислении. У аэробов пировиноградная кислота, образовавшаяся в результате гликолиза, окисляется в цикле трикарбоновых кислот (ЦТК), который вместе с тем обеспечивает снабжение микроорганизмов предшественниками для реакций биосинтеза. В ЦТК атомы водорода отщепляются от субстрата ферментами дегидрогеназами. В результате водородные атомы связываются с кислородом с образованием воды, но они не переносятся непосредственно на кислород, а передаются вдоль цепи молекул-переносчиков, которые образуют цепь переноса электронов, или дыхательную цепь. На последней ступени этой реакции, катализируемой цитохромоксидазой, ионы водорода связываются с молекулярным кислородом – конечным акцептором электронов. Образующаяся при этом токсичная для микробов перекись водорода расщепляется каталазой или пероксидазой. Перенос электронов вдоль дыхательной цепи сопряжен с образованием богатых энергией фосфатных связей в молекулах АТФ в результате окислительного фосфорилирования, которое у бактерий осуществляется в структурах, эквивалентных митохондриям, – мезосомах. Термин введен Пастером в 1861 году.

– передвижение микроорганизмов к источнику кислорода (положительный аэротаксис) или от него (отрицательный аэротаксис). Положительный аэротаксис свойствен аэробам, отрицательный – анаэробам.

– широко распространенная и разнообразная по строению группа грибов, составляющая отдел Базидиомикота (*Basidiomycota*) в царстве *Fungi*. При половом процессе на мицелии базидиомицетов образуются специальные выросты – пряжки, в которых обособляются два гаплоидных ядра с разным половым знаком. После слияния ядер – кариогамии – диплоидное ядро в клетке, отделенной от мицелия, делится редуциционно; в результате формируются четыре гаплоидных ядра, которые располагаются в разросшейся клетке – базидии. На последней появляются четыре выроста – стеригмы, в которые переходят гаплоидные ядра, по одному в каждую. В результате на каждой стеригме образуется гаплоидная базидиоспора. На соответствующем субстрате две базидиоспоры сливаются, образуя дикари-

отичный (двухядерный) мицелий. Органы размножения базидиомицетов – базидиоспоры с базидиями – погружены в плодовые тела, образованные мицелием гриба. Слой базидий, часто разделенный специальными стерильными клетками, называют гимением. Характерной особенностью мицелия базидиомицетов является наличие пряжек и так называемой долипоровой септы – перегородки между клетками, утолщающейся по направлению к поре, разделяющей отдельные клетки мицелия. Отдел Базидиомицота делят на три класса. Класс Урединиомицеты (*Urediniomycetes*) – ржавчинные грибы – отличается отсутствием плодовых тел, разделенной на четыре части базидией – фрагмобазидией. Сюда относятся облигатные паразиты растений – возбудители ржавчины многих культурных и диких видов. Класс Устилягиномицеты (*Ustilaginomycetes*) – головневые грибы. Виды головневых не образуют плодовых тел. Размножаются темноокрашенными, толстостенными телиоспорами. Гаплоидные базидиоспоры, формирующиеся на базидии, могут давать дрожжеподобный рост на поверхности растений и на некоторых искусственных средах. К головневым относятся возбудители головни многих растений. Наиболее широко известная группа базидиомицетов входит в класс Базидиомицеты (*Basidiomycetes*), который состоит из нескольких порядков. К настоящим базидиомицетам, отличающимся крупными, хорошо заметными плодовыми телами, относятся хорошо известные ядовитые и съедобные виды грибов, в том числе культивируемые искусственно (шампиньон, вешенка, шиитаке). Плодовые тела этих базидиомицетов разнообразной формы, консистенции, окраски и размеров (от нескольких миллиметров до 1,5 м). Многие из них – микоризообразователи, а также сапротрофы – разрушители древесины и растительного опада.

(от греч. *bacteria* – палочка) – одноклеточные организмы, характеризующиеся разнообразной формой и довольно сложной структурой, отвечающей многообразию их функциональной деятельности. Термин «бактерия» употребляется для обозначения всех одноклеточных микроорганизмов, относящихся к шизомицетам, и в более узком смысле – для наименования бесспорных палочковидных форм. Бактерии бывают различной формы: шаровидные – кокки, палочковидные – собственно бактерии или бациллы, извитые – вибрионы и спириллы. Размножаются простым поперечным делением. Бактерии являются гаплоидными клетками. В состав бактериальной клетки входит капсула, клеточная стенка, цитоплазматическая мембрана, цитоплазма, где располагаются мезосомы, рибосомы, нуклеоид, и включе-

ния. Некоторые бактериальные клетки имеют жгутики и образуют споры. В отличие от животных клеток такие внутренние структуры бактериальной клетки, как мезосомы, рибосомы, нуклеоид, не имеют мембран, отграничивающих их от цитоплазмы. По способу питания бактерии делят на автотрофов и гетеротрофов, по способу дыхания – на аэробов и анаэробов.

– бактерии семейства *Enterobacteriaceae*, включающего ряд родов (*Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Salmonella*, *Shigella* и др.) – типичных обитателей кишечника животных и человека. При значительном разнообразии они обладают некоторыми общими свойствами – грамотрицательные палочки, активно подвижные, спор не образуют. Факультативные анаэробы, способны получать энергию как в процессе дыхания, так и в результате смешанного (муравьинокислого) брожения. В отношении питания нетребовательны – растут на простых синтетических средах, содержащих глюкозу, аммоний и минеральные соли. Имеют большое значение для эпидемиологии как возбудители ряда болезней (дизентерия, холера, чума и др.), а также для разного рода экспериментальных исследований. Типичным и наиболее хорошо изученным представителем бактерий кишечной группы является кишечная палочка (*Escherichia coli*), поэтому в санитарной микробиологии всю группу называют бактериями группы кишечной палочки.

– бактерии родов *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium*, *Sinorhizobium*, азотфиксирующие симбиотические бактерии, образующие клубеньки на корнях бобовых растений – симбионтов. Внутри клубеньков бактерии клубеньковые фиксируют азот, переводя его в соединения, усваиваемые растениями, которые, в свою очередь, обеспечивают бактерии питательными веществами. В чистой культуре бактерии клубеньковые палочковидной формы, подвижны, аэробы и факультативные анаэробы. В клубеньках меняют свою форму, образуя бактериоиды, интенсивно связывающие клубеньки с активными бактериями. Клубеньки содержат леггемоглобин, обеспечивающий анаэробные условия процесса азотфиксации и окрашивающий их в розовый цвет. Вне бобовых растений бактерии клубеньковые могут жить как сапротрофы. В настоящее время все представители рода *Rhizobium* отнесены к двум видам – *Rh. Meliloti* и *Rh. leguminosarum*. Чистые культуры бактерий клубеньковых используют для производства бактериальных удобрений (например, нитрагина).

– бактерии родов *Lactobacillus*, *Streptococcus* и др., при сбраживании углеводов образуют молочную кислоту. Факультативные анаэробы, грамположительные палочки и кокки, спор не образуют. Растут только на сложных питательных средах. Ауксотрофы по большинству аминокислот и витаминов. Ацидофилы. Встречаются в молоке и молочных продуктах, на растениях и разлагающихся растительных остатках, в кишечнике человека и животных. Могут осуществлять гомоферментативное и гетероферментативное молочнокислое брожение. Участвуют в процессах силосования кормов, квашения капусты, используются в производстве кисломолочных продуктов, молочной кислоты, декстранов.

– бактерии рода *Propionibacterium* и др., сбраживающие углеводы с образованием пропионовой, уксусной кислот. Обитатели рубца и кишечника жвачных животных. Используются в производстве некоторых сортов сыра, а также как продуценты витамина В<sub>6</sub>.

– группа фототрофных бактерий. По морфологии кокки, палочки и извитые формы, неподвижные и подвижные за счет жгутиков, грамотрицательные. Размножаются делением и почкованием. Содержат бактериохлорофилл *a*, реже – бактериохлорофилл *b*, каротиноиды (ликопин, спириллоксантин и др.). Культуры бактерий пурпурных имеют обычно розовую, кроваво-красную окраску, за счет чего получили свое название. Осуществляют аноксигенный фотосинтез, в качестве донора электронов используют преимущественно органические соединения (пурпурные несерные бактерии) или сероводород, тиосульфат, сульфит, серу, водород (пурпурные серные бактерии). Ассимилируют на свету углекислоту через цикл Кальвина, а также ацетат, пируват и другие органические соединения. Пурпурные серные бактерии (семейства *Chromatiaceae* и *Ectothiorhodaceae*) хорошо растут в фотоавтотрофных условиях, пурпурные несерные (семейство *Rhodospirillaceae*) предпочитают фотогетеротрофные условия. Анаэробы и факультативные анаэробы. Многие виды фиксируют молекулярный азот и выделяют водород. Некоторые растут в темноте. Известно более пяти видов бактерий пурпурных. Распространены в пресных и соленых водоемах, некоторые виды – экстремальные галофилы. Роль в природе – создание органического вещества, участие в биогеохимических циклах серы, азота, углерода. Широко используются для изучения механизмов фотосинтеза.

(устаревшее название – сапрофитные) – бактерии, превращающие органические вещества отмерших организмов в неорганические, обеспечивая круговорот веществ в природе.

Термин используется для противопоставления понятию «паразитическое существование бактерий». Для обозначения типа питания бактерий чаще используют термин «гетеротрофные бактерии».

– хемоорганотрофные бактерии, способные к биолюминесценции (роды *Photobacterium*, *Benickea*) в присутствии кислорода. Обычно морские формы.

– бактерии, обладающие способностью образовывать термоустойчивые споры при наступлении неблагоприятных для роста условий. Аэробные и факультативно-аэробные. Бактерии спорообразующие относят к родам *Bacillus*, *Sporosarcina*, *Sporolactobacillus*; анаэробные – к родам *Clostridium*, *Desulfotomaculum*.

– бактерии, образующие выросты (стебельки), за счет которых они прикрепляются к субстрату. Водные формы. Примером служат представители рода *Caulobacter*.

– физиологическая группа бактерий, восстанавливающих сульфат до сероводорода в анаэробных условиях. Сульфат используется ими как акцептор водорода, донором электронов служат органические соединения – лактат, ацетат, пропионат, бутират, формиат, этанол, высшие жирные кислоты, а также молекулярный водород. По степени усвоения органических веществ различают две группы бактерий сульфатредуцирующих. Первые используют органические кислоты с выделением в среду ацетата (спорообразующие виды рода *Desulfotomaculum* и неспорообразующие рода *Desulfovibrio*). Вторые способны полностью окислять органические соединения; некоторые даже способны к хемоавтотрофному существованию (*Desulfobacter*, *Desulfococcus*, *Desulfosarcina*, *Desulfonema*). В природе бактерии сульфатредуцирующие обитают в сероводородном иле, где проходит анаэробный распад органических соединений. Участвуют в формировании месторождений серы. Вызывая анаэробную коррозию железа, наносят существенный вред трубопроводному транспорту.

– группа бактерий, способных образовывать органические кислоты путем неполного окисления сахаров или спиртов. В качестве конечного продукта образуют уксусную, гликолевую, глюконовую и другие кислоты. Подразделяются на две группы – *peroxydans* – накапливающие уксусную кислоту в качестве промежуточного продукта, но по мере исчерпания исходного субстрата окисляющие ее далее до углекислоты и воды (*Gluconobacter oxydans*), и *suboxydans*, у которых далее уксусная кислота не окисляется (*Acetobacter aceti*, *A. pasteurianum*). Бактерии уксуснокислые – грамотрицательные палочки, подвижные, живут обычно на растениях. Аци-

дофилы. Используются для получения пищевого уксуса на основе спиртосодержащих жидкостей, а также в процессе полусинтетического производства аскорбиновой кислоты из глюкозы.

– физиологическая группа бактерий, включающая представителей разных таксонов: клостридии, ряд актиномицетов, миксобактерии, некоторые псевдомонады, представители коринеформных бактерий, постоянные обитатели желудка жвачных, относящиеся к родам *Ruminococcus*, *Bacteroides*, *Butyrivibrio* и др. Единственное общее свойство этих организмов – способность к ферментативному расщеплению целлюлозы. Ее разложение осуществляется комплексом ферментов бактерий целлюлозоразрушающих, которые могут выделяться в окружающую среду или оставаться связанными с клеточной поверхностью. Конечный продукт расщепления целлюлозы – глюкоза – утилизируется аэробными организмами по пути гликолиз – ЦТК, с дальнейшей утилизацией восстановителей в дыхательной цепи с кислородом в качестве терминального акцептора водорода. Анаэробное превращение глюкозы осуществляется бро-дильщиками с образованием большого числа органических соединений. Участвуя в деградации самого масштабного природного соединения – целлюлозы, бактерии целлюлозоразрушающие играют важнейшую роль в круговороте веществ в биосфере. Бактериозы – обобщенное название болезней растений, вызываемых бактериями. К фитопатогенным бактериям относятся некоторые псевдомонады, бациллы, микобактерии и др.

– присутствие микроорганизмов в крови.

