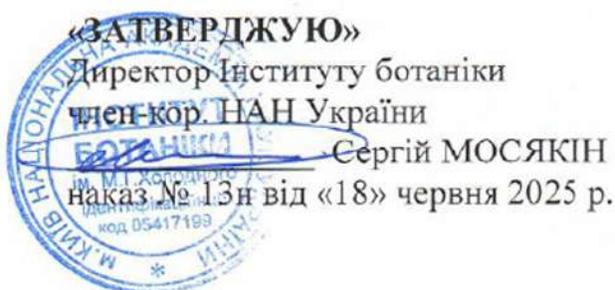


**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ БОТАНІКИ ІМЕНІ М.Г. ХОЛОДОГО НАН УКРАЇНИ**



**СИЛАБУС ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ**

**Молекулярна систематика рослин і 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.

## Опис курсу

<b>Назва освітньої компоненти</b>	Молекулярна систематика рослин і грибів
<b>Тип курсу</b>	Варіативна компонента
<b>Адреса викладання курсу</b>	м. Київ, Терещенківська 2, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
<b>Рівень вищої освіти</b>	Третій (освітньо-науковий) рівень вищої освіти
<b>Кількість кредитів/годин</b>	3 кредити / 90 годин
<b>Семестр</b>	2, 3
<b>Викладач</b>	Тетяна Михайлюк (Tatiana Mikhailyuk, Tetiana Mikhailyuk), доктор біологічних наук, старший науковий співробітник <a href="http://orcid.org/0000-0002-7769-2848">http://orcid.org/0000-0002-7769-2848</a>
<b>Посилання на сайт</b>	<a href="https://botany.kiev.ua/mikhailyuk.htm">https://botany.kiev.ua/mikhailyuk.htm</a>
<b>Контактний телефон, месенджер</b>	095-463-15-42
<b>Е-mail викладача:</b>	<a href="mailto:t-mikhailyuk@ukr.net">t-mikhailyuk@ukr.net</a>
<b>Графік консультацій</b>	Четвер, 15:00–17:00 очно або онлайн (за попередньою домовленістю)
<b>Методи викладання</b>	Лекції, семінари, презентації, лабораторна робота, досліди, індивідуальні завдання
<b>Форма контролю</b>	залік
<b>Анотація дисципліни</b>	Під час дисципліни у студента формується наукове мислення, він оволодіває методологією наукових досліджень щодо молекулярної філогенії рослин і грибів, поглиблює професійну орієнтацію за спеціальністю «Ботаніка» та «Мікологія», усвідомлює швидкість змін парадигм та гіпотез в науці, самостійно вчиться вибудовувати методологічний вектор власного дослідження, вчиться знаходити найоптимальніші методи та підходи, планувати дослідження, дискутувати та формувати власні наукові твердження на основі виявлених фактів, отримує лабораторну практику та тренується у професійних навиках щодо філогенетичних досліджень рослин і грибів.
<b>Мета навчальної дисципліни</b>	Опанувати методологію наукових досліджень в молекулярній філогенії рослин і грибів для планування та реалізації власного дисертаційного дослідження.

<b>Завдання навчальної дисципліни</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вміти аналізувати наукові публікації з сучасних досягнень у молекулярній філогенії рослин і грибів;</li> <li>- оволодіти сучасними філогенетичними методами та підходами;</li> <li>- мати навички лабораторних досліджень та комп'ютерного опрацювання даних щодо молекулярної філогенії рослин і грибів;</li> <li>- навчитися розбудовувати структурно-логічну схему власного наукового дослідження;</li> <li>- мати навички ведення дискусії на основі аналізу відомої інформації та власних результатів</li> </ul>
<b>Пререквізити</b>	<p>Для засвоєння даного курсу здобувачем вищої освіти потрібні знання з молекулярної біології, біохімії та теорії еволюції, ботаніки, мікології, альгології, зоології, мікробіології, цитології та фізіології рослин, тобто базових дисциплін першого (бакалаврського) рівня вищої освіти; філогенії органічного світу, знання методів ампліфікації, роботи з генетичними послідовностями, базами генетичних даних, методами побудови філогенетичних дерев та навичок, набутих під час науково-дослідницького практикуму (базових та варіативних дисциплін другого (магістерського) рівня).</p>
<b>Програмні результати навчання</b>	<p>Мати концептуальні та методологічні знання з молекулярної філогенії рослин і грибів і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні світових досягнень з ботаніки, мікології і ліхенології, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.</p> <p>Глибоко розуміти загальні принципи та методи молекулярної філогенії, а також методологію наукових досліджень в ботаніці та мікології, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері біології та у викладацькій практиці.</p> <p>Демонструвати постійну відданість розвитку нових ідей, наукових гіпотез у передових контекстах професійної та науково-освітньої діяльності у</p>

