

Pavadinimas: Bioproceso inžinerijos principai ir inovatyvios medžiagos	
Dalykas: Inžinerinės technologijos	
Klasė: III G	
Pasiekimų sritis: Analizuojamos inovatyvios medžiagos ir technologijos biotechnologijų šakose (C)	
Pamokos tikslas: išnagrinėjus bioproceso inžinerijos principus ir inovatyvias medžiagas, gebėti apibūdinti pagrindinius bioproceso inžinerijos etapus, įvardyti bent tris inovatyvias medžiagas, naudojamas biotechnologijoje, jų taikymo sritis ir paskirtis.	
Mokymo(si) turinio tema: Bioproceso inžinerijos principai ir inovatyvios medžiagos	
Ilgalaikio plano dalis (nurodoma kokios temos/-ų prieš tai buvo mokomasi): Inžinerinių sprendimų modeliavimas, testavimas ir tyrimas, biotechnologijų šakos ir objektai.	
Valandų skaičius nurodytas ilgalaikiame plane: 2 val. iš 10.	
Mokymosi uždaviniai (pamatuojami) ir jų vertinimo kriterijai:	
<p>1. Suprasti bioproceso inžinerijos principus:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apibūdinti pagrindinius bioproceso inžinerijos etapus. - Paaiškinti, kaip skirtingi bioproceso etapai susiję tarpusavyje. - Įvardyti pagrindinius bioproceso inžinerijos komponentus ir jų funkcijas. 	<p>Vertinimo kriterijai:</p> <p>Patenkinamai (6-7): Mokinys sugeba apibūdinti pagrindinius bioproceso inžinerijos principus, bet pateikia ribotą kiekį detalių.</p> <p>Gerai (8-9): Mokinys sugeba išsamiai paaiškinti bioproceso inžinerijos principus ir jų tarpusavio ryšį.</p> <p>Labai gerai (10): Mokinys sugeba išsamiai ir detalai paaiškinti visus bioproceso inžinerijos principus, pateikdamas konkrečius pavyzdžius.</p>
<p>2. Identifikuoti ir aprašyti inovatyvias medžiagas biotechnologijoje:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Įvardyti bent tris inovatyvias medžiagas, naudojamas biotechnologijoje. - Paaiškinti šių medžiagų taikymo sritis ir naudas. - Diskutuoti apie naujausius pasiekimus inovatyvių medžiagų kūrime ir naudojime. 	<p>Vertinimo kriterijai:</p> <p>Patenkinamai (6-7): Mokinys įvardija bent vieną inovatyvią medžiagą ir trumpai paaiškina jos taikymo sritį.</p> <p>Gerai (8-9): Mokinys įvardija bent dvi inovatyvias medžiagas ir išsamiai paaiškina jų taikymo sritis bei naudas.</p> <p>Labai gerai (10): Mokinys įvardija tris ar daugiau inovatyvių medžiagų, išsamiai paaiškina jų taikymo sritis, naudas ir pateikia naujausių pasiekimų pavyzdžių.</p>
<p>3. Analizuoti bioproceso inžinerijos taikymą praktikoje:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pateikti konkrečių bioproceso inžinerijos taikymo pavyzdžių. - Aptarti, kaip bioproceso inžinerija prisideda prie tvarių sprendimų kūrimo. - Analizuoti iššūkius, susijusius su bioproceso inžinerijos įgyvendinimu. 	<p>Vertinimo kriterijai:</p> <p>Patenkinamai (6-7): Mokinys pateikia vieną bioproceso inžinerijos taikymo pavyzdį ir trumpai jį aprašo.</p> <p>Gerai (8-9): Mokinys pateikia du ar daugiau bioproceso inžinerijos taikymo pavyzdžius, išsamiai juos aprašo ir aptaria jų naudą.</p>

