



Зелена біотехнологія грибів для сталого розвитку

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна інженерія та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>162 Біотехнології та біоінженерія</i>
Освітня програма	<i>Біотехнології</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, 6 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити, в т.ч. лекцій – 36 год., практичних – 0 годин, лабораторних – 36 годин, СРС – 48 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/ МКР/ДКР</i>
Розклад занять	<i>Лекції – 2 години на тиждень, лабораторні заняття - 2 години на тиждень. Розклад занять розміщений за посиланням: https://schedule.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: асист., док. філос. Колтишева Діна Сергіївна, koltysheva.dina@ill.kpi.ua Лабораторні: асист., док. філос. Колтишева Діна Сергіївна, koltysheva.dina@ill.kpi.ua, доц., к.т.н. Козар Марина Юріївна kozar.maryna@ill.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Код класу rjn5x5q (Google classroom)</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Зелена біотехнологія грибів для сталого розвитку» є вибірковою дисципліною та призначена для поглиблення знань студентів в області використання грибів в біотехнології та підсилення базових компетентностей. Гриби використовують для виробництва великої кількості продуктів: вітамінів, ферментів, ліпідів, полісахаридів, антибіотиків, пігментів, а також для виробництва продуктів харчування (хліб, напої, сири тощо). Велика кількість потенційно цінних продуктів на сьогодні знаходиться на етапі дослідження та розробки технологій виробництва. Тому знання основ біотехнології виробництва препаратів на основі грибів та їх метаболітів є важливим компонентом для розвитку професійного колективу студентів - біотехнологів.

Використання грибів в технологіях захисту довкілля часто оминають увагою. Здатність грибів споживати практично всі відомі органічні речовини як джерело вуглецю та енергії та продукувати широкий спектр ферментів та метаболітів дає змогу використовувати їх для біодеградації відходів різних видів та виробництва безпечних для довкілля миючих засобів, для біосинтезу БАР та інших продуктів. Різноманітні метаболіти грибів та компоненти грибної клітини перспективно використовувати для отримання енергоносіїв, препаратів для захисту та стимуляції росту рослин.

Біомаса грибів, що утворюється в біотехнологічних процесах також може бути використана для виробництва добрив, будівельних матеріалів, кормових продуктів тощо.

Метою вивчення дисципліни є формування у студентів знань та здатностей щодо використання грибів у біотехнології для отримання нових безпечних для довкілля нутрицевтичних, кормових, продуктів, біопестицидів, енергоносіїв тощо; роботи з культурами грибів, які є продуцентами цінних метаболітів; розуміння методології проектування біотехнологічних виробництв, в яких гриби використовують як основний продуцент, аналіз складу відходів, що утворюються та методів їх переробки чи утилізації.

Предметом дисципліни є характеристика грибів як продуцентів корисних речовин, продуктів і біомаси та загальні принципи отримання біотехнологічної продукції за використання грибів.

Програмні результати навчання:

- вміти розробляти технологічні схеми виробництва продукції з використанням грибів як продуцентів метаболітів та виробництва грибної біомаси;
- вміти проводити аналіз стану культури грибів різних видів на основі морфологічних та фізіолого-біохімічних ознак;
- вміти підбирати поживні середовища та умови для культивування грибів;
- вміти визначати якість продуктів на основі грибів та їх метаболітів;
- вміти виділяти з навколишнього середовища, ідентифікувати та визначати морфолого-культуральні та фізіолого-біохімічні властивості грибів – потенційно корисних біологічних агентів;
- вміти розробляти способи та схеми утилізації та переробки відходів, що утворюються в процесі виробництва продуктів синтезу та біомаси грибів.

Програмні компетентності:

- типів продуктів, які можна отримати за використання культур грибів та їх використання у господарській діяльності людини;
- здатність аналізувати особливості живлення, метаболізму, росту та розвитку грибів та вимоги до поживних середовищ і умов культивування;
- здатність аналізувати та обирати технології, а також розробляти технологічні схеми виробництва препаратів на основі грибів та їх метаболітів;
- здатність підбирати гриби-продуценти та технологічні схеми виробництва для отримання безпечних для довкілля аналогів поширених продуктів, отриманих хімічним синтезом, веганських нутрицевтичних продуктів та харчових добавок, технічних жирів та енергоносіїв тощо;
- здатність підбирати склад біопрепаратів грибів для використання у сільському господарстві та переробці відходів – для пришвидшення розкладу органічних решток, для підвищення врожайності рослин та стимуляції їх росту тощо;
- здатність аналізувати склад відходів та можливість використання грибів для утилізації відходів біотехнологічної, харчової та інших виробництв;

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

Для успішного засвоєння дисципліни «Зелена біотехнологія грибів для сталого розвитку» студенти повинні володіти базовими знаннями, отриманими при вивченні нормативних дисциплін: «Загальна мікробіологія та вірусологія», «Загальна біотехнологія», «Біологія клітини», «Біохімія». Бажано володіння англійською мовою на базовому рівні.

Результати навчання з даної дисципліни можуть бути використані студентами при дипломному проектуванні та вивченні деяких інших дисциплін, зокрема вибіркових, таких як «Біотехнології в агросфері», «Відновлювальна енергетика».

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1 Загальна характеристика царства гриби

Вступ до дисципліни. Мета і завдання дисципліни «Зелена біотехнологія грибів для сталого розвитку».

Тема 1.1 Організація грибної клітини та талому.

Тема 1.2 Особливості та закономірності культивування грибів з метою отримання корисних продуктів.