– макроорганизм, в котором находят патогенные микробы на фоне отсутствия клинических проявлений инфекции и патологических изменений в органах и тканях.

– вирус бактерий.

– исследование бактерий с помощью микроскопа.

– способность физических (температура, ионизирующее излучение), химических (спирты, фенол, соединения ртути и др.), биологических (например, лизоцим) факторов вызывать гибель бактерий.

(лат. *Bacillus*) – обширный (около 217 видов) род грам-положительных палочковидных бактерий, образующих внутриклеточные споры. Большинство бацилл – почвенные редуценты. Некоторые бациллы вызывают болезни животных и человека, например сибирскую язву, токсикоинфекции (*Bacillus cereus*). Типовой вид – сенная палочка (*Bacillus subtilis*).

– среда, создаваемая или видоизменяемая сообществом организмов. Как правило, определяется небольшим числом видов-детерминантов.

(борьбы с вредителями, сорными растениями и болезнями) – использование «врагов наших врагов», т. е. организмов, которые могут подавлять сорняки, насекомых, клещей и т. д. При биометодe используют насекомых, патогенные грибы, микроорганизмы, а также птиц (в первую очередь для защиты садов). Применяют также различные отвары из растений, отпугивающих насекомых (из ботвы помидоров, чеснока, полыни горькой), или высевают совместно с защищаемыми растениями дополнительную культуру, выделения которой неблагоприятно действуют на вредителей (например, посадки чеснока в междурядьях земляники снижают ее заражаемость серой гнилью).

– видимое свечение живых организмов (бактерий, грибов, беспозвоночных и др.). В основе биолюминесценции лежит ферментативное окисление особых веществ – люциферинов. Для осуществления биолюминесценции (например, у светляков) помимо люциферина и фермента люциферазы необходимы также кислород, АТФ и ионы магния. За счет АТФ образуется люциферинаденилат, который затем связывается люциферазой. При окислении кислородом происходит распад комплекса и продукт этой реакции – аденилат – испускает свет. Люциферины и люциферазы у различных биологических видов неидентичны. В некоторых случаях биолюминесценция не связана с люциферин-люциферазной реакцией.

– сооружение для биологической очистки сточных вод, обычно с активной аэрацией. Представляет собой резервуар, наполненный крупнозернистым фильтрующим материалом (шлак, гравий, керамзит) или имеющий специальное подвижное устройство с множеством пластин, дисков и т. п. Сточная вода, проходя через фильтрующий материал, образует на его поверхности биопленку из скоплений микроорганизмов, минерализующих органические вещества сточных вод. Биофильтр используется также для очистки газовых выбросов в промышленности. В этом случае развитие микроорганизмов происходит на увлажненных камышовых или соломенных матах, уложенных в короба, через которые продуваются отработанные газы перед выпуском их в атмосферу.

– совокупность животных, растений и микроорганизмов, населяющих участок среды обитания с более или менее однородными условиями жизни, например, животные, растения и микроорганизмы того или иного озера, луга, береговой полосы.

– процесс диссимиляции микроорганизмами органических веществ, как правило, углеводов; протекает с освобождением энергии как в аэробных, так и в анаэробных условиях. В процессе брожения образуются такие органические кислоты, как молочная, муравьиная, уксусная и др., а также этиловый, пропиловый спирты, глицерин и другие вещества. Типы брожения обычно именуется по продуктам, которые образуются: молочнокислое, уксуснокислое, спиртовое и т. п. Образующиеся в процессе брожения продукты и энергия расходуются микробами для различных биосинтетических целей. Одним из видов брожения является гликолиз. Многие виды брожения используются в пищевой и микробиологической промышленности для получения спиртов, органических кислот и других веществ. Микробная природа брожения была открыта Пастером в 1857 году.

– камера для работы в стерильных или каких-либо специальных условиях.

– таксономическая категория в систематике микроорганизмов.

– инфекционные агенты, не имеющие белковой оболочки и состоящие из молекулы РНК.

– степень, мера патогенности бактерий. Количественным выражением вирулентности являются: ДЛМ – минимальная смертельная (летальная) доза, ЛД50 – летальная доза, вызывающая гибель 50 % подопытных животных

– низкомолекулярные органические соединения различной химической природы, необходимые в небольших количествах для нормального обмена веществ и жизнедеятельности живых организмов. Многие витамины – предшественники коферментов, в составе которых участвуют в различных ферментативных реакциях. Животные и человек получают витамины в готовом виде обычно из растительной пищи или за счет микрофлоры кишечника. Витамины, используемые как лекарственные препараты (витамины группы В, бета-каротин и др.), получают как химическим, так и микробиологическим путем.

– непостоянные осмотически нейтральные (водонерастворимые) образования (гранулы, капли) в цитоплазме клетки. Являются продуктами обмена или запасными конструктивными и энергетическими веществами (крахмал, гликоген, жир, сера, волютин, соединения железа, пигменты и др.).

– воды, бывшие в производственном, бытовом или сельскохозяйственном употреблении, а также прошедшие через какую-либо загрязненную территорию, в том числе населенного пункта (промышленные, сельскохозяйственные, коммунально-бытовые, ливневые

и тому подобные стоки); воды, отводимые после использования в бытовой и производственной деятельности человека. Каждый кубометр сточных вод загрязняет 60 м<sup>3</sup> чистой воды.

(галофилы или галобактерии) – обобщенное название группы организмов, обитающих в средах с высокими концентрациями солей. Большинство микробов обитает в средах с 0,5–3%-ной концентрацией солей. При концентрации солей ниже 0,5 % у них наступает плазмолиз, выше 3 % – плазмолиз. У пресноводных микробов нижняя граница роста может опускаться до 0,05 %. Другие микробы могут размножаться в зоне концентрации солей от 0,5 до 7–15 % (например, вибрионы, стафилококки). Их называют галотолерантными. Галофильные микроорганизмы растут при концентрациях солей в 20–30 %. Для них характерны иная структура клеточной стенки (отсутствие пептидогликана и др.), медленные темпы размножения, малая плотность популяции, медленно протекающие процессы биосинтеза и биodeградации. Обитают в засоленных почвах, соленых озерах, морях, соленой рыбе.

– наименьший участок ДНК, обеспечивающий передачу признаков потомству (единица наследственности).

– совокупность всех генов клетки.

(трансформация, трансдукция, конъюгация) – образование нового генома из генетического материала двух особей с появлением особи, имеющей признаки обоих родителей.

(от греч. *genos* – рождение и *typos* – отпечаток, образ) – совокупность генов, определяющих наследственную основу всех организмов, в том числе и микробов. Генотип проявляется в фенотипе в виде определенных признаков, у микроорганизмов – в способности к образованию жгутиков, капсулы, ферментации углеводов, образованию токсинов и т. д. При этом микробная клетка и вирус наследуют не признак как таковой, а потенциальную способность к проявлению этого признака, которая зависит от конкретных условий внешней среды. Термин предложен Иогансеном в 1909 году.

(от греч. *heteros* – другой, *trophe* – питание; буквальный перевод – питаемый другими) – микроорганизмы, усваивающие углерод из органических соединений. Такими соединениями могут быть углеводы, белки, жиры, а также метан, углеводороды нефти и др. К гетеротрофам относятся гнилостные бактерии, грибы, дрожжи и другие сапрофиты, широко распространенные в почве. Они играют ведущую роль при разложении органических остатков. К этой же группе относятся и паразиты, которые усваивают углерод не только из

мертвых органических останков или продуктов обмена, но и из тканей живых растений и животных. К последним относятся патогенные микроорганизмы. Подавляющее большинство гетеротрофов получают энергию за счет окислительных процессов.

– повышенная чувствительность к антигенам (аллергенам). Выделяют гиперчувствительность замедленного (обеспечивается клетками иммунной системы) и немедленного (обеспечивается антителами) типов.

– микроскопические ветвящиеся нити, образующие вегетативное тело гриба – таллом. Вся совокупность гиф грибного таллома называется мицелием. Толщина гиф составляет от 0 до 30 мкм. Обладают верхушечным (апикальным) ростом. У низших грибов гифы не имеют поперечных перегородок и мицелий представляет собой одну крупную клетку. Химический состав оболочек гиф различен в разных систематических группах – хитин, целлюлоза, глюкан. Среди прокариотных организмов гифы образуют гифомикробы и актиномицеты, у последних формируется субстратный или воздушный мицелий, подобный грибному.

– животные, свободные от микроорганизмов, получаемые и выращиваемые в стерильных условиях для экспериментальной работы. Гнотобиотами называют также стерильных животных, специально зараженных определенными видами микроорганизмов. Первые работы по получению гнотобиотов проводились еще Л. Пастером в 1885 году, но масштабные исследования начались только в 40–60-х годах XX века. Трудности в получении гнотобиотов заключаются в сложности создания искусственных условий стерильного содержания животных (стерильные полноценные диеты, стерильный воздух и т. д.). Гнотобиотов первого поколения получают путем стерильного извлечения плода из матки или путем инкубации обеззараженных яиц насекомых, птиц и др. с последующим выращиванием в специальных изоляторах. Они отличаются от обычных животных (с нормальной микрофлорой) характерными особенностями строения и функциональной активности некоторых органов и тканей, прежде всего тех, которые в естественных условиях находятся в прямом контакте с микроорганизмами. Знание особенностей гнотобиотов важно для изучения формирования иммунитета, механизмов взаимодействия микро- и макроорганизмов, физиологии пищеварения, инфекционной патологии и др. в строго контролируемых условиях. Использование гнотобиотов (морских свинок, мышей, кроликов, поросят, телят, овец и других животных) в различных областях экспериментальной биологии и медицины

привело к формированию самостоятельного направления – гнотобиологии. Гнотобиологические методы используют в клинической медицине, микробиологии, вирусологии, иммунологии, а также в производстве высокоспецифичных диагностических сывороток.

– комплекс мер по уничтожению возбудителей инфекционных заболеваний человека и животных с применением антимикробных средств. Термин употребляется главным образом в гигиене, санитарии.

– микробиологический процесс восстановления окисленных соединений азота (нитратов, нитритов) до газообразных продуктов (обычно до  $N_2$ , иногда до  $N_2O$ , редко до  $NO$ ). Происходит в результате жизнедеятельности бактерий родов *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Paracoccus* и др. – факультативных анаэробов, использующих в отсутствие кислорода нитраты и нитриты в качестве конечных акцепторов электронов (анаэробное дыхание, нитратное дыхание). При этом бактерии окисляют органические и неорганические вещества. В ходе денитрификации связанный азот удаляется из почвы и воды с освобождением  $N_2$  в атмосферу. Процесс активно протекает в затопляемых почвах и может служить причиной потерь азота в земледелии. Денитрификация замыкает цикл азота в биосфере и препятствует накоплению оксидов азота, которые в высоких концентрациях токсичны. Важный процесс в очистке сточных вод от нитратов, обеспечивает также постоянное содержание  $NO$  в атмосфере Земли.

– явление двуциклического роста микробной популяции на несменяемой среде, содержащей смесь питательных веществ. Вследствие поочередного использования субстратов кривая роста при этом имеет две и более начальные фазы (лаг-фазы), что отражает индубильный характер синтеза ферментов микроорганизмами.

(дисбиоз) – состояние, при котором происходят изменения в качественном и количественном составе нормальной микрофлоры определенного биотопа макроорганизма.

– сборная группа микроскопических грибов (размеры от 1,5–2,0 до 10–12 мкм), не имеющих типичного мицелия. Размножаются делением или почкованием. Известно около 500 видов. Дрожжи – гетеротрофы с окислительным или броидильным типом метаболизма. Обитают на плодах, ягодах растений, в почве. Широко используются в научных исследованиях как модели эукариотических клеток, а также в пищевой (пивоварение, хлебопечение, виноделие и др.) и микробиологической промышленности (производство БВК, этанола, глицерина и др.).

– специальные штаммы дрожжей, преимущественно рода *Saccharomyces*, отличающиеся активным брожением с обильным образованием диоксида углерода и этанола. При этом на поверхности бродящей жидкости образуется пена, содержащая большое количество клеток дрожжей (отсюда название). Используются дрожжи верховые в хлебопечении, спиртовом производстве, в приготовлении светлых сортов пива.

– специальные штаммы и расы дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, отличающиеся медленными процессами дыхания и брожения, в результате чего их клетки оседают на дно бродильных чанов. Применяются для производства ряда сортов пива.

– специальные расы дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, используемые в хлебопечении. Отличаются энергичным брожением. В результате обильное образование  $\text{CO}_2$  приводит к поднятию теста. Кроме того, дрожжи пекарские должны обладать приятным вкусом и запахом.

– продукт денатурации белка коллагена. Получают желатин вывариванием костей, хрящей, копыт животных. В микробиологической практике применяют для приготовления твердых сред, добавляя к ним в количестве 10–15 %. Такие среды плавятся при температуре 25–30 °С, застывают при температуре 23 °С. Среды с желатином применяют для определения протеолитической активности микроорганизмов, что в медицинской микробиологии используется при идентификации ряда бактерий – рост бактерий, обладающих протеолитической активностью, сопровождается разжижением среды.