	<p>ботаніці та мікології на засадах академічної та професійної доброчесності.          Розуміти і застосовувати сучасні інтегративні підходи для вирішення сучасних фундаментальних і прикладних задач за напрямом молекулярна філогенія рослин і грибів.</p>	
<b>Опитування</b>	Опитування здобувачів відбувається після закінчення курсу	
<b>Ключові слова</b>	Молекулярна філогенія, родинні зв'язки, еволюція, таксономія, рослини, водорості, гриби, інтегративний підхід, молекулярний аналіз	
<b>Структура курсу</b>		
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, лабораторних – 2 самостійної роботи студента – 2	Лекції	
	10 год. (3 сем.)	
	10 год. (4 сем.)	
	Семінарські	
	10 год. (3 сем.)	
	10 год. (4 сем.)	
	Лабораторні	
	10 год. (3 сем.)	
10 год. (4 сем.)		
Самостійна робота		
10 год. (3 сем.)		
20 год. (4 сем.)		
Вид контролю:		

	Залік – 3, 4 семестри
<b>Технічне забезпечення/обладнання</b>	Приміщення відділу фікології, ліхенології та бріології (семінари) та малий зал засідань (семінари, лекції): проектор, ноутбук; лабораторія молекулярної філогенії: ламінарний бокс, центрифуги, дезінтегратор, вортекс, ампліфікатор, обладнання для гелі-електрофорезу, транслюмінатор.
<b>Політика курсу</b>	<p>Мова викладання матеріалу, відповідей, дискусій, оцінювання тощо, 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). Лабораторні заняття проводяться очно або також можуть бути проведені у форматі відео конференцій (при комп'ютерному опрацюванні матеріалу). Для ведення конкретних занять та ініціації дискусій з окремих тем можуть бути запрошені провідні вчені України та світу.</p> <p>Для успішного складання підсумкового контролю з дисципліни вимагається участь у всіх семінарах та лабораторних заняттях. 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>

<b>Схема курсу</b>					
<b>Тиж- день</b>	<b>Тема занять</b>	<b>Лекції, год</b>	<b>Семі- нари, год</b>	<b>Лабора- торні, год</b>	<b>Само- стійна робота, год</b>
<b>Семестр 2</b>					
1	Тема 1. Поняття та основні принципи молекулярної систематики. Філогенія рослинного світу.	2	2	–	2
2	Тема 2. Етапи молекулярного аналізу, структура РНК та ДНК, екстракція ДНК	2	2	2	2
3	Тема 3. Основні генетичні маркери, праймери, полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР)	2	2	2	2
4	Тема 4. Поняття сиквенсингу та асемблінгу генетичних послідовностей	2	–	2	–
5	Тема 5. Початкова робота з нуклеотидними послідовностями: генетичний банк NCBI	2	2	2	2
6	Тема 6. Початкова робота з нуклеотидними послідовностями: генетичний банк BLAST	-	2	-	2
7	Тема 7. Лабораторне обладнання та особливості його використання	-	-	2	-
	<b>Всього за семестр:</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>Семестр 3</b>					
1	Тема 8. Подальша робота з нуклеотидними послідовностями: побудова матриці послідовностей, множинне вирівнювання	-	-	4	6
2	Тема 9. Філогенетичний аналіз: структура та різновиди філогенетичних дерев, філетичні	2	4	–	4

	групи				
3	Тема 10. Генетичні дистанції та еволюційні моделі	2	2	–	2
4	Тема 11. Методи побудови філогенетичних дерев: дистанційні методи	2	2	2	2
5	Тема 12. Методи побудови філогенетичних дерев: методи аналізу дискретних ознак	2	–	2	2
6	Тема 13. Вторинна структура РНК: методи побудови та використання у таксономії вищих рослин та водоростей та грибів	2	2	2	2
7	Тема 14. Вторинна структура РНК: методи побудови та використання у таксономії грибів та грибоподібних організмів	-	-	-	2
	Всього за семестр:	10	10	10	20
	Всього:	20	20	20	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	60
2	Форма контролю (залік)	0	0