Розділ 2 Біотехнології виробництва фармацевтичних продуктів, харчових продуктів та нутрицевтичних добавок з використанням грибів

Тема 2.1 Загальний огляд продуктів, які можна отримати за використання грибів

Тема 2.2 Загальний огляд метаболітів грибів, які можуть використовуватись в фармацевтичній промисловості.

Тема 2.3 Виробництво харчових білків на основі грибної біомаси.

Тема 2.4 Виробництво плодкових тіл грибів для харчової промисловості

Тема 2.5 Виробництво органічних карбонових кислот та амінокислот.

Тема 2.6 Виробництво амінокислот. Виробництво підсилювачів смаку та соєвого соусу.

Виробництво барвників та пігментів

Тема 2.7 Хітин та його похідні, як корисні продукти, отримані з грибної біомаси.

Розділ 3 Використання препаратів грибів в галузі екобіотехнології та біоенергетики

Тема 3.1 Виробництво ферментних препаратів. Використання препаратів на основі грибів для переробки біомаси та сільськогосподарських відходів.

Тема 3.2 Виробництво безпечних для довкілля мийних засобів на основі грибних ферментів та поверхнево-активних речовин.

Тема 3.3 Використання грибів та їх метаболітів для виробництва біопластику

Тема 3.4. Використання грибів для виробництва харчового, медичного та технічного етилового спирту.

Тема 3.5 Виробництво грибних ліпідів.

Тема 3.6 Використання грибів для біозахисту рослин.

Тема 3.7 Переробка та утилізація біомаси грибів, яка утворюється в біотехнологічних процесах

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Леонтьєв Д. В., Акулов О. Ю. Загальна мікологія: Підручник для вищих навчальних закладів. — Х.: Вид. група «Основа», 2007. — 228 с.: 375 іл.
2. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія антибіотиків та лікарських препаратів» освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» усіх форм навчання / Укладач: Головей О.П. – Кам'янське: ДДТУ, 2017. – 121 с.
3. Біотехнологія: Підручник / В.Г. Герасименко, М.О. Герасименко, М.І. Цвіліховський та ін.; Під ред. В.Г. Герасименка. — К.: Фірма «ІНКОС», 2006. — 647 с.
4. Куц А.М., Кошова В.М. Технологія бродильних виробництв: Конспект лекцій з дисц. «Загальні технології харчової промисловості» для студ. ден. та заоч. форм навчання на пряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та ін-женерія». – К.: НУХТ, 2011. — 156 с.
5. І.В. Бондар, В.М. Гуляєв Промислова мікробіологія. Харчова і агробіотехнологія. Навчальний посібник для студентів спеціальності 7.092901 – «Промислова біотехнологія». Дніпродзержинськ, видавництво ДДТУ, 2004. – 280стор.

Додаткова література:

1. Костіков І.Ю. та ін. Ботаніка. Водорості та гриби: навчальний посібник, 2-видання, перероблене. –К.: Аристей, 2007. –476 с.

2. Вдовенко С.А. Вирощування їстівних грибів: Навч. посіб., 2010.- 120с.
3. Філімоненко О.Ю. Конспект лекцій з дисципліни „Технологія виробництва харчових продуктів” для студентів ден. та заоч. форм навчання спеціальності «Промислова біотехнологія»/ Укл.: старший викладач Філімоненко О.Ю. – Дніпродзержинськ, ДДТУ, 2013. – 72 с.
4. Буценко Л.М., Пенчук Ю.М., Пирог Т.П. Технології мікробного синтезу лікарських засобів: Навч. посіб. — К.: НУХТ, 2010. — 323 с.
5. Буценко Л.М., Пирог Т.П. Біотехнологічні методи захисту рослин: підручник. / Л.М. Буценко, Т. П. Пирог. – К.:Видавництво Ліра-К, 2018. – 346 с.
6. Грегірчак Н.М. Мікробіологія галузі [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм навчання / Н.М.Грегірчак – К.: НУХТ, 2014. – 171 с.
7. Осипенко О.П., Таран В.М., Доломакін Ю.Ю. Технологічне обладнання галузі. Виробництво етилового спирту шляхом зброджування: Конспект лекцій для студентів спеціальностей 7.05170106 «Технології продуктів бродіння і виноробства» та 7.05050313 «Обладнання переробних і харчових виробництв» денної та заочної форм навчання. – К.: НУХТ, 2012. – 48 с.
8. Сільськогосподарська біотехнологія : курс лекцій з дисципліни для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр» спеціальності 162 «Біотехнологія та біоінженерія» денної форми навчання / О. Ю. Сметана. – Миколаїв : МНАУ, 2017. – 132 с.
9. Поліщук В. Ю. Розробка технології виробництва рибофлавіну і ефірноолії, що продукуються *Eremothecium ashbyi* Guil дис.. на здоб. ст.. кан. тех.. н. – Київ, 2018.
10. Решетило Л. І. Мікроорганізми як продуценти рибофлавіну // Вісник ЛТЕУ. Технічні науки. - 2020. - № 23. – С116-120.
11. Черно Н.К., Озоліна С.О., Нікітіна О.В. Фракціонування полісахаридів гливи звичайної *Pleurotus ostreatus* // Харчова наука і технологія. – 2013. № 4(25). – С 30-34.
12. Мірошніченко М.С, Аль-Маалі Г.А., Lomberg M., Красінько В.О. Синтез полісахаридів деякими видами грибів з ІВК колекції // Збірник тез VI Міжнародної науково-практичної конференції «Біотехнологія: звершення та надії», присвяченої до 120-річчя НУБіП України (м. Київ, 14-16 листопада 2017 р.). – С. 128-130. (<https://www.researchgate.net/publication/328538429>)
13. Нікітіна О.В., Черно Н.К., Озоліна С.О. Отримання та характеристика біополімерних комплексів гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) // Харчова наука і технологія. – 2015. –№9. – Вип 3. –С. 19-24.
14. Нілова Н. Біодеструктор стерні – ефективний засіб регулювання розкладанням поживних решток / Нілова Н., Новохацький М., Болоховська В., Ростоцький О. // № 11 (86) листопад 2016 р. науково-виробничий журнал «Техніка і технології АПК»
15. Невмержицька О.М. Пошук мікроорганізмів для біодеградації целюлозовмісної сировини з вторинних ресурсів і відходів сільського господарства / О.М. Невмержицька, Н.О. Васільєва, А.К. Нурмухаммедов // Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків, випуск 19, 2013. – с. 90 – 92.
16. Борзова Н. В. Целюлозодеградуєчі системи мікроорганізмів: біосинтез, властивості та структурно-функціональні особливості / Н. В. Борзова, Л. Д. Варбанець // *Biototechnology*. - 2009. - Vol. 2, № 2. - С. 23-41.
17. Глускіна Т. С. Пошук продуцентів лігноцелюлозолітичних ферментів / Т. С. Глускіна З. Г. Піх // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”: Хімія, технологія речовин та їх застосування. – 2002. – № 461 – С. 183-191.
18. Khan A. A. Fungi as chemical industries and genetic engineering for the production of biologically active secondary metabolites // *Asian Pac J Trop Biomed*. – 2014. – 4(11). – P. 859-870.

