

**С. Ю. Веселовский, В. А. Агольцов**

# **МИКРОБИОЛОГИЯ, САНИТАРИЯ, ГИГИЕНА И БИОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ПИЩЕВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ВУЗОВ**

*Рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по аграрным, естественнонаучным, медицинским направлениям*

**Книга доступна на образовательной платформе «Юрайт» [urait.ru](http://urait.ru),  
а также в мобильном приложении «Юрайт.Библиотека»**

**Москва ■ Юрайт ■ 2021**

УДК 619:616.98(075.8)  
ББК 48.3я73  
В38

**Авторы:**

**Веселовский Степан Юрьевич** — кандидат ветеринарных наук, доцент, преподаватель кафедры болезней животных и ветеринарно-санитарной экспертизы факультета ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий Саратовского государственного аграрного университета имени Н. И. Вавилова;

**Агольцов Валерий Александрович** — доктор ветеринарных наук, профессор, старший научный сотрудник кафедры болезней животных и ветеринарно-санитарной экспертизы факультета ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий Саратовского государственного аграрного университета имени Н. И. Вавилова.

**Веселовский, С. Ю.**

В38 Микробиология, санитария, гигиена и биологическая безопасность на пищевом производстве : учебное пособие для вузов / С. Ю. Веселовский, В. А. Агольцов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 224 с. : [6] с. цв. вкл. — (Высшее образование). — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-534-14764-3

Материалы курса посвящены вопросам изучения микробиологии, влияния санитарно-показательных и условно-патогенных микроорганизмов, а также возбудителей инфекционных и инвазионных болезней на биологическую безопасность сырья и продуктов животного происхождения, используемых в питании населения.

Издание содержит необходимые сведения по микробиологии, санитарии и гигиене в технологии пищевого производства.

Соответствует актуальным требованиям федерального государственного стандарта высшего образования.

*Для обучающихся высших учебных заведений по специальностям: 19.04.03 Продукты питания животного происхождения (магистратура), 19.04.04 Технология продукции и организации общественного питания (магистратура), 36.05.01 Ветеринария.*

УДК 619:616.98(075.8)  
ББК 48.3я73

*Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.*

ISBN 978-5-534-14764-3

© Веселовский С. Ю., Агольцов В. А., 2021  
© ООО «Издательство Юрайт», 2021

# Оглавление

Предисловие .....	10
Введение.....	12

## Раздел I ОСНОВЫ МИКРОБИОЛОГИИ

<b>Тема 1. Предмет микробиологии, основные термины.</b>	
<b>Понятия о микроорганизмах.....</b>	<b>15</b>
1.1. Предмет микробиологии, основные термины. Понятия о микроорганизмах .....	15
1.2. История развития микробиологии .....	16
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	17
<b>Тема 2. Классификация микроорганизмов. Морфология бактерий, грибов, вирусов.....</b>	<b>18</b>
2.1. Классификация микроорганизмов .....	18
2.2. Морфология бактерий .....	19
2.3. Морфология вирусов.....	20
2.4. Морфология грибов.....	20
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	21
<b>Тема 3. Физиология микроорганизмов: химический состав микробной клетки, питание и дыхание микроорганизмов .....</b>	<b>22</b>
3.1. Химический состав микробной клетки .....	22
3.2. Питание и дыхание микроорганизмов.....	23
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	25
<b>Тема 4. Влияние внешней среды на развитие микроорганизмов .....</b>	<b>26</b>
4.1. Физические факторы, влияющие на развитие микроорганизмов ...	26
4.2. Химические факторы, влияющие на развитие микроорганизмов...	27
4.3. Биологические факторы, влияющие на развитие микроорганизмов .....	28
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	29
<b>Тема 5. Наследственность и изменчивость микроорганизмов ...</b>	<b>30</b>
5.1. Основы генетики микроорганизмов .....	30
5.2. Понятия о наследственности и изменчивости.....	31
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	33

