

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів

Кафедра молекулярної генетики та біотехнології

СИЛАБУС
навчальної дисципліни
Молекулярна геноміка
вибіркова

Освітньо-професійна програма Біотехнології та біоінженерія

Спеціальність 162 – Біотехнології та біоінженерія

Галузь знань 16 – Хімічна інженерія та біоінженерія

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів

Мова навчання українська

Розробники: д. б. н., професор, завідувач кафедри генетики та біотехнології Волков Роман Анатолійович

к. б. н., асистент кафедри молекулярної генетики та біотехнології Тинкевич Юрій Олегович

Профайл викладача (-ів) <http://ibhb.chnu.edu.ua/profile/user/114>
<http://ibhb.chnu.edu.ua/profile/user/153>

ORCID викладачів <https://orcid.org/0000-0003-0673-2598>
<https://orcid.org/0000-0002-0222-8098>

Контактний тел. 58-48-41

E-mail: r.volkov@chnu.edu.ua, y.tynkevich@chnu.edu.ua

Сторінка курсу в Moodle <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=1953>

Консультації Онлайн консультації

1. Анотація дисципліни (призначення навчальної дисципліни).

Навчальна дисципліна «Молекулярна геноміка» викладається для студентів 5 курсу спеціальності 162 – Біотехнології та біоінженерія. У курсі висвітлюється інформація щодо організації та еволюції геномів еукаріотичних організмів. Розглядається структурно-функціональна організація хромосом. Обговорюються закономірності молекулярної еволюції мультигенних родин та повторюваних послідовностей в контексті віддаленої гібридизації, поліплоїдизації та видоутворення. Вивчаються закономірності геноміки ендосимбіозу. Значна увага приділяється методам розшифрування та аналізу геномів, використанню технологій сиквенування нового покоління у геномних та метагеномних дослідженнях.

2. Мета навчальної дисципліни: сформувані у студентів уявлення про молекулярну організацію геномів еукаріот, явище надлишковості еукаріотичних геномів та його причини, основні групи унікальних та повторюваних послідовностей, механізми їх перебудов, молекулярну організацію транспозонів, можливість використання різних ділянок геному для молекулярної паспортизації (баркодингу).

3. Пререквізити. Вивчення курсу базується на знаннях студентів, отриманих під час вивчення наступних дисциплін: «Методи біологічних досліджень», «Генетика», «Молекулярна біологія», «Біоінформатика», «Цитологія», «Ботаніка», «Зоологія», «Генетика та біоінженерія культурних рослин». В подальшому курс необхідний для вивчення курсів «Епігенетика та механізми експресії генів», «Молекулярно-генетичні основи хвороб людини».

4. Результати навчання

В результаті навчання у здобувачів формуються такі компетентності:

ЗК 1. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК 2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ФК 8. Здатність здійснювати пошук необхідної інформації в науковій і технічній літературі, базах даних та інших джерелах

ФК 9. Здатність відбирати та аналізувати релевантні дані, у тому числі за допомогою сучасних методів аналізу даних і спеціалізованого програмного забезпечення.

ФК 11. Здатність розробляти нові біотехнологічні об'єкти і технології та підвищувати ефективність існуючих технологій на основі експериментальних та/або теоретичних досліджень та/або комп'ютерного моделювання.

ФК 12. Здатність планувати і виконувати експериментальні роботи в галузі біотехнології з використанням сучасних обладнання та методів, інтерпретувати отримані дані на основі сукупності сучасних знань та уявлень про об'єкт і предмет дослідження, робити обґрунтовані висновки.

ФК 13. Здатність розробляти та вдосконалювати комплексні біотехнології на основі розуміння наукових сучасних фактів, концепцій, теорій, принципів і методів біоінженерії та природничих наук.

ФК 14. Здатність прогнозувати напрямки розвитку сучасної біотехнології в контексті загального розвитку науки і техніки.

ФК 20. Здатність до застосування повногеномного сиквенування методами нового покоління, вміння обробляти та аналізувати його результати, використовувати отримані дані для пошуку генів, що відповідають за господарсько-корисні ознаки у рослин, тварин та мікроорганізмів.

Програмні результати навчання

ПР 5. Знати молекулярну організацію та регуляцію експресії генів, реплікації, рекомбінації та репарації, рестрикції та модифікації генетичного матеріалу у про- та еукаріотів, стратегію створення рекомбінантних ДНК для цілеспрямованого конструювання біологічних агентів.