– сборная группа прокариотных микроорганизмов, способных отлагать (обычно в слизистой капсуле) оксид железа (III). Истинные железобактерии – обитатели кислых вод, типичные литотрофы (*Thiobacillus ferrooxidans*, *Leptospira ferrooxidans*) – получают энергию для автотрофной ассимиляции  $\text{CO}_2$  за счет окисления двухвалентного железа до трехвалентного. Другие железобактерии – органотрофные организмы с различным таксономическим положением. Процесс отложения ими оксидов железа связан с разрушением органического вещества среды обитания. Нитчатые железобактерии (*Leptothrix*, *Sphaerotilus*, *Gallionella*) участвуют в образовании болотных железных руд; некоторые приносят вред, засоряя водопроводные трубы. Благодаря способности разлагать сульфиды металлов железобактерии используются при выщелачивании руд. Некоторые железобактерии (*Metallogenium*) способны отлагать в капсуле также оксиды марганца.

– чистые и смешанные культуры молочнокислых бактерий (нередко вместе с дрожжами), используемые в качестве стартовых культур при приготовлении кисломолочных продуктов (например, ацидофилина, кефира) из пастеризованного молока. Сохраняют закваски в виде растущих, лиофилизированных или замороженных культур. В промышленности термин используется как синоним инокулята.

– осмотически инертные включения клеток микроорганизмов (полисахариды, жиры, полифосфаты и др.), образующиеся при ограничении роста клеток из-за недостатка отдельных компонентов питания или наличия ингибиторов. Полисахариды, жиры могут продлевать жизнь клетки в отсутствие внешних источников энергии (эндогенный метаболизм). За счет запасных веществ может происходить образование спор у спорообразующих бактерий.

– определение таксономического положения организма (микроорганизма) на основании его морфологических, культуральных, биохимических и других свойств.

– изменчивость, которая возникает как следствие конкурентных отношений, складывающихся в популяции бактерий между особями с различными генотипами. При этом происходит селективный отбор мутантных особей, потомство которых будет составлять все увеличивающуюся часть популяции, в результате чего изменяется генотипический состав и фенотипические свойства популяции в целом.

– масса, образующаяся в аэрируемых сточных водах. Представляет собой суспензию твердых веществ с огромным количеством аэробных микроорганизмов, способных энергично окислять растворенные органические вещества. Микробное население ила активного – естественно формирующиеся ассоциации микроорганизмов разных видов, заключенные в общую слизистую полисахаридную массу, образуемую бактериями *Zoogloea ramigera*. Помимо образующих слизь бактерий, в иле активном обычно присутствуют представители родов *Escherichia*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Alcaligenes*, а также различные простейшие. Слизистое вещество ила активного обеспечивает его высокую адсорбирующую способность, в результате чего из проходящих через ил активный сточных вод быстро удаляются коллоидные вещества, бактерии (в том числе болезнетворные), красящие вещества, летучие ароматические соединения, соли тяжелых металлов и происходит осветление жидкости. Масса ила активного в процессе очистки стоков постоянно нарастает, поэтому проводится его удаление из аэра-

торов. Часть ила активного оставляют в качестве «закваски» для поддержания непрерывности процесса очистки.

– кедровое масло с показателем преломления, близким к таковому стекла ( $n = 1,5$ ). Используется в микроскопии с целью увеличения числовой апертуры объектива за счет уменьшения потерь света при преломлении и отражении.

– фактор патогенности, обеспечивающий проникновение и распространение патогенных микроорганизмов в макроорганизме.

(от лат. *inhibitio* – удерживание, останавливание) – торможение (полное или частичное) какого-либо процесса с помощью различных ингибиторов.

– вещества, подавляющие какое-либо звено в метаболизме микробов, животных или растительных клеток. Применяются для ингибиторного анализа при изучении обмена веществ разных микроорганизмов и биосинтеза вирусов. К ингибиторам относятся антибиотики, сульфаниламиды и другие антиметаболиты, цианиды и другие соединения.

– выдерживание микробной системы при определенной температуре и других условиях в течение определенного времени.

– суспензия живых клеток, вводимая в питательную среду с целью получения новой культуры микроорганизма. Для получения жидких культур объем инокулята составляет обычно 4–10 % объема питательной среды.

– источник возбудителей заболевания (инфицированный человек, животное или растение), от которого патогенные микроорганизмы передаются восприимчивому организму.

– природная аномалия (длительная засуха, массовый мор скота и т. п.), нередко возникающая в результате прямого или косвенного воздействия хозяйственной деятельности человека на природные процессы, приводящая к неблагоприятным экологическим последствиям или даже гибели населения определенного региона; авария технического устройства (атомной электростанции, танкера и т. п.), приведшая к остронеприятным изменениям в природной среде и, как правило, к массовой гибели живых организмов.

– способность бактерий удерживать красители после обработки фиксированных окрашенных препаратов соляной или серной кислотой. Обусловлена высоким содержанием восков у этих организмов. Свойство кислотоустойчивости используется для диагностики патогенных микобактерий.

(*Escherichia coli*) – колибактерия, граммотрицательная бактерия семейства *Enterobacteriaceae*. Палочка со слегка закругленными концами (размеры 0,4–0,8×1–3 мкм), спор не образует, подвижна, факультативный анаэроб. Сбраживает глюкозу, лактозу и другие углеводы. Кишечная палочка – один из наиболее обычных представителей нормальной кишечной микрофлоры млекопитающих. Выделяется с фекалиями в окружающую среду. Присутствие кишечной палочки в исследуемых пробах почвы, воды свидетельствует об их фекальном загрязнении. Классический объект микробиологических и молекулярно-генетических исследований. Используется в биотехнологии для получения интерферона, инсулина и как продуцент некоторых ферментов.

– потомство одной клетки.

– форма сосуществования микроорганизмов, при которой один из видов извлекает пользу для себя, не причиняя вреда другим членам сообщества.

- – число клеток *Escherichia coli* в литре воды или килограмме твердого субстрата (например, почвы), показатель загрязнения водоемов, почв хозяйственно-бытовыми сточными водами. Обратная величина коли-индекса – коли-титр. По действующему стандарту на питьевую воду ее коли-индекс должен составлять не более 3, а коли-титр – соответственно не менее 300.

– микробные клетки одного вида, выросшие в большинстве случаев из одной клетки в виде изолированного скопления на плотной питательной среде.

– видимые невооруженным глазом скопления клеток или мицелия, образуемые в процессе роста и размножения микроорганизмов на (или в) плотном питательном субстрате. Различаются у разных организмов по размеру, характеру поверхности, консистенции, окраске, что, в свою очередь, зависит от размеров клеток, наличия жгутиков, спор, капсулы. В естественных условиях колонии возникают на поверхности пищевых продуктов, на почве, гниющих остатках растений и т. п. В лабораторных условиях колонии получают при посеве микроорганизмов на агаризованные и другие твердые питательные среды. Характеристику колоний учитывают при определении вида микроорганизма.

– прибор для определения концентрации веществ в растворах. Позволяет устанавливать оптическую плотность окрашенных растворов, которая зависит от концентрации в них вещества.

С известными ограничениями колориметр используют в микробиологической практике для определения числа клеток в микробных культурах. Колориметры, имеющие устройство для плавного изменения длины волны, при которой измеряется оптическая плотность раствора, носят название «спектрофотометры». Спектрофотометры позволяют замерять оптическую плотность растворов в широком диапазоне длин волн (от 100 до 1200 нм).

– химические вещества, окрашивающие различные структурные компоненты клеток. Используются для микроскопического изучения морфологии и цитологии микроорганизмов. Обычно красители представляют собой соли двух типов: 1) кислые красители (например, эозин), у которых ион, придающий окраску, является анионом и взаимодействует с основными (цитоплазматическими) структурами клетки; 2) основные красители, взаимодействующие с кислыми (преимущественно ядерными) структурами клетки. Перед окрашиванием клетки обычно убивают (фиксируют). В микробиологической практике чаще всего применяют основные анилиновые красители – метиленовый синий, кристаллический фиолетовый, основной фуксин и др.

– создание искусственных условий для поддержания процессов жизнедеятельности и размножения микробов *in vitro*. С этой целью используют питательные (культуральные) среды. Для получения микроорганизмов или продуктов их жизнедеятельности в промышленных масштабах используют методы глубинного и непрерывного культивирования.

– выращивание микроорганизмов в условиях постоянной аэрации жидкой питательной среды. Это достигается с помощью специальных устройств (барботеров), через которые пропускают стерильный воздух. Для повышения эффективности аэрации среда одновременно перемешивается мешалкой. Для глубинного культивирования микробов используются ферментеры разного объема. При непрерывной аэрации и перемешивании среды каждая клетка микробной культуры находится практически в одинаковых условиях. Это намного повышает накопление продуктов микробного метаболизма (антибиотиков), токсинов и др. и микробной массы, а также значительно сокращает время культивирования.

– выращивание микробов в условиях постоянного обновления питательной среды в специальных аппаратах – хемостатах, которые снабжены устройствами для автоматической подачи свежей питательной среды и уда-

ления культуральной жидкости с продуктами метаболизма, а также для поддержания температуры и рН на постоянном уровне. Микробная популяция тем самым поддерживается необходимое время в логарифмической фазе роста, что значительно повышает выход микробной массы и продуктов метаболизма.

– скопление микробных клеток одного вида, выращенных на плотной или жидкой питательных средах. Чистые культуры получают из изолированных колоний путем их пересева в отдельные пробирки с питательной средой или из одной исходной микробной клетки, изолированной с помощью микроманипулятора. Выделение чистых культур бактерий необходимо для их идентификации, приготовления вакцин и других целей.

– фермент, вызывающий лизис бактерий путем разрушения пептидогликана клеточной стенки.

– организмы, представляющие собой симбиоз гриба (микобионт) и водоросли (фикобионт). В лишайниках, по-видимому, не существует строгой избирательности между партнерами – гриб может существовать с разными видами водорослей, а водоросли – с разными грибами. Взаимоотношения гриба и водоросли в лишайнике рассматривали как пример мутуализма. В действительности они в значительной мере характеризуются паразитизмом со стороны гриба, который получает от водоросли не только продукты ее обмена, но и использует ее отмершие клетки.

– клетки системы мононуклеарных фагоцитов, обеспечивающие реакции фагоцитоза и презентации антигена Т-клеткам.

– структуры прокариот, образованные инвагинацией цитоплазматической мембраны в цитоплазму. Участвуют в процессах метаболизма в клетках.

(мезофилы) – бактерии, оптимальная температура роста которых составляет 35–37 °С.

– тип взаимоотношений между микроорганизмами, при котором один вид создает благоприятные условия для жизни другого вида (аэробы – анаэробы).

(от греч. *metabole* – перемена, превращение)

– в узком смысле слова промежуточный обмен, охватывающий всю совокупность реакций, главным образом ферментативных, протекающих в клетках и обеспечивающих как расщепление сложных соединений, так и их синтез и взаимопревращение. Определенная последовательность ферментативных превращений какого-либо вещества

в клетке называется метаболическим путем, а образующиеся промежуточные продукты – метаболитами.

– промежуточные превращения веществ в микробных клетках. Наиболее выражены в логарифмической фазе роста микробной культуры.

– соединения, участвующие в метаболических процессах.

– способ передачи патогенного микроба от источника инфекции здоровому восприимчивому организму.

– заболевания, вызываемые патогенными грибами.

– грамотрицательные микроорганизмы, которые не имеют ригидной клеточной стенки.

– микроорганизмы, нуждающиеся в незначительном количестве молекулярного кислорода.

(микробиота) – совокупность различных видов микроорганизмов, населяющих определенную среду обитания (например, микробиота почвы, воды, воздуха, горных пород и др.). По происхождению различают автохтонную микробиоту и аллохтонную микробиоту, по типу питания – эвтрофную, представляющую собой комплекс микроорганизмов, разлагающих органические вещества; олиготрофную микробиоту, или микробиоту рассеяния, завершающую минерализацию органического вещества; литотрофную микробиоту, трансформирующую минеральные соединения горных пород, газы. Микроорганизмы, развивающиеся на поверхности растений (эпифитная микробиота), метаболизируют выделения из тканей. Кожа, слизистые оболочки, кишечник и другие органы человека и животных имеют постоянную, так называемую нормальную микрофлору. В значении микробиота использовался и используется термин «микробиота», что не совсем корректно, поскольку бактерии, микроскопические грибы не относят в настоящее время к царству растений.

(нормофлора) – микробные ассоциации, обитающие в органах и тканях макроорганизма (биотопах). Различают нормофлору резидентную (аутохтонную) – постоянную для данного биотопа и транзиторную (аллохтонную) – непостоянную, занесенную из другого биотопа или внешней среды.

– тело гриба, образованное скоплением гифов грибов.

(от лат. *mutuus* – взаимный, обоюдный) – форма симбиоза, при которой оба партнера получают пользу, причем относи-

тельно равную; форма совместного сосуществования организмов, когда оба партнера или один из них не могут жить без другого (например, термиты и живущие у них в кишечнике микроорганизмы).

– факторы физической, химической или биологической природы, вызывающие мутации у микроорганизмов.

