



Біосепарація

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший бакалаврський</i>
Галузь знань	<i>16 «Хімічна та біоінженерія»</i>
Спеціальність	<i>162 –Біотехнології та біоінженерія</i>
Освітня програма	<i>Біотехнології</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, 8 (весняний) семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>2,5 кредити ЕКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР, залік з лабораторних робіт</i>
Розклад занять	<i>Лекції: 4 год/тиждень; лабораторні заняття: 2 год/тиждень згідно з розкладом</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: канд. техн. наук, с.н.с. Маринченко Лоліта Вікторівна lolitamarynchenko@gmail.com; lolitamar@ukr.net, 050-156-02-32, 093-181-13-91, (Телеграм, Вайбер) Лабораторні: канд. техн. наук, с.н.с. Маринченко Лоліта Вікторівна</i>
Розміщення курсу	<i>Google classroom. https://www.sikorsky-distance.org/g-suite-for-education/////Код курсу ///</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна «Біосепарація» належить до *навчальних дисциплін професійної та практичної підготовки (за вибором студентів) циклу професійної підготовки* і відіграє значну роль у підготовці фахівців з біотехнології. Знання про теоретичне підґрунтя процесів біосепарації необхідні спеціалістам, що працюють практично в будь-якій галузі біології і біотехнології, фармакології та пов'язаних з ними галузей. Біосепарація є невід'ємною складовою біотехнологічного процесу отримання цільового продукту і є одним з найбільш важливих інженерно-біологічних напрямків.

Метою дисципліни є набуття студентами компетентностей, необхідних для розуміння базових фізико-хімічних процесів виділення й очищення цільового біологічного продукту, одержаного в результаті біосинтезу.

Предметом дисципліни є комплекс операцій з виділення, розділення та очищення широкого спектру біотехнологічних цільових продуктів (білків, нуклеїнових кислот, біологічно активних сполук, метаболітів, цілих клітин та клітинних структур тощо), отриманих мікробним синтезом або в біохімічному реакторі, або іншим біотехнологічним способом.

Необхідність виділення біосепарації як окремого кредитного модулю полягає у самій лабільній природі біологічних продуктів, яка обмежує застосування відомих фізичних та фізико-хімічних методів, вимагає збереження їхньої активності та, водночас, пред'являє високі вимоги до чистоти цільових продуктів тощо. Деякі біопродукти, такі як антибіотики, вітаміни і амінокислоти, отримують безпосередньо за допомоги методів сепарування, що застосовуються у хімічній промисловості (екстракція, осадження, адсорбція, випарювання, сушіння), тоді як сепарація складніших біологічних продуктів (макромолекул, клітинних компонентів, клітин) потребує істотних модифікацій або розробки принципово нових методів.

Програмними результатами навчання дисципліни Біосепарація є формування у студентів здатностей: застосовувати знання у практичних ситуаціях; вчитися і оволодівати сучасними знаннями; використовувати базові знання з математики та фізики в обсязі, необхідному для засвоєння загально-інженерних та професійно-орієнтованих дисциплін; використовувати ґрунтовні знання з хімії в обсязі, необхідному для засвоєння загально-інженерних та професійно-орієнтованих дисциплін; працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (клітини мікроорганізмів, грибів, рослин, тварин; віруси; компоненти клітин; ферменти, іммобілізовані клітини та ферменти); проводити аналіз сировини, матеріалів, напівпродуктів, цільових продуктів біотехнологічного виробництва; розуміння комерційного та економічного контексту для проектування біотехнологічних і біофармацевтичних виробництв; розуміння методологій проектування біотехнологічних виробництв і здатність їх використовувати; обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для реалізації та контролю біотехнологічних і біофармацевтичних виробництв; обґрунтовувати схему виділення цільових продуктів біотехнологічних і біофармацевтичних виробництв; застосовувати і інтегрувати знання і розуміння різних інженерних дисциплін для складання апаратурної схеми біотехнологічних і біофармацевтичних виробництв; оцінювати ефективність біотехнологічного процесу; комплексно аналізувати біологічні та біотехнологічні процеси на молекулярному та клітинному рівнях; аналізувати та проектувати виробництва біотехнологічної продукції харчового, фармацевтичного, парафармацевтичного та природоохоронного характеру на основі процесів мікробного синтезу; аналізувати біотехнологічні процеси з позицій еволюційного та гуманістичного світогляду, у т.ч. із використанням сучасних методів; до розв'язування теоретичних і практичних технологічних задач, пов'язаних із виділенням цільового продукту з біологічної сировини; до аналізу та вибору ефективних методів виділення цільового продукту; до самостійного засвоєння наукової літератури за даним напрямком знань.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- щодо організації біотехнологічних процесів (виробництв) та специфіки всіх етапів в залежності від характеристики біологічного об'єкта та кінцевого (цільового) продукту;
- методів техніко-економічної та безпекової оцінки біотехнологічних процесів (виробництв), а також принципів управління ними;
- методів біосепарації (виділення, розділення та очищення), їхніх особливостей та меж застосування у виробництві біотехнологічних продуктів;
- критеріїв вибору відповідного обладнання, апаратури та допоміжних матеріалів для біосепарації;
- вихідних даних для планування послідовності технологічних операцій біосепарації біологічних продуктів залежно від їхніх властивостей, походження, способу отримання та вимог якості;
- прикладів застосування біосепарації у промисловому виробництві різних цільових біологічних продуктів.
- розуміння комплексності біосепарації та її значення в біотехнологічних процесах;
- апаратурного оформлення методів сепарування та їхніми можливостями.

