

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І. І. МЕЧНИКОВА
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА МІКРОБІОЛОГІЇ, ВІРУСОЛОГІЇ ТА БІОТЕХНОЛОГІЇ



МІКРОБІОМ ЛЮДИНИ ТА ЙОГО КОРЕКЦІЯ

ЕЛЕКТРОННІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до практичних занять та самостійної роботи
для здобувачів вищої освіти
спеціальностей Біологія та біохімія, Біотехнології та біоінженерія,
Хімія, Фармація, промислова фармація

Одеса
ОНУ імені І. І. Мечникова
2026

**УДК 616.31-085.331:579.864.1
M597**

Укладачі:

Г. В. Ямборко, к. техн. н., доц. кафедри мікробіології, вірусології та біотехнології ОНУ імені І. І. Мечникова;

І. В. Страшнова, к. техн. н., с. н. с. Наукового центру з морської біології та біотехнології ОНУ імені І. І. Мечникова.

Рецензенти:

С. В. Білоконь, к. б. н., доц. кафедри молекулярної біології, біохімії та генетики ОНУ імені І. І. Мечникова;

Т. В. Гладкій, к. б. н., доц. кафедри фізіології, здоров'я і безпеки людини та природничої освіти ОНУ імені І. І. Мечникова.

*Рекомендовано вченою радою біологічного факультету
ОНУ імені І. І. Мечникова.
Протокол № 8 від 23 квітня 2026 р.*

M597 **Мікробіом** людини та його корекція [Електронний ресурс] :
електрон. метод. рек. до практ. занять та самост. роботи для здобувачів
вищ. освіти спец. Біологія та біохімія, Біотехнології та біоінженерія,
Хімія, Фармація, промислова фармація / уклад.: Г. В. Ямборко,
І. В. Страшнова. Одеса : ОНУ імені І. І. Мечникова, 2026. 44 с. 1,3 МБ.

Методичні рекомендації до практичних занять та самостійної роботи для здобувачів вищої освіти з вибіркової дисципліни «Мікробіом людини та його корекція» містять короткі теоретичні відомості з курсу, вказівки до виконання практичних занять та самостійної роботи, завдання для самоконтролю та перевірки знань, перелік рекомендованої літератури.

Видання призначено для здобувачів вищої освіти спеціальностей «Біологія та біохімія», «Біотехнології та біоінженерія», «Хімія», «Фармація, промислова фармація».

УДК 616.31-085.331:579.864.1

ЗМІСТ

Вступ	4
Практичне заняття № 1. Механізми формування і регуляції мікробіому, його взаємодія з організмом господаря	6
Практичне заняття № 2. Мікробіом шкіри	11
Практичне заняття № 3. Мікробіом ротової порожнини	18
Практичне заняття № 4. Мікробіом товстого кишківника	23
Практичне заняття № 5. Регуляторна функція мікробіому	29
Практичне заняття № 6. Дисбіотичні розлади мікробіому	34
Практичне заняття № 7. Сучасні підходи до відновлення мікробіому	39

ВСТУП

Термін «мікробіом» означає все клітинне співтовариство та гени бактерій, вірусів і еукаріотів, які існують в людському організмі. Всі відкриті біотопи тіла людини (ротова порожнина, волосся, ніс, вуха, сечостатеві шляхи, шкіра, очі, шлунково-кишковий тракт, бронхо-легенева система) містять свій власний унікальний специфічний складний мікробний комплекс, що складається зі спеціалізованих мікроорганізмів з різними функціями. Всі локальні мікробіоми перебувають у постійній взаємодії між собою і з макроорганізмом, утворюючи єдину надорганізмову систему. Мікробіом бере активну участь у реалізації широкого спектра життєво важливих фізіологічних процесів, включаючи енергетичний гомеостаз і метаболізм, синтез вітамінів та інших важливих нутрієнтів, ендокринну сигналізацію, регуляцію імунної функції, метаболізм ксенобіотиків, токсинів, канцерогенів, запобігає колонізації патогенами. Зміни в мікробіомі асоціюються з широким спектром шлунково-кишкових і системних захворювань, включаючи запальні хвороби кишечника, астму, ожиріння, метаболічний синдром, серцево-судинну патологію, автоімунні та нейроповедінкові розлади. Для корекції мікробіому пропонуються різні методи терапевтичного впливу на нього: зміна дієти, застосування пробіотиків, пребіотиків або синбіотиків, продуктів функціонального харчування, ентеросорбентів, проведення фекальної трансплантації та ін.

«Мікробіом людини та його корекція» – дисципліна, яка входить до каталогу вибіркових дисциплін ОП першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти біологічного факультету та факультету хімії та фармації Одеського національного університету імені І. І. Мечникова: ОП Біологія та біохімія, ОП Мікробіологія і вірусологія, ОП Біотехнології та біоінженерія, ОП Хімія, ОП Фармація.

Метою дисципліни є надання здобувачам поглибленої інформації про склад і функціональну активність фізіологічного мікробіому людини, впливу зміненого мікробіому на розвиток патологій, а також розуміння сучасних підходів щодо його оздоровлення.

Методичні рекомендації містять опис структури до 7 практичних занять. Для кожного заняття наведено тему, мету, перелік питань для підготовки до заняття, короткі теоретичні відомості, завдання до практичної та самостійної робіт, перелік питань для контролю, перелік рекомендованої літератури.

Самостійна робота здобувачів під час вивчення дисципліни включає теоретичну підготовку з окремих тем курсу, що вивчаються в порядку самостійної роботи, а також підготовку до практичних занять. Теми для самостійного опрацювання наведено у робочій програмі дисципліни. Самостійна

робота здобувачів над засвоєнням навчального матеріалу виконується у бібліотеках, навчальних аудиторіях, комп'ютерних класах, а також у домашніх умовах. Виконані завдання самостійної роботи мають бути розміщені в Google Classroom у відповідній вкладці. Критерії для оцінювання самостійної роботи: своєчасність виконання; самостійність виконання, повнота, грамотність і коректність розкриття основних положень; творчий підхід до постановки і реалізації завдання; відповідність формальним критеріям (структура, послідовність, логічність, мовна грамотність, якість оформлення тощо).

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

Механізми формування і регуляції мікробіому, його взаємодія з організмом господаря

Мета заняття: вивчити закономірності формування мікробіому людини, чинники, що впливають на мікробіом, механізми взаємодії мікроорганізмів з системами господаря для підтримки гомеостазу та запобігання розвитку патологій.

Перелік питань для підготовки до заняття

1. Історія вивчення мікробіому людини.
2. Проєкт «Мікробіом людини» (Human Microbiome Project, HMP).
3. Типи взаємовідносин між мікроорганізмами та макроорганізмом.
4. Анатомічний розподіл мікробіому.
5. Вплив чинників середовища на мікробіом людини.
6. Формування мікробної системи в онтогенезі.

Теоретичні відомості

В результаті тривалої коеволюції людини з мікробним співтовариством виникла додаткова анатомічна система тіла людини, яка отримала назву мікробіом. Історія вивчення мікробіому – це шлях від відкриття світу мікробів до розуміння того, що існує унікальна симбіонтна гібридна система (суперорганізм *Homo sapiens*), яка складається з клітин людини та багатовидового консорціуму мікроорганізмів, що функціонують у динаміці та рівновазі.

Термін «мікробіом» об'єднує сукупність мікроорганізмів, що мешкають у мікроценозах організму здорової людини в нормофізіологічних умовах, а також приепітеліальні біоплівки. Мікробіом має складну органну структуру, функціонуючу у взаємній згоді з усіма іншими органами та системами людини. Всі біотопи тіла людини (ротова порожнина, волосся, ніс, вуха, сечостатеві шляхи, шкіра, очі, шлунково-кишковий тракт, бронхо-легенева система) містять свій власний унікальний специфічний складний мікробний комплекс, що складається зі спеціалізованих угруповань мікроорганізмів з різними функціями (рис. 1).

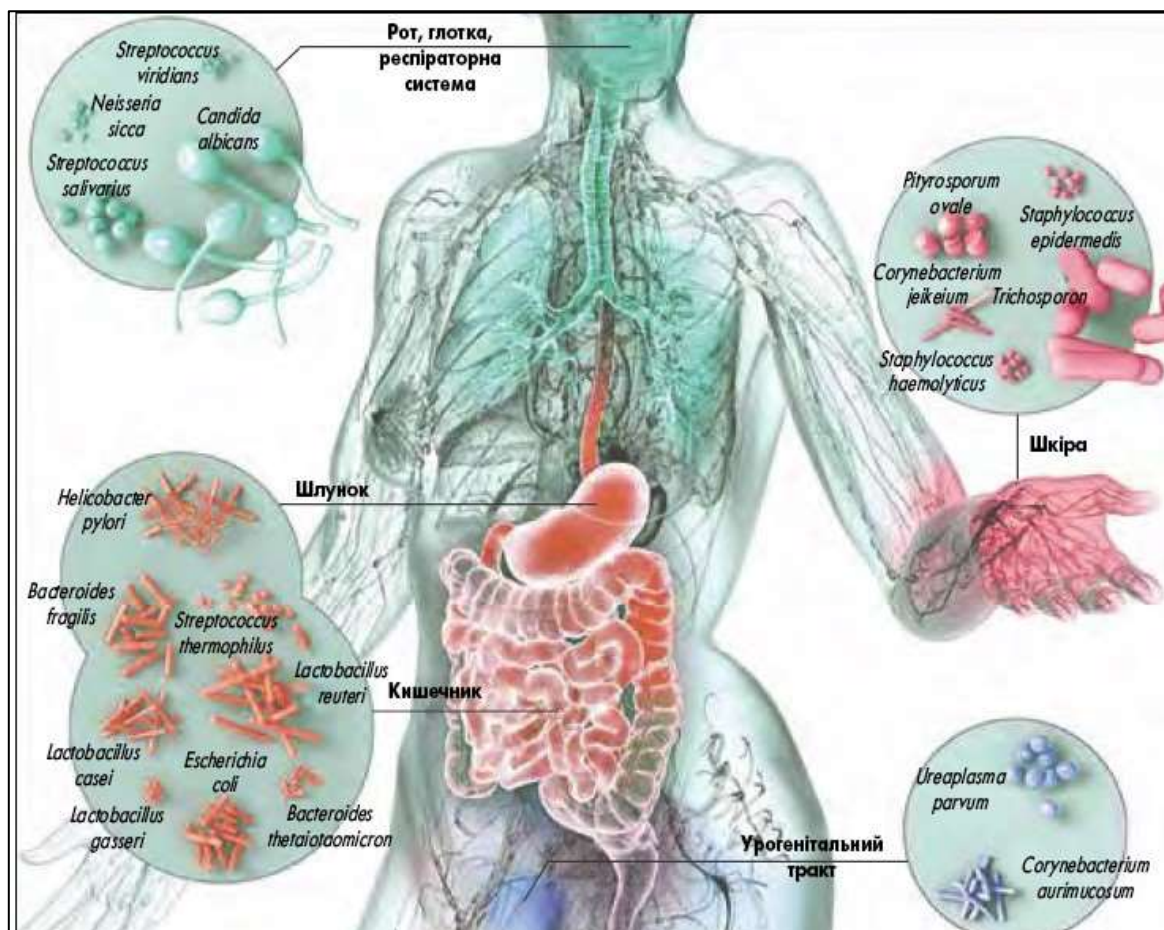


Рис. 1. Індигенні представники мікробіому основних біотопів людини

<https://surli.cc/octawe>

При цьому всі локальні мікробіоми перебувають у постійній взаємодії між собою і з макроорганізмом, утворюючи єдину надорганізмову систему. В сумі чисельність клітин мікробних популяцій складає не менше 100 трильйонів. Тільки у товстій кишці дорослої людини налічується 10^{14} – 10^{15} клітин мікроорганізмів, що перевершує кількість клітин тіла людини майже на два порядки. У складі мікробіому людини виявлені приблизно 1000 видів бактерій, більшість з яких не культивуються *in vitro*. Метагеном, якій за різними оцінками, містить від 2 до 20 мільйонів унікальних бактеріальних генів, у десятки разів більший за геном людини. Окрім бактерій, у складі мікробіому людини присутні інші мікроорганізми (археї, гриби, найпростіші, віруси), які при нормальному стані мікробно-імунної системи вносять певний вклад у виконання мікробіоценозами своїх фізіологічних функцій.