		Labai gerai (10): Mokinys pateikia kelis bioproceso inžinerijos taikymo pavyzdžius, išsamiai juos aprašo, aptaria jų naudą ir analizuoja iššūkius.
4. Krišškai vertinti bioproceso inžinerijos etikos klausimus:	<ul style="list-style-type: none"> - Diskutuoti apie etikos klausimus, susijusius su bioproceso inžinerija. - Pateikti galimus etikos klausimų sprendimus. - Argumentuoti savo poziciją etikos klausimais. 	Vertinimo kriterijai: Patenkinamai (6-7): Mokinys identifikuoja bent vieną etikos klausimą, susijusį su bioproceso inžinerija, ir pateikia trumpą sprendimo pasiūlymą. Gerai (8-9): Mokinys identifikuoja du ar daugiau etikos klausimų, pateikia išsamų sprendimų planą ir argumentuoja savo poziciją. Labai gerai (10): Mokinys identifikuoja kelis etikos klausimus, pateikia išsamų ir nuoseklų sprendimų planą, argumentuoja savo poziciją ir siūlo inovatyvius sprendimus.
Galimos mokinių veiklos:		
1.	Pamoka ir diskusija: <ul style="list-style-type: none"> - Trumpas teorinės medžiagos pristatymas su interaktyviomis diskusijomis. - Klausimai ir atsakymai, siekiant aktyvinti mokinių dalyvavimą. 	Veikla: mokiniai gilins supratimą apie teorines sąvokas ir aktyviai įsitrauks į diskusiją. Mokiniai pristatys pagrindinius bioproceso inžinerijos etapus ir inovatyvius medžiagas. Mokytojas skatins mokinius užduoti klausimus ir dalyvauti diskusijose apie tai, kaip šios technologijos gali būti pritaikytos praktikoje.
2.	Projektinis darbas: <ul style="list-style-type: none"> - Mokiniai dirba grupėse kurdami projektus apie bioproceso inžineriją. - Pristatymas ir grupės narių tarpusavio vertinimas. 	Veikla: ugdanti kūrybiškumą, bendradarbiavimą ir problemų sprendimo įgūdžius. Mokiniai suskirstomi į grupes ir paskiriama užduotis sukurti inovatyvų bioproceso inžinerijos projektą. Grupės parengs projektų planus, įskaitant naudojamą medžiagas, technologijas ir numatomus rezultatus.
3.	Laboratoriniai eksperimentai: <ul style="list-style-type: none"> - Praktinė veikla laboratorijoje, siekiant pritaikyti teorines žinias. - Eksperimentų rezultatų analizė ir aptarimas. 	Veikla: mokiniai ugdo praktinius gebėjimus ir demonstruoja teorinių žinių taikymą. Organizuojami laboratoriniai darbai, kuriuose mokiniai gali atlikti eksperimentus, susijusius su bioproceso inžinerija, pvz., fermentacijos procesai, mikroorganizmų kultivavimas, bioplastiko gamyba ar kt.
4.	Atvejo analizė: <ul style="list-style-type: none"> - Nagrinėjamas konkretus biotechnologijos proceso atvejis su klausimais diskusijai. - Etikos klausimų ir praktinių problemų nagrinėjimas. 	Veikla: skatinamas mokinių kritinis mąstymas ir gebėjimas analizuoti bei spręsti sudėtingas problemas. Mokiniai pateiks konkretų atvejį, pvz., genetiškai modifikuotų organizmų (GMO) naudojimą pramonėje, jį analizuos, aptariant jo privalumus, trūkumus ir etikos aspektus.