<b>Тема 6. Роль микроорганизмов в круговороте веществ в природе. Распространение микроорганизмов .....</b>	<b>34</b>
6.1. Роль микроорганизмов в круговороте азотсодержащих соединений .....	34
6.2. Роль микроорганизмов в круговороте углеродсодержащих соединений .....	35
6.3. Микрофлора воды, почвы, воздуха .....	36
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	38
<b>Тема 7. Патогенные микроорганизмы .....</b>	<b>39</b>
7.1. Свойства патогенных микроорганизмов, их роль в формировании инфекции .....	39
7.2. Понятие об иммунитете .....	41
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	42
<b>Тема 8. Микробиология мяса и мясопродуктов, молока и молочных продуктов .....</b>	<b>43</b>
8.1. Микробиология мяса и мясопродуктов .....	43
8.2. Микробиология молока и молочных продуктов .....	44
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	46
<b>Тема 9. Микробиология масла, жира, сыра, мороженого .....</b>	<b>47</b>
9.1. Микробиология масла, жира .....	47
9.2. Микробиология сыра, мороженого .....	49
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	51
<b>Тема 10. Пищевые отравления немикробного происхождения .....</b>	<b>52</b>
10.1. Отравление ядами, грибами, ядовитыми примесями, продуктами временно ядовитыми .....	52
10.2. Микотоксикозы .....	53
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	55
<b>Тема 11. Пищевые отравления бактериального происхождения .....</b>	<b>56</b>
11.1. Бактерии родов кишечной палочки и протей .....	56
11.2. Бактерии рода ботулиnum .....	57
11.3. Бактерии рода стафилококки .....	58
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	59
<i>Список использованной литературы к разделу I</i> .....	59

## Раздел II ОСНОВЫ ГИГИЕНЫ И САНИТАРИИ В ПИЩЕВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

<b>Тема 12. Основные сведения о гигиене и санитарии труда .....</b>	<b>63</b>
12.1. Понятие о гигиене труда работников предприятий пищевой промышленности .....	63

12.2. Улучшение условий труда на производстве .....	64
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	65
<b>Тема 13. Личная гигиена работников предприятий .....</b>	<b>66</b>
13.1. Значение санитарной культуры и личной гигиены работников пищевой промышленности.....	66
13.2. Медицинское обследование работников предприятий пищевой промышленности, их цель и виды.....	67
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	69
<b>Тема 14. Санитарные требования к транспортировке и хранению пищевых продуктов.....</b>	<b>70</b>
14.1. Требование к транспорту и перевозке пищевых продуктов .....	70
14.2. Требования к складским помещениям и хранению пищевых продуктов.....	71
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	73
<b>Тема 15. Санитарные требования к устройству и содержанию предприятий .....</b>	<b>74</b>
15.1. Требования к устройству и содержанию предприятий пищевой промышленности: выбор места, требования к территории, планировка и отделка помещений.....	74
15.2. Санитарные требования к водоснабжению, канализации, отоплению, освещению.....	76
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	78
<b>Тема 16. Санитарные требования к оборудованию, инвентарю, посуде и таре .....</b>	<b>79</b>
16.1. Санитарные требования к оборудованию предприятия общественного питания.....	79
16.2. Санитарные требования к инвентарю и таре .....	81
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	83
<b>Тема 17. Санитарные требования к обработке и приготовлению пищевых продуктов.....</b>	<b>84</b>
17.1. Санитарные требования к механической кулинарной обработке продуктов .....	84
17.2. Санитарные требования к процессу приготовления блюд и реализации готовой продукции.....	86
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	88
<b>Тема 18. Санитарно-пищевое законодательство и организация санитарно-пищевого надзора .....</b>	<b>89</b>
Задачи санитарного надзора и службы его осуществляющие.....	89
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	91
<i>Список использованной литературы к разделу II</i> .....	91

**Раздел III**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ**  
**БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ**  
**И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

<b>Тема 19. Роль патогенных и условно-патогенных микроорганизмов в формировании санитарного неблагополучия животноводческой продукции.....</b>	<b>95</b>
19.1. Адаптация патогенных и условно-патогенных микроорганизмов.....	95
19.2. Пути выделения и факторы передачи болезнетворных микроорганизмов.....	95
19.3. Влияние факторов внешней среды на выживаемость болезнетворных микроорганизмов.....	96
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	98
<i>Список использованной литературы</i> .....	98
<b>Тема 20. Инфекционные болезни, передающиеся человеку через сырье и продукты животного происхождения.....</b>	<b>100</b>
20.1. Классификация инфекционных болезней по степени опасности для человека.....	100
20.2. Сибирская язва животных и ее опасность для человека.....	100
20.3. Туберкулез животных и птиц и его опасность для человека.....	101
20.4. Бруцеллез животных и его опасность для человека.....	102
20.5. Лептоспироз животных и его опасность для человека.....	103
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	103
<i>Список использованной литературы</i> .....	104
<b>Тема 21. Инвазионные болезни, передающиеся человеку через сырье и продукты животного происхождения.....</b>	<b>105</b>
21.1. Классификация инвазионных болезней по степени опасности для человека.....	105
21.2. Трихинеллез животных и его опасность для человека.....	105
21.3. Цистицеркоз свиней и его опасность для человека.....	106
21.4. Цистицеркоз крупного рогатого скота и его опасность для человека.....	107
21.5. Эхинококкоз животных и его опасность для человека.....	107
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	108
<i>Список использованной литературы</i> .....	108
<b>Тема 22. Особенности проведения дезинфекции на предприятиях мясной промышленности.....</b>	<b>109</b>
22.1. Общие принципы проведения дезинфекции на предприятиях мясоперерабатывающих предприятиях.....	109
22.2. Условия, необходимые для проведения эффективной дезинфекции.....	109

