

ОСВІТА – ЦЕ НЕ ПІДГОТОВКА ДО ЖИТТЯ,
ОСВІТА – ЦЕ САМЕ ЖИТТЯ

МІКРОБІОЛОГІЯ, вірусологія та імунологія

В ЗАПИТАННЯХ І ВІДПОВІДЯХ



За загальною редакцією
В. П. Широбокова, С. І. Климнюка

Тернопіль ТДМУ
«Український»

МІКРОБІОЛОГІЯ, ВІРУСОЛОГІЯ ТА ІМУНОЛОГІЯ В ЗАПИТАННЯХ І ВІДПОВІДЯХ

**За загальною редакцією
В. П. Широбокова, С. І. Климнюка**

Тернопіль
ТДМУ
«Укрмедкнига»
2019

Авторський колектив:

В. П. Широбоков, С. І. Климнюк, О. П. Корнійчук, Н. Я. Кравець, Н. М. Олійник, М. С. Творко, Н. І. Ткачук, Л. Б. Романюк, О. В. Покришко, Л. С. Авдеева.

Рецензенти:

завідувач кафедри мікробіології та вірусології ВДНЗ України «Буковинський державний медичний університет» МОЗ України доктор медичних наук, професор **С. Є. Дейнека**;

завідувач кафедри фізіології з основами біоетики та біобезпеки ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України» доктор медичних наук, професор **С. Н. Вадзюк**;

професор кафедри інфекційних хвороб з епідеміологією, шкірними та венеричними хворобами ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України» професор **В. С. Копча**.

Затверджено на засіданні вченої ради ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України» (протокол № 13 від 4 грудня 2018 р.).

М59 Мікробіологія, вірусологія та імунологія в запитаннях і відповідях : навч. посіб. / [В. П. Широбоков, С. І. Климнюк, О. П. Корнійчук та ін.] ; за заг. ред. В. П. Широбокова, С. І. Климнюка. – Тернопіль : ТДМУ, 2019. – 564 с.

ISBN 978-966-673-347-7

Навчальний посібник сформовано відповідно до типової робочої програми викладання предмета в медичних ВНЗ України. Видання присвячено актуальним питанням загальної мікробіології, імунології, спеціальної вірусології та бактеріології, які найчастіше постають у практичній діяльності лікарів загальної практики – сімейної медицини, інфекціоністів, бактеріологів і працівників спеціалізованих лабораторій. У посібнику відображено найтипівіші аспекти щодо морфологічних та біологічних властивостей найпоширеніших збудників інфекційних хвороб. Значну частину матеріалу присвячено імунологічним проблемам, враховуючи особливості антигенів, імуноглобулінів, клітин імунної відповіді та їх взаємодії. Наведено принципи імунологічних реакцій, які використовують у практиці, деякі аспекти специфічної терапії та профілактики.

Навчальний посібник рекомендовано для студентів вищих медичних навчальних закладів III–IV рівнів акредитації, лікарів-інтернів, магістрів у галузі медицини, практичних лікарів первинної ланки обслуговування, працівників санітарно-епідеміологічних служб і співробітників бактеріологічних лабораторій, а також усіх, хто бажає поглибити свої знання з мікробіології, вірусології, імунології та основ інфекційної патології.

УДК 616-093/-098(075.8)

ISBN 978-966-673-347-7

© В. П. Широбоков, С. І. Климнюк,
О. П. Корнійчук та ін., 2019
© ТДМУ, «Укрмедкнига», 2019