5.	Žinių patikrinimo testai/užduotys: <ul style="list-style-type: none"> - Teorinės medžiagos patikrinimas naudojant testus ar užduotis. - Greitas grįžtamasis ryšys. 	Veikla: leidžia patikrinti ar mokiniai įsisavino pagrindines teorines žinias ir yra pasirengę jas taikyti praktikoje. Mokytojas pateiks testus arba trumpas užduotis, siekdamas patikrinti mokinių teorines žinias apie bioproceso inžinerijos principus ir inovatyvias medžiagas.
6.	Debatų: <ul style="list-style-type: none"> - Mokiniai susiskirsto į grupes ir diskutuoja apie bioproceso inžinerijos ir inovatyvių medžiagų etikos klausimus. - Argumentavimas ir kritinio mąstymo ugdymas. 	Veikla: ugdo mokinių gebėjimą argumentuoti savo poziciją ir kritiškai vertinti įvairius požiūrius. Mokytojas organizuos debatus, kuriuose mokiniai diskutuos apie bioproceso inžinerijos etikos klausimus, pvz., GMO naudojimą maisto gamyboje ar bioplastiko poveikį aplinkai.
Mokymui(si) skirtas turinys, pateikiamas tekstu, vaizdu, su nuorodomis ir pan.		
Motyvacijai (mokymosi smalsumui) sužadinti pateikiama: video medžiaga „Ar biotechnologijos padės mums gyventi ilgiau?“ Interaktyvi nuoroda: https://www.youtube.com/results?search_query=Biotechnologijos [žiūrėta 2024-08-17]; vaizdine medžiaga (skaidrės); tekstu; praktinėmis užduotimis; nuorodomis į papildomą literatūrą.		
Užduotys, skirtos pasiekti mokymosi uždavinių:		
1 pamoka, Bioproceso inžinerijos principų supratimas, etapų apibūdinimas, inovatyvių medžiagų taikomų/kuriamų biotechnologinių procesų metu žinojimas. Mokiniai atsakys į klausimus apie pagrindinius bioproceso inžinerijos principus ir etapus, nurodys jų svarbą ir funkcijas bei žinos inovatyvias medžiagas, naudojamas biotechnologijoje, paaiškins jų taikymo sritis bei naudą (<i>užduotis Nr.1., užduotis Nr.2</i>).		
2 pamoka, Bioproceso inžinerijos taikymo praktikoje pavyzdžiai, etikos klausimai, susiję su bioproceso inžinerija, galimi jų sprendimo būdai. Mokiniai pateiks bioproceso inžinerijos taikymo pavyzdžių, diskutuos klasėje apie etikos klausimus ir išsakys savo argumentuotą poziciją (<i>užduotis Nr.3., užduotis Nr.4</i>).		
Užduotys, skirtos vertinimui ir įsivertinimui:		
Užduotis Nr.1. Bioproceso inžinerijos principų supratimas, etapų apibūdinimas. Sukurti schemą, parodančią skirtingų bioproceso etapų tarpusavio ryšius.		
Vertinimas: schemos aiškumas ir logika, teisinga etapų identifikacija ir ryšių nurodymas.		
Įsivertinimas: refleksijos dienoraštis apie mokymosi procesą, identifikuojant sritis, kuriose reikia tobulėti ir pateikiant veiksmų planą, kaip tobulinti žinias.		
Užduotis Nr.2. Inovatyvių medžiagų taikomų/kuriamų biotechnologinių procesų metu žinojimas.		
Paruošti pristatymą/plakatą apie tris inovatyvias medžiagas, naudojamas biotechnologijoje, ir paaiškinti jų taikymo sritis bei naudą.		
Vertinimas: pristatymas informatyvus, aiškiai aprašytos medžiagos, pateiktos taikymo sritys ir nauda.		
Įsivertinimas: mokiniai pateikia refleksiją apie savo pristatymą, nurodydami stipriąsias ir silpnąsias puses.		
Užduotis Nr.3. Bioproceso inžinerijos taikymo praktikoje pavyzdžiai.		
Parengti grupės projektą, kuriame būtų pristatomas konkretus bioproceso taikymo atvejis (pvz., biokuro, farmacijos produktų gamyba).		
Vertinimas: pateiktame pavyzdyje turi būti aiškiai nurodyta taikymo sritis, išanalizuota nauda ir iššūkiai, pateiktos išvados ar rekomendacijos.		
Įsivertinimas: mokiniai užpildo savęs vertinimo anketą apie indėlį į grupės projektą, nurodydami, ką atliko gerai ir ką galėtų patobulinti.		
Užduotis Nr.4. Etikos klausimai, susiję su bioproceso inžinerija, galimi jų sprendimo būdai.		
Organizuoti debatus apie etikos klausimus, susijusius su bioproceso inžinerija (pvz., GMO naudojimas, bioetikos klausimai).		