22.3. Контроль качества (эффективности) проведения дезинфекции .....	112
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	113
<i>Список использованной литературы</i> .....	114
<b>Тема 23. Дезинфицирующие средства для обеззараживания объектов животноводства.....</b>	<b>115</b>
23.1. Принцип действия дезинфицирующих средств на микроорганизмы .....	115
23.2. Группы химических дезинфицирующих средств, используемых в санитарии.....	116
23.3. Физические методы дезинфекции .....	119
23.4. Биологические средства, применяемые в санитарии.....	120
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	120
<i>Список использованной литературы</i> .....	121
<b>Тема 24. Гигиенические и ветеринарные требования к предприятиям мясной промышленности.....</b>	<b>122</b>
24.1. Гигиенические требования при проектировании и размещении предприятий мясной промышленности.....	122
24.2. Гигиенические и санитарные требования при эксплуатации предприятий мясной промышленности .....	123
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	128
<i>Список использованной литературы</i> .....	128
<b>Тема 25. Гигиенические и санитарные мероприятия при получении и переработке молока и молочных продуктов .....</b>	<b>130</b>
25.1. Причины снижения качества молока и организация гигиенических и ветеринарно-санитарных мероприятий по их устранению .....	130
25.2. Дезинфекция молочного оборудования и посуды на молочной ферме .....	131
25.3. Дезинфекция на молокоприемном пункте и молокозаводе .....	132
25.4. Гигиена молочного оборудования и тары для молока и молочных продуктов .....	134
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	135
<i>Список использованной литературы</i> .....	135
<b>Тема 26. Теоретические основы безопасности сырья и пищевых продуктов .....</b>	<b>137</b>
26.1. Проблемы обеспечения качества продовольственного сырья и пищевых продуктов .....	137
26.2. Обеспечение контроля качества сырья и продуктов питания животного происхождения .....	138
26.3. Понятие экспертизы. Виды экспертизы пищевых продуктов .....	138
26.4. Основные пути попадания опасных веществ в продовольственное сырье и продукты питания .....	139
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	140
<i>Список использованной литературы</i> .....	140

<b>Тема 27. Загрязнение продовольственного сырья и пищевых продуктов ксенобиотиками биологического происхождения .....</b>	<b>141</b>
27.1. Общее понятие — пищевые заболевания.....	141
27.2. Пищевые токсикоинфекции сальмонеллезной этиологии .....	142
27.3. Пищевые токсикоинфекции, вызываемые условно-патогенной микрофлорой.....	144
27.4. Пищевые токсикозы стафилококковой и стрептококковой этиологии.....	145
27.5. Пищевой токсикоз, вызываемый <i>Cl. botulinum</i> .....	147
27.6. Пищевые заболевания, вызываемые <i>Cl. perfringens</i> .....	148
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	149
<i>Список использованной литературы</i> .....	149
<b>Тема 28. Опасные природные компоненты продовольственного сырья и готовой продукции и способы устранения их вредного воздействия .....</b>	<b>150</b>
28.1. Обычные компоненты в избыточном количестве.....	150
28.2. Антиалиментарные факторы питания .....	151
28.3. Компоненты пищи с фармакологической активностью .....	154
28.4. Компоненты пищевых продуктов растительного и животного происхождения с выраженной токсичностью .....	156
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	157
<i>Список использованной литературы</i> .....	157
<b>Тема 29. Нитраты, нитриты и нитрозосоединения.....</b>	<b>158</b>
29.1. Понятие нитраты и нитриты.....	158
29.2. Технологические способы снижения содержания нитратов и нитрозосоединений в сырье.....	161
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	162
<i>Список использованной литературы</i> .....	162
<b>Тема 30. Радиоактивное загрязнение продовольственного сырья и пищевых продуктов .....</b>	<b>163</b>
30.1. Понятия «радиоактивность» и «радиоактивное заражение».....	163
30.2. Радиационно-гигиеническая оценка продуктов.....	164
30.3. Способы дезактивации сырья и продуктов животного происхождения.....	166
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	167
<i>Список использованной литературы</i> .....	167
<b>Тема 31. Генетически модифицированные продукты питания .....</b>	<b>168</b>
31.1. Историческая справка появления генетически модифицированных организмов (ГМО).....	168
31.2. Основные понятия .....	169
31.3. Потенциальная опасность использования трансгенных культур .....	169



