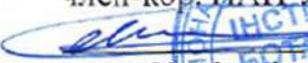


НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ БОТАНІКИ ІМЕНІ М.Г. ХОЛОДОГО НАН УКРАЇНИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор Інституту ботаніки
член-кор. НАН України

 Сергій МОСЯКІН
наказ № 13н від «18» червня 2025 р.



СИЛАБУС ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Методологія дослідження фізіології і біохімії грибів

Освітня програма Підготовка докторів філософії в галузі Біології
третього (освітньо-наукового) рівня
Спеціальність Е Природничі науки, математика та статистика
Галузь знань Е1 Біологія та біохімія

«СХВАЛЕНО» Вченою радою
Інституту ботаніки
ім. М.Г. Холодного НАН України
протокол № 6 від «17» червня 2025 р.

Київ – 2025

Опис курсу

Назва освітньої компоненти	Методологія дослідження фізіології і біохімії грибів
Тип курсу	Варіативна компонента
Адреса викладання курсу	м. Київ, Терещенківська 2а, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий) рівень вищої освіти
Кількість кредитів/годин	3 кредити / 90 годин
Семестр	2, 3
Викладач	Галєб Аль-Маалі (Galieb Al-Maali), кандидат біологічних наук, https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-7489-6466
Посилання на сайт	https://botany.kiev.ua/
Контактний телефон, месенджер	0979192070
Е-mail викладача:	galeb.almaali@gmail.com
Графік консультацій	П'ятниця, 15:00–17:00 очно або онлайн (за попередньою домовленістю)
Методи викладання	Лекції, семінари, презентації, індивідуальні завдання
Форма контролю	залік
Анотація дисципліни	Курс сприяє розвитку наукового мислення, розумінню особливостей фізіології та біохімії грибів і опануванню методології експериментальних досліджень у межах спеціалізації «Мікологія». Дисципліна дозволяє студенту оволодіти інструментарієм наукового пошуку в галузі та поглибити фахову підготовку міколога. Студент вчиться адаптуватися до динамічних змін у науці, самостійно проектувати вектор власного дослідження, обирати ефективні методи та аргументовано захищати власні наукові висновки.
Мета навчальної дисципліни	Опанувати методологією досліджень фізіології і біохімії грибів для планування власного дисертаційного дослідження.
Завдання навчальної дисципліни	- здійснювати критичний аналіз актуальних наукових публікацій у галузі

	<p>експериментальної мікології;</p> <ul style="list-style-type: none"> - вміти застосовувати передові методологічні підходи та інструментарій мікологічних досліджень; - навчитися проєктувати структурно-логічну модель власної наукової роботи; - вміти аргументовано вести наукову дискусію, інтегруючи наявні теоретичні знання з отриманими емпіричними даними.
Пререквізити	<p>Для успішного проходження вказаного курсу здобувачем вищої освіти потрібні знання з мікробіології, мікології, аналітичної, органічної та неорганічної хімії, біохімії, цитології, фізіології рослин та мікроорганізмів, молекулярної біології, теорії еволюції, та інших базових дисциплін першого (бакалаврського) рівня вищої освіти; володіння навичками роботи у хімічних та біохімічних лабораторіях на магістерському рівні.</p>
Програмні результати навчання	<p>Мати глибоке уявлення про біохімію, фізіологію грибів, володіти знаннями суміжних предметних дисциплін та мати розуміння методологічних підходів, що застосовуються в експериментальній мікології. Володіти дослідницькими навичками для проведення наукових і прикладних досліджень у галузі експериментальної мікології на рівні світових досягнень в мікології та мікробіології.</p> <p>Вміти застосовувати ці знання при планування власного експериментального дослідження та аналізу отриманих даних. Бачити шляхи отримання нових знань та/або здійснення інновацій у відповідній галузі й вміти застосовувати отримані знання для розробки нових ідей, наукових гіпотез у контексті сучасної експериментальної мікології, плінтувати дослідження для їх спростування чи підтвердження, застосовуючи сучасні, в тому числі міждисциплінарні, підходи.</p>
Опитування	<p>Опитування здобувачів відбувається після закінчення курсу</p>
Ключові слова	<p>Гриби, біохімія, фізіологія, мікроорганізми, біологічно-активні речовини, методи, аналіз</p>

