

УДК 378.147:579.67

DOI <https://doi.org/10.11603/m.2414-5998.2025.4.15847>**Н. М. Олійник**ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2427-4009>**Н. Я. Кравець**ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7593-1753>*Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України***ВИБІРКОВА ДИСЦИПЛІНА «МІКРОБНА ЕКОЛОГІЯ ЛЮДИНИ»
ЯК СУЧАСНИЙ ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ
У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ЛІКАРІВ****N. M. Olyinyk, N. Ya. Kravets***Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine***THE ELECTIVE COURSE “HUMAN MICROBIAL ECOLOGY”
AS A MODERN EDUCATIONAL COMPONENT IN THE TRAINING
OF FUTURE PHYSICIANS**

Анотація. У статті висвітлено актуальність запровадження вибіркової дисципліни «Мікробна екологія людини» у систему медичної освіти, що зумовлено інтенсивним розвитком науки про мікробіом людини та розширенням доказової бази щодо його регуляторної ролі у підтриманні гомеостазу. Обґрунтовано значення інтеграції сучасних наукових даних про мікробіом у підготовку майбутніх лікарів та проаналізовано освітній потенціал цієї дисципліни у формуванні професійних, дослідницьких і клінічних компетентностей здобувачів медичної освіти. Зміст курсу розроблено відповідно до результатів найновіших досліджень, зокрема міжнародних проєктів «Метагеноміка кишкового мікробіому людини» (MetaHIT) та «Американський проєкт із вивчення мікробіому кишечника» (American Gut Project), що забезпечує його наукову новизну та актуальність.

Показано, що вивчення дисципліни забезпечує опанування здобувачами доказових знань про мікробіом, формує міждисциплінарне мислення, уміння критично аналізувати наукову інформацію та використовувати її для обґрунтування клінічних рішень. Акцентовано позитивний вплив курсу на поглиблення розуміння студентами ролі мікробіому у підтриманні здоров'я, виникненні патологічних станів та можливостях його корекції з використанням сучасних терапевтичних підходів, що відображає практичну цінність дисципліни для майбутньої професійної діяльності лікаря.

Зроблено висновок про доцільність подальшого вдосконалення та розширення викладання дисципліни «Мікробна екологія людини» в медичних закладах вищої освіти, оскільки її інтеграція сприяє підвищенню конкурентоспроможності майбутніх фахівців, їхньому професійному зростанню та сформованості компетентностей, необхідних для роботи в умовах сучасних викликів охорони здоров'я.

Ключові слова: мікробіом людини; мікробна екологія; медична освіта; професійні компетентності; міждисциплінарний підхід.

Abstract. The article highlights the relevance of introducing the elective course «Human Microbial Ecology» into the system of medical education, driven by the rapid development of human microbiome science and the growing evidence base regarding its regulatory role in maintaining homeostasis. The importance of incorporating up-to-date scientific findings on the human microbiome into the training of future physicians is substantiated, and the educational potential of this course in developing professional, research, and clinical competencies among medical students is analysed. The course content has been developed in accordance with the results of the latest studies, including major international projects such as MetaHIT (Metagenomics of the Human Intestinal Tract), and the American Gut Project, which ensures its scientific novelty and relevance.

The findings show that studying this discipline enables students to acquire evidence-based knowledge about the microbiome, develop interdisciplinary thinking, and enhance their ability to critically analyse scientific information and apply it to justify clinical decision-making. The positive impact of the course on deepening students' understanding of the microbiome's role in maintaining health, the development of pathological conditions, and the possibilities of its modulation using modern therapeutic approaches is emphasised, demonstrating the practical value of the discipline for the future professional activity of physicians.

The conclusion highlights the need for further improvement and expansion of teaching the course «Human Microbial Ecology» in medical universities, as its implementation contributes to strengthening the competitiveness of future healthcare professionals, promoting their professional growth, and developing the competencies required to work effectively in the context of modern healthcare challenges.

Key words: human microbiome; microbial ecology; medical education; professional competencies; interdisciplinary approach.

Вступ. Сучасні тенденції розвитку охорони здоров'я, зумовлені впровадженням інноваційних технологій та впливом глобальних епідеміологічних викликів, формують нові вимоги до професійної підготовки майбутніх фахівців. У цьому контексті актуальним стає оновлення змісту й підходів до організації навчального процесу в медичних університетах, що має забезпечити формування у здобувачів освіти здатності до критичного мислення, швидкої адаптації та обґрунтованого прийняття рішень у динамічному професійному середовищі (Zahorodnia, & Yamilova, 2023).