31.4. Преимущества трансгенных растений .....	170
31.5. Нормативно-правовая база обеспечения безопасности использования ГМО.....	170
31.6. Принципы санитарно-гигиенического нормирования и регистрации .....	172
31.7. Маркировка .....	173
<i>Вопросы для самоконтроля .....</i>	<i>174</i>
<i>Список использованной литературы .....</i>	<i>175</i>
<b>Тема 32. Пищевые добавки .....</b>	<b>176</b>
32.1. Общая характеристика пищевых добавок .....	176
32.2. Нормативно-правовая база применения пищевых добавок .....	177
32.3. Гигиенические принципы нормирования пищевых добавок в продуктах и рационе питания .....	178
32.4. Классификация пищевых добавок .....	180
32.5. Маркировка пищевых добавок .....	186
<i>Вопросы для самоконтроля .....</i>	<i>187</i>
<i>Список использованной литературы .....</i>	<i>188</i>

## Раздел IV

### ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

#### ПО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ

<b>Лабораторная работа № 1. Тема: Организация и оборудование микробиологической лаборатории.</b>	
Устройство микроскопа .....	191
<b>Лабораторная работа № 2. Тема: Приготовление бактериальных препаратов и методы окраски бактерий .....</b>	<b>197</b>
<b>Лабораторная работа № 3. Тема: Питательные среды и техника их приготовления .....</b>	<b>200</b>
<b>Лабораторная работа № 4. Тема: Микробиологическое исследование почвы, воды, воздуха .....</b>	<b>206</b>
<b>Лабораторная работа № 5. Тема: Микробиологическое исследование колбасных изделий .....</b>	<b>211</b>
<b>Лабораторная работа № 6. Тема: Микробиологическое исследование молока. Отбор проб и определение общего количества микроорганизмов .....</b>	<b>215</b>
<b>Заключение.....</b>	<b>218</b>
<b>Список рекомендуемой литературы .....</b>	<b>219</b>

## Предисловие

В издании изложен курс лекций и практических занятий по микробиологии, гигиене, санитарии и биологической безопасности на пищевом производстве. Рассмотрены организация и оборудование микробиологической лаборатории, устройство микроскопа. Также в издании представлены сведения по приготовлению бактериальных препаратов и методам окраски бактерий, технике приготовления питательных сред. Дана информация о том, как проводится микробиологическое исследование почвы, воды, воздуха, микробиологическое исследование колбасных изделий, молока и многое другое. Надеемся, что данный курс принесет много новой и полезной информации обучающимся и поможет им стать более компетентными и грамотными специалистами в вышеуказанной области.

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:

### **знать**

- основные понятия и термины микробиологии;
- классификацию микроорганизмов;
- морфологию и физиологию основных групп микроорганизмов;
- генетическую и химическую основы наследственности и формы изменчивости микроорганизмов;
- роль микроорганизмов в круговороте веществ в природе;
- характеристики микрофлоры почвы, воды и воздуха;
- особенности сапрофитных и патогенных микроорганизмов;
- основные пищевые инфекции и пищевые отравления;
- возможные источники микробиологического загрязнения в пищевом производстве, условия их развития;
- методы предотвращения порчи сырья и готовой продукции;
- схему микробиологического контроля;
- санитарно-технологические требования к помещениям, оборудованию, инвентарю, одежде;
- правила личной гигиены работников пищевых производств;

### **уметь**

- использовать лабораторное оборудование;
- определять основные группы микроорганизмов;
- проводить микробиологические исследования и давать оценку полученным результатам;
- соблюдать санитарно-гигиенические требования в условиях пищевого производства;

- производить санитарную обработку оборудования и инвентаря;
- осуществлять микробиологический контроль пищевого производства;

***владеть***

- навыками познавательной, учебно-исследовательской проектной деятельности, разрешения проблем;
- самостоятельным поиском методов решения практических задач, применением различных методов познания.