Структура курсу	
Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни
	денна форма здобуття освіти
Кількість кредитів – 3	Варіативна
	Рік підготовки – 1,2-й Семестри 2, 3-й
Загальна кількість годин	90
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 (2, 3 семестр) самостійної роботи студента – 2 (2, 3 семестри)	Лекції
	10 год. (2 сем.) 10 год. (3 сем.)
	Семінарські
	10 год. (2 сем.) 10 год. (3 сем.)
	Лабораторні
	10 год. (2 сем.) 10 год. (3 сем.)
	Самостійна робота
	16 год. (2 сем.) 14 год. (3 сем.)
	Вид контролю: Залік – 2, 3 семестри
Технічне забезпечення/обладнання	Лабораторні приміщення відділу мікології (лабораторні, семінари), малий зал засідань (семінари, лекції), проектор, ноутбук
Політика курсу	Мова викладання матеріалу, відповідей, дискусій, оцінювання тощо, як правило, державна. Про застосування англійської мови на окремих заняттях здобувачі освіти мають бути попереджені заздалегідь. Заняття можуть бути проведені у змішаній формі: аудиторні заняття або у форматі відео конференцій (Zoom, Google Meet, Teams тощо). Для ведення конкретних занять та ініціації дискусій з окремих тем можуть бути запрошені провідні вчені України та світу.

	<p>Для успішного складання підсумкового контролю з дисципліни вимагається участь у всіх семінарах. Здобувачам, які представили документи щодо проходження подібного курсу в інших ЗВО переноситься та кількість кредитів, яку вони отримали в сертифікаті. Інша кількість кредитів добирається під час освоєння курсу.</p> <p>До окремих семінарів можуть бути залучені здобувачі третього (освітньо-наукового) рівня інших ЗВО та особи, що підвищують кваліфікацію тощо.</p> <p>Високо цінується конструктивна участь в обговоренні. До всіх здобувачів застосовується рівне ставлення. Не допускається порушення академічної доброчесності та булінг. Викритий на будь-якому прояві плагіату здобувач отримує нульові позиції за елемент курсу (семінар, диференційований залік тощо).</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Схема курсу

Ти жде нь	Тема занять	Лекції, год	Семінари, лаборатор ні, год	Само- стійна робота, год
Семестр 2				
1	Тема 1. Біологія грибної клітини: цитоплазматична мембрана та клітина стінка, таксономічні особливості їхньої будови, біосинтезу та фізіології.	2	2	2
2	Тема 2. Біологія грибної клітини: Септи та цитокінез.	2	2	2
3	Тема 3. Біологія грибної клітини: таксономічні особливості біохімії грибів.	2	2	2
4	Тема 4. Методологічні аспекти культивування різних	-	4	2

	таксономічних груп грибів.			
5	Тема 5. Позаклітинний простір та сполуки, їх значення для функціонування грибної клітини.	-	2	2
6	Тема 6. Реакція грибної клітини на стрес. Екстремофільні гриби.	2	2	2
7	Тема 7. Особливості фізіології симбіотичних грибів та методологічні підходи до їхнього вивчення.	-	4	2
	Всього за семестр:	10	20	16
Семестр 3				
1	Тема 8. Біологічно активні речовини грибів: гормони та сидерофори.	2	2	2
2	Тема 9. Біологічно активні речовини грибів: Антибіотики та токсини.	2	4	2
3	Тема 10. Методологія дослідження біологічних речовин: екстракція та хроматографічні методи	2	4	2
4	Тема 11. Фунгіциди: класифікація, механізми дії; методологічні підходи до пошуку нових протигрибкових сполук.	2	4	2
5	Тема 12. Методи оцінки антибіотичної та фунгіцидної активності. Протоколи CLSI та EUCAST	2	2	2
6	Тема 13. Біотрансформація та біодеградація ксенобіотиків	-	2	2
7	Тема 14. Планування експериментального дослідження в мікології.	-	2	2
	Всього за семестр:	10	20	14
	Всього:	20	40	30

Система оцінювання та вимоги: форма (метод) контрольного заходу та вимоги до оцінювання програмних результатів навчання			
з/п	Види навчальної діяльності	Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів
1	Аудиторна робота	100 (залік)	мінімум 60
4	Форма контролю (залік)	0	0

Вибіркові види навчальної діяльності

1	участь у науковій, конференції	5
2	наукова стаття	10
3	наукова робота на конкурс	10
4	активна участь у всеукраїнських або міжнародних лекціях/семінарах	5
5	інша наукова активність	до 5 балів
	Всього	максимум 35