Запровадження вибіркового дисциплін у медичній освіті є важливим кроком для підготовки сучасного фахівця. Вони дають студентам можливість вибирати теми, які їх найбільше цікавлять, і поглиблювати знання відповідно до актуальних тенденцій сучасної медицини (Shumylo, 2019).

У цьому контексті особливого значення набуває міждисциплінарний підхід, який забезпечує цілісне розуміння процесів, що відбуваються в організмі людини, та сприяє розвитку аналітичного мислення, необхідного для постановки діагнозу й ухвалення обґрунтованих клінічних рішень (Humenna, 2019). Вибіркова дисципліна «Мікробна екологія людини» підтримує цей підхід, інтегруючи знання з мікробіології, вірусології, імунології, біохімії та фізіології у єдиний змістовий освітній компонент.

Останніми роками зростає інтерес медичної спільноти до вивчення мікробіому – сукупності мікроорганізмів, що відіграють визначальну роль у підтриманні гомеостазу, імунного захисту та метаболічної рівноваги організму людини. Дані проєкту «Мікробіом людини» (Human Microbiome Project) та проєкту з вивчення метагеному кишкового мікробіому людини (MetaHIT) засвідчили, що мікробіом розглядають як «другий геном людини», а його дисбіотичні зміни пов'язують із широким спектром захворювань: інфекційних, метаболічних, автоімунних і нейродегенеративних (Ma et al., 2024).

Попри значний науковий інтерес до цієї тематики, у більшості навчальних планів медичних університетів України відсутня структурована дисципліна, що системно розкриває взаємодію між мікробіотою людини та її фізіологічними системами. Запровадження курсу «Мікробна екологія людини» дасть змогу заповнити цю нішу, сприятиме формуванню у студентів цілісного уявлення про біологічну єдність макро- та мікроорганізму, а також розуміння ролі мікробіому у підтриманні здоров'я та розвитку патологій.

Вивчення дисципліни забезпечить реалізацію компетентнісного підходу в медичній освіті, розвиток клінічного мислення, аналітичних і дослідницьких навичок, а також готовності до

використання доказових знань про мікробіоту в профілактиці, діагностиці та лікуванні захворювань як інфекційної, так і неінфекційної етіології (Korylchuk, 2021).

Мета статті – обґрунтувати важливість упровадження вибіркової дисципліни «Мікробна екологія людини» у систему підготовки студентів медичного факультету та визначити її роль у формуванні міждисциплінарних компетентностей, необхідних для інтеграції сучасних знань про мікробіоту в клінічне мислення майбутніх лікарів.

Теоретична частина. У сучасних реаліях медичної освіти особливого значення набуває упровадження дисциплін, що поєднують фундаментальні знання з новітніми науковими досягненнями. Однією з таких є «Мікробна екологія людини», яка викладається на кафедрі мікробіології, вірусології та імунології ТНМУ імені І. Я. Горбачевського.

За останнє десятиліття уявлення про мікробіом людини зазнали докорінних змін, що зумовлено розвитком сучасних методів геномного секвенування. Завдяки цьому стало можливим визначати видовий та функціональний потенціал мікробних спільнот, установити їхню роль у підтриманні гомеостазу (Ma et al., 2024). Сучасні наукові відкриття кардинально змінили наше уявлення про людину. Усе більше даних свідчить, що ми існуємо не окремо від мікробів, а разом із ними утворюємо єдину біологічну систему – «суперорганізм». Дослідники наголошують, що мікробні клітини в тілі людини перевищують кількість власних, а генетичний потенціал мікробіому у десятки разів більший за геном людини (Aggarwal et al., 2022). Це змінює традиційну парадигму: людина розглядається вже не як організм, у якому наявні мікроби, а як складна екосистема у симбіозі з мікробіомом. Такий підхід докорінно трансформує погляд на здоров'я, хвороби та роль мікробіому в регуляції життєво важливих процесів (Durack & Lynch, 2019).