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Розділ 1. ЗАГАЛЬНА МІКРОБІОЛОГІЯ. ЗАГАЛЬНА БАКТЕРІОЛОГІЯ	5
Фізіологія мікроорганізмів.....	18
Генетика мікроорганізмів.....	41
Антибіотики та хіміотерапевтичні засоби.....	60
Розділ 2. ІНФЕКЦІЯ. ВІРУЛЕНТНІСТЬ. ІМУНОЛОГІЯ	82
Розділ 3. ВІРУСОЛОГІЯ.....	231
Пікорнавіруси	257
Ротавіруси	267
Ортоміксовіруси	268
Параміксовіруси	279
Арбовіруси	289
Коронавіруси.....	307
Аденовіруси	309
Герпесвіруси.....	315
Віруси гепатитів.....	323
ВІЛ/СНІД.....	340
Розділ 4. СПЕЦІАЛЬНА, КЛІНІЧНА ТА ЕКОЛОГІЧНА МІКРОБІОЛОГІЯ.....	356
Стафілококи.....	357
Стрептококи.....	365
Менінгококи	370
Гонококи.....	372
Родина Enterobacteriaceae.....	374
Шигели.....	379
Сальмонели.....	381
Іерсинії	385
Збудники холери.....	387
Гелікобактерії.....	391
Гемофільні бактерії	393
Збудники кашлюку.....	396
Бруцели і збудник сапу	398
Збудник туляремії	404
Збудник сибірки	408
Псевдомонади.....	412
Коринебактерії	416
Мікобактерії.....	421
Клостридії	430
Спірохети	437
Рикетсії, хламідії, мікоплазми	447
Клінічна мікробіологія.....	455
Санітарна мікробіологія	478
Мікологія.....	494
Найпростіші	530
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	562

ВСТУП

За умов євроінтеграції та медичної реформи особливої актуальності набуває підготовка висококваліфікованих, здатних до конкуренції в європейському просторі медичних працівників. Значною мірою цей процес залежить від забезпечення вищих навчальних закладів сучасною навчальною літературою, яка сприяє оволодінню новітніми досягненнями медицини. Прогрес медичної науки та практики охорони здоров'я показав важливість і фундаментальне значення мікробіології, вірусології та імунології у формуванні лікарського мислення. Жодна з актуальних проблем сучасної медицини не може бути вирішена без знань цієї науки. Мікробіологія є базовим предметом для засвоєння клінічних та медико-профілактичних дисциплін. Тому видання нового навчального посібника, який би відповідав сучасним вимогам, є актуальним і своєчасним завданням.

Навчальний посібник «Мікробіологія, вірусологія та імунологія в запитаннях і відповідях» сформовано відповідно до офіційних затверджених навчальних програм із цієї дисципліни. Видання охоплює найважливіші розділи медичної мікробіології, вірусології та імунології: загальну мікробіологію і вірусологію, спеціальну мікробіологію та вірусологію, імунологію, санітарну мікробіологію, мікологію, паразитологію.

Перевагою рецензованого навчального посібника є подання матеріалу в оригінальній формі – «запитання – відповідь», що сприятиме кращому засвоєнню студентами інформації, допоможе самостійно проконтролювати рівень знань. Запитання сформульовано чітко, відповіді на них ґрунтовні, логічні, що значною мірою полегшить сприйняття матеріалу. Більшість відповідей подано з посиланнями на джерела літератури, зокрема на національний підручник «Медична мікробіологія, вірусологія, імунологія» за редакцією академіка НАН України В. П. Широбокова і навчальний посібник «Практична мікробіологія» за загальною редакцією В. П. Широбокова та С. І. Климнюка. При викладенні матеріалу автори намагалися акцентувати увагу на проблемах, які недостатньо висвітлено у навчальній літературі, новітніх даних із дисципліни, а також питаннях, більш складних для самостійного опрацювання студентами.

Навчальний посібник може бути корисним для студентів при підготовці до лекцій, практичних занять, а також тестових контролів знань, у тому числі до ліцензійного тестового контролю «Крок-1».

1.1. Що таке мікробіологія?

Мікробіологія – це наука, яка вивчає властивості мікробів, їх взаємодію з біосферою, використання мікробів на благо людини.

Див. ММВІ – підрозділ 1.1.*

1.2. Які групи мікроорганізмів вивчає мікробіологія?

