



Co-funded by
the European Union

BIOSHIELD

Novel Biotechnological Solutions in Climate Change Mitigation
(Inovativne biotehnološke rešitve za blaženje podnebnih sprememb)

2024-1-EL01-KA220-HED-000251373

VISOKOŠOLSKI UČNI NAČRT



VISOKOŠOLSKI UČNI NAČRT

UREDNIKI

Ioannis Kourkoutas, Democritus University of Thrace, Greece

AUTHORS

Maria Grigoriou, Democritus University of Thrace, Greece

George Skavdis, Democritus University of Thrace, Greece

Petros Kolovos, Democritus University of Thrace, Greece

Katerina Kedraka, Democritus University of Thrace, Greece

Katerina Paleologou, Democritus University of Thrace, Greece

Gregoria Mitropoulou, Democritus University of Thrace, Greece

Electra Stylianopoulou, Democritus University of Thrace, Greece

Kemal Melih Taşkın, Çanakkale Onsekiz Mart University, Türkiye

Çiğdem Şahin Taşkın, Çanakkale Onsekiz Mart University, Türkiye

Sercan Karav, Çanakkale Onsekiz Mart University, Türkiye

Fatih Sezer, Çanakkale Onsekiz Mart University, Türkiye

Aslıhan Özbilen, Çanakkale Onsekiz Mart University, Türkiye

Nikolaos Kopsahelis, Ionian University, Greece

Vasiliki Kachrimanidou, Ionian University, Greece

Maria Alexandri, Ionian University, Greece

Aikaterini Natsia, Ionian University, Greece

Aikaterini Papadaki, Ionian University, Greece

Silva Grobelnik Mlakar, University of Maribor, Slovenia

Danijel Davidovic, University of Maribor, Slovenia

Dunja Samec, University North, Croatia

Barbara Medvedec, University North, Croatia

Elif Anda, Mellis Educational Technologies, Türkiye

Caner Anda, Mellis Educational Technologies, Türkiye

GRAFIČNO OBLIKOVANJE

Elif Anda

LETO OBJAVE

2025

KOORDINATOR PROJEKTA

Democritus University of Thrace, Greece

PARTNERSKE ORGANIZACIJE

Çanakkale Onsekiz Mart University - Türkiye, University North - Croatia, University of Maribor - Slovenia, Ionian University - Greece, Mellis Eğitim Teknoloji Ticaret Limited Şirketi, Turkey

LICENCA IN ZAHVALE

Delo je objavljeno pod licenco Creative Commons: Priznanje avtorstva Nekomercialno 4.0 Mednarodno (CC-BY-NC-4.0).

BIOSHIELD - Inovativne biotehnološke rešitve za blaženje podnebnih sprememb (2024-1-EL01-KA220-HED-000251373) je Erasmus+ projekt, ki ga financira Evropska unija. Mnenja in stališča, izražena v publikaciji, so izključno mnenja avtorjev in ne odražajo nujno stališč Evropske unije ali Izvajalske agencije za izobraževanje in kulturo (EACEA). Evropska unija in EACEA ne odgovarjata za vsebino.

Kazalo vsebine

Kazalo vsebine	3
Kratice	5
Slovar	6
Uvod	13
Glavni cilji učnega načrta	13
Snovalsko razmišljanje in kombinirano učenje	15
Podnebne spremembe	17
Osnovne informacije o podnebnih spremembah, modeliranju podnebnih podatkov in programiranju	17
Evropski pravni predpisi	17
Mednarodni sporazumi, konvencije, načrti in smernice	17
Modul 1 - Odpornost preko inovacij v prehrani in mikrobiomu	19
Problem 1 - Napredek pri laboratorijsko gojenem mesu: trajnostna rešitev za podnebne spremembe	19
Učni cilji	19
Vsebina	19
Učni viri	19
Proces poučevanja in učenja	20
Problem 2 - Mikrobiomske strategije za trajnostne proizvodne izzive v industriji starter kultur: krožni pristop k podnebni odpornosti	24
Učni cilji	24
Vsebina	24
Učni viri	24
Proces poučevanja in učenja	25
Modul 2 - Trajnostni prehranski sistemi: biotehnologija in obnovljivi viri za izdelavo naravnih, minimalno predelanih živil - živil s "čisto oznako"	29
Problem 1 - Trajnostna prehrana: novi pristopi za blažitev pomanjkanja beljakovin	29
Učni cilji	29
Vsebina	29
Učni viri	30
Proces poučevanja in učenja	31
Problem 2 - Od odpadka do dragocenosti: biorafiniranje in strategije nadgradnje v dobi bioekonomije ..	35
Učni cilji	35
Vsebina	35
Učni viri	36
Proces poučevanja in učenja	37
Modul 3 - Od mikro do makro: talni mikrobiom za podnebno pametno kmetijstvo	41
Problem 1 - Koriščenje mikrobioma za trajnostno pridelavo rastlin	41