## Введение

В настоящее время, как мы видим, среди различных болезней особую роль занимают инфекционные заразные болезни. Мы знаем, как тяжело сегодня приходится человечеству с коронавирусной инфекцией и к каким физическим и экономическим последствиям она приводит. Наряду с этим существует ряд инфекционных и инвазионных заболеваний, которые передаются человеку через мясо и мясные продукты, молоко и молочные продукты. Эти болезни также наносят огромный урон человечеству. К наукам, которые изучают эти болезни и возбудителей, через которые они передаются, относятся микробиология, гигиена, санитария в пищевом производстве, биологическая безопасность продуктов животного происхождения.

Микробиология — наука, которая изучает морфологию, физиологию, экологию, генетику мельчайших организмов — микробов, их роль и значение в жизни человека, животных и растений. Кроме того, она изучает превращение веществ в природе, инфекцию и иммунитет, возбудителей некоторых инфекционных болезней животных, микробиологические процессы, протекающие в кормах, продуктах животного происхождения и т. д.

Знание основ этих дисциплин поможет обучающимся не допустить возникновения и распространения этих болезней.

**Раздел I**  
**ОСНОВЫ**  
**МИКРОБИОЛОГИИ**





# Тема 1

## ПРЕДМЕТ МИКРОБИОЛОГИИ, ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ. ПОНЯТИЯ О МИКРООРГАНИЗМАХ

### 1.1. Предмет микробиологии, основные термины. Понятия о микроорганизмах

**Микробиология** — это наука о мельчайших, невидимых невооруженным глазом живых существах (*micro* — малый, *bios* — жизнь, *logos* — наука). Микробиология изучает систематику, форму и строение (морфологию), жизнедеятельность (физиологию), условия обитания (экологию) микроорганизмов, а также их роль в круговороте веществ в природе, возможности и способы физиологических свойств микроорганизмов в различных сферах деятельности человека.

К микроорганизмам относят: одноклеточные бактерии, микроскопические водоросли, актиномицеты и грибы, простейшие животные микроорганизмы и вирусы. Микроорганизмы обитают в воде, почве, воздухе, кормах, на кожных покровах, слизистых оболочках, в желудочно-кишечном тракте и органах дыхания человека и животных. Микроорганизмы используют для получения антибиотиков, ферментов, аминокислот, витаминов, стимуляторов роста и гормонов.

Микроорганизмы используют при выработке пищевых продуктов и промышленных товаров. Некоторые виды бактерий, дрожжей и грибов, применяют при производстве спирта, уксусной, молочной, лимонной кислот и других органических соединений. Молочнокислые и пропионовокислые бактерии нашли использование при выработке сливочного масла, сыров, кисломолочных продуктов, а дрожжи — хлеба, виноградных вин, пива. Продукты жизнедеятельности определенных микроорганизмов придают вкусовые качества ветчине, окорокам, сырокопченым и сыровяленным колбасам.

Знания биологии микроорганизмов, особенности их обитания и физиологии позволяет разрабатывать мероприятия по предупреждению инфекционных болезней, порчи сырья, кормов и пищевых продуктов. Поэтому на мясоперерабатывающих и пищевых предприятиях для современного выявления и устранения наруше-

ний санитарного и технологического режимов необходимо осуществлять постоянный микробиологический контроль состояния производства.

Микробиология включает ряд самостоятельных дисциплин: бактериологию (учение о бактериях), микологию (учение о грибах), протозоологию (учение о простейших) и вирусологию (учение о вирусах).

В микробиологии выделяют ряд самостоятельных разделов: общую, техническую, медицинскую, сельскохозяйственную, ветеринарную водную и санитарную микробиологию.

Общая микробиология изучает внешний вид и строение микробов, их жизнедеятельность, роль в круговороте веществ, в природе.

Техническая микробиология проводит исследования микроорганизмов, которые применяются для получения антибиотиков, витаминов, ферментов, органических кислот и других препаратов.

Медицинская микробиология изучает микроорганизмы, вызывающие различные заболевания, методы лечения и предупреждения этих заболеваний.

Сельскохозяйственная микробиология занимается исследованием жизнедеятельности микроорганизмов, способствующих повышению плодородия почвы.

Ветеринарная микробиология тесно связана с медицинской, так как многие возбудители инфекционных болезней (зооантропонозы) являются общими для человека и животных. Их объединяет одинаковый подход к профилактике и терапии болезней. Методы диагностики, используемые в медицине, применяют в ветеринарной практике.

Водная микробиология изучает микроорганизмы, населяющие водоемы, методы очистки воды и т. д.