Мікробіологія вивчає бактерії, рикетсії, хламідії, мікоплазми, віруси, віроїди, пріони, найпростіші, водорості, мікроскопічні гриби.

Див. ММВІ – підрозділ 1.1.*

1.3. Які галузі мікробіології є основними?

Є такі основні галузі мікробіології: загальна, медична, ветеринарна, сільськогосподарська, промислова, гідробіологічна, космічна.

Див. ММВІ – підрозділ 1.1.*

1.4. Чи є серед учених лауреати Нобелівської премії в галузі мікробіології?

Так, лауреатами Нобелівської премії в галузі мікробіології стали:

- **Еміль Адольф фон Берінг** (1901) – німецький бактеріолог, перший лауреат Нобелівської премії (за отримання протидифтерійної сироватки і використання її в боротьбі з дифтерією);
- **Рональд Росс** (1902) – індійський лікар і паразитолог (за праці, присвячені малярії, в яких він показав, яким чином її збудник потрапляє до організму, й тим самим заклав основу для подальших успішних досліджень у галузі розробки методів боротьби з цією хворобою);
- **Роберт Кох** (1905) – німецький лікар і бактеріолог (за дослідження та відкриття, що пов'язані з лікуванням туберкульозу, зокрема відкриття туберкульозної палички і туберкуліну);

*Тут і далі ММВІ – Медична мікробіологія, вірусологія, імунологія : підруч. для студ. вищ. мед. навч. закл. / за ред. В. П. Широкова. – 2-ге вид. – Вінниця : Нова Книга, 2011. – 952 с.

Розділ 1 | ЗАГАЛЬНА МІКРОБІОЛОГІЯ. ЗАГАЛЬНА БАКТЕРІОЛОГІЯ

1.1. Що таке мікробіологія?

Мікробіологія – це наука, яка вивчає властивості мікробів, їх взаємодію з біосферою, використання мікробів на благо людини.

Див. ММВІ – підрозділ 1.1.*

1.2. Які групи мікроорганізмів вивчає мікробіологія?

Мікробіологія вивчає бактерії, рикетсії, хламідії, мікоплазми, віруси, віроїди, пріони, найпростіші, водорості, мікроскопічні гриби.

Див. ММВІ – підрозділ 1.1.*

1.3. Які галузі мікробіології є основними?

Є такі основні галузі мікробіології: загальна, медична, ветеринарна, сільськогосподарська, промислова, гідробіологічна, космічна.

Див. ММВІ – підрозділ 1.1.*

1.4. Чи є серед учених лауреати Нобелівської премії в галузі мікробіології?

Так, лауреатами Нобелівської премії в галузі мікробіології стали:

- **Еміль Адольф фон Берінг** (1901) – німецький бактеріолог, перший лауреат Нобелівської премії (за отримання протидифтерійної сироватки і використання її в боротьбі з дифтерією);
- **Рональд Росс** (1902) – індійський лікар і паразитолог (за праці, присвячені малярії, в яких він показав, яким чином її збудник потрапляє до організму, й тим самим заклав основу для подальших успішних досліджень у галузі розробки методів боротьби з цією хворобою);
- **Роберт Кох** (1905) – німецький лікар і бактеріолог (за дослідження та відкриття, що пов'язані з лікуванням туберкульозу, зокрема відкриття туберкульозної палички і туберкуліну);

*Тут і далі ММВІ – Медична мікробіологія, вірусологія, імунологія : підруч. для студ. вищ. мед. навч. закл. / за ред. В. П. Широкова. – 2-ге вид. – Вінниця : Нова Книга, 2011. – 952 с.

