Қорытынды сабақ және курстық жұмыс

CHE6281 – Инженерлік биотехнология | Қорытынды дәріс | Оқу-әдістемелік материал

Дәрістің мақсаты

Курс бойынша алынған білімді жүйелеу және биотехнологиялық процесті ғылыми-техникалық, экономикалық, экологиялық және қауіпсіздік тұрғысынан негіздейтін курстық жобаны әзірлеу әдістемесін меңгерту.

Күтілетін нәтижелер

- Инженерлік биотехнологияның негізгі ұғымдары мен технологиялық тізбегін бір жүйеге келтіреді.
- Биотехнологиялық өндірістің кіріс және шығыс параметрлерін анықтайды.
- Материалдық баланс, өнімділік және қарапайым экономикалық көрсеткіштерді есептейді.
- Курстық жұмыстың мақсатын, міндеттерін, әдістерін және күтілетін нәтижелерін тұжырымдайды.
- Қауіпсіздік, биоэтика және экологиялық талаптарды жобалық шешімге енгізеді.
- Нәтижелерді кесте, сызба және қысқа ғылыми баяндама түрінде қорғайды.

1. Курстың негізгі мазмұнын қорытындылау

Инженерлік биотехнология – биологиялық жүйелердің қасиеттерін өндірістік міндеттерді шешу үшін инженерлік әдістермен ұштастыратын сала. Оның негізгі міндеті – биологиялық құбылысты басқарылатын, қауіпсіз, тұрақты және экономикалық тұрғыдан негізделген технологияға айналдыру.

Тақырыптар тобы	Негізгі мазмұны	Жобада қолданылуы
1–3 дәрістер	Биотехнология, жасушалық технологиялар, метаболизм	Биологиялық объект пен өнімді таңдау
4–5 дәрістер	Биореакторлар және	Процесс сызбасы мен

	ферменттеу	параметрлері
6–7 дәрістер	Оңтайландыру, биоконверсия	Шығым мен өнімділікті арттыру
8–9 дәрістер	Өнімдер және экологиялық талаптар	Өнім сапасы, қалдық және ресурс балансы
10–11 дәрістер	Қауіпсіздік, құқық, деректерді талдау	Тәуекел, статистика, сапа
12–14 дәрістер	Инновациялар, жобаларды басқару, кейстер	TRL, бюджет, мерзім, шешім қабылдау

2. Биотехнологиялық жобаның жүйелік моделі

Жоба келесі өзара байланысты элементтерден тұрады: шикізат → биологиялық агент немесе биокатализатор → биореактор/процесс → өнімді бөліп алу және тазарту → сапаны бақылау → қолдану немесе нарыққа шығару. Әр кезеңде материал мен энергия ағындары, өлшеу нүктелері, тәуекелдер және экономикалық шығындар қарастырылады.

2.1. Жобаның кіріс параметрлері

- Шикізаттың түрі, қолжетімділігі және бастапқы сапасы.
- Биологиялық жүйенің қасиеттері және жұмыс шектеулері.
- Жабдықтың көлемі, қуаты, сенсорлары және басқару мүмкіндіктері.
- Процестің температура, pH, уақыт, араластыру секілді бақылау параметрлері.
- Қажетті өнім сапасы, болжамды көлемі және пайдаланушы талаптары.

2.2. Нәтиже көрсеткіштері

Нәтижелер өнім шығымы (Y), көлемдік өнімділік (Qp), шикізатты пайдалану дәрежесі, өнім сапасының тұрақтылығы, қалдық көлемі, өзіндік құн және технологияның дайындық деңгейі (TRL) арқылы сипатталуы мүмкін. Әр көрсеткіш нақты өлшем бірлігімен және өлшеу тәсілімен берілуі тиіс.

3. Курстық жұмыстың мақсаты және міндеттері

Курстық жұмыс – студенттің бір биотехнологиялық өнім немесе процесті таңдап, оның ғылыми негізін, технологиялық шешімін және іске асыру шарттарын дербес талдайтын оқу жобасы. Жұмыс міндетті түрде жаңа

зертханалық тәжірибе жүргізуді талап етпейді: әдебиетке, ашық деректерге және негізделген модельдік есептеулерге сүйенуге болады.

3.1. Тақырып таңдаудың талаптары

- Тақырып инженерлік биотехнология пәніне сәйкес болуы керек.
- Өнім немесе технология анық сипатталуы қажет.
- Кемінде бір есептелетін техникалық көрсеткіш қарастырылуы тиіс.
- Әдебиет және бастапқы деректер қолжетімді болуы қажет.
- Жоба қауіпсіздік және экологиялық жауапкершілік тұрғысынан талдануы тиіс.