19. Кривцова М.В. Екологія мікроорганізмів: навч. посіб. / М.В. Кривцова, М.В. Ніколайчук ; ДВНЗ "Ужгородський національний університет", Біолог. ф-т. - Ужгород, 2011. – 184 с.
20. Дейнека, В. М. Гемостатичні властивості нових тривимірних хітозанових матеріалів : дис. ... д-ра філософії : 222. Суми, 2022. 207 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/88546>

Інформаційні ресурси

1. Mycology: Characteristics of Fungi, Fungal Diseases, and More//Lecturi [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.lecturio.com/magazine/mycology/> - Назва з екрана. – Дата звернення 25.06.21.
2. British Mycological Society/ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.britmycolsoc.org.uk/> - Назва з екрана. – Дата звернення 25.06.21.
3. McGinnis M. R., Tying S. K. Introduction to Mycology // Medical Microbiology. 4th edition. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK8125/> - Назва з екрана. – Дата звернення 25.06.21.
4. Chapter 73 Basic Biology of Fungi // Medical Microbiology. 4th edition. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK8099/> - Назва з екрана. – Дата звернення 25.06.21.
5. Vrabl P. Schinagl C. Fungal Growth in Batch Culture – What We Could Benefit If We Start Looking Closer // Front. Microbiol. 2019 [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2019.02391/full> - Назва з екрана. – Дата звернення 25.06.21.
6. Characteristics of Fungi// Lumen. Boundless Biology. [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://courses.lumenlearning.com/boundless-biology/chapter/characteristics-of-fungi/> - Назва з екрана. – Дата звернення 25.06.21.
7. Patel, Alok et al. An Overview of Potential Oleaginous Microorganisms and Their Role in Biodiesel and Omega-3 Fatty Acid-Based Industries. [Електронний ресурс]. // Microorganisms vol. 8. № 3. – 2020. doi:10.3390/microorganisms8030434 – Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7143722/> - Назва з екрана. – Дата звернення 25.06.21.
8. Carsanba E., Papanikolaou S., Erten H. Production of oils and fats by oleaginous microorganisms with an emphasis given to the potential of the nonconventional yeast *Yarrowia lipolytica*. [Електронний ресурс]. // Critical Reviews in Biotechnology, 2018 DOI: 10.1080/07388551.2018.1472065 – Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/325171839> - Назва з екрана. – Дата звернення 25.06.21.
9. Mycology. Industrial mycology food and beverage [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://slidetodoc.com/mycology-mic-206-industrial-mycology-food-and-beverage/> - Назва з екрана. – Дата звернення 25.06.21.
10. Senanayake I.C et al. Morphological approaches in studying fungi: collection, examination, isolation, sporulation and preservation. // Mycosphere 11(1): 2678–2754 (2020). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.mycosphere.org/pdf/MYCOSPHERE_11_1_20.pdf - Назва з екрана. – Дата звернення 27.06.22.
11. Grata K. Determining cellulolytic activity of microorganisms // Chem Didact Ecol Metrol. 2020;25(1-2):133-143. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sciendo.com/pdf/10.2478/cdem-2020-0010> - Назва з екрана. – Дата звернення 27.06.22.
12. Солодовник Т.В., Куриленко Ю.М. Плівки на основі хітозану: одержання властивості, модифікація та використання. Вопросы химии и химической технологии. 2012. №4

13. Cerimi, K., Akkaya, K.C., Pohl, C. et al. Fungi as source for new bio-based materials: a patent review. *Fungal Biol Biotechnol* 6, 17 (2019). <https://doi.org/10.1186/s40694-019-0080-y>
<https://fungalbiolbiotech.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40694-019-0080-y>
14. da Silva, A.F., Banat, I.M., Giachini, A.J. et al. Fungal biosurfactants, from nature to biotechnological product: bioprospection, production and potential applications. *Bioprocess Biosyst Eng* 44, 2003–2034 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00449-021-02597-5> <https://link.springer.com/article/10.1007/s00449-021-02597-5>
15. Image Processing and Analysis in Java Сайт <https://imagej.net/ij/index.html>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Опанування дисципліни «Зелена біотехнологія грибів для сталого розвитку» включає вивчення теоретичного матеріалу з курсу, виконання лабораторних робіт та виконання ДКР. Основний теоретичний матеріал для вивчення студентам надається на лекційних заняттях.

