

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів
Кафедра молекулярної генетики та біотехнології



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ННІБХБ

Руслан БЕСПАЛЬКО

29 » серпня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

Загальна та молекулярна ентомологія
вибіркова

Освітньо-професійна програма	<u>Біологія</u>
Спеціальність	<u>Е1 Біологія та біохімія</u>
Галузь знань	<u>Е Природничі науки, математика та статистика</u>
Рівень вищої освіти	<u>другий магістерський</u>
Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів	
Мова навчання	українська

Чернівці 2025 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Загальна та молекулярна ентомологія» складена відповідно до вимог її змісту та відповідає освітньо-професійній програмі: «Біологія», спеціальності: Е1 Біологія та біохімія, галузь знань: Е Природничі науки, математика та статистика затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (Протокол № від «28» квітня 2025 року).

Розробники: Череватов Володимир Федорович, доцент кафедри молекулярної генетики та біотехнології, кандидат біологічних наук, доцент;
Череватов Олександр Володимирович, асистент кафедри молекулярної генетики та біотехнології, кандидат біологічних наук

Викладачі, що забезпечують читання даної навчальної дисципліни:
Череватов Володимир Федорович, доцент кафедри молекулярної генетики та біотехнології, кандидат біологічних наук, доцент;
Череватов Олександр Володимирович, асистент кафедри молекулярної генетики та біотехнології, кандидат біологічних наук

Погоджено з гарантом ОП  Ірина ПАНЧУК

Затверджено на засіданні кафедри молекулярної генетики та біотехнології
Протокол № 1 від « 29 » серпня 2025 року

Завідувач кафедри  Роман ВОЛКОВ

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту
Протокол № 1 від « 29 » серпня 2025 року

Голова методичної ради ННБХБ  Галина МОСКАЛИК

Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета дисципліни – поглиблення та узагальнення інформації про організацію та будову комах, основні їх біологічні риси, шляхи розвитку та взаємодії іншими компонентами природних екосистем, створення на базі сучасних даних системи комах з урахуванням їх генетичних відносин і філогенії; така система необхідна для пізнання закономірностей загального еволюційного процесу тваринного світу.

Завдання вивчення дисципліни:

- створення системного підходу щодо розуміння ентомофауни на основі уявлень про будову, функціонування та взаємодію між молекулярним, клітинним, тканинним, органним, організмовим, популяційно-видовим і біосферним рівнями організації;
- розвиток уявлень про єдність процесів онто- та філогенезу у комах;
- формування поглядів на еволюцію комах, які є складовою частиною природи, мають свої особливості будови, функціонування та розвитку;
- інтеграція відомостей про цикли розвитку вільноіснуючих і паразитичних комах різних таксономічних груп.

Результати навчання

Формування у студентів певних знань та умінь у сфері питань сучасних поглядів на дослідження в галузі ентомології.

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

Шифр	Формулювання отриманої компетентності
Спеціальні (фахові, предметні) компетентності	
СК1.	Здатність користуватися новітніми досягненнями біології, необхідними для професійної, дослідницької та/або інноваційної діяльності.
СК7.	Здатність діагностувати стан біологічних систем за результатами дослідження організмів різних рівнів організації
СК13.	Здатність використовувати знання особливостей становлення рослинного і тваринного світу при аналізі сучасного стану їх систематики та основних напрямків філогенетики
Програмні результати навчання	
ПР6.	Аналізувати біологічні явища та процеси на молекулярному, клітинному, організмовому, популяційно-видовому та біосферному рівнях з точки зору фундаментальних загальнонаукових знань, а також за використання спеціальних сучасних методів досліджень.
ПР8.	Застосовувати під час проведення досліджень знання особливостей розвитку сучасної біологічної науки, основні методологічні принципи наукового дослідження, методологічний і методичний інструментарій проведення наукових досліджень за спеціалізацією.