уміння:

- використовувати методи дослідження фізичних явищ для аналізу біотехнологічних процесів;
- здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного, органічного та біологічного походження, використовуючи відповідні методи загальної та неорганічної, органічної, аналітичної, фізичної та колоїдної хімії;
- вміти визначати та аналізувати основні фізико-хімічні властивості органічних сполук, що входять до складу біологічних агентів (білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди). Вміти встановлювати особливості складу та структури клітин різних біологічних агентів та застосовувати отримані знання для визначення оптимальних умов культивування та потенціалу використання досліджуваних клітин у біотехнології;

- здійснювати техніко-економічне обґрунтування біотехнологічного і біофармацевтичного виробництва (визначення потреби у цільовому продукті і розрахунок потужності виробництва), володіти методами удосконалення технологічного процесу, розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та керування виробництвом;
- вміти обґрунтувати вибір основних стадій технологічного процесу (виділення та очищення цільового продукту);
- базуючись на знаннях про закономірності механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів та основні конструкторські особливості вміти обирати відповідне устаткування у процесі проектування біотехнологічних і біофармацевтичних виробництв для забезпечення їх максимальної ефективності;
- уміти організовувати робочі процеси, ефективно взаємодіяти із колегами, керувати невеликими колективами;
- уміти аналізувати біотехнологічні процеси на молекулярному та клітинному рівнях;
- уміти аналізувати та проектувати спеціальні біотехнологічні виробництва із виготовлення продукції різного функціонального та галузевого призначення;
- застосовувати традиційні та новітні схеми сепарування в промисловості та аналітичній практиці;
- самостійно планувати і масштабувати біосепараційні процеси;
- розраховувати і проектувати обладнання фармацевтичної та мікробіологічної промисловості;

досвід:

- використовувати різні методи виділення, розділення та очищення біологічних продуктів в лабораторних та промислових умовах;
- оцінювати якість цільового біологічного продукту;
- розраховувати хроматографічні піки у розшифруванні хроматограм;
- застосовувати лабораторне обладнання і методи.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Предмет вивчення цієї дисципліни тісно переплетений та ґрунтується на попередньо одержаних знаннях з такими дисциплінами, як біологія клітини, біохімія, фізика, фізична та колоїдна хімія, біофізика, молекулярна біофізика, загальна біотехнологія, процеси і апарати біотехнологічних виробництв та ін.

Логічним підсумком вивчення дисципліни Біосепарація є підготовка дипломного проекту за освітньо-професійною програмою підготовки Біотехнологія спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Загальна характеристика біопродуктів та біосепарації

Тема 2 Основні методи біосепарації

Тема 3 Спеціальні методи біосепарації

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1 Сидоров Ю.І., Влезло Р.Й., Новіков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості (3 томи). - Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2004. - 252с.

2 Гаррісон, Роджер Г., Тодд, Пол, Радж, Скотт Р. та Петрідес Д.П. Біосепарація Наука та техніка. Oxford University Press, 2003.

3 Маринченко В.О. Технологія спирту: Підручник / В.О. Маринченко, В.А. Домарецький, П.Л. Шиян, та ін. – Вінниця: Поділля-2000, 2003. – 496 с.

4 Мартиненко О. І. Методи молекулярної біотехнології: лабораторний практикум / О. І. Мартиненко; В.о. Ін-т молекул. біології і генетики НАН України, Нац. ун-т харч. технологій; За наук. ред. Д. М. Говорун; Ред. О. Г. Молдова нова.– К.: Академперіодика, 2010.– 230 с.

5 Біосепарація [Електронний ресурс]: методичні вказівки до проведення лабораторних робіт / Л.В.Маринченко, С.В.Горобець, І.В.Дем'яненко, Ю.В.Карпенко. – К.: НТУУ «КПІ», 2014.–99 с. – Назва з екрана. – Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/7486>

6 Біосепарація [Електронний ресурс]: методичні вказівки до виконання розрахункової роботи / Л.В.Маринченко. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 42 с. – Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/7596>

Допоміжна література

1 Цао, В. та Демелер Б. (2008). Моделювання аналітичних експериментів ультрацентрифугування з адаптивним просторово-часовим рішенням кінцевих елементів для багатокомпонентних реагуючих систем. Біофізичний журнал, (95), 54–65.

2 Bioseparation / Ed.: G. T. Tsao; with contrib. by G. Belfortetal. - Berlin [etal.]: Springer, 1992. – 200 p.

3 Биотехнологические основы дезинтеграции микроорганизмов / Г. А. Гуревич, Б. А. Фихте; АН СССР, Науч. центр биол. исслед., Ин-т биохимии и физиологии микроорганизмов, Пушино: НЦБИ, 1990. – 133 с.

4 Костржицький А.І., Калінков О.Ю., Тіщенко В.М., Берегова О.М. Фізична та колоїдна хімія. Навч. пос. К.: Центр учбової літератури, 2008. – 496 с.

5 New developments in bioseparation [Text] : based on papers presented in the bioseparation sess. at the Nov., 1990, AIChEannu. meet.; М.М.Атааі а. S.K.Sikdar, vol. ed. / М.М.Атааі а. S.K.Sikdar, vol. ed. - New York (NY) : Amer. inst. of chem. engineers, 1992. – 114 p.

6 Процеси та апарати промислових технологій: навч. посібник / В.С. Шалугін, В.М. Шмандій. – Київ : Центр учбової літератури, 2008. – 392 с.

7 Шиян П. Л., Сосницький В. В., Олійнічук С. Т. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика. К.: Асканія. 2009. – 424 с.

8 Agrawal S. Antisense oligonucleotides: towards clinical trials // Trends in Biotechnology. – 1996. – 14, № 10. – P. 376-388.