Лекційні заняття

На лекції студенти отримують план роботи над певною темою та базові знання з цієї теми, закріплення та поглиблення яких відбувається під час самостійної роботи з літературою. Лекції побудовані таким чином, щоб забезпечити студентів необхідними базовими знаннями, на основі яких розкривається тема під час самостійного опрацювання матеріалу та підготовки до лабораторних занять. Під час лекції викладач може ставити запитання студентам для контролю залишкових знань з інших дисциплін, пов'язаних з темою, що розглядається. За потреби даються рекомендації щодо тем та розділів інших дисциплін, які варто повторно розглянути задля кращого розуміння поточної теми. На початку лекції проводиться експрес-контроль за матеріалом попередньої лекції у вигляді відповідей на тестові запитання у гул-формах.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань	Кількість годин (аудит)
Розділ 1 Загальна характеристика царства гриби		
1	Вступ до дисципліни. Мета і завдання дисципліни «Зелена біотехнологія грибів для сталого розвитку». Тема 1.1 Організація грибної клітини. Будова грибів. [1 ст. 65-70, 70-87, 114-150, 11; І3; І4; І6; Д1].	2
2	Розмноження грибів та життєвий цикл грибів [1 ст. 65-70, 70-87, 114-150, 11; І3; І4; І6; Д1].	2
3	Тема 1.2 Особливості та закономірності культивування грибів з метою отримання корисних продуктів. Культивування грибів. Живлення грибів та вимоги до складу поживних середовищ. Особливості метаболізму грибів. Принципи та умови вирощування грибів в культурі [І5; Д1].	2
Розділ 2. Біотехнології виробництва фармацевтичних продуктів, харчових продуктів та нутрицевтичних добавок з використанням грибів		
4	Тема 2.1 Загальний огляд продуктів, які можна отримати за використанням грибів. Використання грибів в різних галузях промисловості [І9]. Тема 2.2 Загальний огляд метаболітів грибів, які можуть використовуватись в фармацевтичній промисловості. Виробництво антибіотиків. Види антибіотиків, які синтезуються грибами.	2

	Механізми синтезу антибіотиків грибними клітинами. [2 ст. 53-82; Д4 ст.98-115; 3 ст. 299-309; Д8 ст. 110-116].	
5	Виробництво вітамінів (рибофлавін, ергостерин, каротиноїди) [5 ст. 53-66; Д8 ст. 104-110].	2
6	Тема 2.3 Виробництво харчових білків на основі грибною біомаси. Типові біологічні агенти, що використовують для виробництва білкових продуктів. Сировина та склад поживних середовищ. Використання грибних білків для виробництва веганських білкових продуктів та харчових добавок Технологія виробництва. Аналіз складу відходів, що утворюються та їх утилізація.[3 ст.441-465; 5 ст. 151-164; Д8ст. 91-98].	2
7	Тема 2.4 Виробництво плодових тіл грибів для харчової промисловості. Типові представники, що використовують для промислового вирощування. Сировина та склад поживних середовищ. Технологія виробництва. Аналіз складу відходів, що утворюються та їх утилізація [Д2].	
8	Тема 2.5 Виробництво органічних карбонових кислот. Аналіз складу відходів, що утворюються та їх утилізація. [5 ст. 53-66; Д8 ст. 104-110]. Тема 2.6 Виробництво амінокислот. Напівсинтетичний спосіб отримання амінокислот з використанням грибних ферментів [3 ст. 409-412; Д8 ст. 98-104] Виробництво підсилювачів смаку та соєвого соусу. Виробництво барвників та пігментів. [5 ст. 53-66; Д8 ст. 104-110].	2
9	Тема 2.7 Хітин та його похідні, як корисні продукти, отримані з грибною біомаси. Біосинтез хітину. Отримання та використання хітину та хітозану. Використання матеріалів на основі грибних полісахаридів в медицині, біомедичній інженерії та біотехнології. Хітин та хітозан як матеріали для медицини та інженерії. Отримання хітозану та хітину. Використання хітозану для виробництва гемостатичних матеріалів та скафолдів для тканинної інженерії. Виробництво веганських нутрицевтичних добавок з глюкозаміном [Д20, П12].	2
Розділ 3 Використання препаратів грибів в галузі екобіотехнології та біоенергетики		
10	Тема 3.1 Виробництво ферментних препаратів. Загальний огляд грибних ферментних препаратів: типи ферментів, які синтезують клітини грибів [2 ст.96-108; 3 ст. 423-438; Д8 ст.110-116], характеристика та призначення ферментних препаратів грибною походження. Основні продуценти грибних ферментів. Технологічна схема виробництва екзо- та ендферментних препаратів. Аналіз складу відходів, що утворюються та їх утилізація [2 ст.96-108; 3 ст. 423-438; Д8 ст.110-116].	2
11	Використання препаратів на основі грибів та грибних ферментів для переробки біомаси та сільськогосподарських відходів. Види та характеристика препаратів для розкладання та переробки біомаси. Види грибів, які використовують Огляд ферментів, які здатні до біодеградації лігноцелюлозних матеріалів. Основні продуценти лігно- та целюлозолітичних ферментів. Галузі використання лігно- та целюлозолітичних ферментів. Повернути старий опис [Д14-Д17, П11].	2
12.	Тема 3.2 Виробництво безпечних для довкілля мийних засобів на основі грибних ферментів та поверхнево-активних речовин. Склад та композиції мийних засобів. Продуценти, які використовують. Технологічна схема виробництва [П14].	2
13	Тема 3.4 Використання грибів для виробництва харчового, медичного, технічного	2