Виявлено численні докази впливу мікробіоти на розвиток широкого спектру патологічних станів – від інфекційних та запальних захворювань до метаболічних, алергічних, автоімунних і нейроповедінкових порушень. Таке розширення клінічних зв'язків між мікробіомом та здоров'ям людини зумовило зміщення акцентів від традиційної концепції «один патоген – одне захворювання» до системного розуміння значення мікроорганізмів (Fan & Pedersen, 2021). Це сприяє розробленню більш ефективних діагностичних і терапевтичних підходів, зокрема модифікації мікробіому, застосуванню пробіотичних, пребіотичних і постбіотичних підходів до корекції харчування, а також трансплантації фекальної мікробіоти (Lee et al., 2024).

Упровадження мікробних технологій у медицину спричинило появу нового науково-практичного напрямку – клінічної мікробіоміки, що об'єднує мікробіологію, імунологію, гастроентерологію, нутриціологію, епідеміологію та превентивну медицину (Ma et al., 2024). Саме міждисциплінарність робить цю тематику надзвичайно перспективною для інтеграції у підготовку майбутніх лікарів.

Зростаючий інтерес до мікробіому відображено і в міжнародному освітньому просторі. Нещодавні рекомендації передбачають включення навчальних компонентів, присвячених мікробіому людини, до освітніх програм у галузі охорони здоров'я, оскільки володіння знаннями про формування та модифікацію мікробіоти є важливою передумовою профілактики захворювань і зміцнення громадського здоров'я. Це відповідає глобальній тенденції переорієнтації медицини з лікувально-орієнтованої на превентивну та персоналізовану, у центрі якої – пацієнт та його індивідуальні характеристики, зокрема мікробіота (Krasnoshchok, 2018).

Водночас результати аналізу нормативних освітніх документів та робочих програм медичних факультетів свідчать, що питання мікробіому людини залишаються недостатньо відображеними у структурі базової професійної підготовки здобувачів медичної освіти. Відсутність системного вивчення даного напрямку унеможливає повноцінне формування у здобувачів міждисциплінарних компетентностей (Humenna, 2021). Тому на кафедрі мікробіології, вірусології та імунології викладання вибіркової дисципліни «Мікробна екологія людини» ґрунтується на принципах цілісного пізнання взаємозв'язків між мікробними екосистемами організму та його фізіологічними функціями. Освітній процес поєднує класичні практичні заняття з інтерактивними методами, аналізом клінічних випадків, дискусіями за матеріалами сучасних наукових публікацій і виконанням самостійних завдань. Навчання спрямоване на розвиток умінь самостійно мислити, критично оцінювати інформацію та застосовувати отримані знання у реальних клінічних ситуаціях. Опрацювання сучасних літературних джерел сприяє формуванню у здобувачів освіти дослідницьких умінь, розвитку навичок аналізу клінічних випадків та формування обґрунтованих висновків щодо діагнозу – компетентностей, необхідних кожному майбутньому лікарю.

Під час формування розділів дисципліни «Мікробна екологія людини» пріоритет надавався темам, що мають найбільше доказове підґрунтя та відображають сучасні наукові тенденції. Відбір тем був спрямований на забезпечення студентів актуальними знаннями щодо впливу мікробіому на здоров'я та можливостей його корекції на засадах доказової медицини.

Робоча програма дисципліни створена за принципом наскрізної інтеграції: кожна тема логічно пов'язана з базовими знаннями попередніх курсів і водночас формує підґрунтя для клінічного мислення в подальшому навчанні. Зміст курсу охоплює: біоекологічні принципи формування мікробіоти; чинники її модуляції (дієта, антибіотики, пробіотики, фекальна трансплантація); механізми мікробно-опосередкованої регуляції імунної, метаболічної та нервової систем; дисбіотичні порушення нормобіоти; сучасні методи аналізу мікробіому.

Зміст навчання побудовано за принципом поступового ускладнення – від базових понять про мікробні екосистеми до аналізу їхнього системного впливу на здоров'я людини. Теми, включені у структуру навчальної дисципліни, висвітлено в табл. 1.

Завдяки результатам найновіших досліджень, зокрема таких, як «Проект із вивчення мікробіому людини» (Human Microbiome Project), «Метагеноміка кишкового мікробіому людини» (MetaHIT) та «Американський проект із вивчення мікробіому кишечника» (American Gut Project), зміст дисципліни постійно розширюється та доповнюється актуальними темами і доказовими даними. Така динамічність навчальної програми забезпечує її актуальність і сприяє адаптації здобувачів освіти до постійних змін у сучасній медичній науці (McDonald et al., 2018).