Učni cilji	41
Vsebina	41
Učni viri.....	41
Proces poučevanja in učenja	42
Problem 2 - Raziskovanje okoljskih dejavnikov talnega mikrobioma z GIS	51
Učni cilji	51
Vsebina	51
Učni viri.....	51
Proces poučevanja in učenja	52
Modul 4 - Biotehnologija za zajem in izrabo ogljika	59
Problem 1 - Izboljšanje fotosintetske učinkovitosti pri gojenih rastlinah za povečano vezavo ogljika	59
Učni cilji	59
Vsebina	59
Učni viri.....	59
Proces poučevanja in učenja	60
Problem 2 - Načrtovanje izboljšane arhitekture korenin za učinkovitejšo vezavo ogljika v lesnatih rastlinah.....	66
Učni cilji	66
Vsebina	66
Učni viri.....	66
Proces poučevanja in učenja	67
Modul 5 - Na rastlinah osnovane rešitve za blaženje podnebnih sprememb	72
Problem 1 - Fitoremedicacija: rastline kot čistilci okolja.....	72
Učni cilji	72
Vsebina	72
Učni viri.....	72
Proces poučevanja in učenja	73
Problem 2 - Rastlinske <i>in vitro</i> kulture: biotehnološki pristopi za trajnost.....	77
Učni cilji	77
Vsebina	77
Učni viri.....	77
Proces poučevanja in učenja	78
Viri.....	82

Kratice

ANOVA	Analiza variance
BIOSHIELD	Akronim projekta "Inovativne biotehnološke rešitve za blaženje podnebnih sprememb"
CC BY-NC 4.0	Licenca Creative Commons - priznanje avtorstva, nekomercialna uporaba 4.0 mednarodna
CRISPR	Zbrane pravilno medsebojno razporejene kratke palindromske ponovitve - tehnika za gensko urejanje (Clustered Regularly Interspaced Palindromic Repeats)
CRS	Koordinatni referenčni sistem
DEM	Digitalni model višin
EACEA	Izvajalska agencija za izobraževanje in kulturo (European Education and Culture Executive Agency)
EFSA	Evropska agencija za varnost hrane (European Food Safety Authority)
EM or EMs	Konzorcij učinkovitih mikroorganizmov / učinkoviti mikroorganizmi
ETS	Evropski sistem trgovanja z emisijami (EU Emissions Trading System)
EU	Evropska unija
FAO	Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (Food and Agriculture Organization)
FBS	Fetalni goveji serum
NECPs	Nacionalni energetske in podnebne načrti
UNFCCC	Okvirna konvencija Združenih narodov o spremembi podnebja
IPCC	Medvladni odbor za podnebne spremembe
SDGs	Cilji trajnostnega razvoja (Sustainable Development Goals)
GHGs	Toplogredni plini
GIS	Geografski informacijski sistemi
LST	Temperatura površja
LULC	Raba tal in pokrovnost tal
NDVI	Normalizirani diferencialni vegetacijski indeks (Landsat)
OECD	Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj
PPT	Predstavitev v PowerPointu
QGIS	Odprihodni geografski informacijski sistem (QGIS)
SD	Standardni odklon
SPSS	Programska oprema za statistično analizo podatkov
TWI	Topografski indeks vlažnosti
UN	Organizacija združenih narodov (OZN)

