



Дисципліна: «ПОЛІМЕРИ В БІОТЕХНОЛОГІЇ»

ДВА.3.01.14

Спеціальність 091 «Біологія»

ВИКЛАДАЧ:

д.х.н., ст.н.с. Дубей Ігор Ярославович

ЗАГАЛЬНЕ НАВАНТАЖЕННЯ: 3 ECTS

Загальний обсяг вивчення – 90 годин, у тому числі:

- Заняття в аудиторії: 30 годин (12 год. лекцій, 8 год. семінарів, 2 год. консультація, 4 модульні контрольні роботи по 2 год.)
- Самостійна робота: 60 годин

Підсумковий контроль дисципліни – іспит

АНОТАЦІЯ

Дисципліна «Полімери в біотехнології» належить до переліку навчальних дисциплін вільного вибору здобувача, що пропонуються в рамках циклу професійної підготовки здобувачів зі спеціальності «Біологія», і викладається на першому році навчання в обсязі 3 кредитів. Вона забезпечує професійний розвиток здобувача, спрямований на формування бази знань, необхідної для успішної самостійної дослідницької роботи, пов'язаної з практичним застосуванням полімерних матеріалів у різних областях сучасної біотехнології.

Програма з курсу створена відповідно до вимог державного освітнього стандарту підготовки докторів філософії у вищих навчальних закладах та наукових установах. Програма курсу спрямована на узагальнення знань здобувачів в області новітніх біотехнологій.

Курс «Полімери в біотехнології» є сучасним мультидисциплінарним напрямком науки, що вивчає природні та синтетичні полімери як основу для створення новітніх функціональних матеріалів різного призначення для застосування в науках про життя, біотехнології й медицині. Курс включає наступні основні розділи: полімери у хроматографічному розділенні біомолекул; твердофазний синтез, модифікація та мічення біополімерів; полімери та наноматеріали біомедичного призначення; полімерні кон'югати біомолекул.

Здобувачі отримують знання з основ застосування полімерних матриць, підходами до створення та особливостями застосування полімерних матеріалів, у т.ч. наноматеріалів, у біологічних дослідженнях та сучасних біотехнологіях, познайомляться з принципами вибору полімерних матеріалів для виконання конкретних практичних завдань.

При підготовці методичних матеріалів враховувалося, що здобувачі, які опановують зазначений курс, вже отримали знання з базових дисциплін таких як загальний курс біохімії, молекулярної біології, генетики, а також усвідомлюють, що матеріал цього курсу буде необхідним для них у подальшій роботі.

МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСУ

Загальною метою курсу є формування у здобувачів уявлення про фундаментальні аспекти використання полімерів у різних галузях сучасної біотехнології.

Завданням курсу є дати здобувачам комплекс сучасних знань і навиків стосовно отримання й використання полімерних матеріалів у біотехнології та медицині, зокрема, як хроматографічних сорбентів, носіїв для твердофазного синтезу, полімерних матеріалів

біомедичного призначення, засобів доставки ліків. Здобувачі також познайомляться з молекулярними механізмами фізико-хімічних процесів, що лежать в основі полімерних біотехнологій.

Важливою загальною метою курсу є підготовка здобувачів як ефективних дослідників і викладачів вищої школи зі знанням спеціальної літератури для успішної самостійної роботи, пов'язаної з полімерами біотехнологічного й біомедичного призначення.

РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ, МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ І ФОРМИ ОЦІНЮВАННЯ.