Практичні заняття проводяться у форматі мікрогруп із використанням навчальних кейсів, бактеріологічних препаратів зі зразками нормобіоти людини, ситуаційних завдань і сучасних літературних джерел. У процесі навчання широко застосовуються інтерактивні методи, які сприяють формуванню клінічного мислення, розвитку аналітичних навичок та здатності до самостійного прийняття обґрунтованих рішень. Найефективнішими серед них є метод кейс-стаді, проблемно-орієнтоване навчання, дискусії та проектна діяльність. Під час кейс-занять студенти аналізують клінічні сценарії, пов'язані з порушенням мікробіоти при різних патологічних станах, таких як запальні захворювання кишечника, метаболічний синдром, депресія, онкопатології. Дискусії дають змогу порівнювати наукові підходи до оцінки функціональної ролі мікробіоти, механізм дії пробіотичної терапії та доцільність трансплантації фекальної мікробіоти, що розвиває медичне мислення. Проектне навчання реалізується шляхом виконання студентами міждисциплінарних мінідосліджень, підготовку презентацій та їх представлення як на практичних заняттях, так і під час тематичних студентських наукових конференцій, що проводяться на кафедрі мікробіології, вірусології та імунології.

Таблиця 1

Структура навчальної дисципліни «Мікробна екологія людини»

Назви тем	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
Розділ I. Структурна організація мікробіому			
1. Людина як комплекс мета- і мікроскопічних компонентів. Мікробіота. Мікробна біоплівка як ефективна форма суперорганізму	–	2,0	6,0
2. Структурна організація мікробіому шкірних покривів, дихальної системи та уrogenітального тракту. Мікробіом плаценти	–	2,0	6,0
3. Характеристика мікробіому шлунково-кишкового тракту. Віром кишківника. Асоційовані з дисбіозом гастроентерологічні захворювання	–	4,0	10,0
4. Значення мікробіому людини в забезпеченні фізіологічного гомеостазу організму	–	2,0	6,0
5. Формування мікробіому та його зміни в онтогенезі. Методи секвенування геному	–	2,0	5,0
Разом (розділ I):	0	12	33
РОЗДІЛ II. Мікробіом і патологія			
6. Значення мікробного дисбіозу в розвитку метаболічних порушень	–	2,0	6,0
7. Мікробіом і онкопатологія: молекулярні механізми асоціації	–	2,0	6,0
8. Мікробіом та імунopatогічні процеси	–	2,0	4,0
9. Взаємодія мікробіому зі збудниками інфекційних захворювань	–	–	6,0
10. Мікробіом і мозок: вісь «кишківник – мозок», вплив на поведінку та психоемоційний стан		2,0	6,0
11. Дисбіотичні порушення нормофлори: причини, наслідки, підходи до корекції		2,0	5,0
12. Фактори модифікації мікробіому (дієта, антибіотики, пробіотики, пребіотики, трансплантація фекальної мікробіоти)		2,0	–
Разом (розділ II):	0	12	33
РАЗОМ	0	24	66

Поточний контроль знань здійснюється під час практичних занять у формі тестових завдань, коротких письмових відповідей, усних опитувань і тематичних обговорень. Такий підхід дає змогу своєчасно оцінювати рівень засвоєння матеріалу, забезпечує зворотний зв'язок між викладачем і студентом та формує відповідальне ставлення до навчального процесу.

Викладання дисципліни «Мікробна екологія людини» викликає значний інтерес серед студентів медичного факультету, що зумовлено її міждисциплінарним характером, практичною спрямованістю та науковою новизною. За результатами анкетування понад 85% здобувачів відзначили високу пізнавальну цінність курсу. Орієнтовно дві третини студентів виявили підвищення здатності застосовувати набуті знання у контексті клінічного мислення: під час розгляду клінічних кейсів вони демонстрували вміння визначати зв'язок між станом мікробіоти та перебігом патологічного процесу, обґрунтовувати доцільність профілактичних і корекційних заходів.

Серед основних результатів навчання здобувачі відзначають поглиблення розуміння патогенезу поширених захворювань, які асоціюються з дисбіозом: запальних хвороб кишечника, ожиріння, цукрового діабету 2-го типу, депресивних, тривожних та нейродегенеративних розладів, а також онкологічної патології.

