


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Біологічний факультет
Кафедра фізіології та екології рослин

Затверджено
на засіданні кафедри фізіології та
екології рослин біологічного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
протокол № 12 від 17 лютого 2025 р.

Завідувач кафедри
доц. Мирослава КОБИЛЕЦЬКА



Силабус з навчальної дисципліни
«РОСЛИНО-МІКРОБНІ ВЗАЄМОДІЇ»,
що викладається в межах ОПП Біотехнології та біоінженерія
другого (магістерського) рівня освіти
для здобувачів спеціальності
G21 Біотехнології та біоінженерія

Львів 2025

| | |
|--|--|
| Назва дисципліни | Рослино-мікробні взаємодії |
| Адреса викладання дисципліни | 79005 м. Львів, вул. Саксаганського, 1, Біологічний факультет |
| Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна | Біологічний факультет, кафедра фізіології та екології рослин |
| Галузь знань, шифр та назва спеціальності | Галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво Спеціальність G21 Біотехнології та біоінженерія |
| Викладачі дисципліни | доцент кафедри фізіології та екології рослин, к.б.н., доцент Романюк Наталія Дмитрівна, доктор філософії, асистент Макар Орися Орестівна |
| Контактна інформація викладачів | Nataliya.romanyuk@lnu.edu.ua , Сторінка викладача -- https://bioweb.lnu.edu.ua/employee/romanyuk-n-d |
| Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються | Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю). Для питань-відповідей - група в Whatsapp. Консультації (за домовленістю) онлайн в Zoom. Детальна інформація про курс - в системі Moodle |
| Сторінка дисципліни | https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=6948 |
| Інформація про дисципліну | Дисципліна "Рослино-мікробні взаємодії" є вибірковою дисципліною зі спеціальності G21 Біотехнології та біоінженерія ОПП Біотехнології та біоінженерія, яка викладається в 2 семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). Курс "Рослино-мікробні взаємодії" розглядає різноманітні типи взаємодій між рослинами та мікроорганізмами, включаючи симбіотичні, патогенні та нейтральні відносини. У рамках курсу вивчаються молекулярні механізми розпізнавання, сигнальні шляхи, метаболічні процеси та еволюційні аспекти цих взаємодій. Особлива увага приділяється азотфіксувальним симбіозам, мікоризним асоціаціям, фітопатогенним процесам, а також ролі мікробіому рослин у забезпеченні стійкості до стресових факторів. Курс інтегрує знання з молекулярної біології, біохімії, мікробіології, фізіології рослин та екології для розуміння складних біологічних систем. |
| Коротка анотація дисципліни | |

**Назва
дисципліни**

Рослино-мікробні взаємодії

**Мета та цілі
курсу**

Мета курсу "Рослино-мікробні взаємодії" - сформувати у здобувачів комплексне розуміння механізмів та значення взаємодій між рослинами та мікроорганізмами, включаючи симбіотичні, патогенні та нейтральні відносини. Розглянути сучасні молекулярні, біохімічні та екологічні аспекти цих взаємодій, а також їх практичне застосування в біотехнології та сільському господарстві. Програму курсу розроблено таким чином, щоби сформувати у студентів загальні і фахові компетентності.

Основна література:

**Література
для
вивчення
дисципліни**

1. Bais H.P., Weir T.L., Perry L.G., et al. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms // Annual Review of Plant Biology. 2006. Vol. 57. P. 233-266. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.57.032905.105159>
2. Berendsen R.L., Pieterse C.M., Bakker P.A. The rhizosphere microbiome and plant health // Trends in Plant Science. 2012. Vol. 17(8). P. 478-486. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2012.04.001>
3. Carlström C.I., Field C.M., Bortfeld-Miller M., et al. Synthetic microbiota reveal priority effects and keystone strains in the Arabidopsis phyllosphere // Nature Ecology & Evolution. 2019. Vol. 3. P. 1445-1454. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0994-z>
4. Hacquard S., Garrido-Oter R., González A., et al. Microbiota and host nutrition across plant and animal kingdoms // Cell Host & Microbe. 2015. Vol. 17(5). P. 603-616. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2015.04.009>
5. Hassani M.A., Durán P., Hacquard S. Microbial interactions within the plant holobiont // Microbiome. 2018. Vol. 6. Article 58. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2015.04.009>
6. Makar, O., Kavulych, Y., Terek, O., & Romanyuk, N. (2023). Plant-microbe interactions: mechanisms and applications for improving crop yield and quality. *Studia Biologica*, 17(3): 225–242. <https://doi.org/10.30970/sbi.1703.730>