Мікробіом бере активну участь у реалізації широкого спектра життєво важливих фізіологічних процесів, включаючи енергетичний гомеостаз і метаболізм, синтез вітамінів та інших нутрієнтів, ендокринну сигналізацію, регуляцію імунної функції, метаболізм ксенобіотиків, токсинів, канцерогенів та інших шкідливих сполук, запобігає колонізації патогенами.

Процес формування мікробіому починається задовго до народження дитини та продовжується 2–3 роки після народження. У міру дорослішання та старіння організму спостерігаються помітні зміни мікробіому.

Підтримка мікробіому на всіх етапах життя людини має величезне значення для здоров'я населення всіх вікових категорій.

Проект «Мікробіом людини», який був ініційований у 2007 році Національним інститутом здоров'я США (NIH), мав на меті вивчення характеристик мікробіоти, пов'язаної зі здоров'ям та захворюваннями людини. Важливими компонентами проекту є некультуральні методи оцінки мікробіоти, зокрема метагеноміка, а також секвенування амплікону гена 16s рРНК бактерій мікробіоти людини. В рамках проекту вивчали специфічні взаємодії між мікроорганізмами всередині мікробної спільноти, а також між великими спільнотами, роль конкретного мікроорганізму та продуктів його метаболізму в мікробному співтоваристві, вивчення бактеріальних біоплівки. Для оцінки стану мікробіому використовують два ключові показники: α -різноманіття – кількість видів та рівномірність їхнього розподілу всередині одного зразка, високе α -різноманіття зазвичай є ознакою здоров'я; β -різноманіття – міра відмінності мікробного складу між різними зразками (наприклад, порівняння мікробіому здорової людини та пацієнта з діабетом).

Матеріал та обладнання – конспект лекцій, мультимедійна презентація лекційного матеріалу.

Хід роботи

Завдання 1. Порівняйте два сценарії розвитку подій (поява ускладнень, особливості мікробіоти та ін.) у дітей за різних умов народження. Результати міркувань занести у таблицю 1.

Таблиця 1

Аналіз факторів формування мікробіому

Характеристика	Стартовий склад мікробіоти, які групи бактерій домінуватимуть	Ризики розвитку імунних порушень (алергії, астма та ін.)
Дитина А: Народжена шляхом кесаревого розтину, перебуває на штучному вигодовуванні, отримувала курс антибіотиків у віці 3 місяців		
Дитина Б: Народжена природним шляхом, виключно грудне вигодовування, проживає в сільській місцевості з домашніми тваринами		

Поясніть механізм «гігієнічної гіпотези». Як грудне молоко впливає на селекцію конкретних видів бактерій?

Завдання 2. Проаналізуйте динаміку взаємовідносин мікроорганізмів з організмом хазяїна.

Ситуація А: У пацієнта в ротовій порожнині мешкають *Streptococcus mutans*. Поясніть, за яких умов ці бактерії поведуться як комменсали, а за яких умов виступають патогенами? Як називається стан, коли порушується баланс між цими бактеріями та господарем?

Ситуація Б: Проаналізуйте життєдіяльність *Helicobacter pylori*, мешканця шлунку людини. Чому в одних людей він роками існує як комменсал, а в інших спричиняє патології гастроудоденальної природи? Які чинники з боку господаря впливають на зміну типу взаємовідносин?

Завдання 3. Проаналізуйте вплив чинників середовища на мікробіом людини: географічні, сезонні, вікові, харчові. Наведіть приклади впливу на склад мікробіому механічних, хімічних, радіаційних процесів, наявності бактерицидних речовин, імунних механізмів. Заповніть таблицю 2.

Таблиця 2

Вплив чинників середовища на мікробіом

Фактори впливу	Зміни мікробіому	Фактори впливу	Зміни мікробіому
географічні		механічні	
сезонні		хімічні	
вікові		бактерицидні речовини	
харчові		імунні механізми	

Завдання для самостійної роботи

1. Використовуючи дані Проєкту «Мікробіом людини», заповніть порівняльну таблицю 3 для основних біотопів організму людини.

Таблиця 3

Особливості локалізації основних представників мікробіому в біотопах людини

Біотоп	Домінуючі типи бактерій	Умови середовища (рН, вологість, O ₂)	Ключові функції
Шкіра			
Ротова порожнина			
Кишечник			
Дихальні шляхи			
Вагіна			

2. Підготуйте коротке повідомлення на тему «Чому так важливо вивчати мікробіом». Вимогою до оформлення повідомлення є обсяг (2–3 сторінки друкованого тесту, 14 шрифт Times New Roman, 1,5 інтервал) та інформативність. Матеріал має супроводжуватись переліком використаних інформаційних джерел.

Питання для контролю

1. Як спосіб розродження (кесарів розтин vs природні пологи) впливає на стартовий склад мікробіоти немовляти?
2. Яка роль олігосахаридів грудного молока у селективній колонізації кишечника?
3. Як змінюється різноманітність мікробіому в процесі старіння людини?
4. Поясніть механізм «колонізаційної резистентності»: як нормальна біота витісняє патогени?
5. Вплив антибіотиків на стабільність мікробної екосистеми: що таке «мікробний шрам»?
6. Що таке «дисбіоз» та які його основні маркери?
7. Поясніть механізм впливу чинників середовища на мікробіом людини.
8. Чим відрізняється вплив пробіотиків на регуляцію мікробіому?

Електронні та інформаційні ресурси

1. Барер М., Ірвінг Б., Свонн Е., Перера Н. Медична мікробіологія. 19-е видання: у 2 томах. Всеукраїнське спеціалізоване видавництво «Медицина», 2021. 400 с.
2. Бобир В. В., Назарчук О. А., Палій В. Г., Крижановська А. В., Бобир Н. А., Власенко І. Г., Жемера Н. А. Мікробіом людини та сучасні підходи до його збереження (аналітичний огляд). *Вісник Вінницького національного медичного університету*. 2023. Т. 27, № 3. С. 495–500.
DOI: [https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2023-27\(3\)-23](https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2023-27(3)-23)
3. Янковський Д. С., Ширококов В. П., Димент Г. С. Інноваційні технології оздоровлення мікробіому людини. *Nauka innov*. 2018. Т. 14, № 6. С. 11–23.
DOI: <https://doi.org/10.15407/scin14.06.011>
4. Dekaboruah E., Suryavanshi M., Chettri D. et al. Human microbiome: an academic update on human body site specific surveillance and its possible role. *Arch Microbiol*. 2020. Vol. 202. P. 2147–2167.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s00203-020-01931-x>
5. Human Microbiome Project Consortium. Structure, function and diversity of the healthy human microbiome. *Nature*. 2012. Vol. 486. P. 207.
DOI: <https://doi.org/10.1038/nature11234>

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2

Мікробіом шкіри

Мета заняття: вивчити закономірності формування мікробіому шкіри, чинники його регуляції, вивчити склад резидентної та транзиторної мікробіоти різних ділянок шкіри, з'ясувати роль мікробіому у забезпеченні колонізаційної резистентності, оцінити вплив факторів зовнішнього середовища та внутрішніх чинників на стан мікробіому.

Перелік питань для підготовки до заняття

1. Первинна колонізація шкірних покривів плоду.
2. Колонізація шкірних покривів дорослої людини.
3. Розходження в якісному та кількісному складі мікробіоти шкіри у жінок, чоловіків, дітей.
4. Чисельність бактерій на різних ділянках шкірних покривів.
5. Облігатні мікроорганізми шкіри.
6. Мікроорганізми – збудники первинних інфекційних процесів на шкірі

Теоретичні відомості

Шкіра людини, яка є життєво важливим органом, значною мірою колонізована різноманітними групами мікробної біоти та, по суті, функціонує як фізичний бар'єр, який забезпечує імунну систему, а також запобігає проникненню небажаних патогенів або їх токсинів.

Мікробіом шкіри – це сукупність усіх мікроорганізмів (бактерій, грибів, вірусів) та кліщів тощо, що населяють шкірний покрив. Загальна кількість бактерій на шкірі однієї людини коливається від 100 млн. до 1 млрд. на 1 см² шкіри знаходяться 10³- 10⁴ КУО, на ділянках із підвищеною вологістю 10⁶ КУО.

Первинна колонізація шкірних покривів плода відбувається при пологах, але мікробіота родових шляхів протягом тижня заміщається іншими мікроорганізмами.

Основні представники резидентної мікробіоти шкіри: *Staphylococcus epidermidis*, бактерії родів *Micrococcus*, *Sarcina*, аеробні та анаеробні представники родів *Corynebacterium*, *Propionibacterium* (*Cutibacterium*). Транзиторні: *Staphylococcus aureus*, α-гемолітичні і негемолітичні бактерії роду *Streptococcus*, дріжджеподібні гриби роду *Candida*, гриби роду *Malassezia*.

Основні зони колонізації шкіри мікроорганізмами – епідерміс, роговий шар шкіри, шкірні залози і верхні відділи волосяних фолікулів. Мікробіота волосяного покриву ідентична мікробіоти шкіри. В осінньо-зимовий період

кількість бактерій на шкірі збільшується, що вказує на зниження бактерицидних властивостей шкіри в цей період року. Якісний та кількісний склад мікробіоти шкіри критично залежить від фізіологічних умов конкретної ділянки (рис. 2).

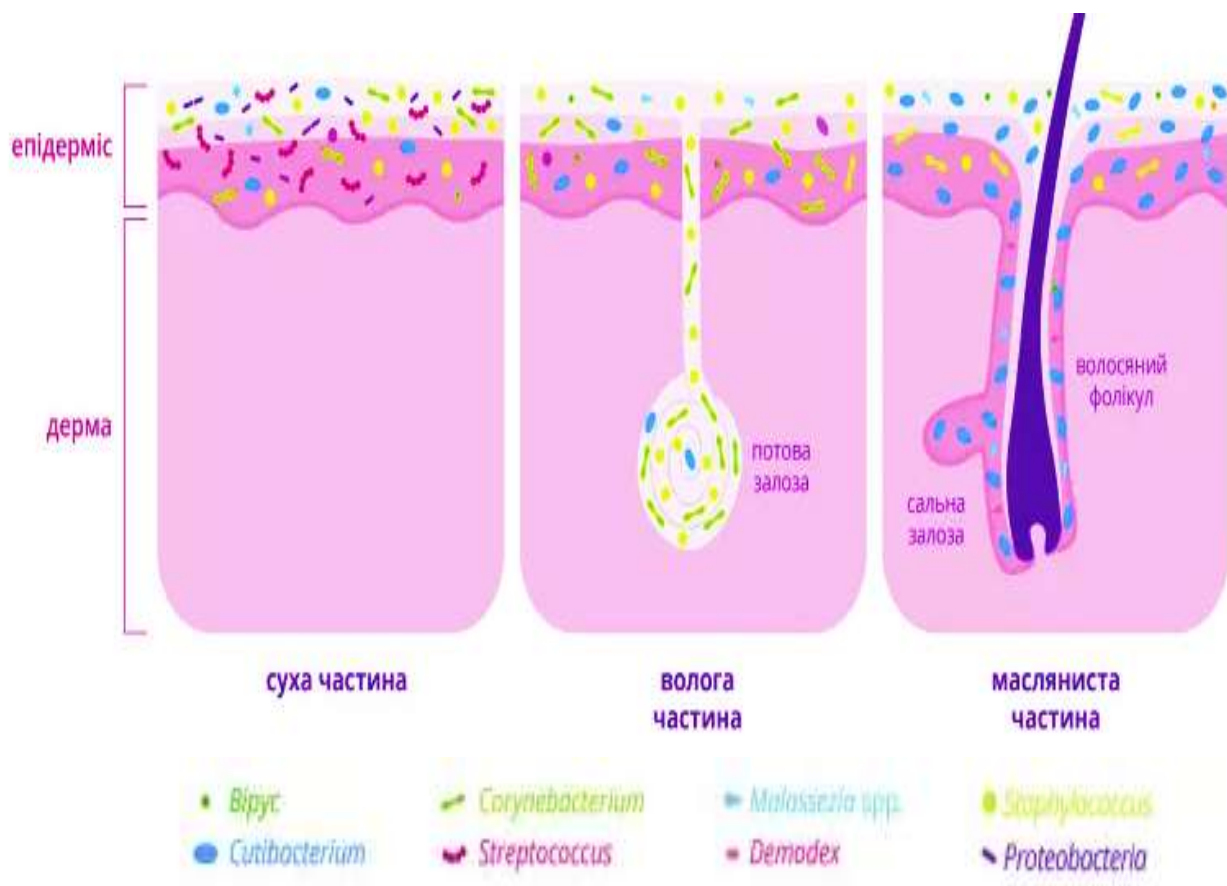


Рис. 2. Представники різних ділянок мікробіоти шкіри
<https://www.biocodexmicrobiotainstitute.com/uk/mikrobiota-shkiry>

Для кожного індивіда характерний тільки йому властивий склад шкірних мікроценозів, порушення яких веде до підвищеного ризику різних захворювань. Порушення гігієнічного режиму є причиною уражень шкіри. Мікробіота шкіри має велике значення при поширенні мікроорганізмів повітряно-краплинним шляхом внаслідок десквамації шкірних лусочок.