- **Ілля Ілліч Мечников** (1908) – український науковець (на знак визнання праць про імунітет, відкриття фагоцитів);
- **Шарль Робер Ріше** (1913) – французький фізіолог (на знак визнання робіт про анафілаксію);
- **Шарль Жуль Анрі Ніколь** (1928) – французький лікар, бактеріолог і паразитолог (за встановлення факту, що переносником висипного тифу є одежна воша);
- **Александр Флемінг** (1945) – британський біолог, **Говард Вальтер Флорі** – австралійський фармаколог і патолог, **Ернст Борис Чейн** – британський біохімік (за відкриття і синтез першого антибіотика – пеніциліну);
- **Макс Тейлер** (1951) – американський вірусолог (за дослідження вірусу жовтої гарячки та створення двох специфічних вакцин для імунізації людини проти цієї хвороби);
- **Зельман Абрахам Ваксман** (1952) – американський біохімік, виходець з України (за відкриття стрептоміцину – першого антибіотика, ефективного при лікуванні туберкульозу);
- **Джошуа Ледерберг** (1958) – американський генетик і біохімік, **Джордж Велс Бідл** – американський генетик, **Едуард Тейтем** – американський біохімік і генетик (за дослідження в галузі генетики мікроорганізмів);
- **Андре Мішель Львов** (1965) – французький мікробіолог, **Франсуа Жакоб** – французький мікробіолог і генетик, **Жак Моно** – французький біохімік (за відкриття в галузі генетичного контролю синтезу ферментів та вірусів);
- **Роберт Вільям Голлі** (1968) – американський біохімік, **Гар Гобінд Корана** – американський молекулярний біолог, **Міршалл Воррен Ніренберг** – американський біохімік і генетик (за розшифровку генетичного коду та визначення його ролі в синтезі білка);
- **Деніел Натанс** (1978) – американський мікробіолог, **Гемілтон Отанел Сміт** – американський мікробіолог, **Вернер Арбер** – швейцарський мікробіолог і генетик (за відкриття рестрикційних ферментів та їх застосування в молекулярній генетиці);
- **Баррі Джеймс Маршалл** (2005) – австралійський доктор, **Джон Робін Воррен** – австралійський патолог (за відкриття бактерії *Helicobacter pylori* та дослідження її впливу на виникнення гастриту і виразки шлунка);
- **Вільям Сесіл Кемпбелл** (2015) – ірландський біолог, біохімік і паразитолог, **Омура Сатоші** – японський біохімік (за відкриття, що стосуються лікування захворювань, які спричинюють паразитичні круглі черви);
- **Ту Ю.** (2015) – китайський хімік і фармацевт (за відкриття, що стосуються лікування малярії).

1.5. Які періоди виділяють у розвитку мікробіології?

У розвитку мікробіології виділяють такі періоди:

- морфологічний;
- фізіологічний;
- хіміотерапевтичний;
- імунологічний;
- вірусологічний;
- молекулярно-генетичний.

Див. ММВІ* – підрозділ 1.1.

1.6. Чим відрізняється будова прокариотичної та еукаріотичної клітин?

Ознака	Прокаріоти	Еукаріоти
Наявність ядра	Нуклеоїд (не відмежується від цитоплазми мембраною)	Диференційоване ядро
Хромосоми	Одна хромосома, кільцева, галоїдний геном	Більше однієї, лінійна, диплоїдний геном
Мейоз	Відсутній	Присутній
Клітинна стінка	Присутня	Тварини, найпростіші – відсутня, рослини, гриби, водорості – присутня
Склад клітинної стінки	Пептидоглікановий комплекс	Целюлоза або хітин
Локомоторний апарат	Джгутики	Джгутики/цилії
Мітохондрії	Відсутні	Присутні
Лізосоми	Відсутні	Присутні
Апарат Гольджі	Відсутній	Присутній
Ендоплазматичний ретикулум	Відсутній	Присутній
Вакуолі	Відсутні	Присутні
Хлоропласти	Відсутні	Присутні
Рибосоми	70S	80S
Стероли	Не синтезуються	Синтезуються

Див. ММВІ* – підрозділ 3.2.