| | |
|---|---|
| | <p>6. Philippot L., Raaijmakers J.M., Lemanceau P., van der Putten W.H. Going back to the roots: the microbial ecology of the rhizosphere // Nature Reviews Microbiology. 2013. Vol. 11. P. 789-799. https://doi.org/10.1038/nrmicro3109</p> <p>7. Spaepen S., Vanderleyden J., Remans R. Indole-3-acetic acid in microbial and microorganism-plant signaling // FEMS Microbiology Reviews. 2007. Vol. 31(4). P. 425-448. DOI: 10.1111/j.1574-6976.2007.00072.x</p> <p>8. Turner T.R., James E.K., Poole P.S. The plant microbiome // Genome Biology. 2013. Vol. 14. Article 209. https://doi.org/10.1186/gb-2013-14-6-209</p> <p>9. Zipfel C., Oldroyd G.E. Plant signalling in symbiosis and immunity // Nature. 2017. Vol. 543. P. 328-336. https://doi.org/10.1038/nature22009</p> |
| Обсяг курсу | 48 годин аудиторних занять. З них 32 години лекцій, 16 годин практичних занять та 72 години самостійної роботи |
| Очікувані результати навчання | Після завершення цього курсу студент буде вміти: аналізувати типи та механізми рослинно-мікробних взаємодій пояснювати молекулярні основи симбіотичних відносин, оцінювати роль мікробіому в житті рослин; ідентифікувати сигнальні шляхи у рослинно-мікробних взаємодіях; застосовувати знання про корисні мікроорганізми в біотехнології |
| Ключові слова | рослинно-мікробні взаємодії, симбіоз, ризосфера, мікробіом, азотфіксація, мікориза, фітопатогенез |
| Формат курсу | Очний Проведення лекцій та консультації для кращого розуміння тем |
| Теми | Наведено у табл. 1. |
| Підсумковий контроль, форма | Залік у кінці семестру. |
| Пререквізити | Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін мікробіології, фізіології рослин, молекулярної біології, біохімії, генетики достатніх для сприйняття категоріального апарату особливостей курсу. |
| Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу | Презентація, лекції, дискусія, семінари, аналіз наукових публікацій і ін. |

| | |
|-----------------------------|---|
| Необхідне обладнання | Персональний комп'ютер, загальноживані комп'ютерні програми і операційні системи, проєктор |
| Критерії оцінювання | <p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються: контрольні заміри (модулі та есе) по 50 балів; максимальна кількість балів — 100</p> <p>Академічна доброчесність: очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків визначених для виконання усіх видів письмових робіт, передбачених курсом</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих. Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття.; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання</p> |
| Питання до заліку | Перелік питань та завдань для проведення підсумкової оцінки знань подано на сторінці курсу в Moodle: https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=XXXX |
| Опитування | Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу. |

Таблиця 1

Схема курсу "Рослино-мікробні взаємодії"

| Тиждень | Тема занять (перелік питань) | Форма діяльності та обсяг годин | Додаткова література/ресурс для виконання завдань (за потреби) | Кількість годин |
|---------|--|---------------------------------|--|-----------------|
| 1 | Вступ до рослино-мікробних взаємодій: класифікація та значення | Лекція | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| | Аналіз типів взаємодій: мутуалізм, коменсалізм, паразитизм | Практичне заняття | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| | Огляд історії досліджень рослино-мікробних взаємодій | Самостійна робота | Дод. інф. у Moodle | 4 год |
| | Еволюційні аспекти рослино-мікробних взаємодій | Лекція | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| | Порівняльний аналіз симбіотичних систем | Самостійна робота | Дод. інф. у Moodle | 5 год |
| | Ризосфера як екологічна ніша мікроорганізмів | Лекція | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| | Вивчення складу ризосферних мікробних спільнот | Практичне заняття | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| 2 | Аналіз факторів, що формують ризосферний мікробіом | Самостійна робота | Дод. інф. у Moodle | 5 год |
| | Кореневі екsudати та їх роль у мікробних взаємодіях | Лекція | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| | Дослідження хімічного складу корневих виділень | Самостійна робота | Дод. інф. у Moodle | 5 год |
| | Азотфіксуючі симбіози: молекулярні механізми | Лекція | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| 3 | Аналіз генетичних основ нодуляції | Практичне заняття | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| | Порівняння симбіозів бобових та небобових рослин | Самостійна робота | Дод. інф. у Moodle | 5 год |
| | Регуляція азотфіксації та метаболізм азоту | Лекція | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| | Біохімічні аспекти нітрогенази та її інгібування | Самостійна робота | Дод. інф. у Moodle | 5 год |
| 4 | Мікоризні асоціації: | Лекція | Дод. інф. у Moodle | 2 год |