Slovar

MODUL	BESEDA	RAZLAGA
MODUL 1		
1	3D Biotiskanje (3D Bioprinting)	Tehnologija nanašanja plasti živih celic in materialov za izdelavo kompleksnih tkivnih struktur; omogoča ustvarjanje mesa z določeno arhitekturo in teksturo.
2	Kmetijski odpadki (Agro-Waste)	Kmetijski odpadki, kot so olupki sadja, luščine in živilski stranski proizvodi; uporabljajo se kot trajnostni substrati pri mikrobnih fermentacijah.
3	Proizvodnja biomase (Biomass Production)	Proces pridobivanja mikrobne mase v fermentacijskih sistemih, ključen za industrijske aplikacije.
4	Načrtovanje bioprocsov (Bioprocess Design)	Načrtovanje in strukturiranje bioloških procesov (npr. fermentacije) za optimizacijo proizvodnje.
5	Bioreaktor (Bioreactor)	Posoda ali sistem, ki zagotavlja optimalne pogoje (hranila, kisik, temperaturo, pH) za rast celic in razvoj tkiv; ključen pri tkivnem inženirstvu, npr. pri povečanju obsega proizvodnje gojenega mesa.
6	Ogljični odtis (Carbon Footprint)	Skupna količina toplogrednih plinov (predvsem CO ₂), ki nastane zaradi določenih dejavnosti, zlasti v živiloreji.
7	Celična kmetijska proizvodnja (Cellular Agriculture)	Področje, ki združuje celično biologijo, biotehnologijo in inženirstvo za proizvodnjo kmetijskih izdelkov (mesa, mleka, jajc) iz celičnih kultur ali fermentacije namesto tradicionalne reje.
8	Krožno gospodarstvo (Circular Economy)	Ekonomski model, ki si prizadeva zmanjšati količino odpadkov in učinkovito uporabljati vire z zasnovo obnovljivih in trajnostnih sistemov.
9	Gojeno (sintetično) meso (Cultured Meat)	Znano tudi kot laboratorijsko ali celično meso; pridobljeno z gojenjem živalskih celic v nadzorovanem sterilnem okolju, da se posnema tekstura in okus običajnega mesa brez reje ali zakola živali.
10	Evropski zeleni dogovor (European Green Deal)	Celovita pobuda Evropske komisije iz leta 2019, katere cilj je, da Evropa do leta 2050 postane prva podnebno nevtralna celina.
11	Fetalni goveji Serum (Fetal Bovine Serum (FBS))	S hranili bogat dodatek, pridobljen iz krvi govejih plodov; uporablja se v gojiščih celic kot vir rastnih dejavnikov in beljakovin za celično rast.

12	Mikrobiom (Microbiome)	Skupnost mikroorganizmov (bakterij, kvasovk itd.) v določenem okolju skupaj z njihovim genetskim materialom in metaboliti; v tem kontekstu uporabljen pri proizvodnji starter kultur.
13	Nosilna struktura - ogrodje (Scaffolding)	Tridimenzionalna struktura, ki omogoča pritrditev in rast celic v tkivu podobne tvorbe; pri gojenem mesu mora biti užitna.
14	Starter kulture (Starter Cultures)	Mikroorganizmi, uporabljeni za sprožitev fermentacije v živilski proizvodnji (npr. pri jogurtu, siru, fermentirani zelenjavi).
15	Matična celica (Stem Cell)	Nediferencirana celica, ki se lahko samoobnavlja in diferencira v specializirane tipe celic; pri gojenem mesu služi kot izhodišče za rast mišičnih in drugih tkiv.
16	Trajnostna gojišča, rastni mediji (Sustainable Growth Media)	Okolju prijazne alternative tradicionalnim hranilnim raztopinam, ki se uporabljajo pri gojenju mikroorganizmov.
17	Tkivno inženirstvo (Tissue Engineering)	Povezovanje biologije in inženirstva za oblikovanje tkiv z združevanjem celic, ogrodij in biokemijskih dejavnikov v in vitro pogojih; v tem primeru za tvorbo mesnega tkiva.
18	“Mokri”/“Suhi” laboratorij (Wet Lab/Dry Lab)	“Mokri” laboratorij vključuje eksperimentalno delo z biološkimi vzorci, “suhi” laboratorij pa analizo podatkov in računalniške simulacije.