Vertinimas: debatuose dalyvaujantys mokiniai turi pateikti argumentuotus teiginius ir kontrargumentus, diskusijos turi būti struktūruotos ir logiškos, pateikiant išvadas ar rekomendacijas. Įsivertinimas: rašyti refleksijos dienoraštį apie dalyvavimą etikos diskusijoje ir savo poziciją, vertinti savo argumentų pagrįstumą ir logiką, identifikuoti sritis, kuriose galima tobulėti.

Namų darbai:

1. Bioproceso inžinerijos principai.

Užduotis: sukurti bioproceso etapų schemą

Instrukcijos: naudodamiesi piešimo įrankiais ar programine įranga, sukurkite schemą, parodančią skirtingų bioproceso etapų tarpusavio ryšius.

Vertinimas: schemos aiškumas ir logika, teisinga etapų identifikacija ir ryšių nurodymas.

2. Inovatyvios medžiagos biotechnologijoje.

Užduotis: Paruošti pristatymą apie inovatyvias medžiagas

Instrukcijos: Pasirinkti tris inovatyvias medžiagas, naudojamas biotechnologijoje, ir paruošti 10 skaidrių pristatymą apie jų taikymo sritis bei naudas.

Vertinimas: pristatymas informatyvus, aiškiai aprašytos medžiagos, pateiktos taikymo sritys ir naudos.

3. Bioproceso inžinerijos taikymas praktikoje.

Užduotis: pateikti grupės projektą apie konkretų bioproceso inžinerijos taikymo pavyzdį.

Instrukcijos: Pasirinkti vieną konkretų bioproceso inžinerijos taikymo pavyzdį grupiniam darbui (pvz., biokuro gamyba, farmacijos produktai) ir pateikti pristatymą apie jo naudą ir iššūkius.

Vertinimas: pateiktame pavyzdyje turi būti aiškiai nurodyta taikymo sritis, išanalizuota nauda ir iššūkiai, pateiktos išvados ar rekomendacijos.

4. Bioproceso inžinerijos etikos klausimai

Užduotis: pasiruošti diskusijai apie bioproceso inžinerijos etikos klausimus.

Instrukcijos: Paruošti argumentuotą poziciją vienu iš etikos klausimų (pvz., GMO naudojimas, bioetikos klausimai) ir pasiruošti diskusijai klasėje.

Vertinimas: debatuose dalyvaujantys mokiniai turi pateikti argumentuotus teiginius ir kontrargumentus, diskusijos turi būti struktūruotos ir logiškos, pateikiant išvadas ar rekomendacijas.

Siūloma papildoma medžiaga / literatūra / skaitmeninės mokymo priemonės (SMP)

1. Knygos:

○ „**Bioprocess Engineering: Basic Concepts**“ by Michael L. Shuler and Fikret Kargi.

[https://www.eng.uc.edu/~beauca9/Courses/ChEThermoBeaucage/Books/Michael%20L.%20Shuler,%20Fikret%20Kargi%20-%20Bioprocess%20Engineering_%20Basic%20Concepts-Prentice%20Hall%20\(2001\).pdf](https://www.eng.uc.edu/~beauca9/Courses/ChEThermoBeaucage/Books/Michael%20L.%20Shuler,%20Fikret%20Kargi%20-%20Bioprocess%20Engineering_%20Basic%20Concepts-Prentice%20Hall%20(2001).pdf)

▪ Šioje knygoje pateikiami pagrindiniai bioproceso inžinerijos principai, įskaitant procesų analizę ir optimizavimą.

○ „**Introduction to Biotechnology**“ by William J. Thieman and Michael A. Palladino.

https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781292261799_A39514648/preview-9781292261799_A39514648.pdf

▪ Tai išsamus įvadas į biotechnologijų sritį, aptariamos įvairios biotechnologijos šakos ir jų taikymas.