	етилового спирту та біоетанолу. Сировина, що використовується для виробництва спирту. Характеристика <i>Saccharomyces cerevisiae</i> . Технології виробництва біоетанолу. Порівняльний аналіз технологій виробництва харчового спирту та біоетанолу. [4 ст.83-113; 5 ст. 115-148; Д6 ст.11-18].	
14	Аналіз складу відходів, що утворюються при виробництві спирту та їх утилізація. Шляхи переробки барди. Отримання кормових дріжджів на зерно-картопляній барді. Переробка мелясної барди та КМБ в біогаз [3 ст.441-465; 5 ст. 151-164; Д8ст. 91-98] Виробництво хлібопекарських дріжджів як побічного продукту спиртового виробництва [2 ст. 46; Д3 ст.19-24].	2
15	Тема 3.5 Виробництво грибних ліпідів. Призначення ліпідів, отриманих за допомогою грибів. Механізм синтезу ліпідів грибами. Основні продуценти ліпідів [17, 18]. Технологічна схема виробництва ліпідів для отримання біодизеля за допомогою використання грибів. Виробництво ліпідів для отримання біодизеля. Аналіз складу відходів, що утворюються та їх утилізація Виробництво веганських нурицевтичних продуктів збагачених ПНЖК [17, 18].	2
16	Тема 3.6 Використання грибів для біозахисту рослин. Види та призначення препаратів, механізми дії. Основи виробництва препаратів для захисту рослин на основі грибів. Аналіз складу відходів, що утворюються та їх утилізація [5 ст. 172-177; Д5 ст. 105-107].	2
17	Використання грибів для виробництва гормонів рослин. Використання гормональних препаратів для регуляції росту рослин. [Д9 - Д13]. Отримання полісахаридів грибів та напрямки їх використання.[Д9 - Д13].	2
18	Тема 3.7 Переробка та утилізація біомаси грибів, яка утворюється в біотехнологічних процесах. Використання біомаси грибів та грибних полімерів для виробництва сорбентів. Аналіз можливості використання біомаси грибів в кормових цілях та способи виробництва кормових продуктів з відпрацьованої біомаси грибів. Переробка біомаси грибів шляхом компостування та метаногенезу. Вилучення корисних речовин з грибної біомаси [3, 5].	2
	Всього	36

Лабораторні заняття

Для практичного підкріплення розглянутого теоретичного матеріалу передбачені лабораторні роботи. Лабораторні роботи сприяють набуттю навичок роботи з обладнанням, освоєнню методик роботи з препаратами захисту рослин та визначення їх якості.

Перед лабораторною роботою проводиться обговорення ходу роботи та теоретичних основ з викладачем та складається план дослідження. Результати виконання роботи студенти представляють у вигляді графіків, таблиць, рисунків тощо. На основі отриманих результатів роблять висновки. Оцінка за лабораторну роботу включає якість виконання роботи, оформлення протоколу досліджень та захисту роботи, який включає теоретичні та практичні питання.

№ з/п	Назва теми лабораторного заняття	Кількість годин (аудит)
1	Інструктаж з техніки безпеки при роботі в лабораторії, ознайомлення з правилами роботи в лабораторії та лабораторним обладнанням	0,5

2	Лабораторна робота 1. Ознайомлення з морфологічними та цитологічними особливостями і життєвим циклом грибів різних таксономічних груп [Д1]	2,5
3	Лабораторна робота 2. Виділення дереворуйнівних грибів з навколишнього середовища методом експланта та методом спорових відбитків та введення їх в чисту культуру [П10]	8
4	МКР частина1	1
5	Лабораторна робота 3 Дослідження активності гідролітичних ферментів грибів [11]	4
6	Лабораторна робота 4 Ознайомлення з методикою кількісного визначення ферментів у зразку за допомогою методу Вестерн-блот (іmunний блотинг) та аналіз результатів Вестерн-блотингу за допомогою програми ImageJ	2
7	Лабораторна робота 5 Виділення полісахаридів з плодових тіл грибів <i>Pleurotus ostreatus</i> та <i>Agaricus bisporus</i> та встановлення елісаторної здатності для різних фракцій виділених грибних полісахаридів [Д11-13]	8
8	Лабораторна робота 6 Визначення сорбуючої здатності отриманого хітозану [Д11-13]	7
9	МКР частина2	1
10	Залік	2
	Всього	36

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота з дисципліни «Зелена біотехнологія грибів для сталого розвитку» включає підготовку до лекцій – 14 годин, підготовку до МКР – 4 години, підготовку до заліку – 6 годин, підготовку до лабораторних занять, розрахунки та оформлення протоколів на основі даних отриманих в ході виконання лабораторних робіт – 14 годин, виконання ДКР – 10 годин.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять та відпрацювання пропущених занять:

- студенти зобов'язані відвідувати аудиторні заняття та виконати протягом семестру усі обов'язкові види робіт визначені цим силабусом;
- усі пропущені з поважних причин лабораторні заняття необхідно відпрацювати за два тижні до початку залікової сесії;
- при пропуску лабораторної роботи без поважних причин студенти не допускаються до заліку.

Виконання та захист лабораторних робіт:

- під час виконання лабораторних робіт студенти зобов'язані дотримуватися правил з техніки безпеки та вказівок викладача та інженерів, а також обов'язково використовувати засоби індивідуального захисту - халати;
- студенти зобов'язані захищати кожну лабораторну роботу на наступному лабораторному занятті, яке слідує після того, на якому ця робота виконувалася;
- на захист лабораторної роботи студенти повинні мати оформлений протокол роботи, з результатами, необхідними обрахунками та висновками.