Склад мікробіоти шкіри може мінятися при сильних емоційних впливах. Відмічені зміни у складі мікробіоти шкіри людей, які страждають психічними захворюваннями.

Функції мікробіому шкіри: бар'єрна функція: забезпечення колонізаційної резистентності; підтримка рН: розщеплення ліпідів шкірного сала до вільних жирних кислот, що підтримує кисле середовище (рН 4.7–5.5), згубне для патогенів; імунна модуляція.

Шкіра постійно піддається впливу різних ендогенних та екзогенних факторів, які потенційно впливають на збалансовану систему, тим самим

викликаючи різні патофізіологічні стани. Дисбіоз шкіри може призвести до наступних захворювань, а саме: надлишок *Cutibacterium acnes* призводить до акне, надмірна колонізація *Staphylococcus aureus* викликає atopічний дерматит, надмірне розмноження *Malassezia* викликає себореїний дерматит.

Матеріал та обладнання – конспект лекцій, мультимедійна презентація лекційного матеріалу, рН-метр, лакмусові смужки, фізіологічний розчин, папір з генціановим фіолетовим; розчин Люголя; 96⁰ етиловий спирт; водний фуксин; фільтрувальний папір та марля; предметні стекла; спиртівки; бактеріологічні петлі; імерсійне масло; мікроскопи, стерильні чашки Петрі з МПА, шпателі Дригальського, дозатори, маркер для скла, мило (звичайне тверде або рідке), спиртовий антисептик (70 % етанол або ізопропанол), термостат (для інкубації при 37 °C).

Хід роботи

Завдання 1. За допомогою електронного рН-метра або лакмусових смужок виміряйте рН різних типів шкіри у добровольців (суха (передпліччя), жирна (крила носу), волога (пахвова впадина), комбінована (чоло). Потім щільно притисніть стерильне знежирене предметне скло до шкіри. Мазок висушіть на повітрі, зафіксуйте в полум'ї спиртівки, потім пофарбуйте за методом Грама:

- смужку фільтрувального паперу, просоченого генціановим фіолетовим, покласти на мазок, налити 2–3 краплі води і щільно притиснути папір до мазка (час забарвлення 1–2 хв.)
- зняти папір, злити барвник та, не промиваючи препарат водою, забарвити його розчином Люголя (1–2 хв.);
- розчин Люголя злити (не промиваючи водою) і обробити препарат 96⁰ етиловим спиртом (30 сек.);
- препарат швидко промити водою і додатково забарвити водним розчином фуксину (1–2 хв.);
- препарат промити водою, висушити фільтрувальним папером та дослідити під мікроскопом з імерсією мінімум 20 полів зору.

Після мікроскопіювання порівняйте мазки з різних ділянок тіла та заповніть таблицю 4.

Результати дослідження морфології клітин мікроорганізмів з різних ділянок шкіри людини

Об'єкт (ділянка шкіри)	pH	Грам +/-	Форма клітин	Просторове розташування клітин	Наявність спор	Малюнок, загальне збільшення
суха (передпліччя)						
жирна (крила носу)						
волога (пахвова впадина)						
комбінована (чоло)						

Зробіть висновок про характерні морфотипи мікроорганізмів різних ділянок шкіри.

Завдання 2. Стерильним ватним тампоном зробіть змив з обраних ділянок шкіри (трафарет 5 x 5 см або 2 x 2 см) з дотриманням правил асептики. Проводьте тампоном по шкірі у трьох напрямках: горизонтально, вертикально та по діагоналі, щоб максимально зібрати мікробіоту. Матеріал ретельно суспензуйте в 5 мл фізіологічного розчину.

На поверхню МПА дозатором нанесіть точний об'єм (0,1 мл) суспензії та розподілити його стерильним скляним шпателем по поверхні середовища. Закриті чашки Петрі з посівами дном догори помістіть у термостат з температурою 36 °С та інкубуйте 24–48 год. Здійснити облік колоній мікроорганізмів шкіри в чашках Петрі з МПА. Методом Коха визначити кількість живих клітин мікроорганізмів в 1 мл суспензії, користуючись наступною формулою:

$$M = \frac{a \times 10^n}{V}, \text{ де}$$

M – кількість клітин в 1 мл

a – середнє число колоній при висіві даного розведення

10ⁿ – розведення, з якого зроблено посів

V – об'єм суспензії для посіву в мл.

Перерахуйте цей показник на загальну площу, з якої брався змив, користуючись наступною формулою:

$$N = \frac{M \times V_{total}}{S}, \text{ де}$$

N – кількість мікробних клітин на 1 см² шкіри

M – кількість КУО в 1 мл суспензії (розрахована методом Коха)

V total – загальний об'єм рідини, якою робили змив (5 мл фізрозчину у пробірці)

S – площа поверхні шкіри, з якої робили змив

Результати досліджень внесіть у таблицю 5.

Таблиця 5

Чисельність мікроорганізмів, що вирости на МПА, і розрахунок кількості мікроорганізмів на 1 см² шкіри

Об'єкт (ділянка шкіри)	pH	Чисельність мікроорганізмів, (КУО/мл)	S, площа трафарету (см ²)	M, клітин/ см ²
суха (передпліччя)				
жирна (крила носу)				
волога (пахвова впадина)				
комбінована (чоло)				

Порівняйте кількість та різноманітність колоній мікроорганізмів на обраних ділянках шкіри. Зробіть висновок про мікробне обсеменіння різних ділянок шкіри. Вкажіть, де спостерігали найбільшу щільність бактерій, та як це можна пояснити.

Завдання 3. Здійсніть експеримент щодо впливу антисептиків та мила на резидентну мікробіоту шкіри рук.

На дні чашки Петрі з МПА (із зовнішнього боку) накресліть маркером дві перпендикулярні лінії, розділивши її на 4 рівні сектори та підпишіть їх.

Сектор 1 (Контроль): притисніть подушечку вказівного пальця до поверхні агару на 3–5 секунд.

Сектор 2 (Мило): Ретельно вимийте руки з милом протягом 30 секунд, висушіть їх чистим (краще стерильним) паперовим рушником, та зробіть відбиток того ж пальця у другому секторі.

Сектор 3 (Антисептик): обробіть руки антисептиком згідно з інструкцією (втирайте до повного висихання), зробіть відбиток пальця у третьому секторі.

Сектор 4 (Відновлення): протягом наступних 2 годин ведіть звичайну діяльність (не мийте руки і не використовуйте антисептик), після чого зробіть відбиток. Помістіть чашку в термостат при 37 °C на 24–48 годин дном догори.

Після інкубації проаналізуйте щільність росту (високу, суцільну, мінімальну, середню, помірну, зростаючу) і типи колоній у кожному секторі, та систематизуйте візуальні спостереження у вигляді таблиці 6.

Оцінка ефективності гігієнічної обробки рук за показниками росту мікробіоти шкіри рук

Сектор	Щільність росту	Морфологічні особливості колоній	Інтерпретація результатів
1 – Контроль			
2 – Мило			
3 – Антисептик			
4 – Відновлення			

Зробіть висновок про мікробне обсеменіння різних ділянок шкіри після обробки милом та антисептиком. Проаналізуйте, чи вдалося повністю позбутися мікробів після мила? Чому через 2 години кількість бактерій на шкірі знову починає зростати?

Завдання для самостійної роботи

1. Тема експозому є однією з найсучасніших у дерматології. Вона вивчає сукупність усіх негенетичних факторів (зовнішніх та внутрішніх), які впливають на мікробіом людини протягом життя. Заповніть таблицю 7, розподіливши наступні фактори за категоріями: природні (УФ-випромінювання, міський зміг (PM2.5), жорстка вода, клімат та погода), антропогенні (забруднення повітря, хімічні речовини – пестициди, важкі метали, якість води, синє світло (HEV) від екранів), соціально-поведінкові (раціон харчування, шкідливі звички, стрес, фізична активність, антибіотикотерапія), догляд за шкірою.

Таблиця 7

Типи впливів експозом-факторів на мікробіом шкіри

Категорія експозом-факторів	Механізм впливу	Наслідок для мікробіому
Природні		
Антропогенні		
Соціально-поведінкові		
Догляд за шкірою		

Складіть список із 5 факторів експозому, які впливали на вашу шкіру протягом останніх 24 годин. Оцініть кожен фактор за 5-бальною шкалою (де 1 – мінімальний вплив, 5 – критичний) та запропонуйте один метод нейтралізації для найсильнішого фактора.

2. Підготуйте коротке повідомлення на тему «Методи корекції мікробіому шкіри: Пробіотики vs Антибіотики». Знайдіть склад (INCI) популярного комерційного засобу від акне та проаналізуйте його. Вимогою до оформлення повідомлення є обсяг (2–3 сторінки друкованого тексту, 14 шрифт Times New Roman, 1,5 інтервал) та інформативність. Матеріал має супроводжуватись переліком використаних інформаційних джерел.

Питання для контролю

1. Які основні таксономічні групи бактерій домінують на шкірі?
2. Яку роль відіграє рН шкіри у регуляції чисельності мікроорганізмів і як він підтримується?
3. Що таке колонізаційна резистентність і які механізми її забезпечення мікробіомом шкіри?
4. Як мікробіом шкіри взаємодіє з імунною системою?
5. Проаналізуйте сезонні коливання у складі мікробіому шкіри здорових людей.
6. Проаналізуйте вплив бактерицидних засобів гігієни на мікробіом шкіри.
7. Які існують методи кількісного та якісного дослідження мікрофлори шкіри?
8. Що таке дисбіоз (дисбактеріоз) шкіри та які чинники його провокують?

Електронні та інформаційні ресурси

1. Adamczyk K., Garnarczyk A.A., Antończak P.P. The microbiome of the skin. *Dermatol. Rev./Przegl. Dermatol.* 2018. Vol. 105. P. 285–297.
DOI: <https://doi.org/10.5114/dr.2018.75584>.
2. Chilicka K., Dzieńdziora-Urbińska I., Szyguła R. Microbiome and Probiotics in Acne Vulgaris - A Narrative Review. *Life (Basel)*. 2022. Vol. 12(3). P. 422.
DOI: <https://doi.org/10.3390/life12030422>
3. Engstrand L., Fry L. Investigation of the skin microbiome: Swabs vs. biopsies. *Br. J. Dermatol.* 2019. Vol. 181. P. 572–579.
DOI: <https://doi.org/10.1111/bjd.18279>
4. Kong H. H., Andersson B., Clavel T. Performing skin microbiome research: A method to the madness. *J. Investig. Dermatol.* 2017. Vol. 137. P. 561–568.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jid.2016.10.033>
5. Skowron K., Bauza-Kaszewska J., Kraszewska Z. Human Skin Microbiome: Impact of Intrinsic and Extrinsic Factors on Skin Microbiota. *Microorganisms*. 2021. Vol. 9. P. 543–547.
DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms9030543>

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

Мікробіом ротової порожнини

Мета заняття: вивчити закономірності формування мікробіому ротової порожнини, чинники його регуляції, вивчити склад резидентної та транзиторної мікробіоти різних біотопів ротової порожнини, з'ясувати роль мікробіому у забезпеченні колонізаційної резистентності, оцінити вплив факторів зовнішнього середовища та внутрішніх чинників на стан мікробіому.

Перелік питань для підготовки до заняття

1. Нормальна та резидентна мікробіота основних біотопів порожнини рота.
2. Роль мікробіому ротової порожнини.
3. Формування мікробіому ротової порожнини та його зміни протягом життя.
4. Етапи формування зубної біоплівки.
5. Фактори, що впливають на кількісний і якісний склад мікробіоти ротової порожнини.
6. Дисбіоз ротової порожнини.