ПР 7. Мати навички виділення, ідентифікації, зберігання, культивування, іммобілізації біологічних агентів, здійснювати оптимізацію поживних середовищ, обирати оптимальні

методи аналізу, виділення та очищення цільового продукту, використовуючи сучасні біотехнологічні методи та прийоми, притаманні певному напрямку біотехнології.

ПР 8. Планувати та управляти науково-дослідними, науково-технічними та/або виробничими проектами у галузі біотехнології, базуючись на сучасних тенденціях розвитку науки, техніки та суспільства.

ПР 19. Вміти готувати зразки генетичного матеріалу для повногеномного, метагеномного та транскриптомного сиквенування, обробляти та аналізувати результати сиквенування нового покоління за допомогою сучасних біоінформатичних підходів.

ПР 21. Вміти проводити генотипування (баркодинг) тварин, рослин та мікроорганізмів та розробляти стратегії маркер-опосередкованої селекції з використанням генетично-інженерних, молекулярно-генетичних та біоінформатичних підходів.

знати:

- принципи організації генетичного матеріалу про- та еукаріот;
- організацію геному, унікальних та повторюваних послідовностей;
- класичні та сучасні методи молекулярно-генетичних досліджень;
- геномні проекти, повногеномне сиквенування методами нового покоління, аналіз геномів, метагеномні дослідження;
- явище нестабільності геному, організацію та функціонування стрибаючих генів;
- механізми рекомбінації та перебудов геному;
- мінливість геному, молекулярні маркери.

вміти:

- розшифрувати результати сиквенування ДНК, проводити геномний та метагеномний аналіз;
- аргументовано пояснити використання ендонуклеаз рестрикції для сайт-специфічного розщеплення ДНК;
- будувати філогенетичні дендрограми.

5. Опис навчальної дисципліни

5.1. Дидактична карта навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	с	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Теми	Змістовий модуль 1. Молекулярна організація геному.											
Будова геному еукаріот та молекулярна організація хромосом.	19	3	6			10						
Молекулярна організація та функція рДНК та ядра. Біогенез рибосом.	16	3	-			13						
Мобільні генетичні елементи.	16	3	3			10						

Теми	Змістовий модуль 2. Мінливість геному.											
Молекулярні механізми віддаленої гібридизації.	16	2	-				14					
Технології високопродуктивного секвенування та біоінформатичний аналіз геномів.	17	3	2				12					
Перебудови геному та молекулярна еволюція.	17	2	3				12					
Генетика симбіозу.	19	-	3				16					
Усього годин	120	16	17				87					
Підсумкова форма контролю	екзамен											

5.2. Зміст завдань для самостійної роботи

№	Назва теми
1	Структурна організація спеціалізованих ділянок хромосом
2	Порівняльна організація рибосомних генів у різних груп еукаріот
3	Використання транспозонів та ретротранспозонів у генетичній інженерії та у якості молекулярних маркерів
4	Перебудови та пластичність геномів при віддаленій гібридизації
5	Геномні та метагеномні проекти
6	Еволюція геномів еукаріот
7	Походження, організація та еволюція хлоропластного і мітохондріального геномів
8	Геномна реорганізація при переході до ендосимбіозу

6. Освітні технології, методи навчання і викладання навчальної дисципліни

Форми організації навчання: лекція, семінарське заняття, індивідуальне навчальне заняття, консультація.

Методи навчання: словесні (розповідь, пояснення, лекція), наочні (демонстрація, ілюстрація, спостереження), робота у групах, розв'язання практичних кейсів.

7. Контроль та оцінювання результатів навчальних досягнень студентів з навчальної дисципліни

Для контролю засвоєних знань проводяться усні та письмові опитування, тестування, комплексні контрольні роботи.

Іспит проводиться у формі письмового опитування та тестового контролю.

Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Критерії оцінювання тестування:

На письмовому тестуванні студент отримує 25 завдань по матеріалу курсу. Максимальну кількість балів за кожне завдання (0,4) студент отримує в разі повної і вірної відповіді на тестове питання.