1.7. Яку класифікацію бактерій зараз використовують і які в ній є основні таксономічні категорії?

Використовують визначник бактерій за Д. Берджі. Класифікацію створено за принципами нумеричної таксономії.

Основними таксономічними категоріями (таксонами) є:

- домен;
- царство;
- тип;
- клас;
- порядок;
- родина;
- рід;
- вид.

Див. ММВІ* – підрозділ 3.1.

1.8. Чому було введено класифікацію бактерій за 16S рРНК?

Головний сучасний критерій, який визначає таксономічне положення бактерій, – їх еволюційна спорідненість.

Джерело інформації про еволюційне походження бактерій – певна послідовність нуклеотидів у 16S рРНК, що є малою субодиницею рибосоми бактерій. Цей молекулярний маркер запропонував Карл Везе (K. Woese), враховуючи те, що у 16S рРНК жорсткі консервативні ділянки перемежуються з варіабельними. Порівнюючи кількість невідповідностей, вираховують коефіцієнт відповідності й будують діаграму. Тому вибір рРНК для вирішення проблем еволюційної систематики прокариотів виявився вдалим з ряду причин:

- ці молекули виявлено у всіх клітинних форм життя, що вказує на їх найдавніше походження;
- їх функції завжди однакові;
- первинна структура в цілому характеризується високою консервативністю.

Особливістю рРНК є знаходження їх поза сферою дії відбору, тому дані молекули еволюціонують внаслідок спонтанних мутацій, що відбуваються з постійною швидкістю, і накопичення цих мутацій залежить тільки від часу. Таким чином, мірою еволюційної відстані між організмами слугує кількість нуклеотидних замін у молекулах порівнюваних рРНК. Відомо, що в рибосомах прокариотів і еукаріотів присутні три типи рРНК, які розрізняються за молекулярною масою та коефіцієнтом седиментації. Інформаційна ємність великих молекул більша, але їх важче аналізувати. Тому найзручнішим виявився аналіз молекул рРНК середньої величини: 16S (у прокариотів) і 18S (в еукаріотів).

Визначення послідовностей 16S і 18S рРНК у понад 400 організмів призвело до несподіваних результатів – виявлено не дві групи організмів, що розрізняються за **прокаріотичним і еукаріотичним** типами клітинної організації, а три. Одну утворюють усі **еукаріоти**: вищі рослини, тварини, дріжджі, водорості й под. До цієї групи не ввійшли органели еукаріотів (мітохондрії, хлоропласти).

До другої групи організмів, яких називають справжніми бактеріями, або **еубактеріями**, належить більшість прокаріотів, а також мітохондрії та хлоропласти еукаріотів.

До третьої групи ввійшли деякі маловивчені прокаріоти, які живуть в екстремальних умовах: метанутворювальні бактерії, екстремальні галофіли і термоацидофіли. Ці організми називають **архебактеріями (археями)**.

Архебактерії беруть участь у ряді біохімічних процесів, що не властиво іншим живим організмам. На підставі цього було зроблено висновок, що вони, напевно, являють собою одну з найдавніших груп живих істот. Див. ММВІ* – підрозділ 3.1.

1.9. Що таке вид бактерій?

Вид бактерій – це група близьких між собою мікроорганізмів, які мають спільний корінь походження, близькі генотипи (ступінь гомології ДНК >60 %, близький сумарний вміст пар Г+Ц) і на даному етапі еволюції характеризуються певними (подібними) морфологічними, біохімічними та фізіологічними ознаками, що сформувалися в результаті відбору, еволюції мікроорганізмів.

1.10. Що таке археї?