Теоретичні відомості

Мікробіом ротової порожнини – це сукупність мікроорганізмів (бактерії, віруси, гриби, археї), які постійно мешкають у роті людини. Їх кількість і різноманітність роблять ротову порожнину однією з найскладніших і найрізноманітніших екосистем людського організму. У дорослому віці мікробіота ротової порожнини представлена великою різноманітністю мікроорганізмів, серед яких домінують бактерії, такі як стрептококи (30–60 %). Окрім стрептококів, у ротовій порожнині людини присутні численні види інших бактерій: грампозитивні коки родів *Abiotrophia*, *Peptostreptococcus*, *Stomatococcus*; грампозитивні палички родів *Actinomyces*, *Bifidobacterium*, *Corynebacterium*, *Eubacterium*, *Lactobacillus*, *Propionibacterium*, *Rothia*; грамнегативні коки родів *Moraxella*, *Neisseria*, *Veillonella*; грамнегативні палички родів *Campylobacter*, *Capnocytophaga*, *Desulfobacter*, *Desulfovibrio*, *Eikenella*, *Fusobacterium*, *Hemophilus*, *Leptotrichia*, *Prevotella*, *Selenomonas*, *Simonsiella*, *Treponema*, *Wolinella*. Загалом у роті налічується близько 700 видів бактерій з переважанням таких типів як *Firmicutes*, *Actinobacteria*, *Proteobacteria*, *Fusobacteria* та *Bacteroidetes*.

Ротову порожнину можна розділити на 4 біотопа. Перший біотоп – слизові оболонки. У під'язичних складках і криптах слизової переважають облигатні анаероби; щільність кожного з видів становить 10^2 – 10^3 КУО/мм². У ясенних кишнях (другий біотоп) мікробна популяція досягає 10^{10} КУО/мл. Зубна бляшка

(третій біотоп) – наймасивніше та найрізноманітніше бактеріальне скупчення ротової порожнини, де кількість мікроорганізмів становить від 100 до 300 млн в 1 мг. Видовий склад представлений практично всіма мікроорганізмами з перевагою стрептококів. У слині (четвертий біотоп) бактерії виявляються в концентрації 10^8 – 10^{10} КУО/мл, близько половини з них анаероби. Також у ротовій порожнині зустрічаються представники грибів (*Candida*) і найпростіших.

Значення мікробіому ротової порожнини:

- стимулює розвиток лімфоїдної тканини;
- завдяки антагоністичному впливу пригнічує розмноження різних патогенних видів бактерій, які потрапляють у порожнину рота;
- підтримує фізіологічне запалення у слизовій оболонці та підвищує готовність до імунних реакцій;
- забезпечує самоочищення ротової порожнини;
- сприяє постачанню організму амінокислот та вітамінів;
- метаболіти мікроорганізмів стимулюють секрецію слинних та слизових залоз;
- є збудниками та головними етіологічними агентами основних стоматологічних захворювань.

Резидентні мікроорганізми ротової порожнини формують біоплівки, які захищають їх та сприяють виживанню. Мікробіом зубного нальоту – це класичний приклад біоплівки, де сотні видів бактерій взаємодіють між собою, обмінюючись генетичною інформацією та поживними речовинами (рис. 3).



Рис. 3. Біоплівка на поверхні зубної емалі

<https://www.shutterstock.com/ru/image-vector/healthy-diseased-gum-oral-biofilm-dental-1274148016>

Зубна бляшка зазвичай є результатом структурних змін зубного нальоту, що складається з мікроорганізмів з незначним включенням безструктурної речовини органічної природи; її утворення є ключовим механізмом виникнення та розвитку карієсу зубів та захворювань пародонту.

Матеріал та обладнання – конспект лекцій, мультимедійна презентація лекційного матеріалу, лакмусові смужки, папір з генціановим фіолетовим; розчин Люголя; 96⁰ етиловий спирт; водний фуксин; фільтрувальний папір та марля; предметні стекла; спиртівки; бактеріологічні петлі; імерсійне масло; мікроскопи.

Хід роботи

Завдання 1. Для вивчення резидентної мікробіоти приготуйте мазок із зубного нальоту. Забір матеріалу здійснити стерильною зубочисткою. Важливо взяти матеріал саме з ділянок найбільшого скупчення мікроорганізмів – це ясенна борозна, міжзубні проміжки або наліт на шийці зуба. Взятий матеріал нанести на предметне скло поруч із краплею води та розтерти насухо, а потім внести петлею воду, поступово приготувати однорідну завись і рівномірно розподілити її на поверхні скла. Мазок висушити на повітрі, зафіксувати в полум'ї спиртівки, потім пофарбувати за методом Грама (див. заняття 2). Препарат дослідити під мікроскопом з імерсією. Після мікроскопіювання заповніть таблицю 8.

Таблиця 8

Результати мікроскопічного дослідження мазка зубного нальоту

Ознака	Аналіз
Оцінка мікробного пейзажу	
Домінуючі морфотипи	
Наявність спірохет	
Наявність лейкоцитів	
Епітелій	

Для клінічної оцінки мікробного пейзажу використовуйте наступну шкалу:

1. Поодинокі клітини в полі зору: нормальний стан гігієни.
2. Помірна кількість мікроорганізмів: типова картина для резидентної мікробіоти.
3. Велика кількість мікроорганізмів: ознака незадовільної гігієни або патологічного процесу.

Домінуючі морфотипи: грампозитивні коки (переважно стрептококи *S. mutans*, *S. sanguis*), які складають основу зубної біляшки. Якщо їх забагато — це сигнал про ризик карієсу. Наявність грамнегативних паличок (фузобактерій та вейлонел) у помірній кількості – це норма. Велика кількість веретеноподібних фузобактерій та спірохет часто корелює з пародонтитом або виразково-некротичними процесами.

При вивченні мазка зверніть увагу на наявність лейкоцитів. У здоровому стані їх майже немає. Поява великої кількості сегментоядерних лейкоцитів – це пряма ознака гінгівіту або стоматиту.

Зробіть висновок: Здорова мікробіота чи наявний патологічний стан.

Завдання 2. Проаналізуйте зміни мікробіоти ротової порожнини під впливом різних чинників, наприклад, при носінні брекетів (механічний стрес) або палінні (хімічний стрес) порівняно з групою контролю (здоровими людьми з якісною гігієною та без шкідливих звичок). Приготуйте мазки із зубного нальоту (див. завдання 1), дослідите під мікроскопом з імерсією та заповніть таблицю 9.

Таблиця 9

Вплив механічного та хімічного стресу на мікробіоту ротової порожнини

Показник	Контроль (норма)	Носіння брекетів	Паління
Оцінка мікробного пейзажу			
Домінантна мікробіота			
pH середовища			
Основний ризик			

Зробіть висновок як змінюється мікробіом ротової порожнини в результаті носіння брекетів та паління.

Завдання 3. З перших днів життя ротова порожнина колонізується мікроорганізмами, чисельність і розмаїття видів яких визначається багатьма чинниками. Охарактеризуйте чинники ендогенного та екзогенного характеру.

Завдання для самостійної роботи

1. За результатами самостійної роботи з конспектом лекцій та джерелами рекомендованої літератури заповніть таблицю 10.

Основні представники мікробіому ротової порожнини

Рід	Морфологія, фарбування за Грамом	Спектр фізіологічних функцій	Чи можуть становити небезпеку для здоров'я людини та за яких умов
<i>Streptococcus</i>			
<i>Staphylococcus</i>			
<i>Veillonella</i>			
<i>Neisseria</i>			
<i>Lactobacillus</i>			
<i>Corynebacterium</i>			
<i>Bifidobacterium</i>			
<i>Porphyromonas</i>			
<i>Prevotella</i>			
<i>Fusobacterium</i>			

2. Підготуйте коротке повідомлення на тему «Взаємозв'язок порушень мікробіому ротової порожнини з системними захворюваннями». У повідомленні висвітлити, як дисбіоз ротової порожнини може впливати на загальний стан здоров'я, зокрема, обговоріть зв'язок між пародонтитом і серцево-судинними захворюваннями, цукровим діабетом та іншими запальними станами. Вимогою до оформлення повідомлення є обсяг (2–3 сторінки друкованого тесту, 14 шрифт Times New Roman, 1,5 інтервал) та інформативність. Матеріал має супроводжуватись переліком використаних інформаційних джерел.

Питання для контролю

1. Склад мікробіому ротової порожнини (бактерії, гриби та віруси).
2. Функції мікробіому ротової порожнини.
3. Як мікробіом змінюється протягом життя: від народження до дорослого віку?
4. Зубна бляшка: механізм утворення та локалізація.
5. Мікробіом і стоматологічні захворювання. Як порушення балансу мікробіому (дисбіоз) призводить до розвитку карієсу та пародонтиту.
6. Взаємозв'язок мікробіому ротової порожнини з системними захворюваннями (серцево-судинними захворюваннями, цукровим діабетом та іншими запальними станами).
7. Екзогенні та ендогенні фактори, що впливають на мікробіом ротової порожнини.
8. Шляхи покращення здоров'я мікробіому ротової порожнини.

Електронні та інформаційні ресурси

1. Коваленко Н. І. Нормальна мікрофлора та мікрофлора при патологічних процесах ротової порожнини. Харків: ХНМУ, 2021. 52 с.
<https://repo.knmu.edu.ua/bitstreams/0604112d-3dd6-4ec3-a3c1-1ce1a31c91c8/download>.
2. Завадський С. В., Клименко Н. П. Омікс-технології у дослідженні мікробіоти ротової порожнини. *Oral Health Journal*. 2023. № 1 (147). С. 30–45.
<https://oralhealth.zaslavsky.com.ua/index.php/journal/article/download/147/144/10>
3. Лобань Г. А., Фаустова М. О., Ананьєва М. М., Басараб Я. О. Унікальні властивості мікроорганізмів, що формують біоплівку порожнини рота. *Zaporozhye medical journal*. 2019. Volume 21. №. 3, P. 391–396.
DOI: <https://doi.org/10.14739/2310-1210>
4. Янковський Д. С., Широбоков В. П., Димент Г. С. Інноваційні технології оздоровлення мікробіому людини. *Nauka innov*. 2018. Т. 14, № 6. С. 11–23.
DOI: <https://doi.org/10.15407/scin14.06.011>
5. Dewhirst F. E. The Oral Microbiome: Critical for Understanding Oral Health and Disease. *J Calif Dent Assoc*. 2016. Vol. 44. Issue 7. P. 409–410.
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7061343/>

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4 Мікробіом товстого кишківника

Мета заняття: вивчити закономірності формування мікробіому товстого кишківника, чинники його регуляції, вивчити склад резидентної та транзитної мікробіоти, з'ясувати роль мікробіому у забезпеченні колонізаційної резистентності, оцінити вплив факторів зовнішнього середовища та внутрішніх чинників на стан мікробіому.

Перелік питань для підготовки до заняття

1. Основні групи мікроорганізмів товстого кишечника.
2. Резидентна мікробіота товстого кишківника.
3. Фізіологічні функції мікробіому товстого кишківника.
4. Формування мікробіому товстого кишківника та його зміни протягом життя.
5. Фактори, що впливають на кількісний і якісний склад мікробіому товстого кишківника.
6. Дисбіоз товстого кишківника.

Теоретичні відомості

Кількісний та якісний склад мікробіому кишківника людини є надзвичайно складним і динамічним показником. Кишківник людини містить близько 10^{13} – 10^{14} мікроорганізмів. Градієнт щільності: шлунок: 10^1 – 10^3 КУО/мл, тонка кишка: 10^4 – 10^7 КУО/мл, товста кишка: 10^{11} – 10^{12} КУО/г вмісту (найвища щільність мікроорганізмів у природі) (рис. 4).