Критерії оцінювання підготовки до семінарських занять:

5 б – студент самостійно розібрався у запропонованій темі, акуратно оформив та представив презентацію, чітко, вільно відповідає на контрольні запитання,

4 б – студент самостійно розібрався у запропонованій темі, акуратно оформив та представив презентацію, проте припускається помилок при відповіді на контрольні запитання,

3 б - студент не повністю розібрався у запропонованій темі, акуратно оформив та представив презентацію, припустився помилок при відповіді на контрольні запитання,

2 б – студент не повністю розібрався у запропонованій темі, оформив презентацію та припустився численних помилок при представленні теми та при відповіді на контрольні запитання,

0 б – студент не підготував завдання семінарського заняття.

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота									Проведення екзамену	Сума
Змістовий модуль №1				Змістовий модуль № 2						
T1	T2	T3	Мод. конт.	T4	T5	T6	T7	Мод. конт.		
5	5	5	10	5	5	5	5	15	40	100
Разом 25				Разом 35						

Зарахування результатів неформальної освіти

Зарахування результатів неформальної освіти проводиться згідно «Положення про взаємодію формальної та неформальної освіти, визнання результатів навчання (здобутих шляхом неформальної та / або інформальної освіти у системі формальної освіти)» <https://www.chnu.edu.ua/media/3aykf41y/polozhennia-pro-vzaiemodiiu-formalnoi-ta-neformalnoi-osvity.pdf>

Політика курсу

Впродовж семестру для перевірки знань студентів та контролю за самостійною роботою застосовують письмові роботи та тестовий контроль. При виконанні різних форм робіт студенти повинні дотримуватися принципів академічної доброчесності.

Питання плагиату та академічної доброчесності регламентуються ЗУ «Про вищу освіту» та локально-правовими актами ЗВО: Правила академічної доброчесності у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича <https://www.chnu.edu.ua/media/Inojdab4/pravyyla-akademichnoi-dobrochesnosti.pdf>

Положення про виявлення та запобігання плагиату у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича <https://www.chnu.edu.ua/media/n5nbzwwgb/polozhennia-chnu-pro-plahiat-2023plusdodatky-31102023.pdf>

та Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича <https://www.chnu.edu.ua/media/jxdfs0zb/etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu.pdf>

8. Рекомендована література

Основна

1. *5S рибосомна ДНК квіткових рослин* (2021). За ред. Р.А. Волкова - Чернівці: Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. – 168 с.
2. Кунах (2013). *Мобільні генетичні елементи і пластичність геному рослин*. К.: Логос - 288 с.
3. Alberts, B., Heald, R., Johnson, A., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2022). *Molecular Biology of the Cell: Seventh International Student Edition with Registration Card*. WW Norton & Company.
4. Cooper, G., & Adams, K. (2022). *The cell: a molecular approach*. Oxford University Press.
5. Krebs, J. E., Goldstein, E. S., & Kilpatrick, S. T. (2017). *Lewin's genes XII*. Jones & Bartlett Learning.