Результати навчання	Методи викладання і навчання	Форми оцінювання
<p>У результаті вивчення курсу здобувач повинен:</p> <p>Знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> – характеристики важливих природних і синтетичних біосумісних полімерів; – особливості їхнього використання в біотехнології та медицині як хроматографічних сорбентів для очистки низько- і високомолекулярних біоактивних речовин, носіїв для твердофазного синтезу, полімерів для доставки ліків у клітину, наноматеріалів; – методи функціоналізації та зшивки полімерних матриць; – сучасні способи модифікації, іммобілізації та кон'югації біоактивних молекул; – методи аналізу ефективності реакцій на полімерах. <p>Вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> – творчо застосовувати у своїй роботі знання про особливості процесів, які відбуваються на полімерах; – отримувати й використовувати в оптимальному режимі сорбенти для виділення біоактивних речовин різних класів; – проводити іммобілізацію біомолекул та кон'югацію з полімерами й низькомолекулярними лігандами; – визначати ефективність перебігу реакцій на полімерних матрицях; – використовувати отримані знання в дослідницькій та викладацькій діяльності, застосовувати їх для розв'язання прикладних задач у галузі біотехнології, молекулярної біології, біомедицини. 	<p>Лекції</p> <p>Семінарські заняття</p> <p>Самостійна робота</p>	<p>Модульна контрольна робота</p> <p>Індивідуальна доповідь з презентацією</p> <p>Іспит</p>

ЗМІСТ КУРСУ

Дисципліна «Полімери в біотехнології» є складовою фундаментальної підготовки фахівців освітньо-наукового рівня «доктор філософії» за спеціальністю 091 «Біологія». Дисципліна відповідає навчальному плану підготовки докторів філософії за даною спеціальністю кафедри біології Інституту молекулярної біології і генетики НАН України. Вона є курсом, що в логіко-структурній схемі освіти спирається на курси, що вивчалися здобувачами раніше: «Біотехнологія», «Біохімія», «Біофізика», «Молекулярна біологія», загальні курси фізики та хімії.

Курс розглядає сучасні підходи до створення новітніх біосумісних полімерних матеріалів, проблеми їхнього застосування в біомедичних дослідженнях та біотехнологічних розробках. Курс включає чотири змістовні модулі.

№ з/п	Теми та зміст занять	Кількість годин
	<u>Змістовний модуль 1</u> “Полімери у хроматографічному розділенні біомолекул” (1 кредит)	
Лекція 1	Тема: “Носії для хроматографії біологічно активних речовин” Фізико-хімічні принципи процесів розділення, що використовуються в біотехнології. Адсорбційна, іонообмінна, обернено-фазова хроматографія. Основні неорганічні та органічні матриці. Методи модифікації поверхні сорбентів Аналітична та препаративна хроматографія. Високоєфективна рідинна хроматографія (HPLC). Гель-фільтрація. Тонкошарова та паперова хроматографія.	2
Лекція 2	Тема: “Афінні сорбенти: матриці, методи їхньої активації та іммобілізації лігандів, афінна хроматографія” Іммобілізовані системи в біотехнології та сфери їхнього застосування. Афінна хроматографія: принципи та особливості застосування. Основні типи полімерних матриць для отримання афінних сорбентів. Методи активації полімерних матриць. Іммобілізація лігандів на поверхні полімерів. Спейсери. Афінні металосорбенти. Мікромасиви. Поняття про матричні полімери.	2
Семинар 1	Тема: “Особливості хроматографічної очистки низько- та високомолекулярних сполук різних класів у біотехнології” Хроматографічне розділення біомакромолекул і низькомолекулярних сполук. Принципи вибору колонки (сорбента) для очистки біомолекул різних класів. Розгляд прикладів виділення білків, нуклеїнових кислот, низькомолекулярних біоактивних сполук із використанням різних хроматографічних методів.	2
	Модульна контрольна робота 1	2
	<u>Змістовний модуль 2</u> “Твердофазний синтез, модифікація та мічення біополімерів” (0.5 кредита)	
Лекція 3	Тема: “Полімерні носії для твердофазного синтезу біополімерів. Хімічна модифікація та нерадіоактивне мічення біомолекул” Принципи твердофазного синтезу (ТФС), його варіанти. Органічні та неорганічні носії для ТФС, методи функціоналізації, лінкерні групи. Синтез біополімерів різних класів (пептиди, олігонуклеотиди, полісахариди). Переваги й обмеження ТФС. Твердофазна та пост-синтетична хімічна модифікація біомолекул. Ферментативні методи модифікації. Нерадіоактивні мітки (флуоресцентні, афінні та ін.), області їхнього використання.	2