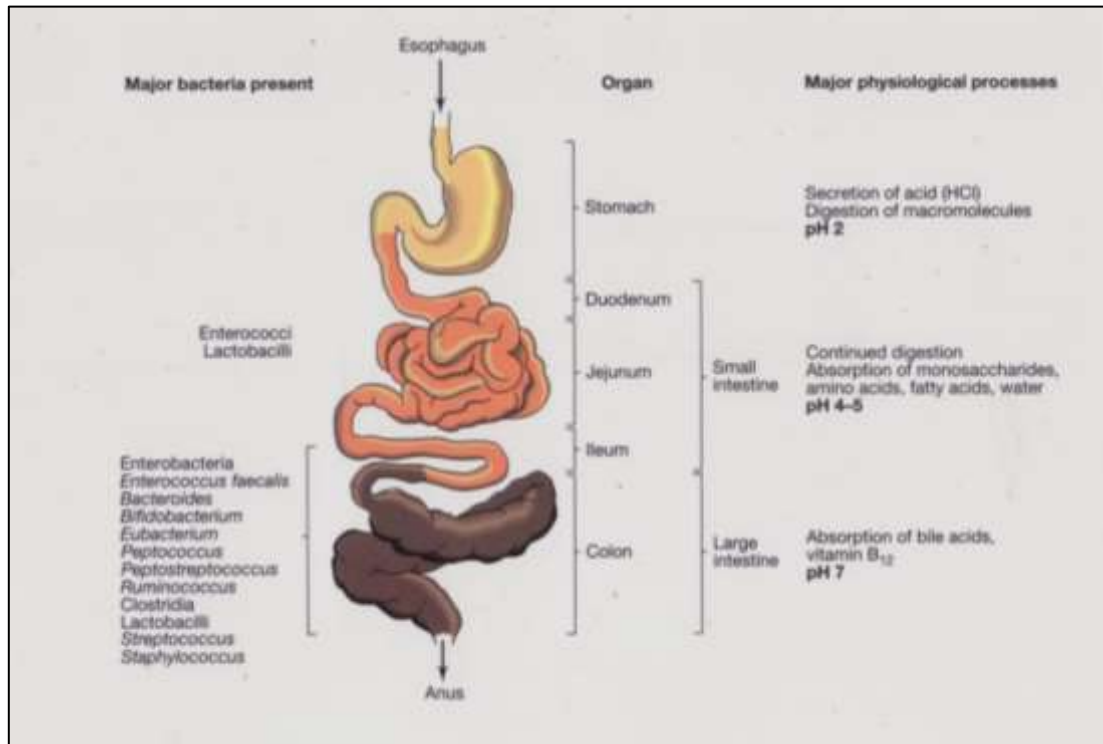


Рис. 4. Якісний склад мікробіому кишківника

[<http://www.prenhall.com>]

Мікробіом складається з бактерій (бактеріом), вірусів (віром), грибів (мікобіом) та архей. Понад 90% бактеріального складу припадає на наступні основні типи:

1. Firmicutes. Включають представників родів *Lactobacillus*, *Clostridium*, *Enterococcus*, які відіграють ключову роль у розщепленні клітковини та енергетичному обміні.
2. Bacteroidetes. Переважно представлені родом *Bacteroides*, які розщеплюють складні полісахариди.
3. Actinobacteria. Зокрема рід *Bifidobacterium*, що є домінуючим у немовлят.
4. Proteobacteria, до якого відносяться ентеробактерії (наприклад, *E. coli*). У нормі їхня частка невелика, а різке зростання свідчить про дисбіотичні порушення.

Формування мікробіому товстого кишківника починається з першим подихом дитини, але в перші три дні, поки дитина харчується молозивом (молоко, збагачене імуноглобулінами матері), в товстому кишківнику

розмножуються різноманітні, в тому числі гнильні бактерії. Як тільки дитина починає харчуватися грудним молоком матері, гнильні бактерії зникають і формується постійна мікробіота, в якій переважають бактерії, що утворюють при ферментації глюкози молочну кислоту.

У товстому кишківнику дорослої людини виявлено від 260 до майже 500 видів бактерій, загальна біомаса їх становить 1,5 кг (за деякими даними – до 4 кг). Загальна кількість – 10^{12} КУО/г або 250 млрд в 1 г фекалій.

Мікробіоту товстого кишківника поділено на чотири групи:

1) Основна (облігатна), її масу складають облігатні анаероби, що не утворюють спор, – грампозитивні бактерії роду *Bifidobacterium* (*B. bifidum*) і грамнегативні бактерії родини *Bacteroidaceae* (*B. vulgatus*). На частку біфідобактерій і бактероїдів доводиться від 90% до 96–99% всій мікробіоти товстого кишківника. До облигатной мікробіоти відносять також анаеробні грамнегативні аспорогенні представники родів *Veillonella*, *Neisseria*, *Fusobacterium* та ін.; грампозитивні аспорогенні представники родів *Peptococcus*, *Peptostreptococcus*; в менших кількостях спороутворюючі бактерії роду *Clostridium*.

2) Супутня мікробіота, яку складають факультативні анаероби, головним чином *E. coli*, грампозитивні ентерококи і молочнокислі бактерії роду *Lactobacillus*. На їх частку припадає від 1–4% до 8–10% всієї мікробіоти.

3) Залишкова мікробіота. На її частку припадає 0,01–0,001% від всіх мікроорганізмів товстого кишківника. До цієї групи належать *Staphylococcus*, *Proteus*, *Candida*, *Clostridium*, *Pseudomonas*.

4) різні інші представники родини *Enterobacteriaceae*, які тимчасово або постійно виявляються у кишківнику і викликають кишкові інфекції.

Фізіологічні функції мікробіоту товстого кишківника:

- протиінфекційний захист (колонізаційна резистентність) – виражається у прояві антагоністичної активності (синтез органічних кислот, перекису водню, бактеріоцинів, лізоциму, конкуренція за їжу та місця адгезії, висока швидкість зростання популяції); стимуляції протівірусного захисту, імуномодуючій активності;
- біосинтетична – синтез вітамінів, жирних кислот, амінокислот, пептидів, гормонів, екзополісахаридів, сигнальних молекул;
- травна – участь у метаболізмі вуглеводів, протеїнів, ліпідів, нуклеїнових кислот, холестерину та ін.; транзиті нутриєнтів; регуляція м'язового тону та газового складу кишківника; регенерація епітеліальної тканини;
- детоксикаційна – інактивація та виведення отруйних сполук, руйнування мутагенів, канцерогенів та ін.;

- трофічна – забезпечення епітелію субстратами глюконеогенезу та ліпогенезу;
- енергетична – участь у забезпеченні еукаріотичних клітин енергією;
- фізико-хімічна – підтримка у приепітеліальній зоні оптимальних значень рН, редокс-потенціалу, іонного складу, в'язкості глікокаліксу;
- процесінг харчових продуктів – забезпечення первинної імунологічної толерантності до харчових антигенів;
- терморегулююча – підтримка у біотопі оптимальної температури;
- регуляторна – регуляція циркуляції жовчних кислот та інших макромолекул, симбіозів прокаріотичних та еукаріотичних клітин, поведінкових реакцій (апетит, сон, настрої), реплікації та фенотипової експресії генів;
- генетична – сховище мікробного генетичного матеріалу.

Матеріал та обладнання – конспект лекцій, мультимедійна презентація лекційного матеріалу.

Хід роботи

Завдання 1. Провести аналіз мікробіоценозу товстого кишківника. Умова: До лабораторії надійшли результати секвенування 16S рРНК фекалій пацієнта, який протягом 14 днів приймав антибіотики широкого спектра дії. Вихідні дані: *Firmicutes*: зниження на 40% від норми, *Bacteroidetes*: зниження на 30% від норми, *Proteobacteria* (зокрема *Enterobacteriaceae*): зростання у 5 разів.

Питання для обговорення: Як називається такий стан екосистеми кишківника? Які фізіологічні наслідки для організму матиме різке зниження популяції *Firmicutes*? Чим викликане зростання кількості протеобактерій після антибіотикотерапії?

Завдання 2. Опишіть значущість факторів, що впливають на склад мікробіому товстого кишківника: дієта, різні типи харчування, медичні втручання, фармацевтичні препарати, БАДи, фізична активність, стрес, сон та ін. Дані внесіть у таблицю 11.

Таблиця 11

Фактори, що впливають на мікробіом товстого кишківника

Фактор	Механізм впливу та значущість	Наслідки для мікробіому
Дієта та типи харчування		
Антибіотики		
Інші медикаменти		
Про- та пребіотики		

Фізична активність		
Стрес		
Сон та циркадні ритми		
Медичні втручання (операції)		
Алкоголь та куріння		

Завдання 3. Імуномодуюча функція мікробіому товстого кишківника полягає у стимуляції розвитку GALT (gut-associated lymphoid tissue – лімфоїдної тканини, асоційованої з кишківником), стимуляції плазматичних клітин до вироблення секреторного імуноглобуліну А (sIgA) та впливу мікробіому на цитокіновий профіль. Опишіть та поясніть механізми даних процесів.

Завдання для самостійної роботи

1. За результатами самостійної роботи з конспектом лекцій та джерелами рекомендованої літератури заповніть таблицю 12.

Таблиця 12

Основні представники мікробіому товстого кишечника

Представник	Основні біологічні властивості (морфологічні, фізіологічні, культуральні, біохімічні)	Спектр фізіологічних функцій	Чи можуть становити небезпеку для здоров'я людини та за яких умов
<i>Lactobacillus sp.</i>			
<i>Propionibacterium sp.</i>			
<i>Bifidobacterium sp.</i>			
<i>Bacteroides sp.</i>			
<i>Fusobacterium sp.</i>			
<i>Peptostreptococcus sp.</i>			
<i>Clostridium sp.</i>			
<i>Eubacterium sp.</i>			
<i>Enterococcus sp.</i>			
<i>Escherichia coli</i>			
<i>Proteus sp.</i>			
<i>Staphylococcus sp.</i>			
Дріжджі та дріжджоподібні гриби			
<i>Peptococcus sp.</i>			
<i>Actinomyces sp.</i>			
<i>Veillonella sp.</i>			

2. Підготуйте коротке повідомлення на тему «Порівняльний аналіз сучасних методів дослідження складу мікробіому товстого кишечника людини». У повідомленні висвітлити такі методи як культуральний метод, полімеразна ланцюгова реакція, метагеномне секвенування, 16S рРНК секвенування, метаболомний метод, висвітлити їх переваги та недоліки. Вимогою до оформлення повідомлення є обсяг (2–3 сторінки друкованого тексту, 14 шрифт Times New Roman, 1,5 інтервал) та інформативність. Матеріал має супроводжуватись переліком використаних інформаційних джерел.

Питання для контролю

1. Динаміка заселення травного тракту людини.
2. Чим мікробіом товстого кишечника відрізняється від мікробіому інших відділів ШКТ?
3. Поясніть різницю між облігатною, факультативною та транзиторною мікробіотою товстого кишечника. Наведіть приклади представників кожної групи.
4. Охарактеризуйте метаболічну функцію мікробіому. Які сполуки є основними субстратами для ферментації в товстій кишці?
5. Опишіть біологічну роль коротколанцюгових жирних кислот (КЛЖК) – основних продуктів анаеробної ферментації харчових волокон мікробіотою товстого кишечника.
6. Як мікробіом бере участь у вітамінному обміні? Синтез яких вітамінів залежить від діяльності бактерій товстого кишечника?
7. Поясніть механізм колонізаційної резистентності у товстому кишечнику.
8. Зміна складу мікробіому товстого кишечника в залежності від географічних, сезонних, вікових та інших факторів.

Електронні та інформаційні ресурси

1. Янковський Д. С., Ширококов В. П., Димент Г. С. Інноваційні технології оздоровлення мікробіому людини. *Nauka innov.* 2018. Т. 14, № 6. С. 11–23. DOI: <https://doi.org/10.15407/scin14.06.011>
2. Bengmark S. Gut microbiota, immune development and function. *Pharmacol. Res.* 2017. Vol. 7. P. 1023–1029. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2012.09.002>
3. Kedia S., Ahuja V. Human gut microbiome: A primer for the clinician. *JGH Open.* 2023. Vol. 7(5). P. 337–350. DOI: <https://doi.org/10.1002/jgh3.12902>
4. Marchesi J. R., Adams D. H., Fava F., Hermes G. D., Hirschfield G. M., Hold G., et al. The gut microbiota and host health: a new clinical frontier. *Gut.* 2016. Vol. 65(2). P. 330–339. DOI: <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2015-309990>

5. Whon T. W., Shin N. R., Kim J. Y., Roh S. W. Omics in gut microbiome analysis. *J. Microbiol.* 2021. Vol. 59(3). P. 292–297.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s12275-021-1004-0>

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 5

Регуляторна функція мікробіому

Мета заняття: з'ясувати механізм впливу мікробіому на гомеостаз організму господаря, його когнітивні функції, поведінкові реакції та емоційний стан.

Перелік питань для підготовки до заняття

1. Анатомо-фізіологічні основи осі «кишківник- мозок».
2. Аферентні та еферентні шляхи зв'язку (нервовий, ендокринний, імунний).
3. Роль блукаючого нерва у комунікації між кишковою нервовою системою та ЦНС.
4. Ентерична нервова система, чому її називають «другим мозком» і як вона взаємодіє з мікробіомом.
5. Роль нейромедіаторів (ГАМК, 5-гідрокситриптофану, дофаміну, норадреналіну, КЛЖК) у регуляторній функції мікробіому.
6. Вплив хронічного стресу на склад мікробіому та проникність кишкового бар'єру.