Критерії оцінювання роботи здобувачів вищої освіти на семінарах

Оцінка за нац. шкалою	Критерії оцінювання програмних результатів навчання
15-12	Активна дискусія. Зміг обговорити три і більше проблемних запитань та виступив в обговоренні. Студент має системні, дієві здібності у навчальній діяльності, користується широким арсеналом засобів доказу своєї думки опираючись на сучасні літературні джерела; схильний до системно-наукового аналізу та прогнозування явищ; уміє ставити та розв'язувати проблеми.
9-11	Активна дискусія. Зміг обговорити одне проблемне запитання та виступив в обговоренні. Студент має системні, дієві здібності у навчальній діяльності, користується широким арсеналом засобів доказу своєї думки опираючись на літературні джерела; схильний до системно-наукового аналізу; уміє ставити та розв'язувати проблеми.
6-8	Опосередкована дискусія. Виступив розгорнуто лише у обговоренні. Використовує загальновідомі доводи у власній аргументації, разом із викладачем здатен до опрацювання навчального матеріалу, потребує допомоги викладача для логічного ведення дискусії або формулювання питань.
4-5	Опосередкована дискусія. Виступив фрагментарно у обговоренні. Разом із викладачем здатен до опрацювання навчального матеріалу, потребує суттєвої допомоги викладача для

	логічного ведення дискусії або формулювання питань.
3-1	Невдала дискусія. Не брав участі в обговоренні проблемних питань. Намагався сформулювати відповіді на поставлені викладачем питання або невдало виступив в дискусії.
0	Без дискусії. Не брав участі у семінарі.
Критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти на екзамені (максимальна кількість балів за екзамен – 40 балів)	
Питання до контрольних замірів знань	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Будови цитоплазматичної мембрани грибів, її біосинтез та фізіологія. 2. Таксономічні особливості клітинної стінки грибів, склад, біосинтез, фізіологія. 3. Септи грибів, класифікація, будова та функція. 4. Цитокінез у різних таксономічних груп грибів. Регуляція цитокінезу. 5. Особливості біохімії грибів, бази даних NCBI, MeFSAT, FUNGIpath та інші інструменти для метаболічних досліджень. 6. Трофічні особливості різних таксономічних та екологічних груп грибів, фактори росту, методи виділення чистих культур та методи їх культивування. 7. Реакція грибної клітини на стрес. Механізми стресостійкості. Екстремофільні гриби та методи їх дослідження. 8. Біологія симбіотичних грибів. Мікоризоутворюючі гриби та фітопатогенні гриби, методи культивування та експериментальні моделі дослідження мікоризи. 9. Методи дослідження грибів патогенних для людей та тварин. Механізми патогенезу. Протоколи безпеки. 10. Позаклітинний простір грибів. Регуляція рН середовища, позаклітинні ферменти та полісахариди, їхня функція та значення для біології грибів. Методи дослідження позаклітинних речовин 11. Сигнальні сполуки грибів, гормони, фітогормони та середерофори. 12. Гриби продуценти антибіотиків та токсинів. Класифікація цих сполук 13. Методологія дослідження біологічних речовин: екстракція та хроматографічні методи 14. Фунгіциди: класифікація, механізми дії; методологічні підходи до пошуку нових протигрибкових сполук. 15. Методи оцінки антибіотичної та фунгіцидної активності, принципи та класифікація відповідних методів. Протоколи CLSI та EUCAST для визначення мінімальної інгібуючої концентрації, мінімальної бактеріцидної/фунгіцидної концентрації. 16. Особливості процесів біотрансформації та біодеградації ксенобіотиків. 17. Планування власного експериментального дослідження в мікології. 18. Статистичні методи в експериментальному дослідженні. 	

19. Графічне оформлення результатів експериментального дослідження.
20. Особливості написання розділів літературного огляду
21. Особливості вибору методів дисертаційного дослідження
22. Логіка розташування розділів, які відносяться до блоку «Результати досліджень»
23. Особливості процедури проходження статей з експериментальної мікології від подачі до оприлюднення
24. Особливості представлення презентацій власного дослідження для різних цільових груп

**Список рекомендованих джерел
для самостійного опрацювання курсу**

Монографії

- Trinci A.P.J., Copping L.G., Goosey M.W., Jung M.J., Kuhn P.J. (2012). *Biochemistry of Cell Walls and Membranes in Fungi*. Springer Berlin Heidelberg, 327 p.
- Maheshwari R. (2016). *Fungi: Experimental Methods In Biology, Second Edition*. CRC Press. 358 p.
- Paul E., Frey S. (2023). *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry*. Elsevier. 608 p.
- Varma A., Tuteja N., Prasad R. (2017). *Mycorrhiza - Function, Diversity, State of the Art*. Springer International Publishing. 396 p.
- Lane C.R., Hughes K., Beales P. (2023). *Fungal Plant Pathogens: Applied Techniques*. CAB International.