3.2. Тақырып үлгілері

1. Азық-түлік өндірісінде ферменттік биокатализді қолданудың инженерлік негіздемесі.
2. Өсімдік қалдықтарын биоконверсиялау технологиясының тұжырымдамалық жобасы.
3. Өнеркәсіптік ағын суларды биологиялық тазарту жүйесін салыстырмалы талдау.
4. Микробтық биомасса алуға арналған ферментация процесін модельдеу.
5. Иммобилизацияланған ферменттерді пайдалану тиімділігін бағалау.
6. Биотехнологиялық өндірісте қалдықтарды азайту және ресурстарды қайта пайдалану.
7. Биореакторды зертханалық деңгейден пилоттық деңгейге көшірудің инженерлік мәселелері.
8. Биотехнологиялық өндірісте датчиктер және цифрлық мониторинг жүйесін жобалау.

4. Курстық жұмыстың ұсынылатын құрылымы

Бөлім	Ұсынылатын мазмұн
Титул парағы	ЖОО, пән, тақырып, студент, жетекші, жыл
Мазмұны	Бөлімдер мен бет нөмірлері
Кіріспе	Өзектілік, мақсат, міндеттер, зерттеу нысаны
1. Әдеби шолу	Технологияның ғылыми негізі және қолданыстағы тәсілдер

2. Инженерлік бөлім	Технологиялық схема, жабдық, материалдық баланс, есептер
3. Бағалау бөлімі	Сапа, экономика, экология, тәуекелдер
Қорытынды	Негізгі нәтижелер және шектеулер
Әдебиеттер	Дәйексөздер мен дереккөздер
Қосымшалар	Ірі кестелер, схемалар, есеп парақтары

Ұсынылатын көлем – оқу орнының бекітілген талаптарына сәйкес; егер арнайы нұсқаулық болмаса, 15–25 бет негізгі мәтін бағдар ретінде алынады. Бұл көлем міндетті норматив емес.

5. Ғылыми мақсат пен зерттеу міндеттерін тұжырымдау

Мақсат нақты нәтиже беруге бағытталуы тиіс. Мысалы: «Өсімдік қалдығын биоконверсиялаудың технологиялық схемасын әзірлеп, материалдық балансын және ресурс тиімділігін бағалау». Міндеттер мақсатқа жетудің реттелген кезеңдерін көрсетеді: әдебиеттерді талдау, бастапқы деректерді таңдау, технологиялық нұсқаларды салыстыру, есептер жүргізу және қорытынды жасау.

5.1. SMART тәсілі

SMART – мақсаттың нақтылығын, өлшенуін, орындалу мүмкіндігін, өзектілігін және мерзімін тексеретін тәсіл. Курстық жұмыста «тиімді технология жасау» деген жалпы тұжырымның орнына қандай көрсеткіштің, қандай негізде және қай мерзімде бағаланатынын жазу пайдалы.

6. Инженерлік есептеулердің негіздері

6.1. Материалдық баланс

Материалдық баланс жалпы түрде: Кіріс = Шығыс + Жинақталу. Тұрақты режимдегі қарапайым жүйеде жинақталу ескерілмесе, кіріс массасы өнім, жанама өнім және қалдық ағындарының қосындысына тең болады. Есепте барлық ағын бірдей уақыт базасында (мысалы, кг/тәулік) берілуі тиіс.

Мысал: процеске тәулігіне 1000 кг шикізат түседі. Оның 300 кг-ы мақсатты өнімге, 500 кг-ы жанама ағынға, 200 кг-ы қалдыққа айналады. Баланс: 1000 = 300 + 500 + 200 кг/тәулік. Бұл – есептеуге арналған шартты мысал, нақты өндірістік норматив емес.

6.2. Өнім шығымы

Массалық шығымның қарапайым өрнегі: Y = m(өнім) / m(пайдаланылған шикізат). Егер 250 кг шикізаттан 75 кг өнім алынса, Y = 75/250 = 0,30 кг/кг немесе 30%. Шығымды есептегенде құрғақ масса мен ылғалды масса базаларын шатастырмау қажет.

6.3. Көлемдік өнімділік

Көлемдік өнімділік: Qp = m(өнім) / (V × t). Мысалы, 2 м³ реакторда 20 сағат ішінде 80 кг өнім алынса, Qp = 80/(2 × 20) = 2 кг/(м³·сағ). Нақты есепте пайдалы көлем мен жұмыс циклінің толық ұзақтығы көрсетілуі тиіс.

6.4. Ресурс және энергия көрсеткіштері

Судың меншікті шығыны W = V(су)/m(өнім), ал энергияның меншікті шығыны E = E(тұтыну)/m(өнім) ретінде есептелуі мүмкін. Мысалы, 120 м³ су жұмсалып, 40 т өнім алынса, W = 3 м³/т. Әртүрлі технологияларды салыстырғанда жүйе шекарасының бірдей болуын қамтамасыз ету қажет.