9 Щелкунов С.Н. Генетична інженерія, 2004. – 496 с.

10 Сиволоб, А. В. Фізика ДНК. –К.:Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2011. – 335 с.

Інтернет ресурси

11 <http://pandia.org/text/77/277/65572.php>

12 <http://svita-kulinar.narod.ru/vitamin/nukkta.htm>

13 Смик Н. І. Метод капілярного електрофорезу для визначення низькомолекулярних органічних кислот у соках / Н. І. Смик // Вісник Черкаського університету. Хімічні науки. - 2013. - №14. - С. 85-96. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/VchuX_2013_14_13.pdf.

14 <https://www.cheric.org/files/education/cyberlecture/e200402/e200402-1101.pdf>

15 site.iugaza.edu.ps/2012/02/Bioseparation1

16 <https://www.chromatographytoday.com/news/bioanalytical/40/breaking-news/an-introduction-to-bioseparations/34425>

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються сучасними методами та інформаційними технологіями, зокрема дистанційного

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	Тема 1 Загальна характеристика біопродуктів та біосепарації
1	<p>Лекція 1 Основні положення біосепарації</p> <p>Предмет біосепарації та відмінність методів виділення цільових біологічних продуктів від методів хімічної інженерії, специфічні вимоги. Біологічні продукти. Класифікація біопродуктів за розміром, за хімічною природою. Аналітична і препаративна біосепарація. Реактивна та екстрактивна біосепарація. Вартість біосепарації, частка вартості біосепарації залежно від виду біопродукту, від масштабу виробництва, від новизни продукту. Основні сегменти ринку біотехнологічних продуктів. Література: базова [1,2], допоміжна [2,5]</p>
2	<p>Лекція 2 Основні види і критерії вибору методу біосепарації, основні стадії виділення та очищення біотехнологічних продуктів</p> <p>Основні критерії вибору методів біосепарації – за видом вихідної сировини, концентрації біопродукту та його локалізації, якості та ступеня очищення цільового продукту, властивостей цільового біологічного продукту. Основні стадії виділення та очищення біотехнологічних продуктів. Коефіцієнт специфічності технологічної стадії, селективність процесу та вихід цільового продукту. Основні принципи вибору методу біосепарації залежно від властивостей цільових біотехнологічних продуктів – розчинності, леткості, здатності до дифузії, форми та розміру, густини, гідрофільності/гідрофобності, заряду, термолабільності Література: базова [1,2], допоміжна [2,5]</p>
	Тема 2 Основні методи біосепарації
3	<p>Лекція 3 Методи дезінтеграції біомаси</p> <p>Основні відмінності будови клітин прокариотів та еукаріотів, грам-позитивних і грам-негативних бактерій, рослинної та тваринної клітини з точки зору їх руйнування, як першого етапу виділення внутрішньоклітинного цільового продукту. Класифікація методів дезінтеграції: фізичні методи (механічні і немеханічні), хімічні, ферментативні, біологічні. Сутність цих методів, хімічні речовини, біологічні агенти та обладнання для дезінтеграції клітин. Література: базова [1,2], допоміжна [3,5]</p>
4	<p>Лекція 4 Седиментація</p> <p>Рух частинок в інерційному полі, рівняння руху. Рівняння Стокса або «центрифужне рівняння», обмеження і припущення. Швидкість седиментації, густина та число Рейнольдса для різних клітин та їх складових, білків та нуклеїнових кислот. Феномен «блокувального осадження». Коефіцієнт седиментації Сведберга. Визначення молекулярної маси, рівняння Сведберга, рівняння Стокса-Ейнштейна Література: базова [1,2,5], допоміжна [1,2,5]</p>
5	<p>Лекція 5 Методи ультрацентрифугування</p> <p>Ультрацентрифугування, діапазон прискорення. Застосування ультрацентрифугування для визначення розміру частинок, молекулярної маси, коефіцієнта дифузії, молекулярно-масового розподілу, дисперсійного аналізу, параметрів взаємодії молекул, впливу статичного тиску на стабільність, природи розчинника на конформацію. Диференційне центрифугування, зональне (швидкісне) та рівноважне (ізопікнічне) центрифугування. Методи отримання градієнтних розчинів. Література: базова [1,2,5], допоміжна [1,2,5]</p>