Санитарная микробиология разрабатывает оздоровительные мероприятия, предупреждающие заболевания человека.

## **1.2. История развития микробиологии**

Микробы были открыты голландским естествоиспытателем Антониом Левенгуком (1632—1723), сконструировавшим микроскоп, который увеличивал изображение до 160—200 раз. Через этот прибор он наблюдал мир мельчайших существ в различных средах, впоследствии подробно описав их в своей книге «Тайна природы». В этой книге ученый впервые представил рисунки основных форм бактерий (палочковидные, шаровидные, извитые). Открытие А. Левенгука послужило стимулом для интенсивного изучения микроорганизмов. Однако до середины XIX в. научные исследования сводились к рассмотрению особенностей внешнего строения микроорганизмов, вследствие чего этот период развития микробиологии принято называть *морфологическим*.



Л. Пастер доказал, что микроорганизмы отличаются друг от друга не только внешним видом, строением, но и особенностями обмена веществ. Кроме того, они могут вызывать разнообразные химические превращения в природе и быть возбудителями многих заболеваний. Им последовательно была раскрыта микробная природа спиртового, молочнокислого, маслянокислого и уксуснокислого брожения, а также процессов разложения белковых веществ (гниение) и мочевины. Л. Пастер открыл и научно обосновал анаэробный тип дыхания у микроорганизмов.

Луи Пастер (1822—1895) положил начало изучению физиологии микроорганизмов. Он впервые установил причинную связь между микроорганизмами и процессами, происходящими в природе (брожение), доказал, что ряд болезней человека и животных возникает от болезнетворных микробов, разработал вакцины против бешенства и сибирской язвы, применение которых предупреждает возникновение этих грозных заболеваний.

Немецкий бактериолог Роберт Кох (1843—1910) внес большой вклад в микробиологию, разработав методы исследования микробов и питательные среды для их выращивания. Он открыл возбудителей туберкулеза и холеры. Р. Кох впервые применил плотные питательные среды для выращивания микроорганизмов и метод выделения из них чистых культур, изобрел иммерсионный объектив к микроскопу, разработал методы окрашивания микроорганизмов анилиновыми красками для изучения их морфологии, применил микрофотографирование, а также стерилизацию субстратов текущим паром.

Развитие микробиологии связано с именами выдающихся русских ученых. И. И. Мечников (1845—1916) открыл защитные свойства организма (явление фагоцитоза), создал учение о невосприимчивости (иммунитете) организма к заразным заболеваниям. С. Н. Виноградский (1856—1953) — основоположник учения о роли микробов в плодородии почвы. Д. И. Ивановский (1864—1920) впервые обнаружил существование ультрамалых микроорганизмов-вирусов, положил начало науке по изучению фильтрующихся вирусов — вирусологии. Наука о вирусах достигла большого развития с изобретением академиком А. А. Лебедевым электронного микроскопа. Н. Ф. Гамалея (1859—1949) впервые установил существование паразитов микробов — бактериофагов.

## Вопросы для самоконтроля

1. Что изучает предмет микробиологии?
2. Какие самостоятельные дисциплины входят в состав микробиологии?
3. Какой вклад в микробиологию внесли ученые А. Левенгук, Л. Пастер, Р. Кох, И. И. Мечников, Д. И. Ивановский и другие?

## Тема 2

# КЛАССИФИКАЦИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ. МОРФОЛОГИЯ БАКТЕРИЙ, ГРИБОВ, ВИРУСОВ

### 2.1. Классификация микроорганизмов

**Морфология микроорганизмов** — это наука, изучающая их форму, строение, способы передвижения и размножения.

Микроорганизмы различаются по внешнему виду и по размерам, которые могут быть от десятков — сотен микрометров до десятых долей микрометра. Строение клеток микроорганизмов также различно, в связи с чем они относятся к разным систематическим группам.

Организмы с клеточной организацией подразделяют на прокариоты (клетки, не имеющие дифференциального ядра (сине-зеленые водоросли, бактерии, спирохеты, актиномицеты, риккетсии, хламидии и микоплазмы)) и эукариоты (клетки с ядром, заключенные в оболочку). Из эукариотических клеток состоят высшие организмы.

Классификация прокариотов характеризует объединение микроорганизмов в роды — в семейства, семейства — в порядки, порядки — в классы, классы — в отделы, а отделы — в царства. Высшая категория — царство, а низшая — вид. *Вид* — это совокупность родственных микроорганизмов, имеющих единое происхождение и генотип, сходных по морфологическим и биохимическим свойствам и обладающих наследственно закрепленной способностью вызывать в среде естественного обитания определенные специфические процессы.