**Вибіркові види навчальної діяльності**

1	Реферат на тему, винесену на обговорення	5
2	Участь у науковій, конференції	5
3	Наукова стаття	10
4	Наукова робота на конкурс	10
5	Активна участь у всеукраїнських або міжнародних лекціях/семінарах	5
6	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
14	<b>Активна дискусія.</b> 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.
12-13	<b>Активна дискусія.</b> 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.
10-11	<b>Опосередкована дискусія.</b> 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.
8-9	<b>Опосередкована дискусія.</b> Виступив фрагментарно у обговоренні. Разом із викладачем здатен до опрацювання навчального матеріалу, потребує суттєвої допомоги викладача для логічного ведення дискусії або формулювання питань.
1-7	<b>Невдала дискусія.</b> Не брав участі в обговоренні проблемних питань. Намагався сформулювати відповіді на поставлені викладачем питання або невдало виступив в дискусії.
0	<b>Без дискусії.</b> Не брав участі у семінарі.
<b>Питання до контрольних замірів знань</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сучасна система органічного світу.</li> <li>2. Основні молекулярні маркери, що використовуються для ідентифікації рослин та грибів.</li> <li>3. Екстракція ДНК: основні етапи роботи.</li> <li>4. Структура рибосомального оперону. Молекулярна ідентифікація на основі рибосомального оперону до родового і видового рівня.</li> <li>5. Ділянки ДНК: кодуючі, некодуючі, спейсери, інтрони. Реплікація, транскрипція, трансляція, сплайсинг.</li> <li>6. Полімеразна ланцюгова реакція: основні поняття, принципи, етапи.</li> <li>7. Праймери, загальні поняття, структура, використання, особливості.</li> <li>8. Секвенування за Сенгером та нового покоління: особливості, відміни.</li> </ol>	

9. Асемблінг нуклеотидних послідовностей: основні принципи, комп'ютерні програми.
10. Вирівнювання послідовностей: парне та множинне, основні принципи, програми.
11. Генетичний банк (NCBI): особливості роботи з нуклеотидними послідовностями в ньому.
12. Веб-платформа BLAST: особливості роботи.
13. Поняття філогенетичного дерева та основна мета філогенетичного аналізу.
14. Структура філогенетичного дерева: гілки, вузли, кластери, корінь, OTU.
15. Генетичні дистанції: основні поняття, обрахування.
16. Еволюційні моделі: різновиди, використання, вибір найкращої моделі для аналізу.
17. Філетичні групи: поняття про моно-, пара- та поліфілію.
18. Методи побудови філогенетичних дерев: основні поняття, програми.
19. Дистанційні методи побудови філогенетичних дерев: різновиди, основні ознаки, програми.
20. Методи побудови філогенетичних дерев за аналізом дискретних ознак: різновиди, основні ознаки, програми.
21. Вторинна структура ITS-2: основні кроки побудови, веб-платформи, програми.
22. Вторинна структура 16S-23S ITS регіону прокариот: основні кроки побудови, веб-платформи, програми.
23. Аналіз вторинної структури ITS-2: поняття про компенсаторні заміни нуклеотидів (CBCs та hCBCs).
24. Залучення філогенетичних методів до власних дисертаційних досліджень.
25. Сучасна філогенія групи рослин (грибів), що є предметом дисертаційної роботи.
26. Особливості вивчення молекулярної філогенії групи рослин (грибів), що є предметом дисертаційної роботи.
27. Основні результати молекулярного вивчення групи рослин (грибів), що є предметом дисертаційної роботи, протягом курсу та плани на майбутнє.
28. Який внесок можливо зробити до філогенії і таксономії групи рослин (грибів), що є предметом дисертаційної роботи.
29. Які генетичні маркери традиційно використовуються у філогенії групи рослин (грибів), що є предметом дисертаційної роботи, та які варто пробувати у майбутньому.
30. Поняття бар-кодингу у сучасній філогенії рослин та грибів.
31. Метагеноміка та метабаркодинг: поняття та принципи.
32. Клонування ДНК (генів), особливості, методи, використання.

## Список рекомендованих джерел для самостійного опрацювання курсу

### Монографії

- Леонтьев Д.В. Система органічного світу: історія та сучасність». Харків: Вид. група «Основа», 2018.
- Молекулярна філогенія і сучасна таксономія наземних спорових рослин. / за ред. Кондратюка С.Я. Київ: Наук.думка, 2013.
- Alberts B., Johnson A., Walter P. et al. Molecular Biology of the cell. – Taylor & Francis, 2008.
- Глущенко В.И., Акулов А.Ю., Леонтьев Д.В., Утевский С.Ю. Основы общей систематики: Учебное пособие Харьков: ХНУ, 2004.
- Ней М., Кумар С. Молекулярная эволюция и филогенетика. Киев: КВІЦ, 2004.
- Масюк Н.П., Костіков І.Ю. Водорості в системі органічного. Київ: Академперіодика, 2002.
- Whelan S., Liò P., Goldman N. Molecular phylogenetics. Berlin: Springer, 2001.