○ „**Biotechnology for Beginners**“ by Reinhard Renneberg.

https://www.academia.edu/40623327/Biotechnology_for_Beginners

▪ Knyga skirta pradedantiesiems, aiškiai paaiškinanti biotechnologijų pagrindus ir jų taikymą įvairiose srityse.

2. Moksliniai straipsniai:

○ „**Advances in Bioprocess Engineering and Technology**“.

https://www.researchgate.net/profile/Biswajit-Chakraborty-8/publication/345897460_Kinetics_Study_of_a_Suspended_Growth_System_for_Biological_Treatment_of_Bakery_and_Confectionery_Wastewater/links/603f1b1d4585154e8c725583/Kinetics-Study-of-a-Suspended-Growth-System-for-Biological-Treatment-of-Bakery-and-Confectionery-Wastewater.pdf

- Šiame straipsnių rinkinyje aptariami naujausi pasiekimai bioproceso inžinerijos srityje.
- „**Innovative Materials in Biotechnology**“.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0014305720317729?via%3Dihub>
- Straipsnis apie inovatyvias medžiagas, naudojamas biotechnologijoje, jų savybes ir taikymą.
- „**Ethical Issues in Biotechnology: A Review**“.
https://www.researchgate.net/publication/280094592_Ethical_Issues_of_Biotechnology_Possible_Risks_and_Their_Management
- Straipsnyje analizuojami įvairūs etikos klausimai, susiję su biotechnologijomis, ir pateikiami galimi sprendimai.

3. Skaitmeninės mokymo priemonės

Internetiniai kursai ir vaizdo įrašai:

- **Coursera: „Biotechnology: The Fundamentals“**
- Kursas, suteikiantis išsamią informaciją apie biotechnologijų pagrindus ir jų taikymą.
- **edX: „Bioprocess Design and Analysis“**
- Šiame kurse nagrinėjami bioproceso inžinerijos principai, procesų analizė ir optimizavimas.
- **Khan Academy: „Introduction to Biotechnology“**
- Trumpi ir aiškūs vaizdo įrašai apie biotechnologijų pagrindus.

4. Mokymo platformos ir įrankiai:

- **Labster: Virtualios Laboratorijos**
- Platforma, kurioje galima atlikti virtualius laboratorinius darbus biotechnologijos ir bioproceso inžinerijos srityse.
- **Bioinformatics.org: Mokymo Ištekliai**
- Įvairūs ištekliai, įskaitant vaizdo įrašus, straipsnius ir kursus apie bioinformatiką ir bioproceso inžineriją.
- **Phet Interactive Simulations: Biotechnology Simulations**
- Interaktyvios simuliacijos, kurios padeda suprasti biotechnologijos ir bioproceso inžinerijos principus.

5. Papildoma medžiaga:

Žurnalai ir mokslinės publikacijos:

- „**Nature Biotechnology**“.
<https://www.nature.com/nbt/>
- Žurnalas, skelbiantis naujausius mokslinius tyrimus ir naujienas biotechnologijos srityje.
- „**Biotechnology Advances**“.
<https://www.sciencedirect.com/journal/biotechnology-advances>
- Mokslinis žurnalas, kuris apima įvairius biotechnologijos aspektus, įskaitant bioproceso inžineriją.
- „**Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology**“.
<https://academic.oup.com/jimb>
- Žurnalas, kuriame nagrinėjami mikrobiologijos ir biotechnologijos taikymo pramonėje klausimai.

Interaktyvios svetainės ir portalai:

- **Biotechnology Innovation Organization (BIO)**
- Svetainė, kurioje pateikiama informacija apie biotechnologijos naujienas, tyrimus ir inovacijas.
- **GenomeWeb**
- Portalas, skirtas genomikos ir biotechnologijos naujienoms ir tyrimams.
- **European Federation of Biotechnology (EFB)**
- Organizacija, skelbianti naujienas ir renginius, susijusius su biotechnologijos mokslu ir pramone.