| Тиждень | Тема занять (перелік питань) | Форма діяльності та обсяг годин | Додаткова література/ресурс для виконання завдань (за потреби) | Кількість годин |
|---------|--|---------------------------------|--|-----------------|
| 5 | арбускулярна мікориза | | | |
| | Вивчення структури мікоризних органів | Практичне заняття | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| | Екологічна роль мікоризних грибів | Самостійна робота | Дод. інф. у Moodle | 5 год |
| | Ектомікориза та її специфічність | Лекція | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| | Молекулярна діагностика мікоризних грибів | Самостійна робота | Дод. інф. у Moodle | 4 год |
| | Фітопатогенні взаємодії: механізми інфікування | Лекція | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| | Аналіз стратегій рослинних патогенів | Практичне заняття | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| | Вивчення токсинів та ферментів патогенів | Самостійна робота | Дод. інф. у Moodle | 4 год |
| | Імунітет рослин та механізми захисту | Лекція | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| | Сигнальні шляхи у відповідь на патогени | Самостійна робота | Дод. інф. у Moodle | 4 год |
| 6 | Філософський мікробіом та його функції | Лекція | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| | Методи дослідження мікроорганізмів філосфери | Практичне заняття | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| | Вплив абіотичних факторів на філософерні спільноти | Самостійна робота | Дод. інф. у Moodle | 4 год |
| | Ендofітні мікроорганізми та їх роль | Лекція | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| | Біотехнологічний потенціал ендofітів | Самостійна робота | Дод. інф. у Moodle | 4 год |
| | Сигнальні молекули у рослино-мікробних взаємодіях | Лекція | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| 7 | Вивчення кворум-сенсінгу у ризосферних бактерій | Практичне заняття | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| | Аналіз фітогормонів мікробного походження | Самостійна робота | Дод. інф. у Moodle | 4 год |
| | Молекулярне розпізнавання: рецептори та ліганди | Лекція | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| | Дослідження | Самостійна | Дод. інф. у Moodle | 4 год |

| Тиждень | Тема занять (перелік питань) | Форма діяльності та обсяг годин | Додаткова література/ресурс для виконання завдань (за потреби) | Кількість годин |
|---------|---|---------------------------------|--|-----------------|
| 8 | МАМР/РАМР-індукованих відповідей | робота | | |
| | Практичне застосування корисних мікроорганізмів | Лекція | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| | Розробка мікробних біопрепаратів для рослин | Практичне заняття | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| | Оцінка ефективності біоконтролю фітопатогенів | Самостійна робота | Дод. інф. у Moodle | 4 год |
| | Перспективи інженерії рослинного мікробіому | Лекція | Дод. інф. у Moodle | 2 год |
| | Написання есе на тему "Майбутнє рослинно-мікробних взаємодій у біотехнології" | Самостійна робота | Дод. інф. у Moodle | 4 год |

Автори



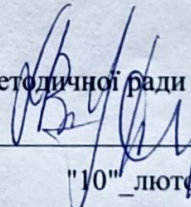
Наталія РОМАНІУК



Орися МАКАР

"Погоджено"

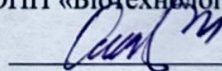
Голова методичної ради біологічного факультету



Віталій ГОНЧАРЕНКО

"10" лютого 2025 р, протокол №1

Гарант ОПІ «Біотехнологія та біоінженерія»



Богдан ОСТАШ