

23-5439

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

23-05439

Е.В. Семенова  
И.В. Данилова

**ОСНОВЫ  
ФИЗИОЛОГИИ  
МИКРООРГАНИЗМОВ**



Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова

---

Биологический факультет

Е.В. Семенова, И.В. Данилова

# ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ МИКРООРГАНИЗМОВ

*Учебное пособие*



---

Москва – 2023

УДК 579.24(075.8)

ББК 28.473я73

С30



<https://elibrary.ru/snjtqh>

*Учебное пособие печатается по решению*

*Учёного и Методического советов биологического факультета МГУ*

**Рецензенты:**

*И.Б. Котова* – доктор биологических наук, профессор каф. микробиологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова;

*К.С. Заюлина* – кандидат биологических наук, н.с. лаборатории метаболизма экстремофильных прокариот ФИЦ Фундаментальные основы биотехнологии РАН

**Семенова Е.В., Данилова И.В.**

**С30 Основы физиологии микроорганизмов : учебное пособие / Е.В. Семенова, И.В. Данилова. – Москва : МАКС Пресс, 2023. – 140 с.**

ISBN 978-5-317-07019-9

<https://doi.org/10.29003/m3461.978-5-317-07019-9>

Необходимость создания пособия «Основы физиологии микроорганизмов» определяется тем, что на настоящий момент практически отсутствует оформленный учебный материал, раскрывающий эту тематику в объеме, необходимом для подготовки высококвалифицированных ученых-микробиологов. Текст пособия составлен в результате переработки и обобщения научной информации, включающей публикации авторов пособия и других сотрудников кафедры микробиологии, а также ряда классических и современных, отечественных и зарубежных специалистов.

В пособии рассмотрены законы роста и развития популяций микроорганизмов в природе и в условиях искусственного выращивания. Дан математический инструментарий, позволяющий описывать закономерности развития микробных популяций. Специальное внимание уделено способам количественного учета микроорганизмов, физиологической и генетической гетерогенности клеток в микробных популяциях. Рассмотрены влияние внешнего окружения на рост и развитие популяций микроорганизмов, понятия нормы и стресса, механизмы защиты микробных клеток от внешних влияний. Описан рост смешанных популяций микроорганизмов и базовые закономерности межорганизменных взаимодействий. Должное внимание уделено динамике образования микробных биопленок, росту микробов в прикрепленном состоянии и на твердых субстратах.

Настоящее пособие является основой курса лекций, читаемых студентам 3 года обучения кафедры микробиологии биологического факультета МГУ. Оно может быть рекомендовано для студентов, аспирантов и научных сотрудников, специализирующихся в области микробиологии, а также для широкого круга специалистов, работающих с микроорганизмами.

**Ключевые слова:** микроорганизмы, физиология, рост, культивирование, дифференцировка, адаптация.

УДК 579.24(075.8)

ББК 28.473я73

ISBN 978-5-317-07019-9

© Семенова Е.В., Данилова И.В., 2023

© Оформление. ООО «МАКС Пресс», 2023

# Оглавление

Введение .....	5
Глава 1. Предмет, актуальность и методы научного направления «Физиология микроорганизмов» .....	6
Глава 2. Влияние факторов окружающей среды на рост и разви- тие микроорганизмов .....	10
2.1. Температура .....	12
2.2. Активность воды .....	15
2.3. Активная кислотность среды .....	17
2.4. Гидростатическое давление .....	19
2.5. Освещенность .....	20
2.6. Окислительно-восстановительные свойства среды и кислород .....	20
2.7. Наличие и концентрация питательных веществ .....	25
2.8. Физическая гетерогенность среды .....	26
Глава 3. Рост микроорганизмов и биомасса, соотношение поня- тий и практическое определение этих характеристик .....	29
3.1. Подсчет количества клеток .....	30
3.2. Цитометрия .....	34
3.3. Определение биомассы взвешиванием .....	36
3.4. Оптический (нефелометрический, турбидиметриче- ский) метод .....	37
3.5. Определение количества клеток высевом на плотные питательные среды (метод Коха) .....	37
3.6. Определение количества клеток высевом в жидкие среды .....	39
3.7. Флуоресцентная гибридизация <i>in situ</i> , или метод FISH .....	41
3.8. Использование генетически модифицированных мик- робов, несущих ген флуоресцентного белка .....	42
3.9. Количественная ПЦР, или ПЦР в реальном времени (q (quantitative) PCR, real-time PCR) .....	44
3.10. Капельная цифровая ПЦР (droplet digital PCR, ddPCR) .....	45
Глава 4. Периодическое культивирование микроорганизмов .....	48
4.1. Параметры роста микроорганизмов и их расчет в пе- риодической культуре .....	48
4.2. Классическая кривая роста микроорганизмов в перио- дическом режиме культивирования и ее модификации .....	54
4.3. Разновидности периодического режима культивирова- ния .....	63

Глава 5. Непрерывное культивирование микроорганизмов .....	67
5.1. Классическое хемостатное культивирование .....	67
5.2. Отклонения от теории хемостата .....	71
5.3. Варианты хемостатного культивирования .....	74
Глава 6. Закономерности образования продуктов микроорганизмами .....	78
6.1. Образование продуктов при периодическом культивировании .....	79
6.2. Образование продуктов при непрерывном культивировании .....	81
Глава 7. Изменение физиологического состояния микроорганизмов под влиянием внешних условий. Стрессовые факторы и адаптация к ним .....	87
7.1. Изменение текучести мембраны .....	91
7.2. Защита от потери воды .....	93
7.3. Поддержание кислотно-основного баланса .....	94
7.4. Устранение повреждений .....	95
7.5. Активные формы кислорода и защита от них .....	97
7.6. Стрессовый ответ при голодании и переход в некультивируемое состояние .....	99
7.7. SOS-ответ на повреждение ДНК .....	101
Глава 8. Гетерогенность клеток в популяциях микроорганизмов. Явление диссоциации и его физиологическое значение .....	103
8.1. Фенотипическая дифференцировка: разделение функций и циклы развития .....	103
8.2. Генетическая гетерогенность популяции микроорганизмов .....	108
Глава 9. Смешанные культуры. Закономерности роста и использование в биотехнологии .....	115
9.1. Поведение смешанных культур при периодическом культивировании .....	116
9.2. Хемостатное культивирование двухкомпонентных культур .....	119
Глава 10. Рост микроорганизмов в виде биопленок и на поверхности плотных сред .....	123
10.1. Рост в виде биопленок .....	123
10.2. Иммобилизация клеток микроорганизмов .....	129
10.3. Рост колоний микроорганизмов на поверхности плотных питательных сред .....	131
Заключение .....	134
Литература .....	136