Семинар 2	<p>“Практичні аспекти хімічного синтезу та очистки нормальних і мічених пептидів та олігонуклеотидів”</p> <p>Синтез нормальних і мічених пептидів та олігонуклеотидів у розчині й на твердій фазі. Принципи вибору носіїв для синтезу біополімерів. Масштабування синтезу. Вибір методів очистки: екстракційні, хроматоафічні електрофоретичні. Деблокування та знесолення синтетичних біополімерів. Аналіз конкретних прикладів.</p>	2
	Модульна контрольна робота 2	2
	<p><u>Змістовний модуль 3</u></p> <p>“ Полімери та наноматеріали біомедичного призначення” <i>(1 кредит)</i></p>	
Лекція 4	<p>Тема: “Полімерні матеріали біомедичного призначення”</p> <p>Фізіологічно активні полімери. Природні та синтетичні матриці, їхні характеристики. Біосумісність полімерних матеріалів. Методи зшивки (cross-linking) полімерів та відповідні реагенти. Полімерні гідрогелі. Нековалентна інкапсуляція біоактивних сполук в полімерних матрицях. Контрольоване вивільнення біологічно активних лігандів.</p>	2
Лекція 5	<p>Тема: “Наноматеріали в біотехнології та медицині”</p> <p>Поняття про наноматеріали, їх основні класи: металеві наночастинки, квантові точки, нанотрубки, дендримери, органічні полімери. Терапевтичні засоби на основі наночастинок і нанокон’югатів. Багатофункціональні наночастинки. Переваги й недоліки застосування наноматеріалів у медицині.</p>	2
Семинар 3	<p>Тема: “Системи доставки лікарських засобів та методи її контролю”</p> <p>Способи доставки ліків: класичні та спрямовані (контрольовані); інвазивні та неінвазивні. Оральний, трансдермальний, букальний, інгаляційний, ін’єкційний та інші шляхи. Фактори, що визначають вибір системи доставки. Фармакокінетика та фармакодинаміка препаратів, методи контролю. Конфокальна мікроскопія.</p>	2
	Модульна контрольна робота 3	2
	<p><u>Змістовний модуль 4</u></p> <p>“ Полімерні кон’югати біомолекул” <i>(0.5 кредита)</i></p>	
Лекція 6	<p>Тема: “Полімерні біокон’югати: методи отримання та застосування”</p> <p>Області використання полімерних біокон’югатів. Транспортні полімери, ефект EPR. Природні та синтетичні полімерні матриці. Методи кон’югації біоактивних лігандів з полімерами різних типів. Функціоналізація полімерів і лігандів. Активуючі реагенти. Методи очистки біокон’югатів. Транспорт кон’югатів у клітину. Відщеплення біоактивних лігандів від носіїв.</p>	2

Семінар 4	Тема: “Методи контролю реакцій на полімерних матрицях” Визначення ефективності реакцій у розчині та у твердофазному синтезі. Аналітична хроматографія та електрофорез. Спектроскопічні методи аналізу. Методи визначення концентрації функціональних груп на полімерах. Визначення величини іммобілізації сполук на полімерах: прямі методи та методи з відщепленням ліганда.	2
Модульна контрольна робота 4		2

УМОВИ ВИЗНАЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО РЕЙТИНГУ

Контроль знань здобувачів здійснюється за модульно-рейтинговою системою. Підсумкова оцінка розраховується за **накопичувальною системою**. При цьому максимальна кількість балів встановлюється наступним чином:

Курс	модуль 1	модуль 2	модуль 3	модуль 4	Комплексний підсумковий модуль (іспит)	Підсумкова оцінка за повний курс
Максимальна кількість балів	20	20	20	20	20	100

Остаточна підсумкова оцінка враховує оцінки за кожний модуль.

Протягом курсу заплановані контрольні та самостійні роботи до кожного модуля:
 за контрольну роботу здобувач може отримати максимум 15 балів;
 за самостійне завдання в першому модулі – максимум 5 балів;
 за кожен змістовний модуль – максимум 20 балів.