У результаті вивчення дисципліни студент **повинен знати:**

- положення комах у системі тваринного світу;
- сучасну систематику всіх рядів комах;
- загальну характеристику та біологію найважливіших представників з кожного ряду комах;
- морфо-фізіологічні властивості комах, значення основних процесів їх обміну речовин, характеристику їх онтогенезу;
- механізми виникнення циклів розвитку комах із повним і неповним перетворенням;
- описи діагностично значимих комплексів ознак комах;
- алгоритми ідентифікації таксонів комах за визначниками;
- структуру діагностичних ключів, діагностичних таблиць, визначників, структуру діагнозу та опису таксону;
- основні визначники комах фауни України та Палеарктики;

– методи визначення різних таксономічних груп комах.

Підготовлений фахівець **повинен вміти:**

- в польових умовах визначити вид (рід чи родину) комах, користуючись відповідними польовими визначниками;
- в лабораторних умовах використовуючи методи мікроскопії та техніку препарування зоологічних об'єктів на основі аналізу зразка скласти морфологічний опис безхребетних тварин, достатній для їх визначення професіоналом;
- користуючись системою ознак різних вікових станів на основі візуального спостереження та діагностичних ознак визначати віковий стан наданої комахи;
- за природним та/чи колекційним матеріалом у невизначеній комахи визначити її морфологічний тип та пристосування до життя у різних середовищах;
- за зразком метаморфозу в умовах лабораторії використовуючи візуальне спостереження встановити тип метаморфозу представників різних таксономічних груп комах;
- визначати комах, виявляти їх таксономічно важливі діагностичні ознаки та еколого-біологічні особливості;
- для невизначеної комахи за узагальненими даними про її екологічні, біологічні та анатомо-морфологічні особливості використовуючи систему тварин та класифікацію екоморф виявляти характеристики, значимі для ідентифікації на рівні ряду та родини.

Форми організації навчання: індивідуальна, групова, лекції, семінари, самостійна робота.

Методи навчання: проблемна лекція, проблемний семінар, тематична дискусія, дебати.

Опис навчальної дисципліни Загальна інформація

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна	індивідуальні	
Денна	6	11	3	90	14	0	8	0	68	0	залік

Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма*					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Біологія та систематика комах.												
Тема 1. Шкірні покриви та їх похідні.	9	2				7						
Тема 2. Молекулярні основи	9		2			7						

спадковості у комах												
Тема 3. Забарвлення комах	9	2				7						
Тема 4. Регуляція експресії генів у комах	9		2			7						
Тема 5. Органи чуття комах	9	2				7						
Тема 6. Основи хеморецепції комах	9	2				7						
Тема 7. Молекулярні механізми розвитку та метаморфозу	9		2			7						
Тема 8. Визначення статі у комах	9	4				5						
Тема 9. Генетичні основи соціальної поведінки у комах	9	2				7						
Тема 10. Молекулярна імунологія комах	9		2			7						
Усього годин	90	14	8			68						

Тематика лекційних занять з переліком питань

№ з/п	Назва теми з основними питаннями	Кількість годин
1	Шкірні покриви та їх похідні Кутикула та її похідні Будова шкіри Залози як похідне шкіри	2
2	Забарвлення комах Типи локалізації пігменту покривів Природа барвників Еволюція забарвлення в різних рядах комах	2
3	Органи чуття комах Загальний план НС комах Органи чуття комах	2
4	Основи хеморецепції комах Молекулярні механізми трансдукції сигналу Будова та сприйняття сигналу рецепторами різних родин	3
5	Визначення статі у комах Загальні закономірності визначення статі	4

	Молекулярні механізми визначення статі у плодових мушок Визначення статі у інших представників класу комах	
6	Генетичні основи соціальної поведінки у комах Генетичні механізми Інші ключові гени Гормони та нейропептиди	3