6	<p>Лекція 6 Центрифуги і сепаратори. Основні параметри і масштабування процесу</p> <p>Класифікація центрифуг, призначення, позначення. Основні типи промислових центрифуг. Фільтрувальні та осаджувальні центрифуги. Продуктивність центрифугування, параметри, що на неї впливають. Масштабування процесу центрифугування, сигма-аналіз. Дискові центрифуги (сепаратори) – класифікація за технологічним призначенням, за конструкцією, застосування. Розрахунок швидкості потоку, сигма-фактор для сепараторів</p> <p>Література: базова [1,2], допоміжна [1,2,5,6]</p>
7	<p>Лекція 7 Дисперсні системи. Коагуляція</p> <p>Типи і приклади колоїдних систем залежно від дисперсної фази та дисперсійного середовища. Кінетичні та термодинамічні особливості ліофобних золів. Коагуляція, поріг коагуляції. Агрегативна та седиментаційна стійкість і фактори, що сприяють їх порушенню. Сили, що діють на частинки, суспендовані в розчині електроліту і сумарна крива енергії притягання і відштовхування на графіку потенційної енергії між двома частинками, зони стійкості і коагуляції.</p> <p>Література: базова [5], допоміжна [4,6]</p>
8	<p>Лекція 8 Теорія подвійного електричного шару. Теорія ДЛФО</p> <p>Подвійний електричний шар, що оточує заряджені молекули і частинки в дисперсійному середовищі (колоїдному розчині): теорія Гельмгольца, теорія Гуї і Чепмена, теорія Штерна. Дзета-потенціал, константа Дебая-Хеккеля, радіус Дебая. Теорія ДЛФО: основні положення, параметри, від яких залежить порогова концентрація коагулянта і ефективність коагуляції. Основні правила коагуляції, емпіричний закон Шульце-Харді. Ліотропний ряд іонів-коагулянтів.</p> <p>Література: базова [5], допоміжна [4,6]</p>
9	<p>Лекція 9 Флокуляція</p> <p>Флокуляція її мета, мікро- і макрофлокуляція. Природа і механізм дії флокулянтів, природні та синтетичні флокулянти, неорганічні флокулянти. Аніонні, катіонні і полііонні флокулянти, приклади, механізм дії. Особливості флокуляції клітин залежно від поверхневих груп і заряду. Іон-проникний та іон-непроникний шар. Залержність дзета-потенціалу від іонної сили розчину. Приклади флокуляційних процесів у біотехнології: очищення стічних вод, виділення фракції клітин, пивоваріння, виноробство і очищення соків. Механізм флокуляції дріжджових клітин. Флотація та флотатори.</p> <p>Література: базова [5], допоміжна [4,6]</p>
<p>Тема 3 Спеціальні методи біосепарації</p>	
10	<p>Лекція 10 Дистиляція</p> <p>Визначення перегонки та ректифікації і промислове застосування цих процесів. Отримання спирту етилового ректифікованого та абсолютного (біоетанолу), естеро-альдегідної фракції (ФГЕС) та сивушного масла. Сировина для виробництва спирту, застосовувані раси дріжджів і заміна солоду на концентровані ферментні препарати. Склад зрілої бражки і леткі домішки, що в неї входять. Теоретичні основи процесів перегонки і ректифікації, закони Коновалова і Вревського. Коефіцієнт випаровування, коефіцієнт ректифікації, азеотропна точка. Залежність рівноважного складу пари, температури кипіння, пружності пари від складу рідкої бінарної суміші етанол-вода.</p> <p>Література: базова [3], допоміжна [7]</p>
11	<p>Лекція 11 Абсолютування. Процес масообміну на контактному пристрої</p> <p>Способи абсолютування етанолу. Шкала зон максимальної концентрації домішок (головних, проміжних, хвостових і кінцевих) і приблизні епюри їх концентрацій залежно від концентрації етилового спирту. Схеми простої і складної перегонки, сучасна ректифікаційна колона, дефлегмація. Процес масообміну на основному елементі колони – контактному пристрої, типи тарілок, теоретична тарілка, ефективність тарілки і колони. Графічне визначання необхідної кількості контактних пристроїв по висоті колони. Види колон і брагоректифікаційних установок.</p>

	Література: базова [3], допоміжна [7]
12	<p>Лекція 12 Нативні препарати нуклеїнових кислот та їх застосування. Отримання сумарних препаратів ДНК</p> <p>Склад, будова та зв'язки нуклеїнових кислот, приклади. Структура ДНК і РНК, структура хромасом. Використання нативних високоякісних препаратів нуклеїнових кислот. Препарати ДНК у генно-інженерних дослідженнях та генній терапії: антисмислові послідовності, аптамери, рибозими. Автоматичні полінуклеотидні синтезатори. Чинники, що впливають на якість нативних препаратів нуклеїнових кислот. Основні етапи отримання сумарних, ядерних та пластомних (хлоропластних, мітохондріальних) препаратів.</p> <p>Література: базова [4,5], допоміжна [8-10]</p>
13	<p>Лекція 13 Отримання нативних препаратів ДНК</p> <p>Вибір тканин і клітин, способи руйнування клітинних стінок, лізис мембрани та подальша екстракція ДНК і РНК, методи очищення препаратів нуклеїнових кислот від білків, пігментів, вуглеводів та інших клітинних забруднювачів. Речовини, що застосовуються для виділення препаратів нуклеїнових кислот: детергенти (аніонні, катіонні, неіонні), інгібітори нуклеаз, депротейнізатори. Фізичні чинники: рН, температура. Виділення плазмід як генетичних векторів, особливості методу. Особливості процедури виділення геномної еукаріотичної ДНК.</p> <p>Література: базова [4,5], допоміжна [8-10]</p>
14	<p>Лекція 14 Хроматографічні методи. Метод газової хроматографії</p> <p>Історія методу. Основні принципи та механізми хроматографії, характер взаємодії речовини з сорбентом. Види хроматографічних систем. Спосіб переміщення сорбатів. Аналітична, препаративна, промислова хроматографія. Основна схема процесу хроматографування. Оцінка ефективності процесу, ВЕТТ. Приклади хроматограм, час утримання компоненту. Використання і переваги газової хроматографії. Схема газового хроматографа. Джерела газу-носія. Типи хроматографічних колонок, капілярні колонки. Види детекторів і принцип їхньої роботи: катарометр, полуменево-іонізаційний детектор.</p> <p>Література: базова [6], допоміжна [13]</p>
15	<p>Лекція 15 Методи розрахунку компонентів суміші за хроматограмами (калібрування)</p> <p>Припущення, що застосовуються в методах розрахунку компонентів суміші за хроматограмами. Методи кількісного аналізу (калібрування) – принципи, вимоги, переваги, недоліки: метод абсолютного калібрування; метод внутрішньої нормалізації; метод внутрішнього стандарту; метод стандартної добавки. Експериментальне визначення абсолютних і відносних калібрувальних коефіцієнтів.</p> <p>Література: базова [6], допоміжна [13]</p>
16	<p>Лекція 16 Методи розрахунку хроматографічних піків</p> <p>Кількісний розрахунок хроматографічних піків: площа піку, висота піку, ширина піку, мертвий час, загальний час утримання, чистий час утримання, відносний час утримання. Вимірювання площі добре розділених піків. Властивості гауссівського піка, стандартне відхилення, критерій Еттре. Методи триангуляції. Обробка хроматограм з асиметричними піками, причини асиметричності, коефіцієнт асиметричності. Методи розрахунку площі зашкалених піків. Визначення площі не повністю розділених піків.</p> <p>Література: базова [6], допоміжна [13]</p>
17	Лекція 17 Модульна контрольна робота
18	Лекція 18 Залік

Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять кредитного модуля “Біосепарація” є:
- практичне закріплення навчального матеріалу, викладеного на лекційних заняттях;

- знайомство з обладнанням, основними та допоміжними матеріалами, що застосовуються в біосепарації;
- теоретична інтерпретація результатів лабораторних даних та застосування їх для промислового масштабування;
- практичне вміння проводити оцінювання цільового біологічного продукту за характерними для того чи іншого продукту за критеріями (чистотою, ідентичністю, біологічною активністю тощо).

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Лабораторна робота 1-3 Комплексна переробка дріжджів-сахароміцетів. Ч.1,2 Література: базова [5]
2	Лабораторна робота 4 Спектрофотометричне визначення концентрації та якості одержаних препаратів нуклеїнових кислот Література: базова [5]
3	Лабораторна робота 5 Осідання дисперсних частинок в гравітаційному полі Література: базова [5]
4	Лабораторна робота 6 Метод осадження білка бентонітом в суслі, вині або соку Література: базова [5].
5	Лабораторна робота 7 Метод визначення електрофоретичної рухливості та дзета-потенціалу дріжджових клітин <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Література: базова [5]
6	Лабораторна робота 8 Одержання ДНК з харчової сировини Література: базова [4,5].
7	Лабораторна робота 9 Розрахунок різних типів хроматографічних піків Література: базова [5,6]

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента по дисципліні включає підготовку до лекційних та лабораторних занять (проведення розрахунків за первинними даними, отриманими на лабораторних заняттях 8 годин), модульної контрольної роботи (4 години), підготовка до заліку (6 годин).

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
1	Тема 1 Загальна характеристика біопродуктів та біосепарації Розрахунки виходу білку та нуклеїнових кислот згідно із завданням за даними, отриманими в процесі виконання лабораторних робіт та визначення вмісту в напівпродуктах, визначення втрат Література: базова [1,2,5], допоміжна [2,5], інформаційні ресурси	2
2	Тема 2 Основні методи біосепарації Розрахунки за даними, отриманими під час виконання лабораторних робіт: осідання дисперсних частинок в гравітаційному полі, масштабування осадження, визначення необхідної кількості бентоніту для промислового застосування, розрахунок дзета-потенціалу за магнітофоретичною рухливістю дріжджів. Література: базова [1,2,5], допоміжна [1-6], інформаційні ресурси	2
3	Тема 3 Спеціальні методи біосепарації Розрахунок кількості тарілок за первинними даними, оформлення результатів виділення ДНК із харчових продуктів, розрахунок кількості розділених під час хроматографування продуктів за площею піків (індивідуальне завдання) Література: базова [3-6], допоміжна [7-16], інформаційні ресурси	4

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика щодо дедлайнів та перескладання: Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів та лабораторних робіт відбувається за наявності поважних причин.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі

Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>. Використання додаткових джерел інформації під час оцінювання знань заборонено (у т.ч. мобільних девайсів). Мобільні пристрої дозволено використовувати лише під час он-лайн тестування та виконання розрахунків.

Норми етичної поведінки: Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Політика щодо відвідування: Відвідування лекцій, лабораторних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються практичні навички, необхідні для формування компетентностей, визначених стандартом освіти. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, працевлаштування, міжнародне стажування тощо) навчання може відбуватися в он-лайн формі за погодженням із лектором.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: МКР – тест із 100 запитань, розбитих за темами (25 балів), лабораторні роботи (75 балів, з яких лабораторна робота 9 – 19 балів). Загальна сума балів за семестрову роботу – 100 балів. Докладніша інформація щодо поточного контролю та критеріїв оцінювання наведена в PCO з дисципліни. (Додаток 1)

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.

Семестровий контроль: залік. Загальна сума балів на заліку – 100 балів (бали, отримані за семестр анулюються).

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг від 60 до 100 балів, написання МКР, захист лабораторних робіт.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9 Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента):

Додаток А – Питання до заліку з дисципліни "Біосепарація"

Додаток Б – Приклад залікового білету

Додаток В – PCO

Додаток А

Питання до заліку з дисципліни "Біосепарація"