– микроорганизм, свойства которого в результате мутаций отличаются от родительских.

– процесс биологического окисления аммиака, образующегося при деградации органических веществ до нитрата. Происходит в аэробных условиях в воде и почве. Автотрофная нитрификация осуществляется последовательно двумя группами нитрифицирующих бактерий – нитрификаторы 1-й фазы (роды *Nitrosomonas*, *Nitrosospira*, *Nitrosococcus*, *Nitrosolobus*) окисляют аммиак до нитрита:  $\text{NH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ; затем нитрификаторы 2-й фазы (роды *Nitrobacter*, *Nitrospira*, *Nitrococcus*) нитрит-ион окисляют в нитрат-ион:  $2\text{NO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}_3$ . Нитрифицирующие бактерии (выделены и описаны в 1890 году С. Н. Виноградским) – облигатные автотрофы, органические вещества не поддерживают их рост. Гетеротрофная нитрификация осуществляется различными организмами, включая грибы, связана с окислением не только аммиака, но и органических соединений азота. Нитрификация – основной путь образования нитрата в природе, играет важную роль в круговороте азота в биосфере.

– место вида в природе, включающее не только положение вида в пространстве, но и функциональную роль его в сообществе и положение его относительно абиотических условий существования (температуры, влажности и т. п.). Если место обитания – это как бы «адрес» организма, то ниша экологическая – его «профессия».

– метод дифференциальной окраски клеток прокариот, разработанный датским микробиологом Х. Грамом в 1884 году. Заключается в последовательной обработке мазка клеток основными красителями (например, кристаллическим фиолетовым) и иодом и последующем отмывании его в этаноле или ацетоне. В зависимости от свойств клеточной стенки бактерий красители могут удерживаться ими в разной степени. Бактерии, сохраняющие окраску после обработки растворителями, получили название грамположительных ( $\text{Gr}^+$ ), а обесцвечивающиеся – грамотрицательных ( $\text{Gr}^-$ ). Окраска бактерий по Граму – систематический признак. Разделение бактерий по этому признаку, как стало известно позднее, указывает на филогенети-

ческие взаимоотношения между разными группами прокариот, поскольку отражает различия не только в строении клеточной стенки бактерий, но и в структуре мембранного аппарата, составе рибосомальных белков, чувствительности к антибиотикам, а также частично согласуется с дифференцировкой по функциям (фототрофия, хемоавтотрофия и др.). Встречаются организмы с вариабельной реакцией на окраску бактерий по Граму.

– группа видов отдела Оомикота (*Oomycota*) в царстве Хромиста (*Chromista*). По современным представлениям в это царство включены организмы, имеющие своеобразную структуру митохондрий, перистые жгутики с трехчленными жгутиковыми волосками, или мастигонемами, и отличающиеся от грибов по структуре ДНК. Их клеточная стенка чаще содержит целлюлозу и  $\beta$ -глюкан, в ней отсутствует хитин. Виды отдела Оомикота, в настоящее время трактуемые как грибоподобные организмы, или псевдогрибы, помещены в царство *Chromista* наряду с бурыми, золотистыми и желто-зелеными водорослями, а также некоторыми протистами. Грибы, входящие в эти отделы, интерпретируются как вторично бесцветные, потерявшие хлорофилл организмы. Большинство представителей отдела Оомикота адаптированы к существованию в водной среде. Они характеризуются наличием спор полового размножения, называемых ооспорами, и подвижных спор бесполого размножения – зооспор – с одним или двумя жгутиками. Хотя многие оомицеты относятся к агрессивным патогенам высших растений (возбудитель фитофтороза картофеля и томатов *Phytophthora infestans*), по происхождению и особенностям развития они более близки к водорослям, чем к грибам.

– условно-патогенные (потенциально-патогенные) микроорганизмы, которые вступают с организмом человека в одних случаях в отношения симбиоза, комменсализма и (или) нейтрализма, в других – в конкурентные отношения, нередко приводящие к развитию заболевания. Условно-патогенные микроорганизмы встречаются среди бактерий, грибов, простейших и, вероятно, вирусов.

– инфекционные заболевания птиц, животных, человека, вызываемые хламидиями *Ch. psittaci* (порядок *Chlamydiales*). Заболевание человека протекает по типу пневмонии, гриппа, брюшного тифа. Заражение происходит от птиц при вдыхании высохшего помета, пуха, при разделке тушек.

– одно из важнейших мероприятий охраны природы и окружающей среды от загрязнения. Очистка сточных вод производится разными способами: механическими (отстаивание, фильтрация, флотация), физико-химическими (коагуляция, нейтрализация, обработка хлором и т. д.) и биологическими (на полях орошения, в биологических бассейнах, биофильтрах).

(от греч. *para* – при, *sitos* – пища) – гетеротрофные микроорганизмы, которые в процессе эволюции приобрели способность жить за счет живых тканей растений или животных, используя их аминокислоты, углеводы, витамины и другие соединения как источники питания или энергии. Паразиты могут быть облигатными, факультативными, внеклеточными и внутриклеточными.

– микроорганизмы, полностью утратившие способность к сапрофитическому образу жизни и живущие за счет живых клеток. Высшей ступенью облигатного паразитизма является внутриклеточный паразитизм, свойственный некоторым патогенным простейшим, риккетсиям, микоплазмам, хламидозам и вирусам. Эти микроорганизмы характеризуются обеднением ферментных систем вплоть до полной их утраты вирусами.

– микроорганизмы, которые в зависимости от условий окружающей среды ведут себя как сапрофиты или как паразиты. К ним относятся возбудители ботулизма, столбняка, газовой гангрены, кишечная палочка и др.

(от греч. *pathos* – страдание, *genos* – происхождение) – потенциальная способность микробов вызывать инфекционный процесс у макроорганизмов определенного вида. Патогенность характеризует микробный вид, является качественной категорией и определяется его генотипом. Каждому патогенному виду микробов присущ свойственный только ему набор конкретных материальных субстратов – факторов патогенности, обеспечивающих выживаемость возбудителя в макроорганизме, его размножение и распространение в тканях и способность к активному биологическому воздействию на функции макроорганизма. К ним относятся структурные элементы микробной клетки, ферментные системы, бактериальные эндотоксины, а также метаболиты, выделяемые в среду, и экзотоксины бактерий. Таким образом, патогенность контролируется большей частью бактериального генома. Степень выраженности факторов патогенности у конкретных штаммов обуславливает их вирулентность, а у бактерий, продуцирующих экзотоксин, – токсигенность. Реализация микробом пато-

генности зависит как от восприимчивости (чувствительности) макроорганизма, так и от влияния факторов внешней среды. Патогенность характеризуется выраженной специфичностью, свойственной большинству возбудителей инфекционных болезней. Это определяется их биологическими особенностями, локализацией в организме, избирательным поражением тканей и органов.

– продукт неполного гидролиза белков, состоящий из аминокислот, дипептидов, трипептидов, а также водорастворимых полипептидов. В микробиологической практике применяется для приготовления некоторых питательных сред.

– включают микробные ферменты, продукты разложения субстратов окружающей среды, микробные токсины, антибиотические вещества, пигменты, бактерии и др. Многие продукты метаболизма микроорганизмов (продукты брожения, антибиотики и др.) нашли широкое практическое применение. Обнаружение таких продуктов метаболизма, как ферментов, индола, аммиака, сероводорода и др., используется для идентификации микроорганизмов.

– микроорганизмы, полностью лишённые клеточной стенки в результате разрушения пептидогликана под действием лизоцима, антибиотиков и других факторов.

– микроорганизмы, способные самостоятельно синтезировать все необходимые им органические соединения.

– одноклеточные животные организмы, имеющие дифференцированное ядро, вакуоли (пищеварительные, сократительные) и различные включения. Патогенные простейшие относятся к четырем классам: жгутиковые, саркодовые, споровики, ресничатые. Простейшие обитают в самых различных средах: пресных и солёных водах, почве, в теле других организмов. Обязательное условие жизни простейших – наличие жидкой среды (вода, влага почвы, кровь, тканевая жидкость).

– большая группа ферментов, избирательно или неспецифически катализирующих гидролитическое расщепление пептидных связей в белках и пептидах.

(холододлюбивые) – микроорганизмы, имеющие оптимальную температуру роста 10–15 °С.

– бинарное деление одноклеточных микроорганизмов (бактерий, риккетсий, простейших, дрожжей), в

результате которого образуются две новые дочерние полноценные особи, наделенные генетической информацией материнской клетки. Дрожжеподобные грибы могут размножаться почкованием, спорами; плесневые грибы и актиномицеты размножаются обычно спорами.

(от лат. *reducers* – упрощение строения) – гетеротрофные организмы, превращающие в ходе жизнедеятельности органические остатки в неорганические вещества. Типичными редуцентами являются бактерии и грибы. Редуценты – заключительное звено в пищевой цепи в экологической пирамиде. Если снижается активность их работы (при использовании сильнодействующих пестицидов), то ухудшаются условия для продукционного процесса растений и консументов.

– естественное разрушение загрязнителя в среде (почве, воде и др.) в результате природных, физических, химических и биологических процессов. Длительность самоочищения резко меняется в зависимости от географического места – в маргинальных зонах и на севере оно идет медленно. Для многих стойких загрязняющих веществ самоочистительная способность природы равна нулю.

– уменьшение количества загрязняющих водные объекты веществ в результате биохимических процессов и их адсорбции на аллювиальных отложениях и транспортируемых насосах. Агентами самоочищения являются бактерии, грибы, водоросли.

– характеристика водного источника, отражающая количество органического вещества в воде. Понятие «сапробность» сформулировано и разработано для внутренних водоемов. По степени загрязненности вод органическими веществами их делят на олигосапробные (с малым содержанием органических веществ), мезо- и полисапробные, а организмы, в них обитающие (сапробионты), соответственно называют олигосапробами, мезосапробами и полисапробами. Несмотря на то что сапробионтами выступают преимущественно микроорганизмы, в микробиологии принят термин, характеризующий только олиго-сапробов, – олиготрофы.

– иловые отложения озер и лагун, состоящие в основном из органических веществ – остатков водных организмов, смешанных с минеральными осадками. Как и детрит, используется в качестве удобрения.

– микроорганизмы, питающиеся мертвыми органическими веществами.

– тип взаимоотношений между микроорганизмами, при котором разные виды живут вместе, не причиняя вреда друг другу. При этом микробы-саттелиты улучшают свой рост, находясь рядом с хозяином.

– инфекция, вызванная гноеродными микроорганизмами, при которой возбудитель из очага инфекции распространяется в макроорганизме, размножаясь в кровеносной и лимфатической системах.

– межвидовые отношения, при которых члены сообщества получают взаимную пользу.

– усиление физиологических функций существующих совместно различных видов микроорганизмов в микробной ассоциации.

– обобщенное название бактерий, окисляющих сероводород, другие восстановленные соединения серы, а также молекулярную серу. К серобактериям относятся многие фототрофные пурпурные и зеленые бактерии, для которых неорганические соединения серы являются донорами электронов при фотосинтезе. Есть также бесцветные хемотрофные бактерии, использующие соединения серы как источники энергии и доноры электронов для ассимиляции  $\text{CO}_2$  и роста в автотрофных условиях (хемосинтез). К их числу относится большинство видов родов *Thiobacillus*, *Thiomicrospira* и др. Они окисляют сероводород и другие соединения серы в аэробных условиях до  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (тионовые бактерии). К серобактериям относятся также нитчатые скользкие бактерии родов *Beggiatoa*, *Thiothrix*, *Thioploca*, ряд одноклеточных форм. Как правило, при окислении сероводорода они накапливают в клетках элементарную серу и нуждаются для роста в некотором количестве готовых органических веществ (собственно серные бактерии). К серобактериям могут быть отнесены и некоторые цианобактерии, также способные окислять восстановленные соединения серы. К окислению серы в экстремально термофильных условиях (оптимум 80–105 °C) способны археи родов *Sulfolobus*, *Acidianus*. В целом серобактерии широко распространены в воде внутренних водоемов и Мирового океана, встречаются в почве, илах, месторождениях серы и сульфидных руд. Активно участвуют в круговороте серы в природе. Некоторые серобактерии используются для выщелачивания металлов из руд. В результате образования серной кислоты могут быть причиной разрушения металлических, бетонных, каменных конструкций шахт, гидротехнических сооружений.

– круглые или овальные образования, формирующиеся внутри бактериальной клетки обычно при неблагоприятных условиях внешней среды. Аэробные или анаэробные бактерии, образующие споры, называют бациллами. Спора окружена двух- или трехслойной оболочкой, которая формируется за счет цитоплазмы вегетативной клетки. Внутренняя часть двухслойной оболочки образована самой плазмой споры, в которой содержится нуклеоид. Спора содержит значительно меньше воды, чем вегетативная клетка. Вследствие толщины оболочки и плотности содержимого споры очень устойчивы к нагреванию, высушиванию, дезинфицирующим средствам и другим агентам. Они непроницаемы для большинства красителей. Окрашивают споры по способу Ожешко или Циля – Нильсена.