Теоретичні відомості

Окрім участі в травленні та імунному захисті, мікробіом виконує важливу регуляторну функцію, впливаючи на роботу мозку, гормональний баланс і поведінкові реакції людини. Через систему взаємодій, відому як вісь «кишечник-мозок» (рис. 5), мікроорганізми здатні впливати на апетит, сон і настрій, виробляючи нейромедіатори (серотонін, дофамін, ГАМК) і біоактивні сполуки, що регулюють діяльність нервової та ендокринної систем. Механізм цього впливу реалізується через метаболічний, нейротрансмітерний імунний, нервовий та гормональний шляхи.

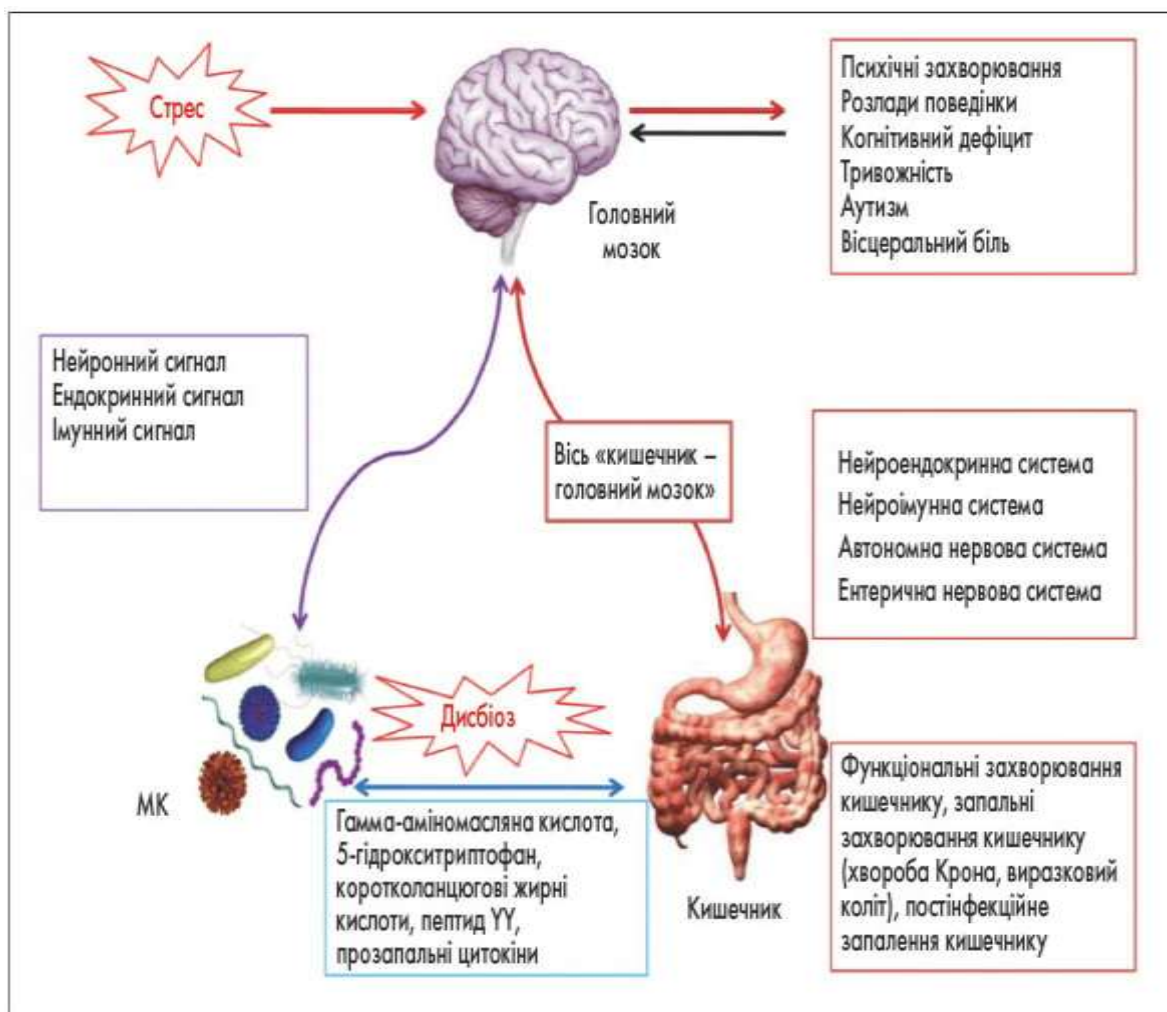


Рис. 5. Вплив мікробіому кишківника на мозок через нервові, імунні та гормональні механізми
<https://doi.org/10.1038/nrn3346>

1. Метаболічний шлях. Бактерії, зокрема *Bacteroides*, *Firmicutes* і *Akkermansia*, розщеплюють клітковину до коротколанцюгових жирних кислот – бутирату, пропіонату й ацетату. Ці молекули потрапляють у кров та можуть впливати на клітини мозку, зокрема через рецептори GPR41 і GPR43, або змінювати активність клітин ендотелію судин мозку. Бутират також може проникати в клітини і пригнічувати ферменти, що пригальмовують роботу генів (гістондеацетилази). Це підвищує рівень нейротрофічного фактора мозку (BDNF) – речовини, яка підтримує здоров'я і ріст нейронів. Завдяки цьому поліпшується нейропластичність, знижується рівень тривоги й покращується настрій.

2. Нейротрансмітерний шлях. Мікробіом впливає на синтез нейромедіаторів, від яких безпосередньо залежить емоційний стан, зокрема регулює метаболізм триптофану, який перетворюється на серотонін у ентерохромафінних клітинах кишечника. Деякі бактерії (*Lactobacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium longum*) здатні синтезувати ГАМК – гальмівний

нейромедіатор, який знижує активність нервових клітин, зменшує тривожність і допомагає розслабитися. Також мікробіом впливає на синтез дофаміну та норадреналіну – речовин, що регулюють мотивацію, задоволення й енергійність.

3. Імунний шлях. При дисбіотичних розладах клітинні стінки кишкових бактерій можуть потрапляти у кров, що активує імунні клітини, які починають виділяти прозапальні цитокіни — IL-6, IL-1 β , TNF- α , що діють на мозок, стимулюючи мікроглію. Активована мікроглія починає виділяти речовини, які пригнічують утворення нейротрофічного фактора і порушують нормальну роботу синапсів. Результат – зниження нейропластичності, погіршення когнітивних функцій і схильність до депресії. Крім того, цитокіни змінюють обмін триптофану, переводячи його не у серотонін, а у кінуренін. Цей шлях утворює нейротоксичні сполуки, які підсилюють пригнічення нервової системи.

4. Нервовий шлях. Метаболіти кишкових бактерій і серотонін стимулюють сенсорні нейрони кишечника. Сигнал передається по блукаючому нерву до стовбура мозку, а звідти до гіпоталамуса. Якщо мікробіом у здоровому стані, сигнали сприяють стабільності емоцій. Але при дисбіозі передача імпульсів порушується, і мозок отримує «стресові» сигнали навіть без реальної небезпеки, що підсилює тривожність або депресивні реакції.

5. Гормональний шлях. Мікробіом тісно пов'язаний із роботою НРА-осі (гіпоталамус-гіпофіз-наднирники), яка регулює реакцію на стрес. Коли у кров потрапляють бактеріальні молекули або цитокіни, гіпоталамус починає виділяти гормон CRH, який стимулює гіпофіз виробляти АСТН. Під його дією наднирники виділяють кортизол – головний гормон стресу. Здоровий мікробіом зменшує активність НРА-вісі, підтримуючи стабільний гормональний фон і спокійний психоемоційний стан.

Матеріал та обладнання – конспект лекцій, мультимедійна презентація лекційного матеріалу.

Хід роботи

Завдання 1. Детально опишіть три основні канали зв'язку між мікробіомом та ЦНС: нервовий (роль блукаючого нерву та передача сигналів від рецепторів кишечника), ендокринний (вивільнення гормонів ШКТ, таких як пептид YY та грелін), імунний (вплив прозапальних цитокінів на гематоенцефалічний бар'єр). Дані внесіть у таблицю 13.

**Характеристика основних каналів зв'язку осі
«мікробіом – кишківник – мозок»**

Канал зв'язку	Механізм дії та ключові компоненти	Значущість для ЦНС та організму
Нервовий		
Ендокринний (гормональний)		
Імунний (цитокіновий)		

Завдання 2. Проаналізуйте регуляторну роль коротколанцюгових жирних кислот (ацетату, пропіонату та бутирату)– основних продуктів ферментації клітковини анаеробними бактеріями кишківника – в енергетичному обміні мозку та мікроглії.

Завдання 3. Вкажіть найактивніших продуцентів ГАМК, серотоніну та дофаміну серед представників мікробіому людини. Поясніть шлях перетворення 5-гідрокситриптофану в серотонін.

Завдання для самостійної роботи

1. За результатами самостійної роботи з конспектом лекцій та джерелами рекомендованої літератури заповніть таблицю 14.

Таблиця 14

Інструменти модуляції мікробіому та їх регуляторний вплив

Категорія інструментів	Приклади	Механізм дії на вісь «кишківник-мозок»	Очікуваний ефект	Швидкість ефекту стійкість результату
Пробіотики				
Пребіотики				
Трансплантація фекальної мікробіоти				
Персоналізована дієта				
Ферментовані продукти				

2. Підготуйте коротке повідомлення на тему «Мікробіом та ментальне здоров'я». У повідомленні висвітлити вплив стресового адаптаційного синдрому

на мікробіом. Вимогою до оформлення повідомлення є обсяг (2-3 сторінки друкованого тесту, 14 шрифт Times New Roman, 1,5 інтервал) та інформативність. Матеріал має супроводжуватись переліком використаних інформаційних джерел.

Питання для контролю

1. Дайте визначення осі «кишківник – головний мозок». Які ключові системи організму забезпечують її функціонування?
2. Перерахуйте основні регуляторні метаболіти мікробіому. Яку роль відіграють КЛЖК (ацетат, пропіонат, бутират) у підтримці гомеостазу ЦНС?
3. Нейромедіаторна функція мікробіому. Які бактерії здатні синтезувати ГАМК та серотонін? Поясніть значення 5-гідрокситриптофану як транзитної молекули.
4. Роль блукаючого нерва у передачі сигналів від мікробіому до довгастого мозку.
5. Поясніть, як хронічний психоемоційний стрес здатний якісно змінити склад мікробіому.
6. Сформулюйте принципи «антистресової» дієти, базуючись на харчових потребах резидентних представників кишкового мікробіому.

Електронні та інформаційні ресурси

1. Артьоменко В., Жовтенко О., Стасій Я., Пірон-Думітраску М. Мікробіом людини та ментальне здоров'я: новітні погляди. *Сімейна Медицина. Європейські практики*. 2024. Т.2., С. 29–35.
DOI: <https://doi.org/10.30841/2786-720X.2.2024.306112>
2. Bertollo A. G., Mingoti M. E. D., Ignácio Z. M. Neurobiological mechanisms in the kynurenine pathway and major depressive disorder. *Reviews in the neurosciences*. 2024. Vol. 36 (2). P. 169–187.
DOI: <https://doi.org/10.1515/revneuro-2024-0065>
3. Dalile B. et al. The role of short-chain fatty acids in microbiota–gut–brain communication. *Nature reviews gastroenterology & hepatology*. 2019. Vol. 16 (8). P. 461–478. <https://www.nature.com/articles/s41575-019-0157-3>
4. Góralczyk-Bińkowska A., Szmajda-Krygier D., Kozłowska E. The Microbiota Gut–Brain Axis in Psychiatric Disorders. *Int. J. Mol. Sci.* 2022. Vol. 23 (19). P. 11245. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms231911245>
5. Wang Y., Xie S., Chen S., Li C. et al. The role of Gut Microbiota in Insomnia: Review of Case-Control Studies. *Life*. 2025. Vol. 15 (7). P.1086.
DOI: <https://doi.org/10.3390/life15071086>

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 6

Дисбіотичні розлади мікробіому

Мета заняття: розуміння молекулярних механізмів дисбіотичних розладів мікробіому та практичних рекомендацій корекції цих станів.