### Статті

- Mikhailiuk T., Vinogradova O., Glaser K., Akimov Y., Gromakova A., Karsten U. (2026). Carminoleptolyngbya gen. nov. and Kondratevia gen. nov.: two new cyanobacterial genera from terrestrial habitats of Germany and Ukraine based on a polyphasic approach. European Journal of Phycology. <https://doi.org/10.1080/09670262.2025.2592022>
- Mikhailiuk T., Glaser K., Demchenko E., Hotter V., Pushkareva E., Karsten U. (2025). Diversity of algae and cyanobacteria from biological soil crusts in the high Arctic (Svalbard) along two different moisture gradients. European Journal of Phycology 60 (2): 221-244. <https://doi.org/10.1080/09670262.2025.2490372>
- Glaser K., Mikhailiuk T., Permamm C., Holzinger A., Karsten U. (2025). New Strains of the Deep Branching Streptophyte *Streptofilum*: Phylogenetic Position, Cell Biological and Ecophysiological Traits, and Description of *Streptofilum arcticum* sp. nov. Environmental Microbiology 27 (1): e70033. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.70033>
- Mikhailiuk T., Vinogradova O., Holzinger A., Glaser K., Akimov Yu., Karsten U. (2022). *Timaviella dunensis* sp. nov. from sand dunes of the Baltic Sea, Germany, and emendation of *Timaviella edaphica* (Elenkin) O.M. Vynogr. & Mikhailiuk. Phytotaxa. 532(3): 192–208.
- Mikhailiuk T.I., Vinogradova O.M., Glaser K., Rybalka N.A., Demchenko E.M., Karsten U. (2021). Algae of Biological Soil Crusts from Sand Dunes of the Danube Delta Biosphere Reserve (Odesa Region, Ukraine). Intern. J. Algae. 23 (1): 7-42. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v23.i1.20>
- Samolov E., Mikhailiuk T., Lukešová A., Glaser K., Büdel B., Karsten U. (2019). Usual alga from unusual habitats: biodiversity of *Klebsormidium* (Klebsormidiophyceae, Streptophyta) from the phylogenetic superclade G isolated from biological soil crusts. Mol. Phyl. Evol. 133: 236–255.
- Mikhailiuk T., Glaser K., Tsarenko P., Demchenko E. & Karsten U. (2019). Composition of biological soil crusts from sand dunes of the Baltic Sea coast, in the context of an integrative approach to the taxonomy of microalgae and cyanobacteria. Eur. J. Phycol. 54(3): 263–290.
- Nilsson, R. H., Larsson, K.-H., Taylor, A. F. S., Bengtsson-Palme, J., Jeppesen, T. S., Schigel, D., ... Abarenkov, K. (2018). The UNITE database for molecular identification of fungi: handling dark taxa and parallel taxonomic classifications. Nucleic Acids Research, 1, 1–7.
- Turland N.J., Wiersema J.H., Barrie F.R., Greuter W., Hawksworth D.L., Herendeen P.S., Knapp S., Kusber W.-H., Li D.-Z., Marhold K., May T.W., McNeill J., Monro A.M., Prado J., Price M.J., Smith G.F. (eds.) (2018). *International Code of Nomenclature for algae, fungi,*

*and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress, Shenzhen, China, July 2017. Regnum Vegetabile 159. Glashütten: Koeltz Botanical Books. <https://doi.org/10.12705/Code.2018>*

Caisová L., Marin B., Melkonian M. A. Consensus Secondary Structure of ITS2 in the Chlorophyta Identified by Phylogenetic Reconstruction. - Protist, 2017, Vol. 164: 482–496.

Coleman A.W. Pan-eukaryote ITS2 homologies revealed by RNA secondary structure. - Nucleic Acids Research, 2007, Vol. 35, No. 10: 3322–3329

#### *Дисертації*

Михайлюк Т.І. (2021). Водорості та ціанобактерії біологічних ґрунтових кірочок: різноманіття, філогенія, таксономія, екологія, поширення: Дис... д-ра біол. наук: 03.00.05 / НАН України; Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного. Київ, 2021.

Дармостук В.В. (2020). Ліхенофільні гриби степової зони України. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 «Біологія». Херсонський державний університет, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, Київ.

#### *Електронні ресурси*

NCBI, National Center for Biotechnology Information: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

EMBL, European Molecular Biology Laboratory: <https://www.embl.org/>

ITS-2 database: [https://its2.bioapps.biozentrum.uni-wuerzburg.de/?group\\_pub](https://its2.bioapps.biozentrum.uni-wuerzburg.de/?group_pub)

UNITE database: <https://unite.ut.ee/>

Mafft: <https://mafft.cbrc.jp/alignment/software/>

MFold: <https://www.unafold.org/>

RNA structure Version 5.6.: <http://rna.urmc.rochester.edu/RNAstructure.html>