– среда, используемая в микробиологической практике для выращивания различных микроорганизмов. Питательные среды готовят из естественных продуктов животного и растительного происхождения (мяса, молока, яиц, отрубей, картофеля, моркови), а также из искусственно полученных из этих продуктов веществ (пептона, аминокептида и др.). По целевому назначению питательные среды можно разделить на основные (мясопептонный агар, мясопептонный бульон), дифференциально-диагностические (среды Гисса, Эндо и др.) и элективные (среда Леффлера и др.). Большое практическое значение приобрели синтетические питательные среды. Они состоят из растворов химически чистых неорганических и органических соединений в концентрациях, точно установленных на основании изучения потребностей микроорганизмов в питательных веществах. Эти среды находят специальное применение в исследовательской работе и микробиологической промышленности. В генетических исследованиях используют среды минимальные и селективные.

– питательная среда, содержащая все необходимые ингредиенты для роста ауксотрофных бактерий.

– процесс полного уничтожения вегетативных и споровых форм микроорганизмов.

– повторное заражение больного тем же видом возбудителя на фоне незакончившейся инфекции.

– препараты из сыворотки крови, полученные путем гипериммунизации животных различными антигенами.

– аппарат для культивирования микроорганизмов, поддерживающий определенную постоянную температуру.

(теплолюбивые) – бактерии, оптимальная температура роста которых составляет 45 °С и выше.

– способ щадящей стерилизации сред, в состав которых входят белки.

– наличие микробных токсинов в крови.

– способность бактерий продуцировать экзотоксины или образовывать эндотоксины. Токсигенность детерминируется определенными генами.

– биологически активные вещества, которые могут вызывать разнообразные патологические изменения в структуре и функциях клеток, тканей, органов и целого макроорганизма чувствительного животного или человека. Сведения о механизмах действия бактериальных токсинов ограничены: известно, что у части токсинов активность обусловлена их ферментативными свойствами. Грамположительные бактерии обычно активно секретируют в токсины во время роста, что приводит к их накоплению в среде обитания. Токсины грамотрицательных бактерий (например, кишечного семейства) связаны с липополисахаридным компонентом клеточной стенки.

(от греч. *tropos* – поворот, направление) – избирательное свойство патогенных микроорганизмов заселять и поражать определенные организмы, органы или ткани.

– природные или синтетические органические вещества, состоящие в основном из углерода и водорода, например, сырая нефть, различные виды получаемого из нее топлива, уголь, животные жиры и растительные масла. Разнообразные относительно небольшие углеводородные молекулы, образующиеся при неполном сгорании топлива, особенно в двигателях внутреннего сгорания, выделяются в атмосферу в составе отработавших газов. Главный фактор образования фотохимического смога.

– биологические катализаторы, участвующие во всех метаболических процессах, протекающих в микробных клетках. Имеют белковую природу. По современной классификации ферменты делят на шесть классов. Каждый класс подразделяется на подклассы и подподклассы в зависимости от природы индивидуальных превращений. У микробов встречаются ферменты всех шести классов: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы и лигазы. Микробные ферменты подразделяются на конститутивные и индуцируемые. Синтез последних регулируется механизмом репрессии – дерепрессии. Разные виды микроорганизмов от-

личаются друг от друга по набору ферментов, которые они способны синтезировать. Это имеет дифференциально-диагностическое значение при их идентификации. Некоторые патогенные бактерии продуцируют особые ферменты – гиалуронидазу, лецитиназу, плазмокоагулазу, фибринолизин, ДНК-азу, РНК-азу и др., которые способствуют проявлению их патогенных свойств и рассматриваются как факторы патогенности.

– антимикробные вещества растительного происхождения.

– виды микроорганизмов, вызывающие инфекционные заболевания растений.

– химические или биологические агенты для борьбы с патогенными грибами – возбудителями болезней сельскохозяйственных растений.

(от нем. *stammen* – происходить) – культуры бактерий одного вида, выделенные из различных источников или из одного источника в разное время. Разные штаммы одного и того же вида бактерий могут отличаться друг от друга по целому ряду свойств, например по чувствительности к антибиотикам, способности к образованию токсинов, ферментов и пр.

– яды, продуцируемые некоторыми бактериями в окружающую среду в процесс жизнедеятельности. Обладают чрезвычайно высокой ядовитостью и антигенностью. Имеют белковую природу, термолабильны и обезвреживаются формалином, сохраняя при этом свои антигенные свойства. Механизм ядовитого действия экзотоксинов часто связан с угнетением определенных ферментных систем животных клеток. Экзотоксины наиболее постоянно продуцируются возбудителями столбняка, газовой гангрены, ботулизма, дифтерии и другими представителями грамположительной флоры. Активность экзотоксинов измеряют в DLM или LD<sub>50</sub> в опытах на белых мышах или других лабораторных животных.

– это яды, прочно связанные с микробными клетками, которые освобождаются лишь при разрушении микробов.

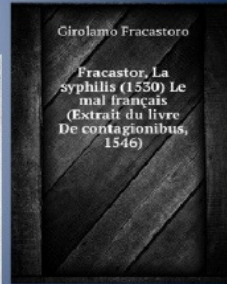
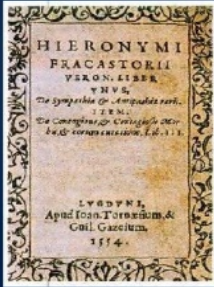
(эпифитная микрофлора) – микроорганизмы, постоянно обитающие на надземной части растения.

– совокупность микроорганизмов (микробиоценозов), населяющих биотопы тела здорового человека.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Асонов, Н. Р. Микробиология : учебник / Н. Р. Асонов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Колос, 2001. – 351 с.
2. Гусев, М. В. Микробиология : учебник для студ. биол. спец. вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – 4-е изд. – Москва : Издат. центр «Академия», 2003. – 463 с.
3. Дуктов, А. П. Микробиология. Курс лекций : учеб.-метод. пособие / А. П. Дуктов. – Горки : БГСХА, 2018. – 162 с.
4. Жарикова, Г. Г. Основы микробиологии : практикум / Г. Г. Жарикова. – Москва : Издат. центр «Академия», 2008. – 128 с.
5. Калганова, Т. Н. Практикум по микробиологии и биотехнологии : лаб. работы / Т. Н. Калганова. – Южно-Сахалинск : СахГУ, 2011. – 56 с.
6. Колычев, Н. М. Ветеринарная микробиология и иммунология : учебник / Н. М. Колычев, Р. Г. Госманов. – Санкт-Петербург : Лань, 2014. – 624 с.
7. Лабораторный практикум по микробиологии : пособие / Е. Р. Грицкевич [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 113 с.
8. Лысак, В. В. Микробиология : учеб. пособие / В. В. Лысак. – Минск : БГУ, 2007. – 426 с.
9. Лысак, В. В. Физиология микроорганизмов : учеб.-метод. пособие / В. В. Лысак, Е. И. Игнатенко. – Минск : БГУ, 2016. – 80 с.
10. Максимович, В. В. Эпизоотология с микробиологией : учеб. пособие / В. В. Максимович. – Минск : ИВЦ Минфина, 2012. – 496 с.
11. Микробиология : учеб.-метод. пособие : в 2 ч. / Т. В. Соляник [и др.] ; под ред. М. А. Гласкович. – Горки : БГСХА, 2017. – Ч. 1. – 200 с.
12. Прудникова, С. В. Микробиология : учеб.-метод. пособие / С. В. Прудникова, Е. Н. Афанасова, Н. И. Сарматова. – Красноярск : СФУ, 2017 – 113 с.
13. Экология микроорганизмов : учебник / А. И. Нетрусов [и др.]. – Москва : Издат. центр «Академия», 2004. – 272 с.
14. Красникова, Л. В. Общая и пищевая микробиология : учеб. пособие / Л. В. Красникова, П. И. Гунькова, О. А. Савкина. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2016. – Ч. II. – 127 с.

## Джилорамо Фракасторо (1478-1553)



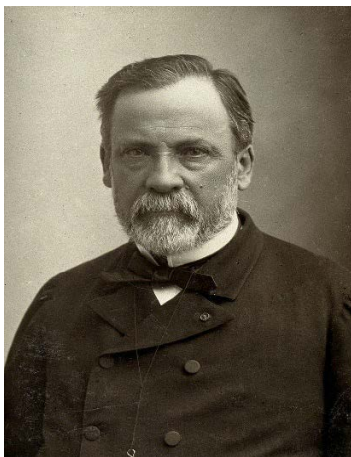
Антони Ван Левенгук  
(1632–1723)  
Конструктор микроскопов



Отто Фредерик Мюллер  
(1730–1784)  
Датский ученый, естествоиспытатель



Христиан Хотфрид Эренберг  
(1795–1876)  
Немецкий натуралист, зоолог



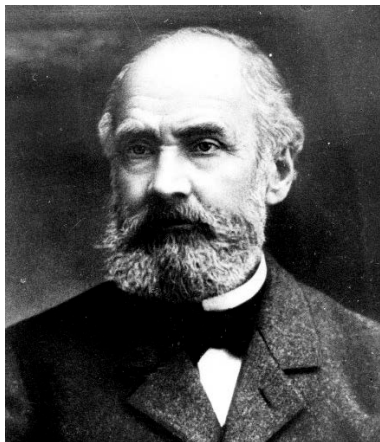
Луи Пастер  
(1822–1895)  
Основоположник микробиологии  
и иммунологии



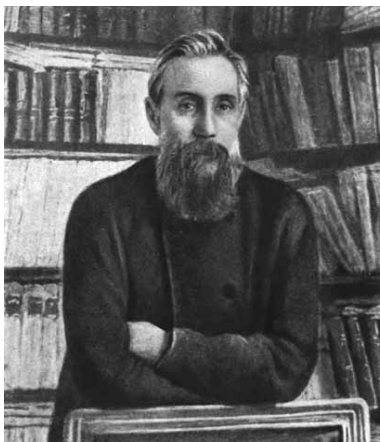
Генрих Герман Роберт Кох  
(1843–1910)  
Открыл бактерию сибирской язвы, холерный  
вибрион и туберкулезную палочку



Микроскоп от CARL ZEISS  
1879 года, используемый  
Робертом Кохом



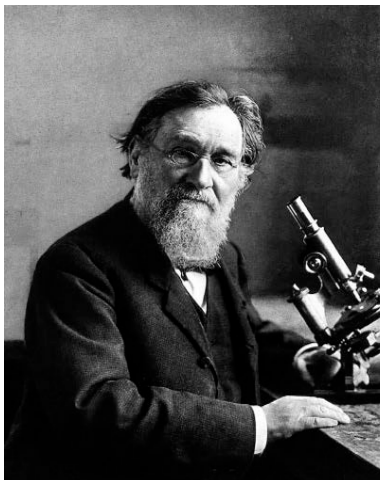
Лев Семенович Ценковский  
(1822–1887)  
Создал вакцины против сибирской язвы



Сергей Павлович Костычев  
(1845–1895)  
Российский почвовед, микробиолог,  
геоботаник



Ганс Христиан Грам  
(1853–1938)  
Окраска бактерий (1884)



Илья Ильич Мечников  
(1845–1916)  
Русский биолог



Сергей Николаевич Виноградский  
(1856–1953)  
Основатель экологии микроорганизмов  
и почвенной микробиологии



Сергей Александрович Королев  
(1874–1932)  
Создатель технической микробиологии.  
Основатель советской молочной индустрии



Сергей Иванович Кузнецов  
(1900–1987)  
Русский ученый микробиолог, труды  
которого посвящены водной микробиоло-  
гии



Дмитрий Григорьевич Звягинцев  
(09.03.1932 по н. в.)  
Основные работы посвящены почвенной  
микробиологии



Пауль Эрлих  
(1854–1915)  
Немецкий врач, химик, бактериолог,  
иммунолог



Михаил Викторович Гусев  
(1934–2005)  
Российский ученый в области клеточной  
физиологии



Николай Афанасьевич Дорожкин  
(1959–1976)  
Миколог и фитопатолог



Семен Андреевич Самцевич  
(1902–1985)  
Микробиолог



Леонид Петрович Титов  
(03.10.1946 по н. в.)  
Ученый в области медицинской  
микробиологии



Елена Олеговна Самойлович  
Вирусолог, эпидемиолог  
Эксперт Всемирной организации  
здравоохранения

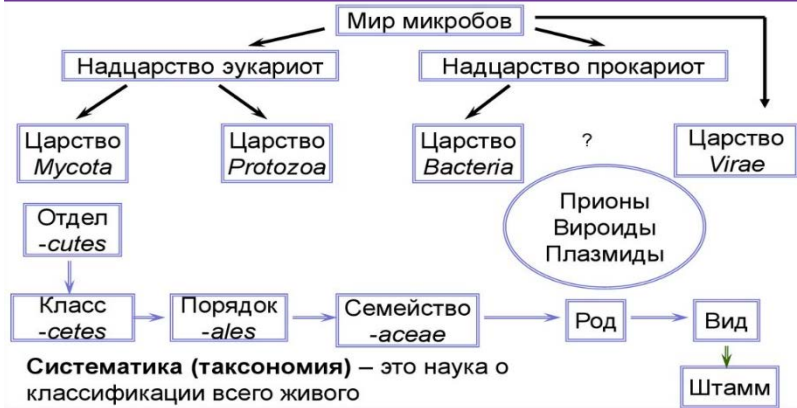


Эмилия Ивановна Коломиец  
(10.02.1949 по н. в.)  
Ученый Республики Беларусь в области  
микробиологии, биотехнологии