Активність на заняттях:

- під час аудиторних занять від студентів очікується активна участь у всіх видах навчальної діяльності, що пропонуються викладачем;

- під час аудиторних занять заборонено розмовляти по телефону та користуватися месенджерами, за виключенням взаємодії, необхідної для виконання навчальної роботи.

Виконання та здача домашньої контрольної роботи:

- завдання для виконання ДКР студенти повинні узгодити з лектором не пізніше ніж через два тижні від початку семестру;

- здати ДКР необхідно до 1 травня;

- за невчасну здачу ДКР нараховуються штрафні бали у розмірі -0,5 бала за день затримки.

- під час виконання ДКР не можна використовувати літературні джерела, видані російською мовою та/або російського походження.

Політика щодо моральних принципів та правил етичної поведінки учасників навчального процесу:

- під час вивчення дисципліни учасники навчального процесу (студенти і викладачі) зобов'язані дотримуватися вимог Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». З Кодексом честі можна ознайомитися за посиланням <https://kpi.ua/code>.

Політика щодо академічної доброчесності:

- під час вивчення дисципліни та виконання заходів контролю студенти зобов'язані дотримуватися політики академічної доброчесності КПІ ім. Ігоря Сікорського, визначеної «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»».

У випадку виявлення академічної недоброчесності (плагиату в ІСЗ, списування при виконанні МКР або залікової роботи тощо): студенту надається можливість повторно здати той самий вид роботи, при цьому ваговий (максимальний) бал МКР стає 10 балів, експрес опитування на лекціях - 2 бали, виконання та захист лабораторних робіт - 4 бали, ДКР - 15 балів.

Додатково:

- бажано, щоб всі студенти, які вивчають дисципліну мали електронну поштову скриньку в домені @lll.kpi.ua або @gmail.com для того, щоб мати можливість зареєструватися в Google class для дистанційного користування навчальними матеріалами з курсу;

- поточні оцінки, отримані студентами за виконання різних видів занять виставляються у модулі Поточний контроль системи «Електронний кампус»;

- методичне забезпечення до курсу розміщене в системі «Електронний кампус»;

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

Поточний контроль: експрес опитування, захист лабораторних робіт, МКР (розділена 2 частини по 1 год), ДКР.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

Розподіл балів за видами та елементами контролю

<i>Вид та елементи контролю (види робіт)</i>	<i>Кількість</i>	<i>Ваговий бал</i>	<i>Сума балів по елементу контролю</i>
Поточний контроль			
МКР (2 частини по 1 год)	2	15	30

експрес опитування на лекціях	8	2,5	20
виконання та захист лабораторних робіт	6	5	30
ДКР	1	20	20
Всього за поточний контроль	100		
<i>Календарний контроль</i>			
перший календарний контроль	25		
другий календарний контроль	55		
<i>Семестровий контроль</i>			
Залік	60-100		

Система критеріїв оцінювання за елементами контролю (видами робіт)

Модульна контрольна робота

Максимальна кількість балів за дві частини роботи – 30 балів. Ваговий бал за одну частину МКР – 15. Робота складається з 3 питань, кожне з яких оцінюється у 5 балів. Робота зараховується у тому випадку, коли студент набрав не менше 9 балів з 15

Критерії оцінювання:

правильна, повна розкрита відповідь на запитання	5 балів
правильна, але неповна відповідь на запитання або наявність незначних помилок, які в цілому не спотворюють суть відповіді	4 бали
суттєві помилки у відповіді і/або неповна відповідь, яка спотворює суть питання	3 бали
відповідь відсутня або неправильна, або наявна велика кількість помилок, які свідчать про погане володіння теоретичним матеріалом	0 – 2 бали

Виконання та захист лабораторних робіт

Лабораторні роботи оцінюються за результатами контролю підготовки студента до виконання лабораторної роботи (вхідний контроль), оформлення роботи, засвоєння відповідного теоретичного (лекційного) матеріалу – захист лабораторної роботи.

Максимальна кількість балів за виконання та захист 1 лабораторної роботи – 5 б. Робота зараховується у тому випадку, коли студент набрав не менше 3 балів з 5.

Критерії оцінювання:

вхідний контроль:

правильні відповіді на всі запитання вхідного контролю	1
неточні або неправильні відповіді на окремі запитання вхідного контролю	0-0,5 бал

оформлення роботи:

правильно оформлена робота з повним висновком	1 бал;
помилки в оформленні роботи або розрахунках, або неправильно сформульований висновок	0,5 бала;

захист лабораторної роботи

повна відповідь на запитання	3 бали;
неповна відповідь	1-2,5 бали;
незадовільна відповідь	0 балів.

Експрес-опитування

Експрес-опитування проводяться у вигляді тестів у гул-формах. Кожне експрес-опитування містить 2-5 тестових запитань, які оцінюються у 0,5-1,5 бали.

Критерії оцінювання:

правильна відповідь на тестове запитання – бали за питання зараховуються;
неправильна відповідь на тестове запитання – бали за питання не зараховуються.

Домашня контрольна робота

ДКР оцінюється за змістом та оформленням. Бали за зміст роботи нараховуються в залежності від розкриття теми, заданої в завданні та наявності відсутності теоретичних помилок, правильності сформульованих висновків.

Максимальна кількість балів за ДКР – 20. Для того, щоб робота була зарахована потрібно набрати мінімум 12 балів.