ВИМОГИ І КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Оцінювання успішності здобувача за кожним із запланованих видів робіт здійснюється у відповідності до таких критеріїв:

Вид роботи	Кількість балів за один вид робіт	Критерії оцінювання
Індивідуальна доповідь з презентацією	5	Доповідь добре структурована, логічна й послідовна. Автор демонструє володіння матеріалом і здатність відповісти на запитання аудиторії.
	4-3	Доповідь містить незначні помилки й неточності, доповідач в цілому задовільно відповідає на запитання аудиторії.
	1-2	Доповідь містить значні помилки та прогалини. Доповідач не виявляє належної підготовки і не готовий відповісти на змістовні запитання.
Модульна контрольна робота (письмова)	18-20	Роботу виконано вчасно, якісно оформлено. Автор виявляє високий рівень знань і розуміння теми, аналітичні здібності, відповідає на запитання правильно, логічно й послідовно.

	14-17	Роботу виконано вчасно, якісно оформлено. Наявні тільки незначні помилки чи неточності у відповідях на запитання. Автор виявляє достатню обізнаність і розуміння матеріалу.
	10-13	Роботу виконано вчасно, та оформлено з помилками. Автор демонструє посередню обізнаність і розуміння матеріалу, допускає певну кількість грубих помилок.
	5-9	Завдання не виконане вчасно або якість його оформлення незадовільна. Автор виявляє погану обізнаність і розуміння матеріалу, допускає велику кількість грубих помилок. Відповіді неповні, або взагалі відсутні на деякі запитання.

Порядок перерахунку рейтингових показників нормованої 100-бальної університетської шкали оцінювання в національну 5-бальну шкалу та шкалу ECTS

За шкалою університету	За національною шкалою		За шкалою ECTS
	Іспит	Залік	
91 – 100	відмінно	зараховано	A (відмінно)
81 – 90	добре		B (дуже добре)
71 – 80			C (добре)
66 – 70	задовільно		D (задовільно)
60 – 65			E (достатньо)
30 – 59	незадовільно	не зараховано	FX (незадовільно – з можливістю повторного складання)
1 – 29			F (неприйнятно – з обов’язковим повторним курсом)

Якщо за результатами модульно-рейтингового контролю здобувач отримав сумарну оцінку за три змістовні модулі, яка менша за 40 балів, то він/вона не допускається до екзамену і вважається таким, що не виконав усі види робіт, які передбачаються навчальним планом.

ПОЛІТИКА ДОБРОЧЕСНОСТІ

Виконання навчальних завдань і робота в курсі має відповідати вимогам «Кодексу академічної доброчесності ІМБГ НАНУ», затвердженого Вченою радою ІМБГ НАН України 10 вересня 2019 року, http://imbg.org.ua/docs/education/IMBG_academic_integrity_code.pdf

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Основні:

1. Б. Глик, Дж. Пастернак. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. Пер. с англ. – М.: Мир, 2002. – 590 с.
2. Ю.А. Овчинников. Биоорганическая химия. – М.: Просвещение, 1987. – 815 с.
3. M. de Cuuper, J.W. Bulte (Eds). Physics and Chemistry Basis of Biotechnology. – Kluwer Academic Publishers, New York, 2002. – 334 P.
4. Л.А. Остерман. Хроматография белков и нуклеиновых кислот. – М.: Наука, 1985. – 536 с.
5. Аффинная хроматография: Методы. Пер. с англ. Под ред. П. Дина. – М.: Мир, 1988. – 278 с.
6. Affinity Chromatography: Principles and Methods. – GE Healthcare Bio-Sciences, Uppsala, Sweden, 2007. – 159 P.
7. Protein Purification Handbook. – GE Healthcare Bio-Sciences, Uppsala, Sweden, 2007. – 96 P.
8. G.T. Hermanson. Bioconjugate Techniques. 2nd Ed. – Elsevier-Academic Press, London-Amsterdam, 2008. – 1202 P.
9. Н.А. Платэ, А.Е. Васильев. Физиологически активные полимеры. – М.: Химия, 1986. – 296 с.
10. Соловский М.В. Физиологически активные полимеры. – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2011.
11. Галаев И.О. “Умные” полимеры в биотехнологии и медицине // Успехи химии. – 1995. – т. 64, №5. – С. 505-524.
12. J. Sumamoto, C. Migliaresi, R.M. Ottenbrite, D. Cohn (Eds). Biomedical Polymers and Polymer Therapeutics. – Kluwer Academic Publishers, New York, 2002. – 334 P.
13. Наноразмерные системы и наноматериалы: исследования в Украине. Под ред. А.Г. Наумовца. – К.: Академперіодика, 2014. – 768 с.