MODUL 2

1	Bioekonomija (Bioeconomy)	Zajema vse sektorje in sisteme, ki temeljijo na bioloških virih (živali, rastline, mikroorganizmi in pridobljena biomasa, vključno z organskimi odpadki), njihovih funkcijah in načelih. Povezuje kopenske in morske ekosisteme ter njihove storitve, vse primarne proizvodne sektorje (kmetijstvo, gozdarstvo, ribištvo, akvakulturo) in gospodarske ter industrijske sektorje, ki uporabljajo biološke vire in procese za proizvodnjo hrane, krme, bioosnovanih izdelkov, energije in storitev.
2	Biorafinerija (Biorefinery)	Biorefinerija je trajnostna predelava biomase v širok spekter tržno uporabnih izdelkov (hrana, krma, materiali, kemikalije) ter energije (goriva, elektrika, toplota).
3	Izdelki z “čisto oznako” (Clean label products)	Izdelki z “čisto oznako” (Clean label products) so živila in pijače, ki vsebujejo naravne sestavine s funkcionalnimi lastnostmi, so minimalno obdelani ter ne vsebujejo umetnih dodatkov, konzervansov ali barvil.
4	Živilska oskrbna veriga (Food supply chain)	Zaporedje procesov, ki vključujejo proizvodnjo in distribucijo hrane od kmetije do potrošnika (pridelava, žetev, predelava, pakiranje,

		transport, skladiščenje, distribucija, prodaja in poraba). Učinkovita živilska veriga zagotavlja varno, dostopno in cenovno sprejemljivo hrano ob ohranjanju trajnosti.
5	Prehranski sistem (Food system)	Celota povezanih procesov in deležnikov, ki sodelujejo pri proizvodnji, predelavi, distribuciji, porabi in odstranjevanju odpadne hrane; vključuje biološke, gospodarske, družbene in okoljske dejavnike, ki vplivajo na te dejavnosti in so z njimi medsebojno povezani.
6	Eno zdravje (One health)	Eno zdravje (One health) je sodelovalen in transdisciplinaren pristop, ki priznava povezanost zdravja ljudi, živali in okolja ter si prizadeva za optimalno zdravje in dobrobit vseh treh.
7	Trajnostni prehranski sistem (Sustainable food system)	Sistem, ki zagotavlja prehransko varnost in ustrezno prehrano za vse, pri čemer ohranja gospodarske, družbene in okoljske temelje, potrebne za prehransko varnost tudi za v prihodnje.

MODULE 3

1	Abiotični dejavniki (Abiotic factors)	Neživi fizikalni in kemijski dejavniki okolja, ki vplivajo na rast, preživetje in razširjenost organizmov (npr. pH, temperatura, vlaga, svetloba, tip substrata, zračenje, onesnaženje zraka).
2	Biognojila (Biofertilizers)	Bakterijski ali glivni inokulanti, ki se uporabljajo za izboljšanje dostopnosti in izrabe hranil pri rastlinah; pogosto delujejo kot mikrobnii biostimulanti za povečanje učinkovitosti hranjenja.
3	Biološka vezava dušika (Biological nitrogen fixation)	Pretvorba atmosferskega dušika v rastlinam dostopne oblike (npr. amonijak) s pomočjo simbioze med specifičnimi bakterijami - rizobiji in stročnicami ali prostimi mikroorganizmi in nekaterimi aktinomisetami.
4	Biopesticidi (Biopesticides)	Pripravki iz živih organizmov (rastlin, bakterij, gliv, virusov in drugih) ali njihovih naravnih metabolitov, ki na okolju prijazen način zatirajo škodljivce, bolezni in plevela.
5	Biostimulanti (Biostimulants)	Snovi ali mikroorganizmi, uporabljeni za povečanje učinkovitosti prehrane rastlin, odpornosti proti abiotičnemu stresu in izboljšanje kakovosti pridelka.
6	Biotski dejavniki (Biotic factors)	Živi sestavni deli ekosistema, ki vplivajo na rast, preživetje in medsebojne odnose organizmov. Mednje sodijo rastline, živali, mikroorganizmi (bakterije, glive, kvasovke) ter drugi živi organizmi, kot so škodljivci, opraševalci ali konkurenti. Ti dejavniki oblikujejo ekološke odnose in biološke procese v ekosistemih.
7	Podnebno pametno kmetijstvo	Pristop, ki usmerja preoblikovanje agroživilskih sistemov v zelene in podnebno odporne prakse. Spodbuja kmetijske metode, ki