Reikalingi materialiniai ir technologiniai ištekliai:**1. Bioproceso inžinerijos principai****Laboratorinė įranga ir priemonės:**

- **Fermentatoriai:**
 - Mažos talpos fermentatoriai bioproceso simuliacijai.
- **Centrifugos:**
 - Naudojamos mėginių atskyrimui ir gryninimui.
- **Sterilizacijos priemonės:**
 - Autoklavai skysčių sterilizacijai.
 - UV sterilizacijos spintos.

Medžiagos ir reagentai:

- **Biologinės medžiagos:**
 - Ląstelių kultūros (pvz., bakterijos, mielės, augalų ląstelės).
 - Fermentai ir substratai.
- **Cheminiai reagentai:**
 - Mikrobiologinės terpės, druskos ir tirpikliai fermentacijos procesams.

Programinė įranga ir įrankiai:

- **Bioproceso simuliacijos programos:**
 - Aspen Plus, BioWin arba kitos bioproceso modeliavimo programos.
- **Laboratorinių duomenų analizės programos:**
 - Origin, GraphPad Prism, R ar Python, Exel skirtos duomenų analizei ir vizualizacijai.

2. Inovatyvios medžiagos biotechnologijoje**Laboratorinė įranga ir priemonės:**

- **3D spausdintuvai:**
 - Naudojami kuriant ir testuojant naujas medžiagas.
- **Mikroskopai:**
 - Elektroninio mikroskopo nuotraukos inovatyvių medžiagų struktūros tyrimui.
- **Spektrometrai:**
 - Spektrometrai medžiagų analizei.

Medžiagos ir reagentai:

- **Polimerai:**
 - Polimerai, naudojami bioplastiko gamybai.
- **Biologinės medžiagos:**
 - Natūralios medžiagos, tokios kaip chitozanas, aliejai, baltymai.

3. Bioproceso inžinerijos taikymas praktikoje**Laboratorinė įranga ir priemonės:**

- **Termostatai ir šaldikliai:**
 - Naudojami biologinių medžiagų laikymui ir procesų kontroliavimui.
- **Filtracijos sistemos:**
 - Mikrofiltracija ir ultrafiltracija produktų gryninimui.

Medžiagos ir reagentai:

- **Specifinės terpės ir substratai:**
 - Specializuotos auginimo terpės skirtingoms ląstelių linijoms.
- **Biocheminiai reagentai:**
 - Fermentai, substratai, buferiai ir kiti reagentai specifiniams procesams.

4. Bioproceso inžinerijos etikos klausimai**Skaitmeninės priemonės ir platformos:**

- **Diskusijų forumai ir platformos:**
 - Moodle, Google Classroom diskusijoms ir debatams apie etikos klausimus.

- **Pristatymų įrankiai:**
 - PowerPoint, Prezi ar kiti įrankiai, skirti etikos klausimų pristatymams.

Mokomoji medžiaga ir ištekliai:

- **Vaizdo įrašai ir webinarai:**
 - YouTube, Coursera ar kitos platformos, kuriose galima rasti vaizdo įrašus apie biotechnologijų etiką.
- **Literatūra ir straipsniai:**
 - Prieiga prie mokslinių žurnalų ir straipsnių apie bioetikos temas.

Bendrai reikalingi ištekliai

Mokymo klasėms ir laboratorijoms:

- **Kompiuteriai ir interneto prieiga:**
 - Kompiuteriai su prieiga prie interneto ir reikalinga programine įranga.
- **Projektoriai ir interaktyvios lentos:**
 - Naudojami mokymosi medžiagos pristatymui ir interaktyvioms pamokoms.
- **Laboratorinės medžiagos:**
 - Pavyzdžiui, pipetės, mėgintuvėliai, Petri lėkštelės, sterilios terpės.

Mokymo priemonės:

- **Spausdinta ir skaitmeninė literatūra:**
 - Knygos, moksliniai žurnalai, e-knygos ir straipsniai.
- **Virtualios laboratorijos:**

Naudojamos praktiniams darbams simuliuoti ir įgūdžiams lavinti.