Берге определил, что прокариоты состоят из двух отделов: цианобактерии (*Cyanobacteria*) и бактерии (*bacteria*). *Цианобактерии* — непатогенные микроорганизмы, населяющие внешнюю среду. *Бактерии* — микроорганизмы, обитающие как во внешней среде, так и в организме человека и животных (среди них имеются и патогенные).

В микробиологии имеются понятия штамм и клон. *Штамм* — это генетически однородная культура одного и того же вида с одинаковыми морфологическими и биохимическими свойствами, выделенная из различных источников или даже из одного источника, но в разное время и поддерживаемая путем пересевов. Например,

если организм выделен из воды — водный штамм, из почвы — почвенный штамм. *Клон* — популяция бактериальных клеток, являющихся потомством одной клетки. Популяции клеток микроорганизмов, состоящих из особей одного вида, называют *чистой культурой*, а из особей различных видов — *смешанной культурой*.

Процесс определения принадлежности микроорганизма к тому или иному виду по совокупности морфологических, культуральных, биохимических и других свойств называют *идентификацией*.

## 2.2. Морфология бактерий

**Бактерии** — это одноклеточные организмы, обладающие ригидной клеточной стенкой, лишённые хлорофилла и размножающиеся путем прямого деления. Многие из них имеют жгутики и способны образовывать споры. Различают три формы бактерий: шаровидные, палочковидные и извитые. *Шаровидные бактерии* (кокки) имеют форму шара или овала. По расположению относительно друг друга подразделяются на *микрোকки* (одиночно расположенные клетки), *стрептококки* (в виде цепочек), *стафилококки* (напоминающие гроздь винограда), *тетракокки* (расположенные по четыре) и *сарцины* (в форме туюков по 8—16 штук).

*Палочковидные бактерии* делят на бактерии, бациллы и клостридии. *Бактерии* — это палочковидные микроорганизмы, не образующие спор. *Бациллы* представляют собой спорообразующие бактерии, а *клостридии* — палочковидные спорообразующие бактерии, по форме напоминающие веретено.

*Извитые бактерии* имеют один или несколько завитков. Бактерии с одним неполным завитком спирали в виде запятой называют *вибрионами*, а с несколькими завитками — *спириллами*.

**Строение бактериальной клетки.** Структурными компонентами клетки являются оболочка бактерий, состоящая из клеточной стенки, цитоплазматической мембраны и иногда капсулы; цитоплазма; рибосомы, различные цитоплазматические включения; нуклеоид (ядро).

*Нуклеоид* (ядро) представляет двойную нить ДНК, упакованную в цитоплазму. В нем заложена генетическая информация, отвечающая за наследственные признаки.

*Цитоплазма* — это дисперсная смесь коллоидов, состоящая из воды, белков, ферментов, ДНК, РНК, углеводов, липидов и других веществ.

*Рибосомы* прикрепляются к цитоплазматической мембране клеток, в них происходит синтез белков.

*Жгутики* — это белковые трубочки, связанные с телом бактерий и обеспечивающие их в среде обитания. Они представляют собой нуклеопротеиновые частицы сферической формы диаметром от 10 до 20 нм, молекулярной массой около 2—4 млн.

*Реснички или пили* — это нитевидные короткие белковые трубочки на поверхности клеток. С их помощью бактерии прикрепляются к объекту обитания.

*Капсула* — это слизистый слой, состоящий из полисахаридов и полипептидов. Ее формирование зависит от среды, в которой находятся бактерии. Толщина ее может достигать 10 нкм, что во много раз превышает толщину самой бактерии.

### 2.3. Морфология вирусов

**Вирусы** — частицы, не имеющие клеточного строения, обладающие своеобразным обменом веществ, способностью к размножению. Они бывают круглой, прямоугольной и нитевидной формы, размером от 8 до 150 нм. Их можно увидеть только с помощью электронных микроскопов.

В отличие от бактерий вирусы не способны размножаться во внешней среде. Они размножаются только в живых клетках и являются внутриклеточными паразитами. Вызывая заболевания растений, животных, людей они наносят огромный ущерб народному хозяйству и здоровью людей.

Отдельная частица вируса называется *вирионом*, их можно увидеть только с помощью электронного микроскопа. Вирионы могут быть либо ДНК-содержащими, либо РНК-содержащими. Цикл репродукции: вирион адсорбируется на поверхности клетки, проникает в цитоплазму, там происходит высвобождение нуклеиновой кислоты, которая проникает в ядро клетки и клетка начинает синтезировать вирусные белки и вирусные нуклеиновые кислоты. Образуются вирионы, разрушающие клетку хозяина. Процесс разрушения клетки называется цитопатогенным действием.