7. Техникалық-экономикалық бағалау

Курстық жұмыста толық бизнес-жоспар жасау міндетті емес, бірақ негізгі шығындарды бағалау пайдалы. Капиталдық шығындар (CAPEX) жабдық пен инфрақұрылымды сатып алуға қатысты; операциялық шығындар (OPEX) шикізат, энергия, персонал, қызмет көрсету және қалдықтарды басқару шығындарын қамтиды.

Шығын санаты	Шартты жылдық шығын, млн тг
Шикізат	12,0
Энергия және су	4,0
Еңбек ақысы	8,0
Техникалық қызмет	2,0
Басқа операциялық шығындар	4,0
Барлығы	30,0

Егер жылдық өнім көлемі 60 т болса, шартты операциялық өзіндік құн 30 000 000/60 000 = 500 тг/кг. Бұл есепте амортизация, салық, қаржыландыру және басқа шығындар толық қамтылмаған, сондықтан ол өнімнің түпкілікті өзіндік құны емес.

8. Сапа, қауіпсіздік және экологиялық бағалау

Жобада технологиялық шешімнің сапа талаптарына сәйкестігі, өндірістік тәуекелдер, қалдық ағындары және ресурс тұтынуы қарастырылады. Қауіпсіздік мәселелері өнім түріне, қолданылатын биологиялық объектіге және жұмыс жағдайына байланысты бағаланады. Зертханалық немесе өндірістік қауіпті операциялардың нақты тәртібі тек мекеменің бекітілген рәсімдері арқылы анықталады.

8.1. Тәуекелдер тізілімі

Тәуекел	Ықтимал салдар	Басқару бағыты
Шикізат сапасының ауытқуы	Өнім сапасының тұрақсыздығы	Кіріс бақылауы
Жабдықтың тоқтауы	Уақыт пен ресурс шығыны	Техникалық қызмет жоспары
Деректердің жеткіліксіздігі	Қате қорытынды	Деректер сапасын тексеру
Қалдық көлемінің өсуі	Экологиялық жүктеме	Ресурс тиімділігін талдау
Құқықтық талаптарды ескермеу	Жобаны іске асыру қиындығы	Нормативтік сәйкестікті тексеру

9. Нәтижелерді талдау және ғылыми негіздеу

Есептеулер бастапқы деректермен және өлшем бірліктерімен бірге ұсынылады. Егер әдебиеттегі деректер салыстырылса, олардың әдістемелік ерекшеліктері, масштабтары және белгісіздік көздері ашық көрсетіледі. Болжам, нақты өлшем және модельдік нәтиже бір-бірінен ажыратылуы тиіс.

9.1. Визуализация

Технологиялық блок-схема процесс кезеңдерін, кесте параметрлерді, ал график салыстырылатын нұсқалардың айырмасын көрсету үшін қолданылады. Әр сурет пен кестеде атауы, өлшем бірлігі және қажет болса дереккөзі беріледі.

9.2. Белгісіздік пен шектеулер

Модельдік есептеулер болжамдарға тәуелді. Мысалы, реактордың толық жұмыс көлемі мен нақты пайдалы көлемі әртүрлі болуы мүмкін; шикізат құрамы маусымға қарай өзгереді; зертханалық шығым өндірістік деңгейде дәл қайталанбауы мүмкін. Бұл шектеулерді ашық жазу ғылыми сапаны арттырады.

10. Курстық жұмысты орындаудың кезеңдік жоспары

Кезең	Нәтиже	Ұсынылатын мерзім
1. Тақырып бекіту	Тақырып және мақсат	1-апта
2. Әдебиет іздеу	Дереккөздер картасы	2-апта
3. Схема мен деректер	Технологиялық блок-схема	3-апта
4. Есептеу	Баланс және көрсеткіштер	4-апта
5. Бағалау	Экономика, экология, қауіпсіздік	5-апта
6. Рәсімдеу	Жұмыс мәтіні мен презентация	6-апта
7. Қорғау	Баяндама және сұрақтарға жауап	7-апта

Кестедегі мерзімдер үлгі ретінде берілген; нақты күнтізбе пәннің жұмыс оқу бағдарламасы мен оқытушының талаптарына сәйкестендіріледі.

11. Қорғауға дайындық

Курстық жұмысты қорғау кезінде студент мәселені, мақсатты, таңдалған технологияны, есептеулердің негізін, негізгі нәтижелерді және шектеулерді түсінікті баяндауы керек. Презентацияға 8–12 слайд жеткілікті болуы мүмкін: тақырып, өзектілік, мақсат, схема, есептер, салыстыру, тәуекел, қорытынды және дереккөздер.