Анатолий Георгиевич Лобанок  
(18.06.1938 по н. в.)  
Микробиолог

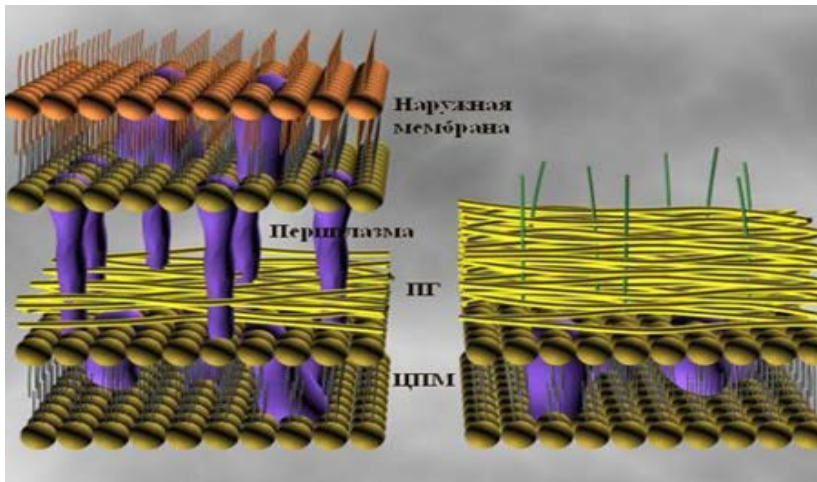
## Классификация микроорганизмов



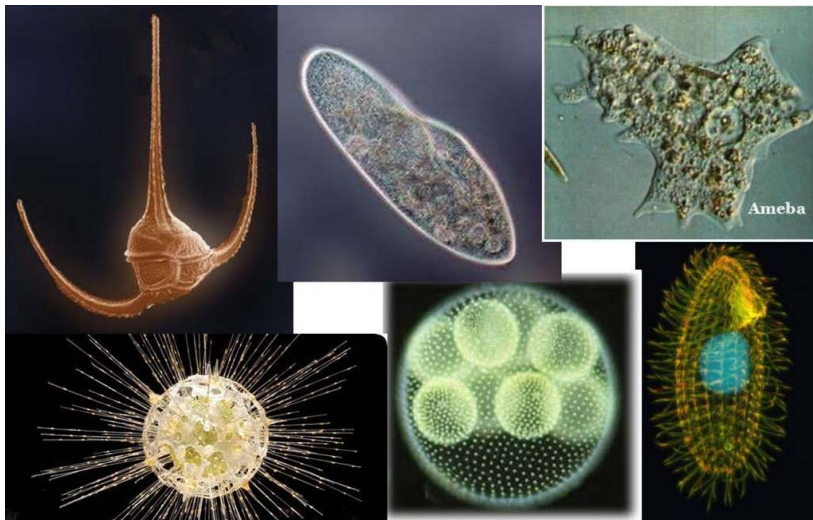
ТОНКОСТЕННЫЕ, ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ БАКТЕРИИ		ТОЛСТОСТЕННЫЕ, ГРАМОПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ БАКТЕРИИ	
Менингококки		Пневмококки	
Гонококки		Стрептококки	
Вейлонеллы		Стафилококки	
Палочки		Палочки	
Вибрионы		Бациллы*	
Кампилобактерии, Хеликобактерии		Клостридии*	
Спириллы		Коринебактерии	
Спирохеты		Микобактерии	
Риккетсии		Бифидобактерии	
Хламидии		Актиномицеты	

Расположение спор: 1 – центральное, 2 – субтерминальное, 3 – терминальное

Классификация бактерий по Берджи



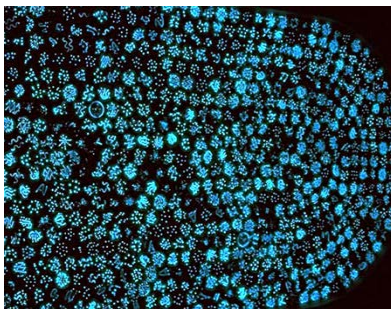
Строение бактериальной стенки  
грамотрицательных бактерий (слева) и грамположительных (справа)



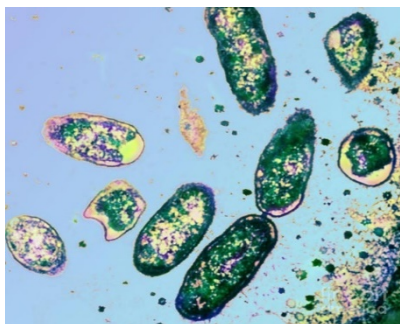
Царство Простейшие



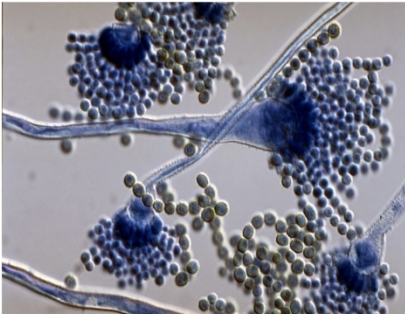
Синезеленые водоросли – цианобактерии – связывают азот и образуют аммиак



Светящиеся бактерии – причина свечения моря



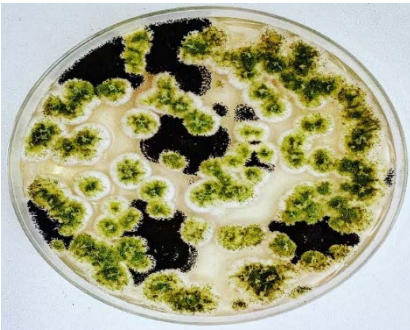
Микрофотографии риккетсий. Патогенны.  
Обнаруживаются в организме насекомых (блохи, вши, клещи)



Микроскопия грибов



Грибной мицелий



Рост плесневелых грибов на твердой питательной среде



Кефирный гриб



Грибы дрожжи



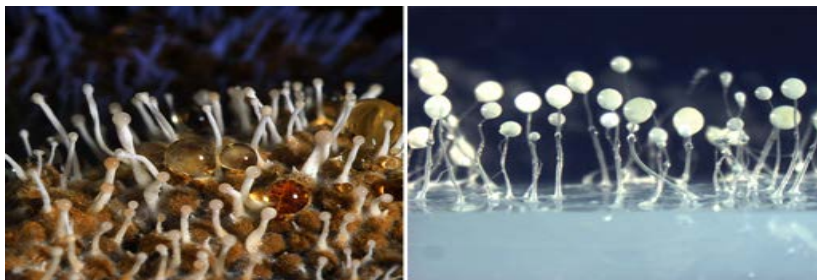
Поражение плодовых культур грибами рода *Mucor* (Мукор)



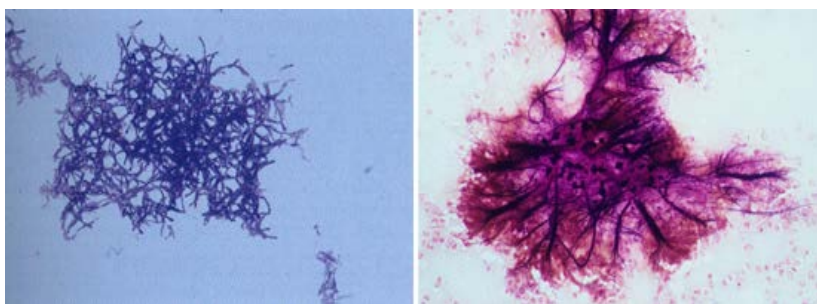
Миксогастеромицеты. Обитают на гнилых пнях, корнях, листьях



Класс протостелиомицеты



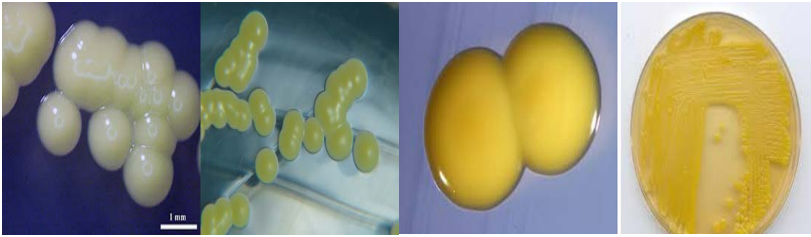
Класс акразиомицеты



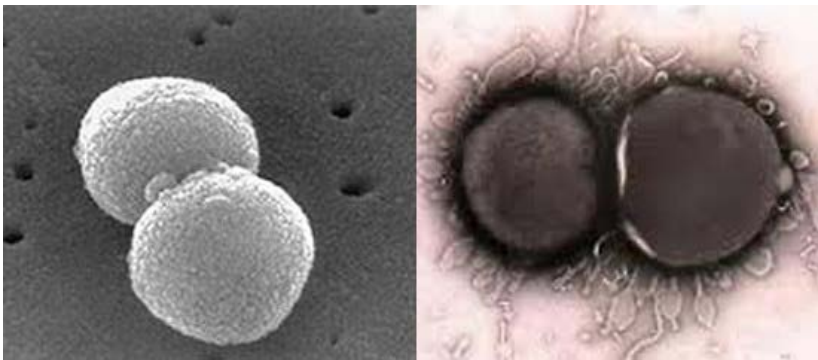
Микробиологическая картина мицелия актиномицетов



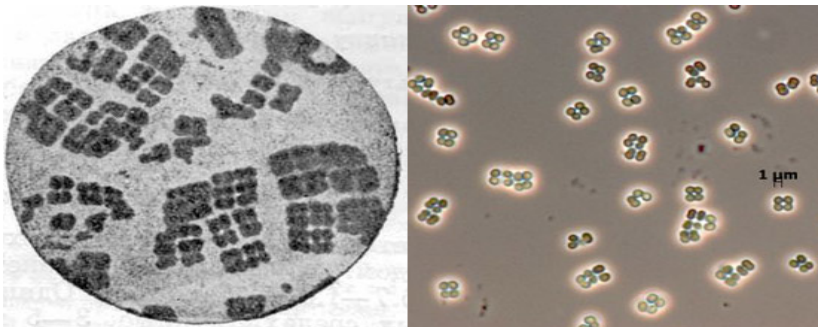
Грибы рода *Oomycetidae* (Оомицетов) – подкласс низших грибов



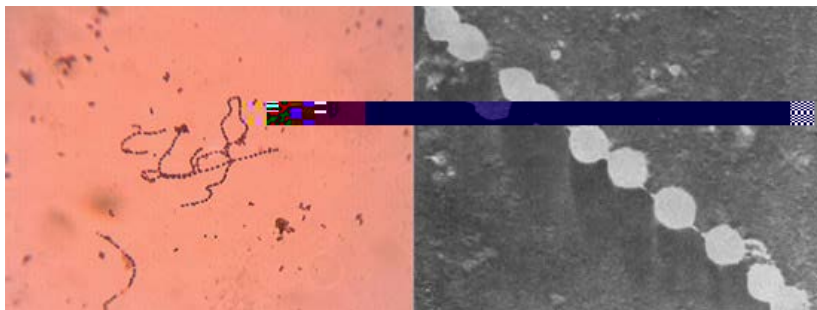
Микрококки (в природе шаровидные бактерии распространены повсеместно; имеют гладкую поверхность, белую, желтую или красную окраску)



Диплококки



Сарцины (шаровидные бактерии соединяются в пакеты)



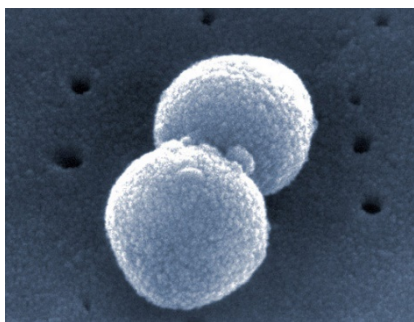
Стрептококки (шаровидные бактерии соединяются в цепочку; являются возбудителями целого ряда заболеваний)



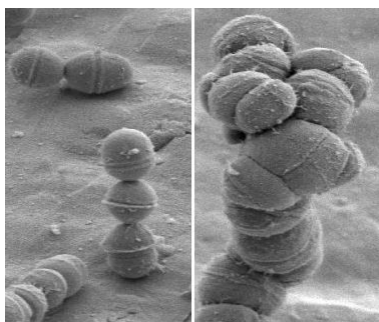
*Enterococcus*



*Streptococcus mutans* – вызывает кариес



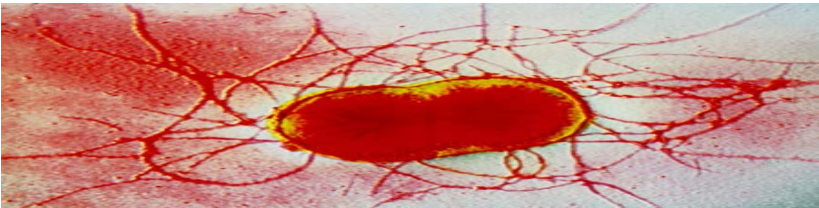
*Streptococcus pneumoniae* (пневмококк)