○

Pateikta konkreti medžiaga, kurią galima naudoti pamokoje (užduočių lapai, veiklų planai)

Skaidrės, užduotys mokiniams

Pamokos metodinė medžiaga

Užduotys mokiniams, kurios padės suprasti bioproceso inžinerijos principus, naudojamas ir kuriamas inovatyvias medžiagas, taip pat lavins jų praktinius įgūdžius bei ugdys kritinį mąstymą, diskutuojant etikos klausimais.

Užduotis Nr. 1. Bioproceso inžinerijos principų supratimas, etapų apibūdinimas.

Pastaba mokytojui: Pateikite mokiniams fermentų gamybos, panaudojant mikroorganizmus, bioproceso etapus be aprašymo.

Bioproceso etapas	Tikslas	Bioproceso vykdymo veiksmai
1. Mikroorganizmų parinkimas ir auginimas	Išskiriami arba selektyviai auginami mikroorganizmai, galintys sintetinti tikslinį fermentą.	a) pasirenkami mikroorganizmai (bakterijos, mielės, grybeliai), kurie gamina reikalingą fermentą; b) sukuriama optimalios auginimo sąlygos (pvz., terpės sudėtis, temperatūra, pH), kad būtų pasiektas maksimalus fermento gamybos efektyvumas.
2. Fermentacija	Mikroorganizmai auginami kontroliuojamoje aplinkoje.	a) auginimas vykdomas fermentatoriuje, kurio sąlygos yra griežtai kontroliuojamos (deguonis, temperatūra, pH, maistinės medžiagos); b) fermentacijos metu mikroorganizmai gamina fermentą, kuris išsiskiria į auginimo terpę arba lieka ląstelėse.
3. Fermento išskyrimas	Fermentas atskiriamas nuo mikroorganizmų auginimo terpės.	a) jei fermentas kaupiamas mikroorganizmo ląstelių viduje, pirmiausia ląstelės suardomos (pvz., naudojant mechanines ar chemines priemones), kad fermentas išsiskirtų į auginimo terpę; b) centrifuguojant, filtruojant ar kitu metodu, fermentas atskiriamas nuo ląstelių liekanų ir terpės komponentų.
4. Fermento gryninimas	Išskirtas fermentas valomas, kad būtų pašalintos priemaišos ir pasiektas reikiamas grynumo lygis.	a) naudojamos įvairios chromatografinės technikos (pvz., jonų mainų, atskyrimo pagal molekulių dydį, chromatografija) fermentui gryninti; b) naudojama ultrafiltracija didinti fermento koncentraciją ir pašalinti nepageidaujamas mažas molekules.
5. Fermento stabilizavimas	Išvalytas fermentas stabilizuojamas, kad būtų užtikrintas jo ilgaamžiškumas ir aktyvumas.	a) į fermento tirpalą gali būti pridėti stabilizatoriai, pvz., glicerolis, cukrūs ar druskos, siekiant išvengti denatūracijos; b) fermentas gali būti džiovinamas (pvz., liofilizuojamas) ir susmulkintas į miltelius ar kitą tinkamą formą, kad būtų lengviau transportuoti ir naudoti.

6. Fermento kokybės kontrolė	Atliekami testai, siekiant užtikrinti, kad pagamintas fermentas atitinka reikiamus kokybės standartus.	a) atliekama fermento aktyvumo, grynumo, stabilumo ir kitų savybių analizė; b) užtikrinama, kad fermentas neturi kenksmingų priemaišų ir yra tinkamas komerciniam naudojimui.
7. Fermento pakavimas ir platinimas	Fermentas pakuojamas ir paruošiamas platinimui.	a) fermentai pakuojami atsižvelgiant į jo stabilumą ir galutinio vartotojo poreikius; b) produktas pristatomas į rinką arba saugojimui.

Užduotis mokiniams: Kiekvienam bioproceso etapui priskirti teisingą aprašymą ir paaiškinti, kodėl jis svarbus.