11.1. Жиі кездесетін кемшіліктер

- Мақсат пен міндеттердің өзара сәйкес келмеуі.
- Есепте өлшем бірліктерінің болмауы немесе қате түрленуі.
- Шартты деректердің нақты эксперимент нәтижесі ретінде берілуі.
- Технологиялық схемада маңызды ағындардың көрсетілмеуі.
- Экономикалық бағалауда шығын түрлерінің ескерілмеуі.
- Суреттер мен мәліметтердің дереккөзсіз берілуі.
- Қорытындының қойылған міндеттерге жауап бермеуі.

12. Курстық жұмысты бағалау рубрикасы

Критерий	Ең жоғары балл

Тақырыптың өзектілігі, мақсат және міндеттер	10
Ғылыми әдебиет пен теориялық негіз	15
Технологиялық схема және инженерлік шешім	20
Есептеулердің дұрыстығы және түсіндірілуі	20
Сапа, қауіпсіздік, экология, экономика	15
Құжаттың рәсімделуі және дереккөздер	10
Қорғау, сұрақтарға жауап беру	10
Барлығы	100

Бұл рубрика ұсыныстық сипатта; ресми баға пәннің бекітілген бағалау саясатына сәйкес қойылады.

13. Біріктірілген қорытынды кейс

Мәселе: университеттік жобалық топ ауыл шаруашылығы қалдығынан пайдалы биотехнологиялық өнім алудың тұжырымдамасын ұсынды. Екі нұсқа қарастырылады. А нұсқасында 1000 кг шикізаттан 220 кг өнім алынады, энергия шығыны 900 кВт·сағ; В нұсқасында 1000 кг шикізаттан 260 кг өнім алынады, энергия шығыны 1200 кВт·сағ. Қалған факторлар әзірше бірдей деп шартты қабылданады.

А нұсқасының шығымы: 220/1000 = 22%; В нұсқасының шығымы: 260/1000 = 26%. Энергияның меншікті шығыны: А = 900/220 ≈ 4,09 кВт·сағ/кг; В = 1200/260 ≈ 4,62 кВт·сағ/кг. Демек, В нұсқасы өнім шығымы бойынша жоғары, ал А нұсқасы энергия тиімділігі бойынша тиімдірек. Таңдау үшін өнім сапасы, шикізат бағасы, су шығыны, қалдық және жалпы экономика туралы қосымша дерек қажет.

Студентке арналған талдау тапсырмасы

9. Екі нұсқаның техникалық артықшылықтары мен шектеулерін салыстырыңыз.
10. Өнім шығымы мен энергия тұтынуын бір кестеде көрсетіңіз.
11. Таңдау жасау үшін жетіспейтін кемінде бес деректі атаңыз.
12. Тәуекелдерді басқарудың үш бағытын ұсыныңыз.
13. Жоба нәтижесін 150–200 сөздік ғылыми қорытындымен түйіндеңіз.

14. Пән бойынша қорытынды тұжырымдар

Инженерлік биотехнологияның табысты шешімі биологиялық негізді түсінуге, процесті басқаруға, есептеулердің дұрыстығына, сапа мен қауіпсіздікке және экономикалық тиімділікке сүйенеді. Курстық жұмыс осы компоненттерді бір құжатқа біріктіріп, ғылыми білімді инженерлік шешімге айналдыруға мүмкіндік береді.

15 бақылау сұрағы

1. Инженерлік биотехнологияның негізгі міндеті қандай?
2. Биотехнологиялық жобаның негізгі технологиялық кезеңдерін атаңыз.
3. Курстық жұмыстың мақсаты мен міндеттері қалай байланысады?
4. SMART тәсілі қандай мақсатта қолданылады?
5. Материалдық баланс қандай қағидаға негізделеді?
6. Өнім шығымы мен көлемдік өнімділіктің айырмашылығы қандай?
7. Шикізаттың ылғалдылығы есептеуге қалай әсер етуі мүмкін?
8. CAPEX және OPEX ұғымдарын түсіндіріңіз.
9. Өнімнің шартты өзіндік құны қалай анықталады?
10. Технологиялық схемада қандай мәліметтер көрсетілуі керек?
11. Жобада қауіпсіздік пен экологиялық талаптар не үшін бағаланады?
12. Тәуекелдер тізілімі қандай ақпаратты қамтиды?
13. Модельдік нәтиже мен эксперименттік нәтиже қалай ажыратылады?
14. Курстық жұмыстың ғылыми шектеулерін қалай көрсету қажет?
15. Жобаны қорғау кезінде қандай негізгі нәтижелер ұсынылуы тиіс?