Археї (від грец. *ἀρχαῖος* – стародавній), або **архебактерії** (*Archaeobacteria*), – це домен живих організмів (за тридоменною системою Карла Везе) поряд з бактеріями та еукаріотами. Вони є однією з груп живих організмів, до якої належать мікроскопічні одноклітинні прокаріоти, що дуже відрізняються за фізіолого-біохімічними ознаками від справжніх бактерій, зокрема за складом та послідовністю нуклеотидів у рибосомних і транспортних РНК. Археї як бактерії не мають ядра і тому класифікуються як прокаріоти (*Prokaryota*). Спочатку їх було виявлено в екстремальних середовищах, а потім в усіх типах екосистем.

1.11. Що таке штам?

Штам – це група мікроорганізмів одного виду, виділених із різних джерел або одного джерела, але в різний час.

1.12. Що таке клон?

Клон – це група мікроорганізмів, які походять від однієї клітини.

1.13. Що таке інфравидовий (різновиди, підвиди) поділ бактерій?

Інфравидовий поділ бактерій – це поділ бактерій на дрібніші групи в межах виду.

1.14. Які існують різновиди бактерій?

Існують такі різновиди бактерій:

- морфовари – групи мікробів одного виду, які різняться за морфологічними ознаками;
- хемовари – групи мікробів одного виду, які різняться за біохімічною активністю;
- біовари – різняться за біологічними властивостями;
- фаговари – різняться за чутливістю (лізабельністю) до певних фагів;
- серовари – різняться за антигенною будовою;
- культивари – різняться за культуральними властивостями;
- резистовари – різняться за стійкістю до зовнішніх впливів, зокрема до дії антибіотиків.

1.15. Які існують основні морфологічні типи бактерій?

Бактерії, які мають медичне значення, поділяють на такі основні морфологічні типи:

- кокоподібні;
- паличкоподібні;
- спіралеподібні;
- ниткоподібні.

1.16. Які є відмінності в будові клітинної стінки грампозитивних і грамнегативних бактерій?

Властивість мікробів	Грампозитивні	Грамнегативні
Товщина клітинної стінки, нм	20–80	10
Число шарів у стінці	1	4
Вміст пептидоглікану, %	>50	10–20
Наявність тейхоевих кислот	Є	Немає
Вміст білка, %	0	9

Вміст ліпідів, %	0–3	58
Вміст ліпополісахариду, %	0	13
Чутливість до пеніциліну	Чутливі	Менш чутливі
Руйнування лізоцимом	Руйнуються	Слабко руйнуються

Див. ММВІ* – підрозділ 3.2.

1.17. Що таке муреїн?

Муреїн (пептидоглікан) – це біологічний полімер, який притаманний тільки бактеріям і створює захисний шар бактерії, врівноважуючи високий осмотичний тиск мікроба (5–20 атм).

Пептидоглікан містить полісахаридний каркас, що складається із залишків N-ацетилмурамової кислоти і N-ацетилглюкозаміну, які чергуються, сполучених β -1,4-глікозидними зв'язками, та тетрапептидів, D- і L-амінокислот, у тому числі діамінопімелінової (міститься тільки у клітинній стінці бактерій). Тетрапептиди приєднуються до молекул N-ацетилмурамової кислоти, які належать до різних ланцюжків полісахаридного каркаса. Таким чином, тетрапептиди зшивають ці ланцюжки через пептидні містки в поперечному напрямку.

Особливості будови клітинної стінки бактерій полягають у тому, що в різних мікроорганізмів структури тетрапептидів мають відмінності: вони містять порівняно рідкісні D-ізомери амінокислот, хоча більшість білків має L-ізомери.

У різних видів бактерій характер поперечних зшивок між двома тетрапептидами є різним. Наприклад, в *Escherichia coli* діамінопімелінова кислота одного тетрапептиду безпосередньо зв'язується з D-аланіном іншого, а в *Staphylococcus aureus* L-лізин одного тетрапептиду приєднується до D-аланіну іншого через ланцюжок, який містить п'ять залишків гліцину. Пептидоглікан відсутній в еукаріотичних клітинах, у тому числі людини, тому в бактерій він є гарною мішенню для дії таких антибіотиків, як пеніцилін, цефалоспоринони і ванкомицин. Ці антибіотики інгібують синтез пептидоглікану через пригнічення функції транспептидази, яка утворює поперечні зшивки між сусідніми тетрапептидами.