По форме вирусы бывают округлыми, спиралевидными, а также в виде палочек и многогранников. Они имеют простое строение, но различны по химическому составу.

Вирусы вызывают ряд тяжелых заболеваний: оспу, корь, полиомиелит, грипп и др. Проникая в клетки хозяина, вирус размножается и погибает.

### 2.4. Морфология грибов

**Грибы.** Они являются, в основном, сапрофитами, но могут быть и паразитами, вызывающими болезни.

*Фикомицеты* (низшие примитивные грибы) — имеют несептированный мицелий. Для них характерно бесполое и половое размножение. К фикомицетам относят хитридиевые грибы, оомицеты, зигомицеты.

*Аскомицеты* — это высшие многоклеточные грибы. Их мицелий разделен на отдельные клетки. При бесполом способе грибы размножаются экзоспорами, при половом — конидиями.

*Дрожжи* утратили мицелиальный характер роста и стали одноклеточными организмами. Дрожжи имеют округлую, овальную, эллипсоидную форму. Из дрожжей наибольшее значение имеет род сахаромицес. Дрожжи рода сахаромицес применяются в хлебопечении, при производстве вина, спирта и молочнокислых продуктов.

Дрожжи — одноклеточные неподвижные микроорганизмы. Клетки дрожжей размером до 15 мкм бывают разной формы: круглые, овальные, палочковидные. Они имеют четко выраженное крупное ядро, вакуоли и различные включения в цитоплазме в виде капелек жира, гликогена и т. д.

Дрожжи размножаются в благоприятных условиях в течение нескольких часов следующими способами: почкованием, спорами (1—112 шт. в клетке), делением. Дрожжи широко распространены в природе. Они способны расщеплять (сбраживать) сахара в спирт и углекислый газ. Спиртовое брожение используется в виноделии, хлебопечении и в производстве кисломолочных продуктов (кефира, кумыса). Некоторые дрожжи отличаются высоким содержанием белков, жиров, витаминов группы В, минеральных веществ, поэтому применяются как пищевой и кормовой продукт.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что изучает морфология микроорганизмов?
2. В чем отличие прокариотной клетки от эукариотной?
3. Какую форму и размеры могут иметь бактерии?
4. Какое строение имеет бактериальная клетка?
5. Как размножаются бактерии?
6. Какое строение имеет дрожжевая клетка?
7. Какое строение имеют микроскопические мицелиальные грибы?
8. Что такое бактериофаги?

# Тема 3

## ФИЗИОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ: ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МИКРОБНОЙ КЛЕТКИ, ПИТАНИЕ И ДЫХАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ

### 3.1. Химический состав микробной клетки

Клетки микроорганизмов состоят из воды и сухих веществ. Сухие вещества представлены органическими (белки, нуклеиновые кислоты, биополимеры, углеводы, липиды, ферменты) и неорганическими соединениями (минеральные вещества).

Вода составляет основную массу клетки микроорганизма. Количество ее колеблется от 70 до 85 % — в вегетативных клетках и около 50 % — в спорах. В воде растворены все важные органические и минеральные вещества микробной клетки и протекают основные биохимические процессы (гидролиз белков, углеводов и др.).

*Белки* — основа жизненных структур микроорганизмов. Они входят в состав цитоплазмы, ядра, оболочек и другие структуры клетки. Белки микробов состоят из аминокислот. Белки участвуют в образовании структуры клетки и запасных питательных веществ. Множество белков являются ферментами и играют существенную роль в жизнедеятельности микроорганизмов.

*Углеводы* — входят в состав оболочки, слизистых капсул, протоплазмы и в виде зерен гликогена — запасного питательного вещества. Углеводы поступают в клетку микробов из окружающей среды и используются клеткой как источник энергии. В клетках имеются как простые углеводы, так и сложные (крахмал, гликоген, клетчатка). Углеводы (15—15 %) представлены полисахаридами, из которых состоят многие компоненты клеточной стенки микроорганизмов, в том числе и капсула.

*Липиды* (3—7 %) — массы сухих веществ. Они представлены жирными кислотами, нейтральными жирами, фосфолипидами, гликолипидами и воском. Жиры — в небольшом количестве входят в состав цитоплазмы, ядра в виде сложных соединений с белками. Жиры служат источником энергии микроорганизмов.