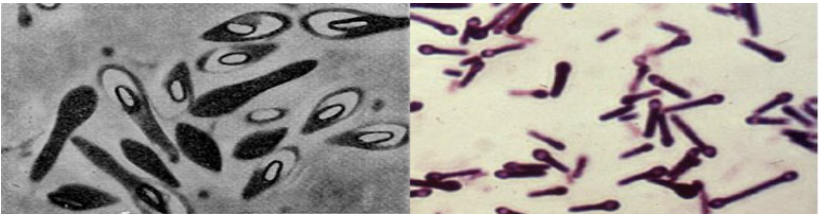
*Streptococcus agalactiae*



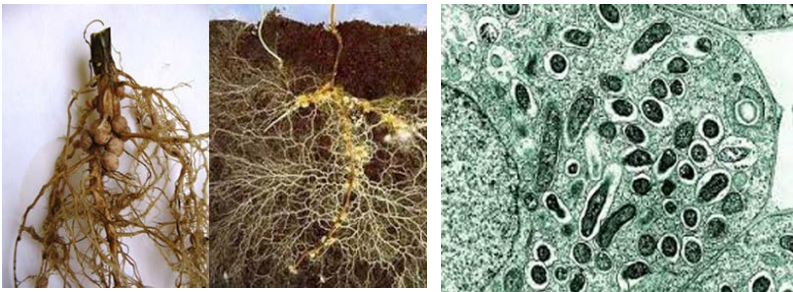
Палочковидные бактерии *Bacillus anthracis* (сибиреязвенная палочка)



Палочковидные бактерии рода *Proteus*



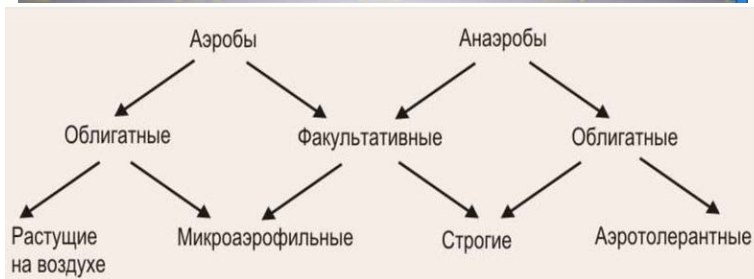
Маслянокислые палочковидные бактерии (бациллы)  
в виде веретена и барабанных палочек



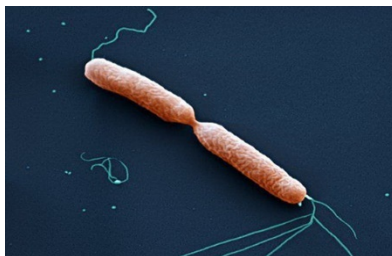
Клубеньковые бактерии (сосредотачиваются возле ядра растительной клетки и активно размножаются, образуя нити, по которым перемещаются; такие бактерии создают сотни килограммов удобрений, содержащих азот, на гектар почвы)



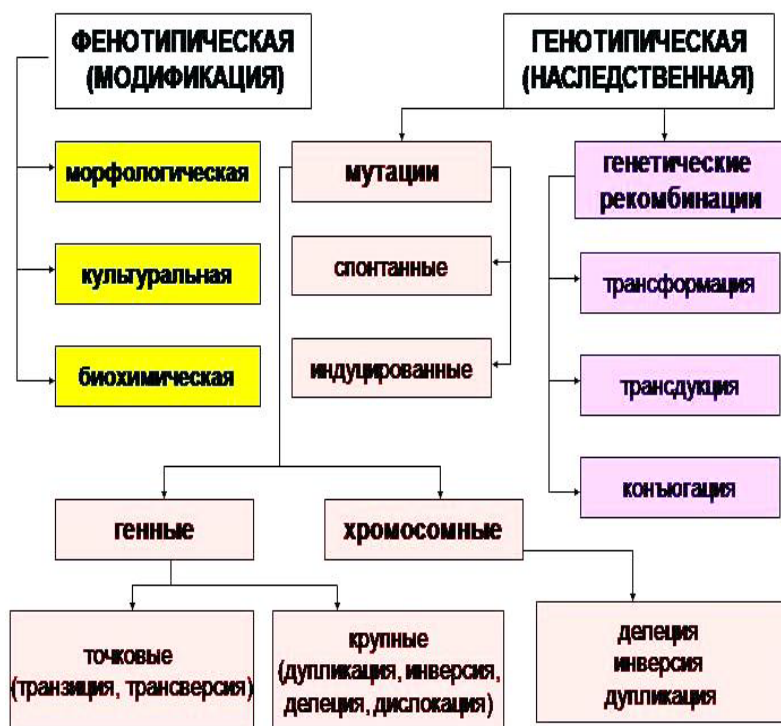
Питание микроорганизмов



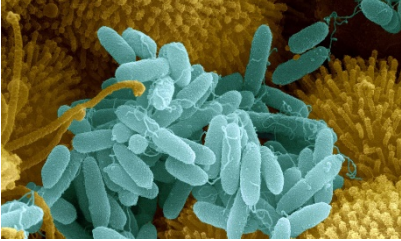
Дыхание микроорганизмов



Момент деления клет



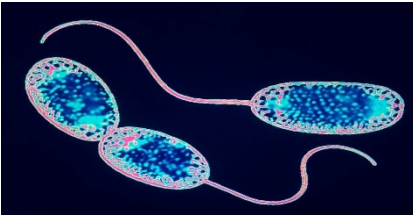
Классификация изменчивости микроорганизмов



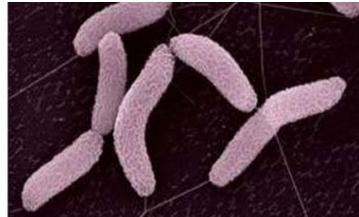
Бактерии рода *Pseudomonas*



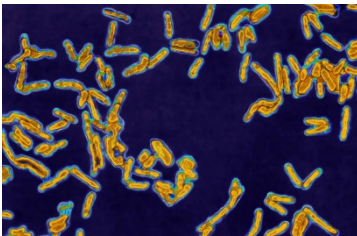
*Pseudomonas putida* колония



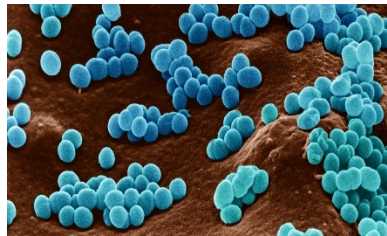
*Nitrobacter*



Хемотротрофы (серобактерии)



*Corynebacterium simplex*



*Paracoccus denitrificans*

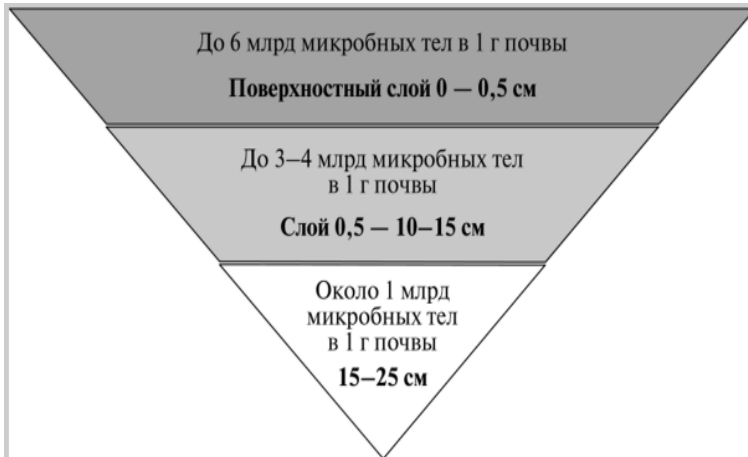


Кишечная палочка, стафилококки

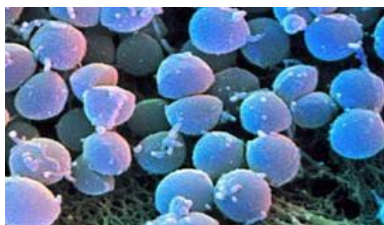


Микроорганизмы группы *Enterobacteriaceae*

Распределение микрофлоры по горизонтам почвы



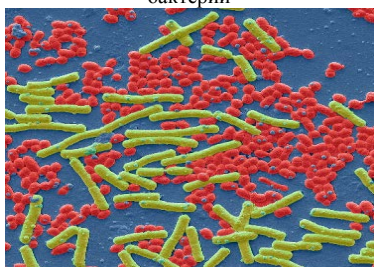
<b>0 – 0,5 см</b>	Споровые бактерии, споры актиномицетов и грибов
<b>0,5–10 см</b>	Наибольшее разнообразие групп и видов микроорганизмов в зависимости от типа почвы
<b>15–25 см</b>	Грибы, вегетативные формы бактерий, водоросли



Кокковые формы молочнокислых бактерий



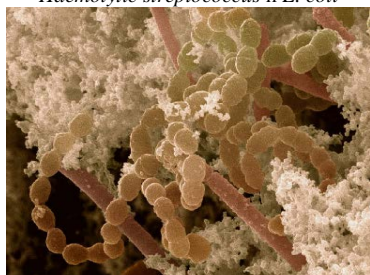
Палочковидные формы молочнокислых бактерий (лактобациллы)



*Haemolytic streptococcus* и *E. coli*



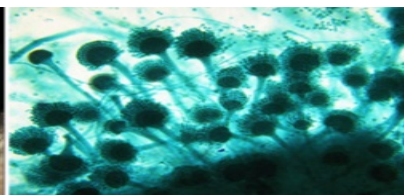
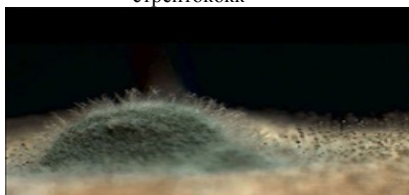
*Proteus vulgaris*



*Lactobacillus bulgaricus*  
Термофильный молочнокислый стрептококк



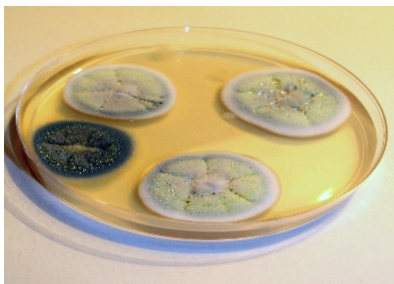
*Lactobacillales brevis*



Грибы рода *Aspergillus*



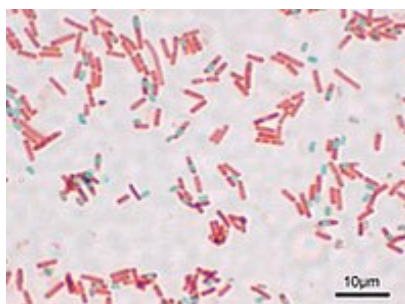
Микроскопическая картина аскомицетных грибов *Penicillium*



Рост плесневых грибов *Penicillium* на плотной питательной среде



*Bac. mesentericus*  
(картофельная палочка)



*Bacillus subtilis*  
(сенная палочка)



Способность уксуснокислых бактерий окислять этиловый спирт до уксусной кислоты. Эта особенность уксусных палочек используется в пищевой промышленности для получения уксуса и при силосовании кормов



Протеолитические клостридии  
*Clostridium perfringens*



Сахаролитические клостридии  
*Clostridium pasteurianum*



*Aspergillus flavus* («желтая плесень»),  
продуцирует группу смертельно опасных  
афлатоксинов



*Aspergillus fumigatus*



*Fusarium*



*Aspergillus parasiticus*  
(аспергилл паразитический)



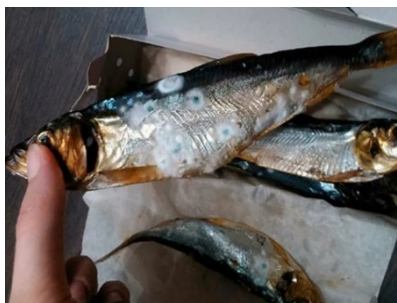
*Clostridium botulinum*



*Enterobacteriales*



Геморрагическая септицемия



Плесневение копченой рыбы



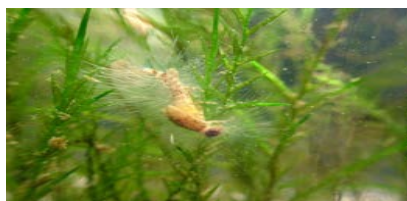
Дефекты вяленой рыбы



Дефект рыбных консервов (бомбаж)



Плоскокислая порча консервов



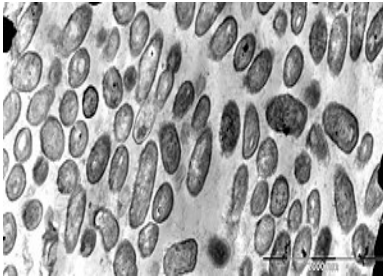
Поражение личинок и рыбы *Oomycetidae* (Оомицеты)