Допоміжна література

1. Almojil, D., Bourgeois, Y., Falis, M., Hariyani, I., Wilcox, J., & Boissinot, S. (2021). The structural, functional and evolutionary impact of transposable elements in eukaryotes. *Genes*, 12(6), 918.
2. Garcia, S., Kovařík, A., Leitch, A. R., & Garnatje, T. (2017). Cytogenetic features of rRNA genes across land plants: analysis of the Plant rDNA database. *The Plant Journal*, 89(5), 1020-1030.
3. Garcia, S., Kovarik, A., Maiwald, S., Mann, L., Schmidt, N., Pascual-Díaz, J. P., ... & Heitkam, T. (2024). The dynamic interplay between ribosomal DNA and transposable elements: a perspective from genomics and cytogenetics. *Molecular Biology and Evolution*, 41(3), msae025.
4. Hartley, G., & O'Neill, R. J. (2019). Centromere repeats: hidden gems of the genome. *Genes*, 10(3), 223.
5. Hemleben, V., Volkov, R. A., Zentgraf, U., & Medina, F. J. (2004). Molecular cell biology: organization and molecular evolution of rDNA, nucleolar dominance, and nucleolus structure. *Progress in Botany: Genetics Physiology Systematics Ecology*, 106-146.
6. Komarova, N. Y., Grabe, T., Huigen, D. J., Hemleben, V., & Volkov, R. A. (2004). Organization, differential expression and methylation of rDNA in artificial *Solanum* allopolyploids. *Plant Molecular Biology*, 56, 439-463.
7. Kursel, L. E., & Malik, H. S. (2016). Centromeres. *Current Biology*, 26(12), R487-R490.
8. Nayfach, S., & Pollard, K. S. (2016). Toward accurate and quantitative comparative metagenomics. *Cell*, 166(5), 1103-1116.
9. Rabanal, F. A., Mandáková, T., Soto-Jiménez, L. M., Greenhalgh, R., Parrott, D. L., Lutzmayer, S., ... & Nordborg, M. (2017). Epistatic and allelic interactions control expression of ribosomal RNA gene clusters in *Arabidopsis thaliana*. *Genome Biology*, 18, 1-15.
10. Roger, A. J., Muñoz-Gómez, S. A., & Kamikawa, R. (2017). The origin and diversification of mitochondria. *Current Biology*, 27(21), R1177-R1192.
11. Serrato-Capuchina, A., & Matute, D. R. (2018). The role of transposable elements in speciation. *Genes*, 9(5), 254.
12. Sibbald, S. J., & Archibald, J. M. (2020). Genomic insights into plastid evolution. *Genome Biology and Evolution*, 12(7), 978-990.
13. Simon, L., Rabanal, F. A., Dubos, T., Oliver, C., Lauber, D., Poulet, A., ... & Probst, A. V. (2018). Genetic and epigenetic variation in 5S ribosomal RNA genes reveals genome dynamics in *Arabidopsis thaliana*. *Nucleic Acids Research*, 46(6), 3019-3033.
14. Sloan, D. B., Warren, J. M., Williams, A. M., Wu, Z., Abdel-Ghany, S. E., Chicco, A. J., & Havird, J. C. (2018). Cytonuclear integration and co-evolution. *Nature Reviews Genetics*, 19(10), 635-648.

15. Smith, D. R., & Keeling, P. J. (2015). Mitochondrial and plastid genome architecture: reoccurring themes, but significant differences at the extremes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(33), 10177-10184.
16. Srinivas, N., Rachakonda, S., & Kumar, R. (2020). Telomeres and telomere length: a general overview. *Cancers*, 12(3), 558.
17. Talbert, P. B., & Henikoff, S. (2020). What makes a centromere? *Experimental Cell Research*, 389(2), 111895.
18. Tynkevich, Y. O., Valin, M. O., Moysiyenko, I. I., Panchuk, I. I., & Volkov, R. A. (2023). 5S ribosomal DNA in the family Plumbaginaceae. *Cytology and Genetics*, 57(6), 524-537.
19. Volkov, R. A., Borisjuk, N. V., Panchuk, I. I., Schweizer, D., & Hemleben, V. (1999). Elimination and rearrangement of parental rDNA in the allotetraploid *Nicotiana tabacum*. *Molecular Biology and Evolution*, 16(3), 311-320.
20. Volkov, R. A., Borisjuk, N., Garcia, S., Kovarik, A., Sáez-Vásquez, J., eds. (2023). *Molecular Organization, Evolution, and Function of Ribosomal DNA*. Lausanne: Frontiers Media SA, 221 p.
21. Volkov, R. A., Panchuk, I. I., Borisjuk, N. V., Hosiawa-Baranska, M., Maluszynska, J., & Hemleben, V. (2017). Evolutional dynamics of 45S and 5S ribosomal DNA in ancient allohexaploid *Atropa belladonna*. *BMC Plant Biology*, 17(1), 1-15.
22. Yin, H., Wu, X., Shi, D., Chen, Y., Qi, K., Ma, Z., & Zhang, S. (2017). TGTT and AACA: two transcriptionally active LTR retrotransposon subfamilies with a specific LTR structure and horizontal transfer in four Rosaceae species. *Mobile DNA*, 8, 1-15.
23. Yoo, M. J., Liu, X., Pires, J. C., Soltis, P. S., & Soltis, D. E. (2014). Nonadditive gene expression in polyploids. *Annual review of genetics*, 48, 485-517.

9. Інформаційні ресурси

1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>
2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/home/genomes/>
3. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>
4. <https://goat.genomehubs.org/>
5. <https://www.genome.jp/kegg/>
6. <https://genome.ucsc.edu/>