Додаткові:

14. D.S. Godsell. Bionanotechnology: Lessons from Nature. – Wiley-Liss, Hoboken (NJ), 2004. – 337 P.
15. C.S. Tsai. Biomacromolecules. Introduction to Structure, Function and Informatics. – Wiley-Liss, Hoboken (NJ), 2007. – 740 P.
16. M. Pagliaro. Silica-Based Materials for Advanced Chemical Applications. – RSC Publishing, Cambridge (UK), 2009. – 192 P.
17. F.J. Dechow. Separation and Purification Techniques in Biotechnology. – Noyes Publications, Park Ridge (NJ), 1989. – 490 P.
18. А. Хеншен, К.-П. Хупе, Ф. Лотшпайх, В. Вельтер. Высокоэффективная жидкостная хроматография в биохимии. Пер. с англ. – М.: Мир. 1988. – 688 с.
19. D.A. Wellings. A Practical Handbook of Preparative HPLC. – Elsevier, Oxford, 2006. – 180 P.
20. Gel Filtration: Principles and Methods. – GE Healthcare Bio-Sciences, Uppsala, Sweden, 2006. – 123 P.
21. S. Agrawal (Ed.). Protocols for Oligonucleotide Conjugates: Synthesis and Analytical Techniques. – Humana Press, Totowa (NJ), 1994. – 377 P.

22. М.И. Штильман. Полимеры в биологически активных системах // Соросовский обзор. журн. – 1998. – № 5. – С 48-53.
23. М.И. Штильман. Полимеры в лекарственных системах (краткий обзор) // Биофарм. журн. – 2009. – Т 1. №2. – С 5-14.
24. Георгіянец В.А., Безуглий П.О., Петрушова Л.О. та ін. Фармацевтична хімія. Аналіз препаратів біотехнологічного виробництва: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації. – Х.: НФаУ: Золоті сторінки, 2013. – 240 с.
25. M.M. Amiji. Nanotechnology for Cancer Therapy. – CRC Press, Boca Raton (FL), 2007. – 802 P.
26. Нанотехнологии в фармации и медицине. Под ред. А.Ф. Пиминова. Т. 1-2. – Х.: Факт, 2014.
27. М. Шаршунова, В. Шварц, Ч. Михалец. Тонкослойная хроматография в фармации и клинической биохимии. Пер. со словацкого. Т. 1-2. – М.: Мир, 1980.
28. A.P. Demchenko. Introduction to Fluorescence Sensing. 2nd Ed. – Springer, Cham-Heidelberg, 2015. – 794 P.
29. M.J. Gait (Ed.). Oligonucleotide Synthesis: a Practical Approach. – Oxford, IRL Press, 1984.—218 P.
30. S. Olsztyńska (Ed.). Biochemical Engineering: Trends, Research and Technologies. – InTech, 2011. – 644 P.

Фахові журнали:

1. ACS Nano
2. Acta Biomaterialia
3. Advanced Drug Delivery Reviews
4. Advanced Functional Materials
5. Analytical Biochemistry
6. Biomacromolecules
7. Biomaterials
8. Biopolymers and Cell
9. Bioconjugate Chemistry
10. Bioorganic and Medicinal Chemistry
11. Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters
12. Cancer Research
13. Drug Discovery Today
14. Future Medicinal Chemistry
15. Journal of Controlled Release
16. Journal of Chromatography
17. Journal of Drug Targeting
18. Journal of Nanobiotechnology
19. Journal of Polymer Science
20. Molecules
21. Nano Letters
22. Nanomedicine
23. Nano Today



24. Nature Reviews Cancer
25. Pharmaceutical Research
26. Progress in Polymer Science
27. Polymer Reviews
28. Small
29. Биотехнология
30. Биоорганическая химия