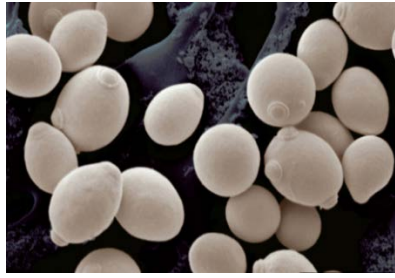
Колумнариоз у рыб вызывают  
*Flavobacterium*



Аэромоназ карпа вызывают патогенные  
штаммы бактерии *Aeromonas hydrophila*



*Snodgrassella alvi*



Осмофильные дрожжи рода *Saccharomyces*



*Aspergillus niger*



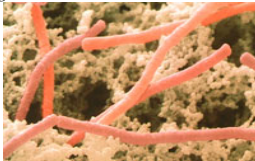
Колонии *Aspergillus niger*



*Bifidobacterium longum*



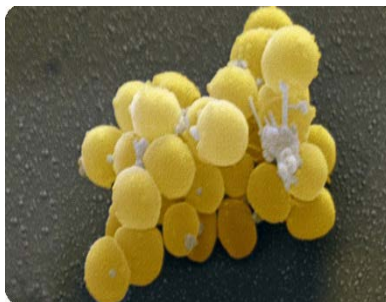
*Bifidobacterium animalis*



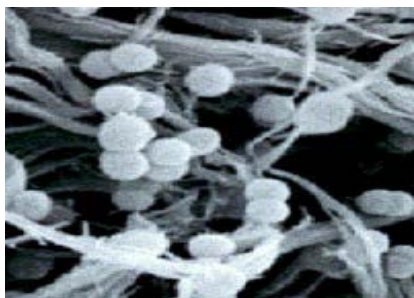
Представители рода *Lactobacillus* (лактобактерии)



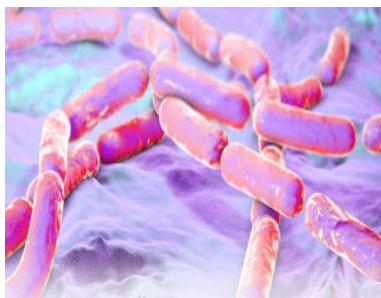
Актинобактерии  
из семейства *Micrococcaceae*



*Staphylococcus aureus*  
(золотистый стафилококк)



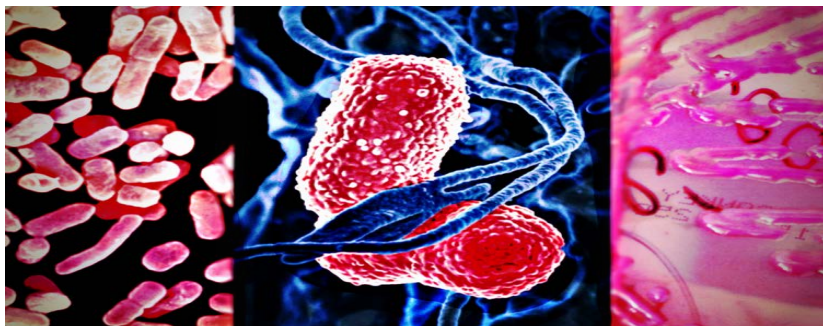
*Ruminococcus albus*



*Bacillus cereus*



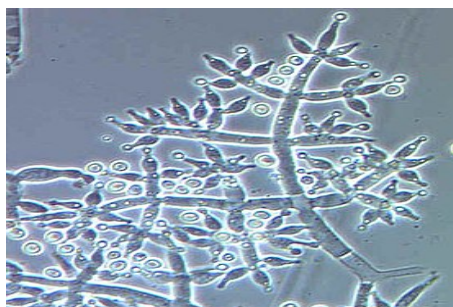
*Corynebacterium* (коринебактерии)



*Klebsiella* (клебсиеллы)



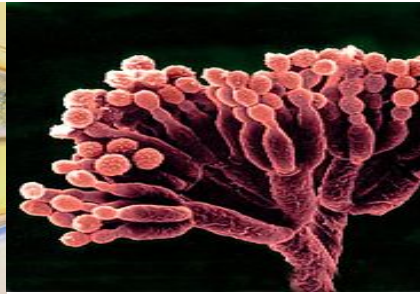
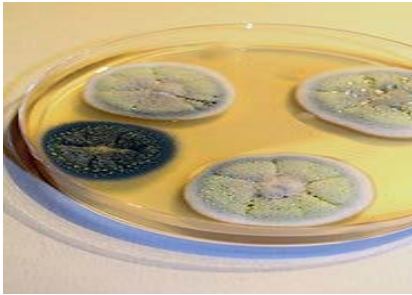
*Pseudomonas aeruginosa* (синегнойная палочка)



*Trichoderma* (триходерма)

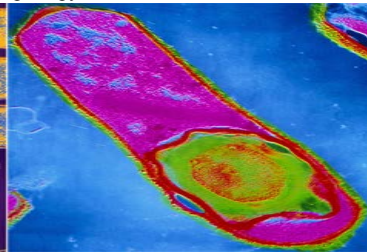
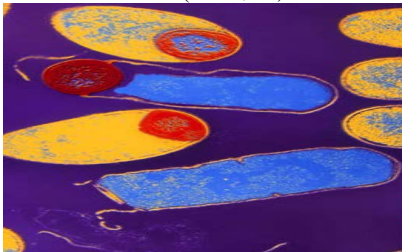


*Escherichia coli*  
(кишечная палочка)



*Penicillium* (пеницилл)

Трехъярусная кисточка пеницилла с конидиями

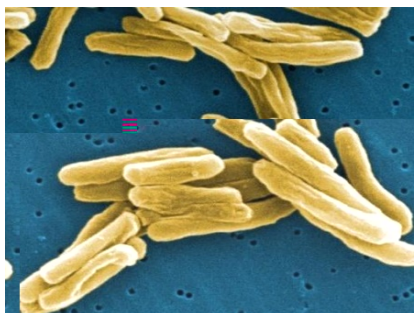


*Clostridium*

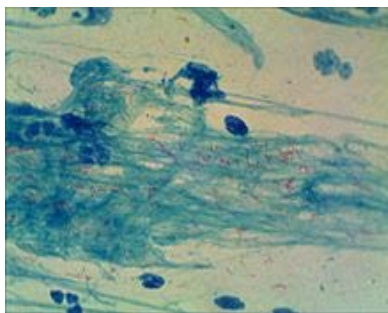
Бактерии рода клостридий являются возбудителями тяжелых пищевых токсикоинфекций и газовой гангрены



Нормальная микробиота пищеварительной системы



*Mycobacterium tuberculosis*  
(туберкулезная палочка (МБТ))



Окраска туберкулезной палочки  
по Цилю – Нельсену



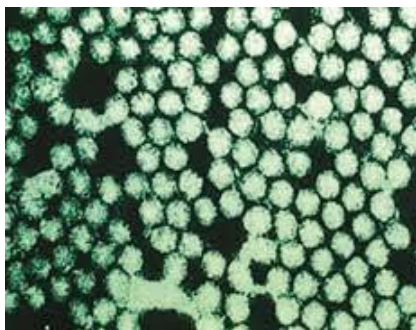
Проявление корд-фактора (рост колоний  
МБТ, напоминающий мицелий грибницы)



Бактерии рода *Salmonella*  
вызывают сальмонеллез

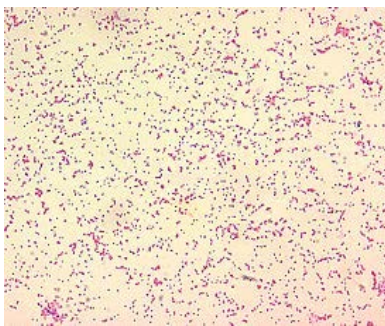


РНК-содержащий вирус ящура

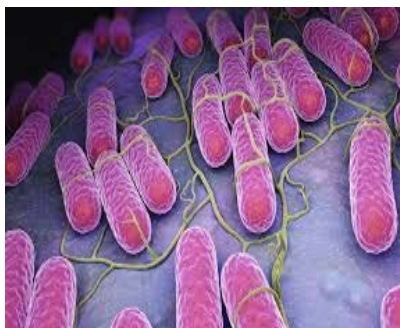




Вирус бруцеллеза (*Brucellosis*)



Микроскопическая картина  
вируса бруцеллеза

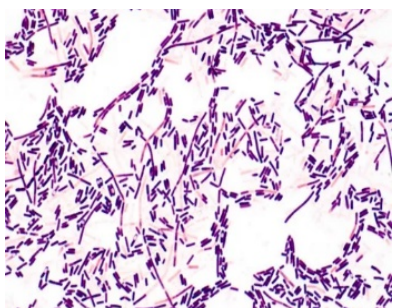


Бактериальная палочка сальмонелл



Культивирование сальмонелл  
на плотной питательной среде

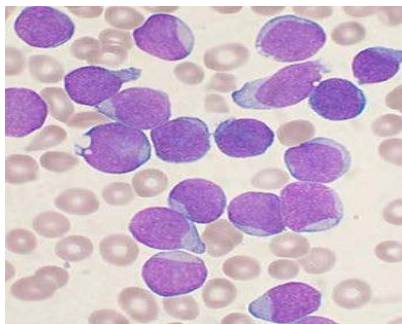
Продукты, зараженные сальмонеллами, вызывают тяжелые пищевые отравления



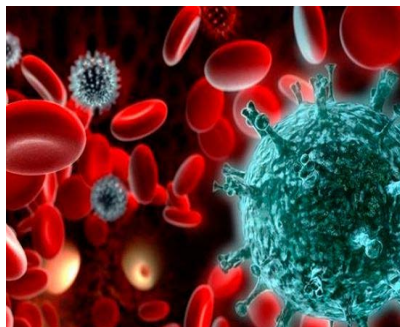
Микроскопическая картина  
*Escherichia coli* (кишечная палочка)



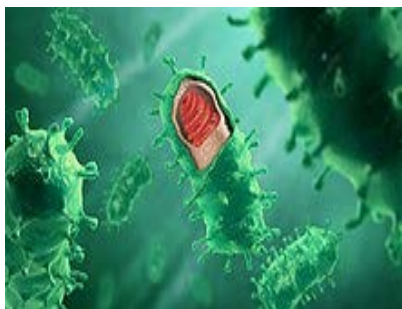
Рост колоний *Escherichia coli*  
на плотной питательной среде



Микропрепарат костного мозга, больного животного лимфобластным лейкозом



Острый миелобластный лейкоз



*Rabies virus*

Структура вируса бешенства в формате 3D



Электронная микрофотография, показывающая вирус бешенства (красным цветом)



Поражение пасти животного вирусом ящура



Поражение конечностей свиньи вирусом ящура



Возбудитель сибирской язвы



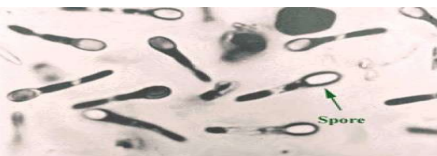
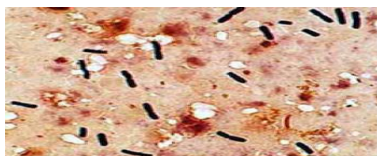
Колибактериоз у телят и птицы



Род *Brucella* (бруцелла)



Бактерии *Brucella* поражают опорно-двигательную и нервную системы



Возбудитель болезни *Clostridium botulinum*

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
Раздел 1. ОБЩАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ .....	4
1.1. История развития микробиологии как науки .....	4
1.2. Систематика, классификация и номенклатура микроорганизмов .....	12
1.3. Физиология микроорганизмов .....	22
1.4. Генетика микроорганизмов .....	32
1.5. Влияние факторов внешней среды на микроорганизмы. Взаимоотношения в микромире .....	37
1.6. Экология микроорганизмов. Биогеохимическая деятельность микроорганизмов .....	47
1.7. Инфекция и иммунитет .....	64
Раздел 2. ЧАСТНАЯ МИКРОБИОЛОГИЯ .....	78
2.1. Микробиота навоза и сточных вод .....	78
2.2. Микробиология кормов .....	90
2.3. Микробиота молока и молочных продуктов .....	104
2.4. Микробиология мяса и виды его порчи, вызываемые микробами .....	119
2.5. Микробиота пищевого яйца .....	127
2.6. Микробиология рыбы и рыбных продуктов .....	130
2.7. Микробиота пчел и продуктов пчеловодства .....	136
2.8. Микробиота кожевенно-мехового сырья .....	139
2.9. Микробиота тела животных .....	142
2.10. Наиболее распространенные инфекционные заболевания животных .....	151
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ .....	168
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	202
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	203

Учебное издание

Александр Петрович  
Инна Александровна

МИКРОБИОЛОГИЯ

Курс лекций

Учебно-методическое пособие

Редактор *Н. А. Матасёва*  
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 20.06.2022. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 13,72. Уч.-изд. л. 12,88.  
Тираж 100 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.  
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.