Оскільки мікробіом є фактором, який формується під впливом способу життя, харчування, екології, навчання з мікробної екології стимулює майбутніх лікарів розуміти важливість профілактичного консультування, що відповідає підходам сучасної медицини.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Таким чином, вибіркова дисципліна «Мікробна екологія людини» поєднує наукову новизну з практичною спрямованістю. Опанування змісту дисципліни стимулює здобувачів освіти поєднувати знання з різних галузей медицини, що сприяє розвитку міждисциплінарного підходу, професійних компетентностей і практичної готовності до роботи в умовах сучасної сис-

теми охорони здоров'я. Зважаючи на її позитивний вплив на професійний розвиток студентів, доцільним є подальше вдосконалення та розширення цього освітнього компонента у структурі медичної

освіти, оскільки він розширює зміст навчання поза межами обов'язкової програми, підвищує конкурентоспроможність майбутніх фахівців та сприяє їхній професійній самореалізації.

References

1. Aggarwal, N., Kitano, S., Puah, G. R. Y., Kietelmann, S., Hwang, I. Y., & Chang, M. W. (2023). Microbiome and human health: Current understanding, engineering, and enabling technologies. *Chemical Reviews*, 123(1), 31–72. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.2c00431>
2. Durack, J., & Lynch, S. V. (2019). The gut microbiome: Relationships with disease and opportunities for therapy. *Journal of Experimental Medicine*, 216(1), 20–40. DOI: <https://doi.org/10.1084/jem.20180448>
3. Fan, Y., & Pedersen, O. (2021). Gut microbiota in human metabolic health and disease. *Nature Reviews Microbiology*, 19(1), 55–71. <https://doi.org/10.1038/s41579-020-0433-9>
4. Humenna, N. V. (2021). Osoblyvosti realizatsii mizhdystsyplinarnoi intehtatsii u medychnykh zakladakh vyshchoi osvity [Peculiarities of implementation of interdisciplinary integration in higher medical institutions]. *Pedahohika formuvannia tvorchoi osobystosti u vyshchii i zahalnoosvitnii shkolakh – Pedagogy of Creative Personality Formation in Higher and Secondary Schools*, 2(72), 156–160 [in Ukrainian].
5. Korylchuk, N. I. (2021). Vybirkova dystsyplina yak zaporuka pidvyshchennia profesiinoho rivnia [Selective discipline as a guarantee of raising the professional level]. *Medychna osvita – Medical Education*, (4), 32–36 [in Ukrainian].
6. Krasnoshchok, I. P. (2018). Indyvidualna osvithnia traiektoriia studenta: teoretychni aspekty orhanyzatsii [Individual educational trajectory of the student: osviti, oskilky vin rozshyruye zmist navchannia poza mezhami obov'yazkovoї programy, pidvyshchuє konkurentosproможність майбутніх фахівців та сприяє їхній професійній самореалізації].
7. Lee, J.-Y., Bays, D. J., Savage, H. P., & Bäuml, A. J. (2024). The human gut microbiome in health and disease: Time for a new chapter? *Infection and Immunity*, 92(11), e0030224. <https://doi.org/10.1128/iai.00302-24>
8. Ma, Z., Wang, S., Chen, J., et al. (2024). A systematic framework for understanding the microbiome in human health and disease. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 9, 46. <https://doi.org/10.1038/s41392-024-01946-6> *Nature*
9. McDonald, D., Hyde, E., Debelius, J. W., Morton, J. T., Gonzalez, A., et al. (2018). American Gut: An Open Platform for Citizen Science Microbiome Research. *mSystems*, 3(3), e00031–18. <https://doi.org/10.1128/mSystems.00031-18>
10. Shumylo, M. Y. (2019). The role of elective courses in higher medical education during pre-clinical years. *Science and Education a New Dimension: Pedagogy and Psychology*, 7(86), 209.
11. Zahorodnia, L. I., & Yamilova, T. M. (2023). Znachennia vybirkovoi dystsypliny dlia zdobuvachiv vyshchoi medychnoi osvity [The importance of elective discipline for students of higher medical education]. In *Ricerche scientifiche e metodi della loro realizzazione: esperienza mondiale e realtà domestiche (III International Scientific and Practical Conference, pp. 88–89)*. Bologna, Italy [in Ukrainian].

Електронна адреса для листування: oliynyknimy@tdmu.edu.ua

Стаття надійшла 07.10.2025

Статтю прийнято 06.10.2025

Стаття опублікована 30.12.2025