Теми семінарських занять з переліком питань

№ з/п	Назва теми з основними питаннями	Кількість годин
1	Молекулярні основи спадковості у комах Особливості організації геному комах у порівнянні з іншими тваринами. Хромосомні механізми визначення статі у різних видів комах Роль епігенетичних механізмів (метилування ДНК, модифікація гістонів) у розвитку комах. Геномні реплікації та політенія у клітинах комах — біологічне значення. Генетичні маркери у вивченні популяцій комах. Молекулярні методи дослідження мінливості комах. Приклади генетичних мутацій у <i>Drosophila melanogaster</i> та їх фенотипові прояви. Перспективи застосування CRISPR/Cas9 для досліджень генетики комах.	2
2	Регуляція експресії генів у комах Основні рівні регуляції експресії генів у комах. Роль транскрипційних факторів у контролі розвитку і метаморфозу. Механізми гормональної регуляції (екдизон, ювенільний гормон) на рівні генів. Регуляція експресії генів при імунній відповіді комах. Роль мікроРНК у посттранскрипційному контролі генів. Як зміни у експресії генів впливають на поведінку комах? Методи визначення рівня експресії генів: RT-PCR, RNA-seq, Northern blot. Приклади генів із сезонною або тканинно-специфічною експресією у комах.	2
3	Молекулярні механізми розвитку та метаморфозу Основні етапи ембріонального розвитку комах: від яйця до личинки. Роль гомеотичних генів (Нох-гени) у формуванні морфології тіла. Як працюють сигнальні шляхи Notch, Wnt, Hedgehog у розвитку комах? Молекулярні механізми ліняння та метаморфозу. Взаємодія гормональних сигналів з транскрипційними факторами під час розвитку. Генетичні дефекти, що впливають на нормальний розвиток <i>Drosophila</i> . Методи візуалізації експресії генів під час розвитку (in situ hybridization, reporter genes). Біотехнологічні підходи до регуляції росту комах — застосування у боротьбі зі шкідниками.	2

4	<p>Молекулярна імунологія комах Основні типи імунних реакцій у комах: гуморальна та клітинна. Молекули-розпізнавачі патогенів (PRR) у комах. Сигнальні шляхи Toll, IMD та Jak/STAT — як вони регулюють імунну відповідь. Антимікробні пептиди: класи, функції, механізм дії. Генетичний контроль стійкості комах до патогенів. Вплив симбіотичних бактерій на імунітет комах. Молекулярні методи вивчення імунної активності: transcriptome profiling, gene knockout. Біотехнологічне застосування імунних молекул комах.</p>	2
---	--	---

Теми практичних занять (навчальним планом не передбачено)

Теми лабораторних занять (навчальним планом не передбачено)

Тематика індивідуальних завдань (навчальним планом не передбачено)

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми
1	Значення комах в народному господарстві країни. Основні етапи розвитку ентомології.
2	Ентомологія з метою підвищення виробництва продукції сільського господарства. Боротьба із шкідниками.
3	Особливості біології, розвитку та життєдіяльності суспільних комах
4	Теплопродукція та особливості теплового режиму комах
5	Хімічне та гігротермічне відчуття комах.
6	Поліморфізм у комах.
7	Екологія комах (фактори середовища і комахи; ареали розповсюдження; біоценологія; масові явища у комах – динаміка популяцій)
8	Цикли розвитку та їх значення в житті комах
9	Еволюційне значення поліфенізму у комах

Освітні технології, методи навчання і викладання навчальної дисципліни

Форми організації навчання: лекція, семінарське заняття.

Методи навчання: словесні: розповідь, діалог; наочні; практичні.

Критерії підсумкового оцінювання

40 балів – вичерпна відповідь на всі теоретичні питання та тестових завдань; 30 балів – допущення окремих неточностей та наявність незначних помилок у відповідях; 20 балів – відповідь неповна, наявність суттєвих помилок при розв’язанні задачі і тестових завдань; 10 балів – надання окремих правильних положень з теоретичних питань, допущення грубих помилок при розв’язанні запропонованих задачі і тестів. 0 балів – відсутність будь-яких правильних відповідей на запропоновані теоретичні і практичні завдання.

Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Критерії оцінювання усної відповіді

4 бали – вичерпна відповідь на питання, повне володіння матеріалом,

3 бали – у відповіді допущені деякі помилки, що не стосуються основної суті питання,

2 бали – наявність у відповіді грубих помилок, що стосуються основоположних питань

матеріалу,

- 1 бал – наявність у відповіді лише окремих правильних тверджень,
0 балів – неправильна відповідь або відсутність відповіді.