Критерії оцінювання:

зміст ДКР	(16 б макс.)
тема розкрита повністю, помилок немає, висновки повні	16 балів
тема розкрита повністю, є помилки по суті або в висновках	10-15 балів
тема не розкрита або наявна велика кількість помилок	4-10 балів
тема не розкрита та наявна велика кількість помилок	0-4 балів
відсутність висновків, або висновки сформульовані неправильно	- 3 бали
Оформлення	
оформлення відповідає вимогам	4 бали
помилки в оформленні	0-3 бали

Умови допуску до семестрового контролю: виконання та захист усіх лабораторних зарахування МКР, зарахування ДКР, семестровий рейтинг не менше ніж 40 балів.

Студенти, які виконали умови допуску до семестрового контролю і набрали більше ніж 60 балів можуть, за бажанням, отримати залікову оцінку відповідно до нижченаведеної шкали відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

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

Студенти, які виконали умови допуску до заліку, але набрали менше ніж 60 рейтингових балів, для отримання заліку повинні, в обов'язковому порядку, написати залікову роботу. Студенти, які набрали більше ніж 60 балів за семестр, за бажанням, можуть підвищити свій рейтинговий бал шляхом написання залікової роботи. При цьому рейтингові бали, отримані за семестр обнуляються.

Залікова робота виконується у письмовій формі та передбачає відповіді на 5 запитань білета. Кожне питання оцінюється у 20 балів. Робота зараховується у тому випадку, коли студент набрав не менше 60 балів зі 100.

Критерії оцінювання:

правильна, повна, розкрита відповідь на запитання	20 балів
помилка в відповіді і/або неповна відповідь на запитання, що в цілому не спотворює суть відповіді	15-19 балів
кілька суттєвих помилок в відповіді і неповна відповідь	10-14 балів

відповідь неповна і містить велику кількість помилок, які спотворюють суть відповіді	1-9 балів
відповідь неправильна	0 балів

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на залік наведені в додатку А.

При проходженні студентами дистанційних онлайн курсів подібних за наповненням до дисципліни «Зелена біотехнологія грибів для сталого розвитку» можливе зарахування оцінок, отриманих з цього курсу, як певних видів робіт запланованих силабусом навчальної дисципліни. Зарахування балів здійснюється за узгодженням з викладачем та за обов'язкової наявності сертифіката.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено

старшим викладачем каф. біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології, к.т.н. Зубченко Людмилою Сергіївною

Ухвалено

кафедрою біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології (протокол № 14 від 27.05.2024)

Погоджено

Методичною комісією факультету (протокол №19 від 28.06.2024)

Перелік запитань для підготовки до заліку

1. Охарактеризуйте будову та функції грибної клітини з точки зору перспектив використання грибів в біотехнології.
2. Опишіть типовий життєвий цикл грибів.
3. Які типи розмноження характерні для грибів? Чи може один і той же вид використовувати різні типи розмноження? Від чого залежить ця здатність?
4. Наведіть способи розмноження характерні для грибів та дайте їх коротку характеристику.
5. Проаналізуйте особливості живлення грибів та наведіть основні компоненти, які повинні входити до поживних середовищ для культивування грибів.
6. Охарактеризуйте основні особливості та типові умови культивування грибів.
7. Наведіть приклад використання грибів в промисловості та поясніть які продукти можна отримати за допомогою грибів.
8. Опишіть технологію та визначте основні особливості біотехнології виробництва антибіотиків (на прикладі цефалоспоринової).
9. Опишіть технологію та визначте основні особливості біотехнології виробництва вітамінів (рибофлавін, каротиноїди, вітамін D).
10. Опишіть технологію та визначте основні особливості біотехнології виробництва кормових та харчових білків на основі грибної біомаси.
11. Опишіть технологію та визначте основні особливості біотехнології виробництва плодових тіл грибів для харчової промисловості
12. Опишіть технологію та визначте основні особливості біотехнології виробництва лимонної кислоти.
13. Опишіть технологію та визначте основні особливості біотехнології виробництва амінокислот за використання грибів чи грибних ферментів.
14. Опишіть технологію та визначте основні особливості біотехнології виробництва підсилювачів смаку та соєвого соусу.
15. Опишіть технологію та визначте основні особливості біотехнології отримання полісахаридів грибів. Зазначте області використання грибних полісахаридів.
16. Опишіть технологію та визначте основні особливості біотехнології виробництва ферментних препаратів.
17. Наведіть та дайте коротку характеристику ферментних препаратів грибного походження.
18. Наведіть приклад використання грибних ферментів в сільському господарстві, побуті а бо промисловості та опишіть особливості виробництва цього препарату.
19. Опишіть технологію та визначте основні особливості біотехнології виробництва харчового, медичного або технічного етилового спирту.
20. Опишіть технологію та визначте основні особливості біотехнології виробництва хлібопекарських дріжджів на спиртових заводах.
21. Запропонуйте та опишіть спосіб переробки післяспиртової барди (в залежності від запропонованого типу барди: мелясна, зерно-картопляна тощо).
22. Опишіть технологію та визначте основні особливості біотехнології виробництва ліпідів.
23. Опишіть технологію та визначте основні особливості біотехнології виробництва ефірних та технічних олій.
24. Опишіть технологію та визначте основні особливості біотехнології виробництва ліпідів для виробництва нутрицевтичних продуктів.
25. Опишіть загальні механізми впливу грибів на паразитів рослин та механізми підсилення стійкості рослин до шкідників.
26. Опишіть схему виробництва гіберелінів.
27. Поясніть призначення та принципи використання препаратів на основі грибів, які можуть використовуватися в сільському господарстві. Наведіть приклади.
28. Наведіть приклад використання грибів для переробки чи утилізації відходів.