Перелік питань для підготовки до заняття

1. Визначення дисбіозу як порушення балансу мікробіому.
2. Причини мікроекологічних порушень.
3. Прояви мікроекологічних порушень у кишковому, шкірному мікробіому та мікробіому ротової порожнини.
4. Наслідки дисбіозу. Зв'язок між дисбіозом і різними захворюваннями, такими як запальні захворювання кишечника, ожиріння, алергії та депресія.
5. Патогенетичні механізми дисбіотичних розладів.
6. Характеристика та порівняння різних методів діагностики дисбактеріозів – бактеріологічні методи оцінки складу та кількості мікробіоти кишківника, морфологічні, гістохімічні, молекулярно-генетичні.

Теоретичні відомості

Сучасна парадигма нутриціології та імунології підтверджує тезу І. І. Мечникова щодо кишкового генезу більшості системних захворювань. Ключовим патогенетичним фактором виступає дисбіоз – якісна та кількісна зміна складу мікробіому, стан, за якого порушується ієрархічна структура мікробіоценозу, що призводить до експансії потенційно патогенних мікроорганізмів та редукції біологічного різноманіття. Оптимальне функціонування організму забезпечується підтриманням симбіотичної рівноваги між бактеріомом, мікобіомом та віромом кишківника.

Найпоширеніші причини дисбіотичних розладів – антибіотикотерапія, хронічний стрес, нераціональне харчування (надлишок цукру, дефіцит клітковини), інфекції, екологічні фактори та ін.

Дисбіоз реалізується через три основні канали комунікації:

1. Нервовий: зміна сигналів через блукаючий нерв.
2. Гуморальний (біохімічний): зниження синтезу ГАМК (викликає тривожність), порушення обміну 5-гідрокситриптофану (дефіцит серотоніну, викликає депресію), зниження рівня КЛЖК, що призводить до енергодефіциту мозку.
3. Імунний: розвиток синдрому «дірявого кишківника» (підвищена проникність), що запускає системне запалення та нейрозапалення (активація мікроглії).

Прояви дисбіозу дуже різні: від безсимптомного перебігу до чітко окреслених важко протікають клінічних форм. Основі клінічні симптоми: з боку ШКТ: метеоризм, діарея/запор, вісцеральний біль (гіперчутливість рецепторів), психоневрологічні симптоми: когнітивний дефіцит, дратівливість, розлади сну, системні: схильність до алергій, метаболічний синдром (рис. 6).

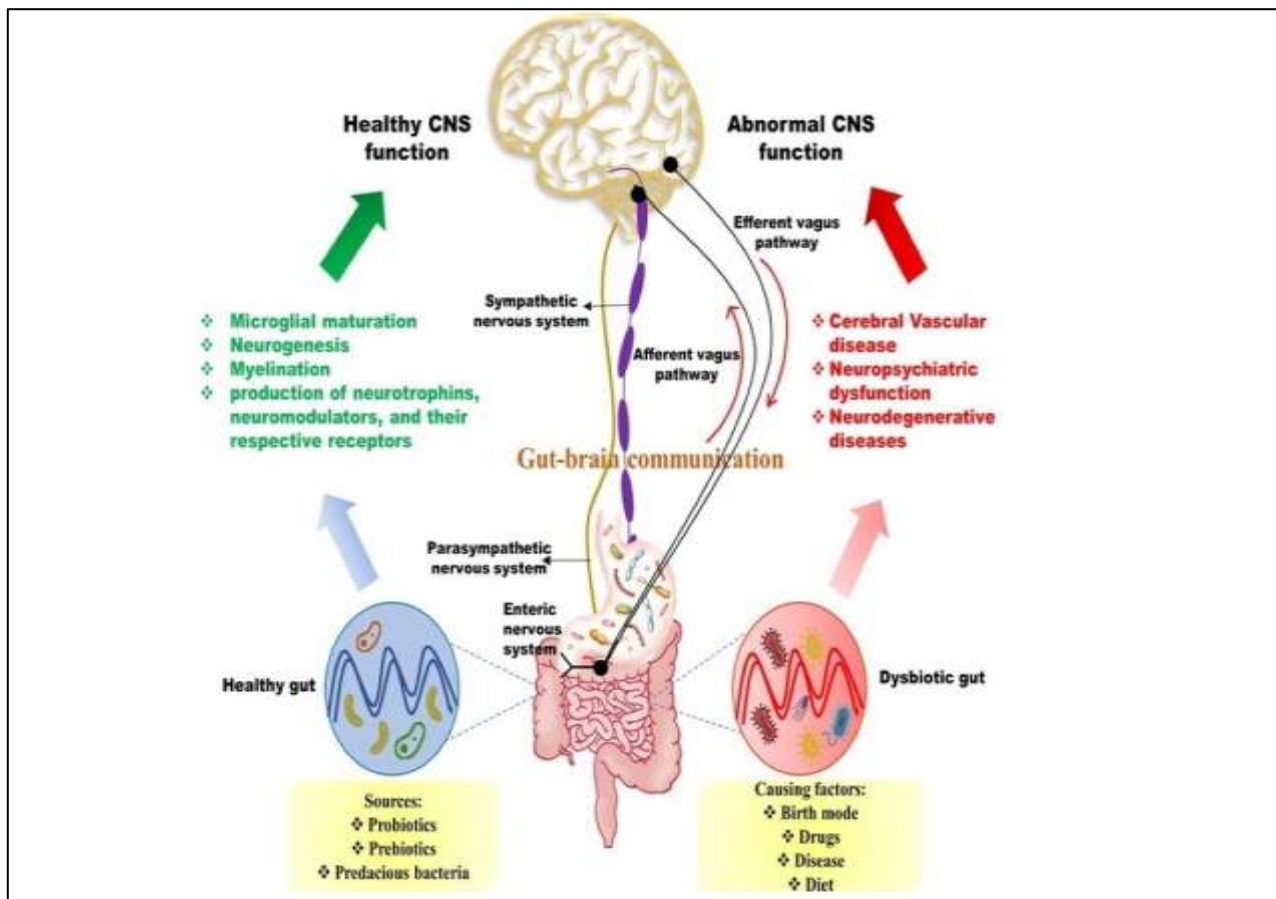


Рис. 6. Дисбіоз кишкового мікробіому з точки зору вісі «кишківник-мозок»

<https://www.mdpi.com/2218-1989/12/11/1064>

Класифікація дисбіозу товстої кишки:

- I ступінь (латентна фаза): незначне зниження кількості біфідо- та лактобактерій (на 1–2 порядки).
- II ступінь (субкомпенсована фаза): виражений дефіцит біфідобактерій та дисбаланс ешерихій. Зростання кількості грибів *Candida* або протею (10^5 КУО/г).
- III ступінь (декомпенсована фаза): значне пригнічення корисної біоти на тлі активного розмноження стафілококів та патогенної мікробіоти.
- IV ступінь (фаза генералізації): майже повна відсутність захисної біоти та поява збудників гострих інфекцій (*Salmonella*, *Shigella*). Виникає на тлі важкої терапії (антибіотики, хіміотерапія, опромінення). Супроводжується тяжкими розладами травлення.

Основні методи, які використовуються в сучасній клінічній практиці для діагностики дисбіозів: бактеріологічне дослідження, молекулярно-генетичні методи (ПЛР-дослідження, секвенування 16S рРНК, біохімічні методи (газова хроматографія, мас-спектрометрія), дихальні тести, копрограма).

Матеріал та обладнання – конспект лекцій, мультимедійна презентація лекційного матеріалу.

Хід роботи

Завдання 1. Охарактеризуйте основні екзогенні (несприятливі санітарно-гігієнічні умови, техногенне забруднення навколишнього середовища, кліматично-географічні умови, травми, професійна діяльність) та ендогенні (первинні порушення процесу формування мікробіому у період народження, захворювання органів ШКТ (низька кислотність шлунку, ферментативна недостатність, порушення жовчовиділення), інфекційні захворювання, нерациональна медикаментозна терапія, нерациональне харчування, стрес, гормональні порушення, імунодефіцитні стани, вікові зміни, анатомічні аномалії) фактори розвитку дисбіозів. Вказати механізм впливу на мікробіом. Дані внесіть у таблицю 15.

Таблиця 15

Фактори розвитку дисбіозів та механізми їхнього впливу

Категорія фактору	Фактор	Механізм впливу на мікробіом	Зміни у мікробіомі
Екзогенні			
Ендогенні			

Завдання 2. Детально проаналізуйте механізм впливу антибіотиків (як найпотужнішого екзогенного фактора) на мікробіом в основних критичних точках: зниження мікробного різноманіття, втрата колонізаційної резистентності, синдром підвищеної кишкової проникності, метаболічний та нейроендокринний дисбаланс, нейрозапалення та вісцеральна гіперчутливість.

Завдання 3. Клінічний кейс: «Замкнене коло стресу».

Вихідні дані: пацієнтка К., 28 років, звернулася зі скаргами на постійне здуття живота, нестійкі випорожнення (чергування запорів та діареї), які посилюються перед іспитами або важливими нарадами. Останні 3 місяці відзначає підвищену тривожність, порушення сну, швидку втомлюваність та відчуття «туману в голові». З боку ЖКТ – болючість при пальпації живота, метеоризм. 4 місяці тому перенесла ангіну, лікувалася самостійно курсом антибіотиків широкого спектра дії (азитроміцин) без супутнього прийому

пробіотиків. Харчування нерегулярне, переважають прості вуглеводи («заїдає» стрес солодким).

Завдання для обговорення:

- використовуючи рис. 5, 6, поясніть, як прийом антибіотиків міг стати тригером для розвитку тривожності у пацієнтки.
- які методи дослідження ви б призначили для діагностики стану пацієнтки? Обґрунтуйте вибір.
- поясніть роль 5-гідрокситриптофану у цьому випадку. Чому рівень серотоніну в ЦНС пацієнтки міг знизитися?
- сформулюйте комплексну схему корекції стану пацієнтки. Яку роль у ній відіграватимуть пробіотики, КЛЖК, дієтотерапія?

Завдання для самостійної роботи

1. За результатами самостійної роботи з конспектом лекцій та джерелами рекомендованої літератури заповніть таблицю 16.

Таблиця 16

Мікробіологічна класифікація дисбіозу товстого кишківника

Ступінь / Фаза	Мікробіологічні зміни	Клінічна картина	Тактика корекції
I ступінь (латентна)			
II ступінь (субкомпенсована)			
III ступінь (декомпенсована)			
IV ступінь (асоційована з генералізованою інфекцією)			

2. Підготуйте коротке повідомлення на тему «Характеристика та порівняння різних методів діагностики дисбіозів». У повідомленні висвітлити та порівняти бактеріологічні методи оцінки складу та кількості мікробіоти кишківника, морфологічні, гістохімічні, молекулярно-генетичні. Вимогою до оформлення повідомлення є обсяг (2–3 сторінки друкованого тесту, 14 шрифт Times New Roman, 1,5 інтервал) та інформативність. Матеріал має супроводжуватись переліком використаних інформаційних джерел.

Питання для контролю

1. Чим відрізняється I ступінь дисбіозу від норми за кількісним показником біфідо- та лактобактерій? Яка критична межа зниження повноцінних кишкових паличок на початковій фазі?
2. Для якого ступеня дисбіозу характерна поява грибів роду *Candida* та бактерій роду *Proteus* у концентрації 10^5 КУО/г? На якій стадії з'являються *S. aureus* та патогенні ешерихії?
3. Які фактори (лікарські маніпуляції, препарати) найчастіше призводять до розвитку IV ступеня? У чому полягає головна небезпека IV ступеня (фази асоційованого дисбактеріозу)?
4. Зміни в складі мікробіому кишківника, які пов'язані з характером харчування, голодуванням та дієтами.
5. Зв'язок між дисбіозом і різними захворюваннями, такими як запальні захворювання кишківника, ожиріння, алергії та депресія.
6. Каскадні процеси у патогенетичних механізмах дисбіотичних розладів.