Статті

- Denisenko, A., Garbuz, P., Voloshchuk, N. M., Holota, Y., Al-Maali, G., Borysko, P., & Mykhailiuk, P. K. (2023). 2-Oxabicyclo [2.1. 1] hexanes as saturated bioisosteres of the ortho-substituted phenyl ring. *Nature Chemistry*, 15(8), 1155-1163.
<https://doi.org/10.1038/s41557-023-01222-0>
- Mustafin, K., Bisko, N., Blieva, R., Al-Maali, G., Krupodorova, T., Narmuratova, Z., ... & Zhakipbekova, A. (2022). Antioxidant and antimicrobial potential of *Ganoderma lucidum* and *Trametes versicolor*. *Turkish Journal of Biochemistry*, 47(4), 483-489.
- Athanasopoulos, A., Andre, B., Sophianopoulou, V., & Gournas, C. (2019). Fungal plasma membrane domains. *FEMS microbiology reviews*, 43(6), 642-673.
<https://doi.org/10.1093/femsre/fuz022>
- Kües, U. (2015). Fungal enzymes for environmental management. *Current opinion in biotechnology*, 33, 268-278. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2015.03.006>
- Eisermann, I., Garduño-Rosales, M., & Talbot, N. J. (2023). The emerging role of septins in fungal pathogenesis. *Cytoskeleton*, 80(7-8), 242-253.
<https://doi.org/10.1002/cm.21765> Digital Object Identifier (DOI)
- Glotzer, M. (2017). Cytokinesis in metazoa and fungi. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 9(10), a022343.
- Yaakoub, H., Mina, S., Calenda, A., Bouchara, J. P., & Papon, N. (2022). Oxidative stress response pathways in fungi. *Cellular and molecular life sciences*, 79(6), 333.
- Branco, S., Schauster, A., Liao, H. L., & Ruytinx, J. (2022). Mechanisms of stress tolerance and their effects on the ecology and evolution of mycorrhizal fungi. *New Phytologist*, 235(6), 2158-2175. <https://doi.org/10.1111/nph.18308>
- Coleine, C., Stajich, J. E., & Selbmann, L. (2022). Fungi are key players in extreme ecosystems. *Trends in ecology & evolution*, 37(6), 517-528.
- Ibrar, M., Ullah, M. W., Manan, S., Farooq, U., Rafiq, M., & Hasan, F. (2020). Fungi from the

- extremes of life: an untapped treasure for bioactive compounds. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104(7), 2777-2801. <https://doi.org/10.1007/s00253-020-10399-0>
- Martin, F. M., & van Der Heijden, M. G. (2024). The mycorrhizal symbiosis: research frontiers in genomics, ecology, and agricultural application. *New Phytologist*, 242(4), 1486-1506. <https://doi.org/10.1111/nph.19541>
- Islam, T., Danishuddin, Tamanna, N. T., Matin, M. N., Barai, H. R., & Haque, M. A. (2024). Resistance mechanisms of plant pathogenic fungi to fungicide, environmental impacts of fungicides, and sustainable solutions. *Plants*, 13(19), 2737. <https://doi.org/10.3390/plants13192737>
- Cuenca-Estrella, M., & Rodriguez-Tudela, J. L. (2010). The current role of the reference procedures by CLSI and EUCAST in the detection of resistance to antifungal agents in vitro. *Expert Review of Anti-infective Therapy*, 8(3), 267-276. <https://doi.org/10.1586/eri.10.2>
- Prigione, V., Spina, F., Tigini, V., Giovando, S., & Varese, G. C. (2018). Biotransformation of industrial tannins by filamentous fungi. *Applied microbiology and biotechnology*, 102(24), <https://doi.org/10361-10375>. [10.1007/s00253-018-9408-4](https://doi.org/10.1007/s00253-018-9408-4)
- Bondaruk, S. V., Bulava, S. O., Korzh, R. A., Lesyk, D. S., Polovynko, V. V., Fedyk, A. V., & Al-Maali, G. A. (2025). Biotransformation of 2, 6-dichloroaniline and 3, 5-dichloroaniline by the mycelium of basidiomycetes. *Ukrainian Botanical Journal*, 82(6), 594-603. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj82.06.594>

Дисертації

Аль-Маалі, Г.А. Вплив цитратів металів, отриманих методом аквананотехнології на біологію *Ganoderma lucidum* (Curtis) P.Karst. і *Trametes versicolor* (L.) Lloyd. у культурі. (Дис. канд. біол. наук). Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, Київ, 2016.

Атаманчук А.Р. Біологічні особливості видів роду *Xylaria* Hill ex Schrank у культурі. (Дис. канд. біол. наук). Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, Київ, 2024.

<https://botany.kiev.ua/doc/zahysty/2024/atamanchuk/Atamanchuk.pdf>

Електронні ресурси

ICBN. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

Handbook of Mycological Methods. URL:

https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/coffee/Annex-F.2.pdf