Див. ММВІ* – підрозділ 3.2.

1.18. Коли синтез пептидоглікану в клітині інгібується, який процес викликає загибель бактерій?

Якщо в результаті антибіотикотерапії пеніциліном, цефалоспоринонами клітинна стінка не утворюється, це призводить до руйнування бактерій внаслідок осмотичного лізису.

1.19. Які особливості будови клітинної стінки грампозитивних бактерій?

Клітинна стінка грампозитивних бактерій складається з багатшарового пептидоглікану (до 90 % сухого матеріалу клітинної стінки), в якому, замість мезодіамінопімелінової, міститься LL-діамінопімелінова кислота, або лізин. Крім цього, до його складу входять унікальні водорозчинні полімери – тейхоєві кислоти (від грец. *teichos* – стінка), яких немає у грамнегативних бактерій. Тейхоєві кислоти містять 8–50 залишків гліцеролу або рибітолу, сполучених між собою фосфодієфірними зв'язками, і тому вони є полімерами гліцеролфосфату чи рибітолфосфату. Відомо два типи тейхоєвих кислот – рибіттейхоєві та гліцеринтейхоєві. Клітинна стінка кожного виду містить тільки один тип тейхоєвої кислоти, за винятком *Streptomyces*. Волокна тейхоєвих кислот зв'язуються з мурамовою кислотою і виходять зовні за межі пептидоглікану, ковалентно зв'язуючись з ліпідами цитоплазматичної мембрани. Тейхоєві кислоти деяких бактерій (стафілококів) беруть участь у прикріпленні бактерій до клітин слизових оболонок людини та є основними видоспецифічними антигенами бактерій.

Див. ММВІ – підрозділ 3.2.*

1.20. Які особливості будови клітинної стінки грамнегативних бактерій?

Клітинна стінка грамнегативних бактерій має складнішу будову і містить більшу кількість різноманітних біологічних молекул. Над цитоплазматичною мембраною розташований одношаровий **муреїн** (до 10 % маси матеріалу клітинної стінки). Він містить мезодіамінопімелінову кислоту, немає лізину, а міжпептидні містки відсутні. Тейхоєвих кислот також немає. Зовні до муреїнового каркаса прилягає шар **ліпопротеїну**, що переходить у **зовнішню мембрану**, притаманну тільки грамнегативним бактеріям, яка складається з білків, фосфоліпідів і ліпополісахаридів. Над мембраною, інтегруючись із нею, міститься ліпополісахарид. Він є ендотоксином і зумовлює O-антигенну специфічність грамнегативних бактерій. Молекула ліпополісахариду складається з ліпідної частини (ліпід А), базисної частини молекули полісахариду (серцевина) і бокових полісахаридних ланцюгів. Ліпід А проявляє токсичні властивості, а серцевина та бокові полісахаридні ланцюги мають імуногенні властивості, тобто відповідають за антигенну специфічність молекули ліпополісахариду, і називають їх O-антигеном.

Див. ММВІ – підрозділ 3.2.*

1.21. Що таке протопласти, як вони утворюються?

При дії різноманітних речовин клітинна стінка може бути зруйнована. Так, лізоцим розриває в муреїні глікозидні зв'язки, а пеніцилін попереджує утворення пептидоглікану. При цьому утворюються чутливі до осмотичних умов округлі клітини. Варіанти мікроорганізмів, утворених із грампозитивних бактерій, які втратили клітинну стінку, називають **протопластами**.

1.22. Що таке сферопласти, як вони утворюються?

При дії лізоциму і пеніциліну на грамнегативні бактерії вони зберігають рештки клітинної стінки. Такі варіанти мікроорганізмів, утворених із грамнегативних мікробів, називають **сферопластами**.