- 1 Що вивчає курс «Біосепарація»
- 2 Які продукти називають біологічними.
- 3 Які ви знаєте біологічні продукти, назвіть приклади і сфери застосування
- 4 Яка частка вартості процесів біосепарації у вартості біопродуктів
- 5 Яку частку на ринку мають різні біопродукти
- 6 Як пов'язана ціна біопродукту з його випуском
- 7 Як можна класифікувати біопродукти з точки зору біосепарації
- 8 Які основні відмінності біосепарації від інших процесів виділення цільових продуктів, зокрема й специфічні
- 9 Які відмінності реактивної й екстрактивної біосепарації
- 10 Які основні критерії біосепарації
- 11 Які основні стадії технологічного процесу біосепарації
- 12 Які основні принципи вибору методу біосепарації
- 13 Як пов'язані селективність процесу з виходом цільового продукту
- 14 Що таке коефіцієнт специфічності технологічної стадії
- 15 Опишіть процес автолізу дріжджів
- 16 Назвіть механічні методи дезінтеграції клітин
- 17 Назвіть немеханічні методи дезінтеграції клітин
- 18 Дія яких хімічних агентів спричиняє дезінтеграцію клітин?
- 19 Дія яких біологічних агентів спричиняє дезінтеграцію клітин?
- 20 Яким параметром можна охарактеризувати міцність клітинної стінки?
- 21 Які типи процесів руйнування клітинних структур застосовують для вилучення біологічних продуктів?
- 22 Які застереження виникають для процесу дезінтеграції, якщо цільовим продуктом є білок?
- 23 Чим відрізняється будова грам(-) і грам(+) клітинної стінки?
- 24 Дія яких біохімічних агентів спричиняє дезінтеграцію клітин?
- 25 Які фізичні фактори можуть спричинити дезінтеграцію клітинної стінки?
- 26 Що таке седиментація і в чому полягає її роль у біосепарації залежно від діапазона прискорювання? За якої умови справедливе рівняння Стокса? Чи виконується ця умова для біочастинок?
- 27 Чи можна розділити центрифугуванням клітини та їх окремі органели і макромолекули? Чому?
- 28 Принципи седиментації і рівняння руху твердих дисперсійних частинок в різних інерційних полях. В чому полягає феномен «блокувального осадження»?
- 29 Рівняння Стокса або центрифужне рівняння. За якої умови воно отримане? Як визначити відстань, яку пройшла частинка, та розмір частинок?
- 30 Якими методами можна розділити окремі органели або макромолекули, які незначно розрізняються за розміром або густиною? Принципи цих методів.
- 31 Що таке ультрацентрифугування, чим відрізняється зональне та ізопікнічне ультрацентрифугування?
- 32 Що таке коефіцієнт седиментації, від чого він залежить, як можна розрахувати молекулярну масу частинки?
- 33 Як вираховувати час седиментації? Що таке еквівалентний час і для чого його розраховують?
- 34 За якими параметрами проводиться масштабування промислових центрифуг? Що таке сигма-аналіз?
- 35 Що таке продуктивність центрифугування, від яких параметрів вона залежить?
- 36 У чому полягає відмінність між аналітичним та препаративним ультрацентрифугуванням? Які вимоги висуваються для розділення біологічних рідин?
- 37 Що характеризує коефіцієнт седиментації Сведберга у відцентровому полі, його значення
- 38 Що означає значення $S_{20w}=70S$? Наведіть приклади S_{20w} для біотехнологічних об'єктів

- 39 Як пов'язана молекулярна маса з коефіцієнтом Сведберга?
- 40 Рівняння Стокса-Ейнштейна для коефіцієнта дифузії і в'язкості
- 41 Як за коефіцієнтом седиментації розрахувати час осадження біологічного об'єкту у високошвидкісній центрифугі?
- 42 Як класифікують центрифуги за технологічним призначенням?
- 43 Поясніть різницю між відцентровим осадженням і відцентровим фільтруванням. Наведіть приклади їх робочого циклу
- 44 Що означає позначення центрифуги: ФГП, ОТР?
- 45 Принцип роботи трубчатої центрифуги
- 46 Що таке еквівалентний час, для чого його розраховують?
- 47 Для чого застосовують „сігма-аналіз”? Поясніть параметри, що входять у формулу
- 48 Що таке сепаратори, їх призначення і конструктивні особливості. Від чого залежить сигма-фактор для сепараторів
- 49 Наведіть ліотропний ряд гідратованих катіонів лужних металів за коагулюючою здатністю. Поясніть.
- 50 Яке значення дзета-потенціалу вважається критичним і призводить до втрати дисперсною системою агрегативної стійкості?
- 51 Від яких параметрів згідно з теорією ДЛФО залежить поріг коагуляції?
- 52 Сутність теорії будови ПЕШ Гуї-Чепмена. Що таке константа Дебая
- 53 Сутність теорії будови ПЕШ Штерна
- 54 Що таке радіус Дебая, від чого залежить його величина?
- 55 Які механізми закріплення макромолекул різних типів поліелектролітів-флокулянтів на поверхні частинок?
- 56 Які коагуляційні процеси відбуваються залежно від відстані між двома частинками, суспендованими в електроліті?
- 57 Що таке електрокінетичний або дзета-потенціал?
- 58 Що таке флокуляція, флокулянти, мета і застосування флокуляції у біосепараційних процесах
- 59 Який проміжок часу має бути між введенням коагулянту і флокулянту в дисперсну систему і чому?
- 60 Основні положення теорії ДЛФО
- 61 Порівняйте ММ коагулянтів і флокулянтів. Види флокулянтів за походженням
- 62 Види флокулянтів за механізмом дії
- 63 Види флокуляції за розміром частинок. Вартість флокулянтів та їх ефективність
- 64 Фактори, що необхідно враховувати у разі застосування флокуляції у харчовій та фармацевтичній промисловості. Застосування флокуляційних процесів у біотехнології
- 65 Поясніть відмінності між моделлю іон-непроникної та іон-проникної бактеріальної поверхні? Чим вони зумовлені?
- 66 Про що свідчить процес флокуляції дріжджів під час бродіння? Як це пов'язано з кількісним співвідношенням полісахаридів і азотистих речовин в оболонках дріжджів?
- 67 Які ви знаєте типи колоїдних систем – наведіть приклади. В яких біотехнологіях застосовують коагуляцію та флокуляцію і для чого?
- 68 Стабільність та нестабільність ліофобних золь. Чим обумовлені агрегативна та седиментаційна стійкість?
- 69 Фактори, що сприяють порушенню агрегативної стійкості. Поріг коагуляції, зокрема згідно з теорією ДЛФО.
- 70 На які процеси біосепарації впливають властивості подвійного електричного шару? Що таке радіус Дебая, від яких параметрів він залежить?
- 71 Потенційна енергія між частинками, суспендованими в електроліті. В якій зоні відбувається коагуляція?
- 72 Флотація. Види флотаторів
- 73 Що таке перегонка і ректифікація? В яких виробництвах застосовують ці процеси?
- 74 Які продукти отримують після перегонки і ректифікації бражки? Де їх застосовують?
- 75 Які види сировини використовують для спиртового бродіння. Зокрема нетрадиційні? Які продуценти зброджують цю сировину?