Перелік запитань для підготовки до МКР 1

1. Організація грибною клітини.
2. Будова грибів. Життєві форми грибів
3. Життєвий цикл грибів
4. Статеве розмноження грибів
5. Нестатеве розмноження грибів
6. Основні компоненти поживного середовища, які використовують для культивування грибів.
7. Вимоги грибів до складу поживних середовищ.
8. Особливості метаболізму грибів
9. Принципи та умови вирощування грибів в культурі
10. Які продукти можна отримати за використання грибів?
11. Поясніть, в яких галузях господарства та в якості чого використовують гриби
12. Типові біологічні агенти, що використовують для виробництва білкових продуктів.
13. Сировина та склад поживних середовищ що використовують для виробництва білкових продуктів на основі грибів.
14. Технологія виробництва білкових продуктів на основі грибів
15. Види антибіотиків, які синтезуються грибами. Характеристика продуцентів антибіотиків.
16. Типові технологічні схеми виробництва антибіотиків для медицини та ветеринарії
17. Механізми синтезу антибіотиків грибними клітинами.
18. Біотехнологія виробництва вітамінів (рибофлавін) грибами
19. Технологія промислового вирощування плодових тіл грибів. Основні представники.
20. Технологія виробництва лимонної кислоти
21. Амінокислоти, які отримують за допомогою біосинтезу грибами. Механізми синтезу амінокислот. Характеристика продуцентів антибіотиків, типові технологічні схеми виробництва
22. Технологія виробництва підсилювачів смаку, та соєвого соусу.
23. Виробництво та використання грибних полісахаридів. Будова і біосинтез хітину і хітозану.

Перелік запитань для підготовки до МКР 2

24. Характеристика та призначення ферментних препаратів грибного походження. Основні продуценти. Типи ферментів, які синтезують клітини грибів.
25. Технологічна схема виробництва екзо- та ендферментних препаратів.
26. Призначення препаратів на основі грибних ферментів.
27. Наведіть ферменти, які використовують для виробництва мийних та пральних засобів та охарактеризуйте їх дію.
28. Технологія виробництва спирту з крохмалевмісної сировини
29. Технологія виробництва спирту з целюлозовмісної сировини.
30. Характеристика сировини, що використовується для виробництва спирту.
31. Характеристика *Saccharomyces cerevisiae*, як продуцентів етилового спирту
32. Особливості технологій виробництва харчового, медичного, технічного етилового спирту та біоетанолу.
33. Технологія виробництва хлібопекарських дріжджів на спиртових заводах.
34. Характеристика відходів спиртового виробництва та способів їх переробки та утилізації.
35. Механізм синтезу ліпідів грибами. Основні представники олеогених грибів, призначення грибних ліпідів.
36. Технологічна схема виробництва ліпідів за допомогою використання грибів
37. Використання грибів для виробництва барвників та пігментів.
38. Використання грибів для виробництва гормонів рослин.
39. Шляхи переробки та утилізації біомаси грибів.
40. Використання грибів для переробки відходів біотехнологічних виробництв.

41. Використання препаратів на основі грибів для переробки біомаси та сільськогосподарських відходів. Види грибів, які використовують.
42. Види та призначення препаратів на основі грибів для біозахисту рослин, механізми дії.
43. Основи виробництва препаратів для захисту рослинна основі грибів.

Завдання та рекомендації до виконання домашньої контрольної роботи

За два перші тижні від початку семестру кожен студент повинен обрати і узгодити з лектором тему та завдання для домашньої контрольної роботи.

Складіть технологічну схему для виробництв зазначених в нижче.

Під час складання технологічної схеми основну увагу приділяйте стадіям ТП. Стадії допоміжних робіт такі, як Підготовка виробництва, Підготовка води, Підготовка повітря, Стерилізація обладнання тощо можна не розділяти на окремі операції і не зазначати для них умови (температура, тривалість, ступінь чистоти тощо).

Важливо, щоб для стадії виробничого культивування/біосинтезу продукту та стадій виділення продукту були зазначені основні умови. Також важливо не загубити потоки речовин, які виходять і заходять на кожен етап.

До технологічної схеми потрібно додати її короткий опис по стадіях.

ДКР повинна містити такі основні частини:

1. Титульний лист;
2. Завдання;
3. Список прийнятих скорочень і позначень (за потреби);
4. Вступ (повинен обов'язково містити мету і завдання роботи);
5. Опис технологічної схеми;
6. Креслення технологічної схеми (наводиться в тексті або окремим додатком);
7. Висновки;
8. Перелік використаних джерел.

Оформлення ДКР має відповідати вимогам ДСТУ 3008:2015 Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення.

Бібліографії в переліку використаних джерел потрібно оформлювати згідно ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні вимоги та правила складання».

Термін здачі ДКР – до 1 травня. За невчасну здачу ДКР нараховуються штрафні бали у розмірі - 0,5 бала за день затримки.

Під час виконання ДКР рекомендовано не використовувати літературні джерела, видані російською мовою.

Одну і ту ж тему ДКР можуть обрати не більше двох студентів. За бажанням можна обрати будь-яку іншу технологію, де використовуються гриби, як біологічний агент (в такому випадку впишіть обрану тему до таблиці самостійно).

Приклади тем ДКР:

Технологія виробництва кормового білка (БВК) на основі мікробної біомаси

Технологія виробництва хлібопекарських дріжджів на дріжджових заводах

Технологія виробництва бензилпеніциліну

Технологія виробництва цефалоспоринолу

Технологія виробництва оцтової кислоти

Технологія виробництва лимонної кислоти

Технологія виробництва рибофлавіну

Технологія виробництва целюлолітичних препаратів на основі грибів

Технологія виробництва пива

Технологія виробництва біопрепарату для захисту рослин "Боверин"

Технологія виробництва кормового концентрату триптофану

Технологія виробництва дріжджової закваски

Технологія виробництва етилового спирту