Критерії оцінювання тестових завдань

4 бали – правильний розв'язок тестового завдання, 3 бали – наявність третини неправильних відповідей (правильні та неповні відповіді), 2 бали – наявність половини правильних відповідей, 1 бал – переважання неправильних відповідей, 0 балів – завдання розв'язано неправильно.

Критерії оцінювання модульних контрольних робіт

Проміжний модульний контроль включає відповідь на тестові питання. Максимальна кількість балів що можна отримати за модульні контрольні роботи №1 – 3 становить 6 балів, №4 – 4 бали. У разі допущення помилок чи надання неповної відповіді оцінка знижується відповідно до допущеного ступеня неточності.

Критерії оцінювання самостійної роботи

Питання самостійної роботи включені у перелік запитань до змістових та підсумкового модулів.

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота										Підсумковий МК	Сума
Змістовий модуль №1											
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	30	100
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7		

T1, T2 ... T10 – теми змістового модулю.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

(для 1-3, 5-6 курсів)

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
Задовільно	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
Незадовільно	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим самостійним опрацюванням освітнього компоненту до перескладання

Перелік питань для самоконтролю та підсумкового контролю навчальних досягнень студентів

1. Які особливості геному комах?
2. Як відбувається успадкування деяких ознак у комах?
3. Які з досліджених генів відповідають за адаптацію комах до навколишнього середовища?

4. Як працюють системи визначення статі у різних видів комах?
5. Які гени контролюють розвиток комах на різних стадіях життєвого циклу?
6. Яка роль гормонів у процесі метаморфозу комах?
7. Як працює механізм міграції клітин у розвитку ембріона комах?
8. Як епігенетичні фактори впливають на експресію генів у комах?
9. Які молекулярні механізми контролюють активність генів?
10. Як зовнішні фактори (температура, їжа, стрес) можуть впливати на генетику комах?
11. Які молекулярні механізми забезпечують стійкість комах до вірусів і бактерій?
12. Як відбувається передача патогенів через комах (наприклад, малярійного плазмодія через комарів)?
13. Які методи використовуються для генетичної модифікації комах?
14. Як технологія CRISPR/Cas9 застосовується у молекулярній ентомології?
15. Які перспективи та ризики пов'язані з вивільненням ГМО-комах у природу?
16. Як молекулярні методи допомагають досліджувати еволюцію комах?
17. Що таке баркодинг ДНК і як він використовується у систематиці комах?
18. Як генетичне різноманіття впливає на адаптацію комах до нових умов?
19. Які основні системи визначення статі зустрічаються у комах?
20. Як працює система XX/XY у дрозоді та інших двокрилих?
21. Чим відрізняється система ZZ/ZW у лускокрилих (метелики) та твердокрилих (жуки)?
22. Що таке гаплодиплоїдна система визначення статі і як вона реалізується у перетинчастокрилих (бджоли, оси, мурахи)?
23. Які молекулярні механізми регулюють визначення статі у комах?
24. Яку роль відіграє ген *doublesex* (*dsx*) у формуванні статевих ознак?
25. Які епігенетичні фактори можуть впливати на визначення статі у комах?
26. Як зовнішні умови (наприклад, температура) можуть впливати на визначення статі у деяких видів комах?
27. Які особливості визначення статі у соціальних комах (мурах, термітів, бджіл)?
28. Як паразити та симбіотичні бактерії (наприклад, *Wolbachia*) можуть змінювати систему визначення статі у комах?

Засоби оцінювання

- стандартизовані тести;
- реферати;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- контрольні роботи;

Форми поточного та підсумкового контролю

Усне опитування, письмове опитування, тестування.