- 76 Що застосовують для розрідження і оцукрювання крохмалю? Переваги, недоліки
- 77 Склад зрілої бражки. Які леткі домішки входять в склад зрілої бражки?
- 78 Який продукт залишається після перегонки зрілої бражки? Як його використовують?
- 79 На законах яких дослідників базується теорія перегонки і ректифікації спирту? Що таке коефіцієнт випаровування?
- 80 1 закон Коновалова і висновок з цього закону стосовно дистиляції
- 81 Що таке азеотропна точка і які її параметри для суміші етанол-вода за атмосферного тиску? Чим спирт етиловий ректифікований відрізняється від біоетанолу?
- 82 1 закон Вревського. Яким технологічним прийомом можна зсунути азеотропну точку праворуч (збільшити концентрацію етанолу)?
- 83 2 закон Вревського і висновки з цього закону
- 84 Що таке теоретична тарілка та коефіцієнт корисної дії колони?
- 85 До якого типу домішок належать домішки, коефіцієнт ректифікації яких $K' > 1$?
- 86 Що таке ректифікаційна колона і який її основний елемент?
- 87 Які є типи домішок, коефіцієнт ректифікації яких залежить від концентрації етанолу?
- 88 До якого типу домішок належать домішки, коефіцієнт ректифікації яких $K' < 1$?
- 89 Що таке дефлегмація, дефлегматор, флегма, флегмове число?
- 90 Що таке коефіцієнт ректифікації?
- 91 Які колони найчастіше входять в типову брагоректифікаційну установку непрямої дії?
- 92 Назвіть типи колон, які можуть входити в брагоректифікаційну установку.
- 93 Що відбувається у разі надто великих і мінімально допустимих навантажень пари в ректифікаційній колоні?
- 94 Назвіть методи одержання абсолютного спирту.
- 95 Що таке перегонка, ЛЛК, ВЛК?
- 96 Наведіть приклади тарілчастих контактних пристроїв. Яка їхня функція? Що таке ВЕТТ і для чого ввели це поняття?
- 97 Як розрізняють БРУ залежно від способу включення бражної колони в схему?
- 98 Як графічним методом можливо визначити число теоретичних тарілок колони? Що означає трикутних АВС?
- 99 Як змінюється концентрація домішок етанолу по висоті БРУ?
- 100 Що таке проста і складна перегонка? Куди поступає бражка, підводиться нагрівна пара і охолоджувальна вода?
- 101 Охарактеризуйте процес масообміну на контактному пристрої. Як визначається кількість речовини, що перейшла з однієї фази в іншу?
- 102 Які ви знаєте комерційні препарати ДНК, для чого потрібно виділяти високоякісні препарати НК
- 103 В яких галузях застосовуються високоякісні препарати НК? Назвіть приклади комерційних біологічних продуктів нуклеїнових кислот терапевтичної дії
- 104 Принцип дії антисмислових послідовностей, від чого залежить ефективність їхньої дії?
- 105 Що таке аптамери?
- 106 Від чого залежить ступінь деградації отримуваних нуклеїнових кислот?
- 107 Що таке рибозими?
- 108 Що є спусковим механізмом для дії ендонуклеаз під час виділення НК? Як цього уникають?
- 109 Яку дію спричиняють депротейнізатори під час виділення якісних препаратів ДНК?
- 110 Які методи застосовують для ефективного очищення препаратів НК від білків, пігментів, вуглеводів та інших клітинних забруднювачів?
- 111 Які основні етапи і методи виділення НК з клітин, обмеження та ризику цих етапів?
- 112 Які ви знаєте детергенти та механізм їхньої дії в процесі виділення ДНК?
- 113 Які ви знаєте інгібітори нуклеаз та інші чинники, що впливають на їх активність?
- 114 Чим можна обробити препарат ДНК, щоб відділити його від РНК?
- 115 Сутність методу кип'ятіння для виділення плазмідної ДНК
- 116 Чим структурно відрізняється плазмідна ДНК від геномної та РНК? Як це використовують під час її виділення?