Електронні та інформаційні ресурси

1. Мельник О. В., Корнійчук О. П., Немченко О. О., Шикуча Р. Г., Павляк У. В. Особливості мікробіому шлунково-кишкового тракту людини в нормі та при патології (огляд літератури). *Актуальні проблеми профілактичної медицини*. 2025. № 30. С. 46–61.
DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-9067-2025-30-7>
2. Colella M., Charitos I.A., Ballini A., Cafiero C., Topi S., Palmirotta R., Santacroce L. Microbiota revolution: How gut microbes regulate our lives. *World journal of gastroenterology*. 2023. Vol. 29 (28). P. 4368–4383.
<https://doi.org/10.3748/wjg.v29.i28.4368>
3. Könönen E., Gursoy U. K. Oral Prevotella Species and Their Connection to Events of Clinical Relevance in Gastrointestinal and Respiratory Tracts. *Frontiers in microbiology*. 2022. Vol. 12. P. 798763.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.798763>.
4. Rinninella E., Raoul P., Cintoni M., Franceschi F., Miggiani G.A.D., Gasbarrini A., Mele M. C. What is the Healthy Gut Microbiota Composition? A Changing Ecosystem across Age, Environment, Diet, and Diseases. *Microorganisms*. 2019. Vol. 7 (1). P. 14.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms7010014>
5. Wei L., Singh R., Ro S., Ghoshal U. C. Gut microbiota dysbiosis in functional gastrointestinal disorders: Underpinning the symptoms and pathophysiology. *JGH open: an open access journal of gastroenterology and hepatology*. 2021. Vol. 5 (9). P. 976–987. <https://doi.org/10.1002/jgh3.12528>

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 7

Сучасні підходи до відновлення мікробіому

Мета заняття: розглянути принципи та сучасні методи відновлення мікробіому.

Перелік питань для підготовки до заняття

1. Характеристика пробіотиків різних поколінь на основі живих мікроорганізмів.
2. Механізми реалізації пробіотиками на основі фізіологічних мікроорганізмів позитивних ефектів.
3. Пребіотики, їх позитивний ефект на мікробіом.
4. Біологічні препарати на основі метаболітів і структурних компонентів клітин мікроорганізмів.
5. Синбіотики – препарати на основі комплексу живих мікроорганізмів та біологічно активних компонентів.
6. Продукти функціонального харчування та нутрицевтики.

Теоретичні відомості

Протокол 4R – це сучасний системний підхід до відновлення здоров'я шлунково-кишкового тракту та мікробіому. Він базується на послідовному усуненні причин дисбіозу та регенерації слизової оболонки ШКТ:

- **Remove** – усунення факторів, які викликають подразнення кишечника та/або підтримують патогенну біоту. Для цього рекомендовано дієту: виключення потенційних алергенів та тригерів (цукор, трансжири, глютен або лактоза); усунення надлишкового бактеріального або грибового росту, інших паразитів за використання антисептиків або натуральних фітосептиків; мінімізація хронічного стресу.

- **Replace** – додавання до раціону компонентів, яких організму не вистачає для якісного перетравлення їжі (травні ферменти: панкреатин, ліпаза, протеаза), соляна кислота при низькій кислотності шлунку (за призначенням лікаря), жовчні кислоти для покращення засвоєння жирів та активації антисептичної дії жовчі.

- **Reinoculate** – відновлення балансу мікробіоти та створення оптимальних умов для її виживання за використання пробіотиків, пребіотиків, метабіотиків.

- **Repair** – загоєння слизової оболонки кишечника для подолання синдрому підвищеної кишкової проникності та зниження рівня системного запалення за використання препаратів вітамінів, амінокислот, мікроелементів, омега-3 жирних кислот, рослинних екстрактів тощо.

Згідно з протоколом 4R сучасна фармакологія пропонує кілька категорій препаратів для корекції дисбіозу, вибір залежить від ступеня розладів та фази лікування.

- Пробиотики – моно- або полікомпонентні препарати, що містять живі штами представників нормальної мікробіоти (роди *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Escherichia*, *Enterococcus* та ін.).
- Пребіотики – препарати немікробного походження, здатні позитивно впливати на організм господаря через селективну стимуляцію росту або активізацію метаболічної функції нормальної мікробіоти.
- Синбіотики – препарати, отримані в результаті раціональної комбінації пробіотиків та пребіотиків.
- Метабіотики – препарати, що містять метаболіти представників мікробіоти та/або фрагменти клітинних стінок.

З'являється все більше даних, які дозволяють стверджувати, що пробіотики можуть бути використані з різною метою, зокрема: відновлення балансу мікробіоти товстої кишки після антибактеральної терапії; зниження рівня холестерину в крові; покращення мікроциркуляції; інактивація медіаторів алергії (гістаміну, серотоніну); антиканцерогенна дія; імуномодуюча дія; антибактерійний ефект; синтез ферментів (фосфатаза, лізоцим) і білків; вплив на генетичний апарат; синтез вітамінів (групи В, фолієва кислота). На рис. 7 показана декілька фундаментальних механізмів активності пробіотичних бактерій.

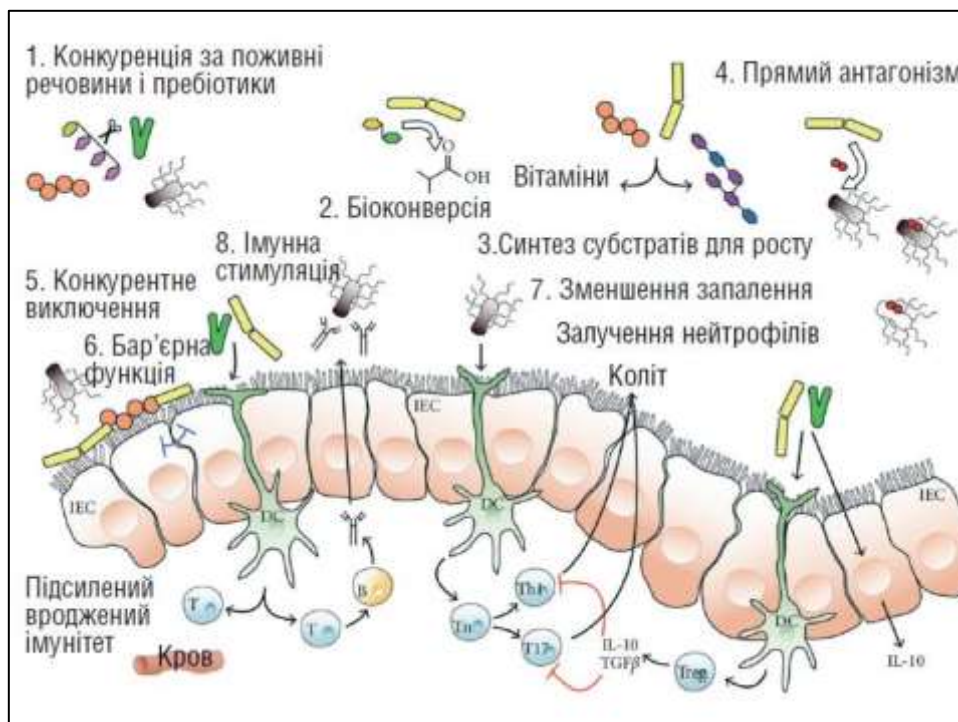


Рис. 7. Орієнтовні механізми дії пробіотиків. Примітка. IEC – внутрішньоепітеліальні клітини, DC – дендритні клітини, Т – Т-лімфоцити

<https://doi.org/10.11603/1681-2727.2025.4.15754>

Матеріал та обладнання – конспект лекцій, мультимедійна презентація лекційного матеріалу.

Хід роботи

Завдання 1. Охарактеризуйте та порівняйте сучасні підходи до оздоровлення мікробіому. Дані внесіть у таблицю 17.

Таблиця 17

Порівняння сучасних підходів до оздоровлення мікробіому

Метод	Сутність підходу/ показання для призначення	Механізм дії	Переваги	Обмеження/ особливості
Зміна дієти				
Пребіотики				
Пробіотики				
Синбіотики				
Метабіотики				
Продукти функціонального харчування				
Нутрицевтики				
Ентеросорбенти				
Фекальна трансплантація				

Завдання 2. Згідно з рекомендаціями ВООЗ та міжнародними стандартами (наприклад, EFSA – Європейського агентства з безпеки харчових продуктів), пробіотичні штами повинні відповідати суворим параметрам безпеки. Сформулюйте та обґрунтуйте параметри безпеки. Запропонуйте методологію, як практично перевірити безпеку та якість пробіотику, дивлячись на його етикетку або інструкцію. З'ясуйте, коли комерційний препарат пробіотику може бути небезпечним.

Завдання 3. Продукти функціонального харчування – ті, які при систематичному використанні здатні нормалізувати та регулювати окремі функції та біохімічні реакції як певних органів і систем, так і організму в цілому. Функціональне харчування базується на формулі: традиційна основа + функціональний інгредієнт = оздоровчий ефект. Складіть «анти-дисбіотичне» меню на один день (сніданок, обід, вечеря), де кожен прийом їжі містить мінімум один функціональний інгредієнт для відновлення та підтримки мікробіому. Обґрунтуйте свій вибір.

Завдання для самостійної роботи

1. Антагоністична активність пробіотиків – складний багатофакторний процес, який дозволяє пригнічувати ріст або повністю знищувати патогенні та умовно-патогенні мікроорганізми. За результатами самостійної роботи з конспектом лекцій та джерелами рекомендованої літератури заповніть таблицю 18.

Таблиця 18

Основні механізми антагоністичної активності пробіотичних штамів бактерій

Механізм	Суть процесу	Вплив на патогенні та умовно-патогенні мікроорганізми	Основні діючі речовини
Синтез антимікробних сполук			
Зниження рН			
Трофічна конкуренція			
Конкуренція за сайти адгезії			

2. Підготуйте коротке повідомлення на тему «Національність» пробіотиків». У повідомленні висвітлити аспект сучасної нутриціології та мікробіології, який базується на концепції регіональної специфічності мікробіому. Вимогою до оформлення повідомлення є обсяг (2–3 сторінки друкованого тесту, 14 шрифт Times New Roman, 1,5 інтервал) та інформативність. Матеріал має супроводжуватись переліком використаних інформаційних джерел.

Питання для контролю

1. Чим відрізняються пробіотики, пребіотики, синбіотики та метабіотики? Дайте визначення кожній групі та наведіть приклади.
2. У чому перевага метабіотиків над живими культурами бактерій у гострій фазі захворювання?
3. Поняття психобіотиків: як мікробіота кишечника може впливати на психоемоційний стан людини (вісь «кишечник-мозок»)?
4. Розкрийте зміст кожного етапу сучасної програми відновлення ШКТ – 4R-терапії.

5. Інноваційні та радикальні методи відновлення мікробіому: трансплантація фекальної мікробіоти та персоналізована дієтологія.
6. Фізіологічні параметри пробіотиків.

Електронні та інформаційні ресурси

1. Бобир В. В., Назарчук О. А., Палій В. Г., Крижановська А. В., Бобир Н. А., Власенко І. Г., Жемера Н. А. Мікробіом людини та сучасні підходи до його збереження (аналітичний огляд). *Вісник Вінницького національного медичного університету*, 2023, Т. 27, № 3. С. 495–500.
<file:///C:/Users/Anna/Downloads/1181-Article%20Text-2272-1-10-20230928.pdf>
2. Клімнюк І. С., Романюк Л. Б. Пробіотики в медицині: від минулого до сьогодення. *Інфекційні хвороби*. 2025. № 4. С. 4–20.
DOI: <https://doi.org/10.11603/1681-2727.2025.4.15754>
3. Янковський Д. С., Широбоков В. П., Димент Г. С. Інноваційні технології оздоровлення мікробіому людини. *Nauka innov.* 2018, 14 (6). С. 11–23.
<http://scinn.org.ua/sites/default/files/pdf/2018/N6/Yankovsky.pdf>
4. Amiri A., Firoozeh F., Zibaei M., Khaledi A. Effects of probiotics on human health and disease: A review. *Acta Medica Bulgarica*, 2021. Vol. 48 (1). P. 95–100. DOI: <https://doi.org/10.2478/amb-2021-0015>.
5. Megala G., Kavitha M. Folate from probiotic bacteria and its therapeutic applications. *Archives of Microbiology*, 2025. Vol. 207 (6), P. 124.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s00203-025-04327-x>

Навчальне видання

МІКРОБІОМ ЛЮДИНИ ТА ЙОГО КОРЕКЦІЯ

ЕЛЕКТРОННІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до практичних занять та самостійної роботи
для здобувачів вищої освіти
спеціальностей Біологія та біохімія, Біотехнології та біоінженерія,
Хімія, Фармація, промислова фармація

Електронне практичне видання

Укладачі:

**Ямборко Ганна Валентинівна
Страшнова Ірина Валентинівна**

В авторській редакції

Затв. авт. 01.07.2026. Шрифт Times New Roman.
Системні вимоги: операційна система сумісна з програмним забезпеченням
для читання файлів формату PDF.
Обсяг 1,3 МБ. Зам. № 3173.

Видавець:

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
вул. Змієнка Всеволода, буд. 2, м. Одеса, 65001, Україна
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 8592 від 23.03.2026 р.
Тел.: (048) 723 28 39, e-mail: druk@onu.edu.ua