1.23. Що таке L-форми бактерій?

L-форми – це особливі форми бактерій, які втратили клітинну стінку (частково або повністю).

На відміну від сферопластів, дефектних за клітинною стінкоюю, та протопластів, які втратили її повністю і не можуть розмножуватись, L-форми зберігають здатність до розмноження та розвитку. L-форми утворюються при дії агентів, які блокують синтез клітинної оболонки (антибіотики), за умов підвищеної осмотичної концентрації середовища. Найактивнішими агентами індукції L-форм є антибіотики типу пеніциліну, цефалоспоринів і циклосерину.

З огляду на поступову дію агента (у процесі порушення синтезу клітинної стінки), грампозитивні бактерії перетворюються в грамнегативні. Для L-форм характерним є зниження вірулентності порівняно з вихідними батьківськими формами у зв'язку з втратою різних факторів патогенності (адгезії, інвазії, ендотоксину тощо).

L-форми мають здатність тривалий час персистувати в організмі. Втрата клітинної стінки робить їх нечутливими до різних хіміопрепаратів і антитіл. L-форми описано майже для всіх патогенних та умовно-патогенних бактерій (коки, бактерії кишкової групи, шигели дизентерії, мікобактерії, листерії, збудники правця і газової гангрени, бруцели, пастерели тощо).

Див. ММВІ – підрозділ 3.2.*

1.24. Який механізм фарбування бактерій за методом Грама?

Кристалвіолет або генціанвіолет під час фарбування проникає у клітинну стінку бактерій і при подальшій протраві розчином Люголя

(йодом) у стінці грампозитивних бактерій, які мають більший вміст пептидоглікану й менший – ліпідів, утворює специфічний комплекс (преципітат), що не видаляється при наступному знебарвленні спиртом. Тому бактерії, з яких було екстраговано цей комплекс, у подальшому забарвлюються в червоний колір фуксином або сафраніном. Це **грамнегативні** мікроорганізми. Ті мікроби, які зберігають фіолетовий колір, називають **грампозитивними**.

*Див. ПМ** – розділ 3.*

1.25. Які відомі грампозитивні бактерії?

Грампозитивними є стафілококи, стрептококи, всі клостридії і всі бацили, збудники дифтерії, туберкульозу та ін.

Див. ММВІ – підрозділ 3.2.*

1.26. Які відомі грамнегативні бактерії?

До грамнегативних належать ентеробактерії, псевдомонади, нейсерії, звивисті форми бактерій (вібріони, спірили, спірохети, лептоспіри) та ін.

Див. ММВІ – підрозділ 3.2.*

1.27. Коли досягається найкраща роздільна здатність світлового мікроскопа?

Найкраща роздільна здатність світлового мікроскопа досягається при використанні голубого світла, промені якого мають коротку довжину хвилі, для освітлення зразка і при застосуванні лінз із високою нумеричною апертурою.

Див. ММВІ – підрозділ 2.2, ПМ** – розділ 2.*

1.28. Що таке флуорохроми?

Флуорохроми – це спеціальні барвники, які використовують для того, щоб викликати флуоресценцію (світіння) об'єктів, що не мають власної флуоресценції.

Найчастіше застосовують такі флуорохроми, як флуоресцеїнізотіоціанат акридинової оранжевий, акридин жовтий, аурамін, конго червоний, хлорофіл, порфірин, хінін, берберин та ін. Збудження люмінесценції мікроскопічних об'єктів, забарвлених флуорохромами, проводять ультрафіолетовим, фіолетовим і синім світлом.

Див. ММВІ – підрозділ 2.2.*

**Тут і далі ПМ – Практична мікробіологія : навч. посіб. / [С. І. Климяк, І. О. Ситник, В. П. Широбоков та ін.] ; за ред. В. П. Широбокова, С. І. Климяка. – Вінниця : Нова Книга, 2018. – 576 с.