- 117 Чому лізис клітинної мембрани в процесі виділення нуклеїнових кислот проводять в буферному розчині? Які сполуки для цього застосовують? Які речовини застосовують на першому етапі виділення плазмідної ДНК
- 118 Основні етапи виділення плазмідної ДНК, особливості виділення
- 119 Основні етапи виділення геномної ДНК, особливості виділення
- 120 Які є способи руйнування клітинної стінки для виділення геномної ДНК?
- 121 Сутність методу лужної екстракції для відділення плазмідної ДНК
- 122 Як спектрофотометрично визначити чистоту отриманих препаратів НК? Які вимоги існують на етапі виділення (не очищення) плазмідної ДНК?
- 123 Які ознаки в клітинах бактерій визначають плазмідні ДНК (їх роль). Як проводять осадження хромосомної ДНК?
- 124 Який принцип хроматографії, хто і коли винайшов цей метод, на якому прикладі?
- 125 Від чого залежить швидкість пересування речовини
- 126 Які знаєте хроматографічні системи (принцип поділу)
- 127 Основні методи хроматографії залежно від переміщення сорбатів. Переваги, недоліки
- 128 Варіанти хроматографії за механізмом взаємодії, проміжні варіанти
- 129 Види хроматографії залежно від мети
- 130 Апаратурна схема процесу хроматографії
- 131 Ефективність хроматографічної колонки. ВЕТТ
- 132 Що таке час утримання, мертвий час, що означають піки на хроматографі
- 133 Для розділення яких речовин застосовують адсорбційну хроматографію. Її види
- 134 Основні вимоги, переваги і недоліки газової хроматографії
- 135 Основні складові газового хроматографа. Які гази використовуються як рухома фаза
- 136 Типи хроматографічних колонок, капілярні колонки
- 137 Типи детекторів. Принцип дії катарометра і ПД
- 138 На чому оснований кількісний аналіз речовин суміші, що означають піки на хроматограмі, якими параметрами вони характеризуються, від чого ці параметри залежать?
- 139 Що таке «мертвий час», чистий час утримання, відносно утримання, як вони позначаються, від чого залежать?
- 140 Які параметри вимірюють для розрахунку площі добре розділених піків, як їх обраховують у разі дрейфу нульової лінії?
- 141 Як розраховують площу гауссівського піка, його характеристики. Критерій Еттре
- 142 Причини асиметричності піка, що таке коефіцієнт асиметричності, які його допустимі значення, усунення асиметричності
- 143 Методи триангуляції, їх переваги і недоліки
- 144 Які є методи розрахунку зашкалених піків?
- 145 Які є методи визначення не повністю розділених піків. За яких умов їх можна застосовувати?
- 146 Які припущення існують для калібрування хроматографічної колонки?
- 147 Принцип методу абсолютного калібрування, вимоги до нього, де його найчастіше застосовують?
- 148 Принцип методу внутрішньої нормалізації, його переваги і недоліки
- 149 Принцип методу внутрішнього стандарту. Вимоги до його застосування, переваги, недоліки
- 150 Принцип методу стандартної добавки. Переваги, недоліки

Додаток В
Рейтингова система оцінювання
результатів навчання студентів
з дисципліни «Біосепарація»

1. Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

- виконання 1 контрольної роботи (тест) – 25 балів;
- роботи на 7 лабораторних заняттях – $7 \times 8 = 56$ балів;
- виконання ЛР 9 – 19 балів.

2. Критерії нарахування балів.

2.1. Контрольна робота (тест із 100 питань) оцінюється із 25 балів, по 2,5 бали за кожне питання:

- «відмінно» – 20-25 балів;
- «добре» – 15-19 балів;
- «задовільно» – 10-14 балів;
- «незадовільно» – відповідь не відповідає вимогам до «задовільно» – 0 балів.

2.2. Виконання лабораторних робіт оцінюються із 8 балів:

- «відмінно» – бездоганна робота, вільне володіння матеріалом – 7-8 балів;
- «добре» – незначні недоліки у проведенні або захисті роботи – 5-6 балів;
- «задовільно» – недостатньо вільне опанування матеріалу – 3-4 бали;
- «достатньо» – значні недоліки у проведенні або захисті роботи – 2 бали;
- роботу не виконано або не захищено – 0 балів;
- два найкращих студента можуть додатково отримати + 1 бал.

2.3. Виконання лабораторної роботи 9 оцінюється із 19 балів за такими критеріями:

- творчо виконана робота – 17-19 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 13-16 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 10-12 балів;
- завдання не виконане або є грубі помилки, ЛР 9 не зараховано – 0 балів.

За кожний тиждень затримки із поданням лабораторної роботи нараховуються штрафні – 2 бали (усього не більше – 8 балів). Наявність позитивної оцінки з тесту та виконання усіх лабораторних робіт є умовою допуску до залікової контрольної роботи.

2.4. Залікова контрольна робота оцінюється із 100 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з трьох запитань з переліку, що наданий у додатку до робочої програми КМ.

Кожне запитання оцінюється з 25 балів за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд – 22...25 балів;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності) – 17...21 бал;
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки) – 12...16 балів;
- «незадовільно» – незадовільна відповідь – 0 балів.

3. Атестація у 8 семестрі не проводиться.

4. Сума рейтингових балів, отриманих студентом протягом семестру, за умови зарахування лабораторних робіт, переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею (п.6). Якщо сума балів менша за 60, але лабораторні роботи та модульну контрольну роботу зараховано, студент виконує залікову контрольну роботу. У цьому разі сума балів за виконання залікової контрольну роботу переводиться до підсумкової оцінки згідно з таблицею п. 6.

5. Студент, який у семестрі отримав більше 60 балів, але бажає підвищити свій результат, може взяти участь у заліковій контрольній роботі. У цьому разі остаточний результат складається із балів, що отримані на заліковій контрольній роботі та балів з модульної контрольної роботи.

6. Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
ЛР не зараховано	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри екобіотехнології, біоінформатики та біоенергетики, к.т.н., с.н.с. Маринченко Л.В.

Ухвалено кафедрою екобіотехнології, біоінформатики та біоенергетики (протокол № 1 від 30.08.21)

Погоджено Методичною комісією факультету біотехнології і біотехніки¹ (протокол № __ від _____)