Залік

Рекомендована література

Базова

1. Herron J.C., Freeman S. *Evolutionary Analysis* \ USA: University of Washington, 2014. – 865 р.
2. Tarone A. M., Singh B., Picard C. J. *Molecular Biology in Forensic Entomology. Forensic Entomology: International Dimensions and Frontiers* - 2015. P. 297

Допоміжна

1. Chua P.Y.S., Bourlat S.J., Ferguson C., Korlević P., Zhao L., Ekrem T., Lawniczak M.K.N. (2023). *Future of DNA-based insect monitoring*. *Trends in Genetics*, 39(7), 531-544. DOI: 10.1016/j.tig.2023.02.012

2. Weng Y.-M., Shashank P.R., et al. (2024). *Evolutionary genomics of three agricultural pest moths reveals rapid evolution of host adaptation and immune-related genes*. *GigaScience*, 13, giad103. DOI: 10.1093/gigascience/giad103
3. Song N., Wang M.-M., Huang W.-C., Wu Z.-Y., Shao R., Yin X.-M. (2024). *Phylogeny and evolution of hemipteran insects based on expanded genomic and transcriptomic data*. *BMC Biology*, 22, 190. DOI: 10.1186/s12915-024-01991-1
4. Zhang W. (2024). *Cross-talk between immunity and behavior: insights from entomopathogenic fungi and their insect hosts*. *FEMS Microbiology Reviews*, 48(1), fuae003. DOI: 10.1093/femsre/fuae003
5. Xu F.Q. (2024). *Research on insect pathogen resistance based on GWAS: methods, challenges, and prospects*. *Molecular Entomology*, 15(1), 8-17. DOI: 10.5376/me.2024.15.0002
6. Chen K., Dou X., Eum J.H., Harrison R.E., Brown M.R., Strand M.R. (2023). *Insulin-like peptides and ovary ecdysteroidogenic hormone differentially stimulate physiological processes regulating egg formation in the mosquito *Aedes aegypti**. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 163, 104028.
7. Mei Y., et al. (2022). *InsectBase 2.0: a comprehensive gene resource for insects*. *Nucleic Acids Research*, 50(D1), D1040–D1047. DOI: 10.1093/nar/gkab1010
8. Xu J., Xu Q.B. (2024). *Innate Immune Response and Pathogen Defense Mechanisms in Earwigs: A Comprehensive Molecular Biology Analysis*. *Bioscience Methods*, 15(6), 302-314. DOI: 10.5376/bm.2024.15.0030
9. Zhang G.P., Wang W. (2024). *Biological Control of Wheat Pests: A Meta-Analysis*. *Molecular Entomology*, 15(6), 259-267. DOI: 10.5376/me.2024.15.0030
10. Anonymous (Review). (2023). *The Genomics Revolution Drives a New Era in Entomology*. *Insect Genomics Review*, PubMed PMID 39874145.
11. Anonymous (Review). (2023). *Blowfly Genomics: current insights, knowledge gaps, and future perspectives*. *Insect Molecular Biology*, PubMed PMID 39581345.
12. Anonymous (Review). (2023). *Insect Mitochondrial Genomics: A Decade of Progress*. *Mitochondrial DNA Part B*, PubMed PMID 39259965.
13. MDPI Special Issue. (2024). *Molecular Entomology of Insects of Economic Importance*. *International Journal of Molecular Sciences*.
14. Huang Y.P., Xuan J. (2024). *Developmental biology and morphological evolution in Coleoptera*. *Molecular Entomology*, 15(2), 43-51. DOI: 10.5376/me.2024.15.0006
15. Cho Y., Cho S. (2024). *The expression pattern of immunity-related genes in the immunized black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae)*. *European Journal of Entomology*, 121, 83-97. DOI: 10.14411/eje.2024.012

Інформаційні ресурси

1. http://vylik.ru/soderzhanie_pchelinih_semei.html
2. <http://agroua.net/animals/catalog/ag-29/a-0/info/aig-70/>
3. http://football-strategy.com.ua/uchet_i_otchetnost_v_pchelovodstve.html
4. <http://www.nbu.gov.ua/institutions/prokopovych/index.html>
5. <http://nubip.edu.ua/node/1123/2>