Sudarykite schemą, kurioje aiškiai matytųsi bioproceso inžinerijos etapai ir skirtingų bioproceso etapų tarpusavio ryšiai.

Užduotis Nr.2. Inovatyvių medžiagų taikomų/kuriamų biotechnologinių procesų metu žinojimas. *Pastaba mokytojui:* sugrupuokite mokinius į mažas grupes, paskirkite kiekvienai grupei po biotechnologijų šaką ir duokite atspausdintą lentelę Nr. 1.
Lentelė Nr. 1. Inovatyvios medžiagos biotechnologijoje.

Eil. Nr.	Biotechnologijos šaka	Inovatyvi medžiaga	Taikymo sritis, paskirtis	Privalumai	Trūkumai
1					
2					
3					

Užduotis mokinių grupėms: paruoškite trumpą pristatymą apie 3 inovatyvias medžiagas paskirtoje biotechnologijos šakoje, įtraukdami:

- Biotechnologijos šaką.
- Naudojamas/sukurtas 3 inovatyvias medžiagas.
- Taikymo sritis, paskirtį.
- Etikos klausimus ir galimus iššūkius.

Klausydami kitų grupių pristatymus, baikite pildyti lentelę Nr. 1.

Diskusijų klausimai:

- Kokių etikos klausimų gali kilti naudojant/kuriant šias medžiagas?
- Kokie yra pagrindiniai šių medžiagų privalumai ir trūkumai?
- Kaip šios šakos taikymas gali paveikti visuomenę ir aplinką?

Lentelė Nr. 2. Mokinio refleksijos lentelė:

Šiandien man pamokoje pavyko:	Nepavyko:	Ką turėčiau dar padaryti?

Užduotis Nr.3. Bioproceso inžinerijos taikymo praktikoje pavyzdžiai.

Pastaba mokytojui: sugrupuokite mokinius į grupes, paskirkite kiekvienai grupei konkretų bioproceso taikymo atvejį (pvz., biokuro ar bioplastiko gamyba, farmacijos produktai, fermentacija ir kt.) ir duokite atspausdintą lentelę Nr. 3.

Lentelė Nr. 3. Bioproceso inžinerijos taikymo praktikoje pavyzdžiai.

Eil. Nr.	Biotechnologijos šaka	Bioprocetas	Taikymo sritis, paskirtis	Privalumai	Trūkumai
1					
2					
3					

Užduotis mokinių grupėms: paruoškite trumpą pristatymą bioproceso inžinerijos taikymą praktikoje, įtraukdami:

- Biotechnologijos šaką.
- Koks bioprocetas taikomas?
- Taikymo sritis, paskirtį.
- Etikos klausimus ir galimus iššūkius.

Klausydami kitų grupių pristatymus, baikite pildyti lentelę Nr. 3.

Lentelė Nr. 4. Mokinio įsivertinimo lentelė.

Mano indėlis į grupės darbą	Šiandien man pamokoje pavyko:	Nepavyko:	Ką turėčiau tobulinti?

Užduotis Nr.4. Etikos klausimai, susiję su bioproceso inžinerija, galimi jų sprendimo būdai.

Pastaba mokytojui: suorganizuokite debatus apie etikos klausimus, susijusius su bioproceso inžinerija (pvz., GMO naudojimas, genų redagavimas ir kt.). Suskirstykite klasę į 2 grupes.

Užduotis mokinių grupėms: viena grupė pateikia argumentus „už“, kita – „prieš“, vyksta diskusija, daromos išvados. Rezultatai surašomi į Lentelę Nr. 5.

Lentelė Nr. 5. Etikos klausimai, kuriant GMO organizmus

Eil. Nr.	Biotechnologijos šaka	GMO organizmas	Taikymo sritis, paskirtis	Privalumai	Trūkumai	Išvada
1						
2						
3						

Vertinimo kriterijai:

- Geri argumentai ir aiškus pozicijos pateikimas.
- Aktyvus dalyvavimas diskusijoje.
- Išsami diskusijos išvada.

Parengė Doc. dr. Rita Jankauskienė