	(Climate-smart farming)	povečujejo produktivnost in odpornost, hkrati pa zmanjšujejo okoljske vplive v pogojih podnebnih sprememb.
8	Mikrobiološka kolonizacija (Colonization (microbial))	Proces, pri katerem se mikroorganizmi pritrdijo na površine rastlin (npr. korenine, liste) in se tam naselijo, včasih tudi prodrejo v notranja tkiva. Pogosto vključuje specializirane strukture ali molekule, ki povečajo oprijem in omogočajo mikrobom odpornost na okoljske vplive.
9	Diazotrofni mikroorganizmi (Diazotrophic microorganisms)	Raznoliki mikroorganizmi, ki vežejo dušik in pomembno prispevajo k biološki vezavi dušika na Zemlji. Imajo ključno vlogo pri povečanju kmetijskih pridelkov z izboljšanjem rodovitnosti tal in spodbujanjem rasti rastlin.
10	Efektivni mikroorganizmi (EM) (Effective Microorganisms)	Mikrobni inokulant, ki vsebuje koristne mikroorganizme (npr. fotosintetske bakterije, mlečnokislinske bakterije, kvasovke, aktinomicete in fermentacijske glive), ki spodbujajo rast rastlin in izboljšujejo rodovitnost tal.
11	Poljska variabilnost (Field variability)	Merilo razlik ali neskladnosti v lastnostih tal, kmetijskih rastlin, načinu upravljanja, prisotnosti škodljivcev, sortah, količini pridelkov, nadmorski višini, vodi v tleh in hranilih skozi prostor in čas na pridelovalni površini na prostem.
12	Geografski informacijski sistem (GIS) (Geographic information system)	Računalniško orodje, ki omogoča zbiranje, analizo in prikaz podatkov na kartah.
13	Holistični pristop (v rastlinski pridelavi) (Holistic approach (in plant production))	Sistemiški pogled, ki obravnava rastline, z njimi povezane mikroorganizme, tla in okolje kot medsebojno povezane sestavne dele ene funkcionalne enote. Ta pristop poudarja koriščenje in krepitev naravnih interakcij med rastlinami, mikrobi in tlemi za podporo zdravim, odpornim in produktivnim rastlinam.
14	Mikrobiom (rastlinski mikrobiom) (Microbiome (plant microbiome))	Raznolika skupnost mikroorganizmov, povezanih z višjim organizmom (človekom, živaljo ali rastlino).
15	Mikrobni konzorcij (Microbial consortia)	Skupnost mikroorganizmov različnih vrst, ki živijo v simbiozi in medsebojno sodelujejo na osnovi funkcionalnega dopolnjevanja, pri čemer vsak opravlja svojo vlogo v tej skupnosti.
16	Mikrobni inokulant (Microbial inoculant)	Biološki agensi (sredstva), s katerimi "cepimo" tla ali rastline in lahko izboljšajo razpoložljivost in vezavo dušika v agroekosistemi ter prispevajo k trajnostnejšim praksam gnojenja. Njihovi ekološki vplivi, vključno z učinki na dinamiko dušika in obstoječo mikrobno skupnost, moramo pred širšo uporabo temeljito oceniti.

17	Rastlinski holobiont (Plant holobiont)	Biološki sistem, sestavljen iz gostitelja (rastline) in njegovih simbiontov, ki neprestano izmenjujejo informacije in genetski material, kar vodi v oblikovanje metaboloma in hologenoma, ki se prilagajata in ohranjata svojo stabilnost glede na okoljske dejavnike.
18	Daljinsko zaznavanje (Remote sensing)	Zbiranje podatkov o površju Zemlje na daljavo, običajno s pomočjo satelitov ali brezpilotnih letalnikov (dronov).
19	Koreninski izločki (Root exudates)	Organske spojine nizke molekulske mase, ki jih izločajo rastlinske korenine in služijo kot glavni vir organskega ogljika v tleh ter so del procesa rizodepozicije. Ti izločki vključujejo ključne metabolite, kot so aminokisliline, sladkorji, organske kisline in sekundarni metaboliti, ki privabljajo in prehranjujejo mikroorganizme.
20	Razširljivost (Scalability)	Zmožnost razširitve uporabe mikroorganizmov iz nadzorovanih poskusov v prakse kmetovanja na večjem obsegu.
21	Prostorski podatki (Spatial data)	Podatki s koordinatami, ki določajo, kje se posamezni objekti nahajajo na Zemlji.
22	Prostorsko modeliranje (Spatial modeling)	Način uporabe kart in podatkov za simulacijo ali napovedovanje prostorskih vzorcev in procesov.
23	Weighted overlay Obteženo prekrivanje (v GIS)	Metoda v GIS, pri kateri se različni slojikart združijo in ovrednotijo z določenimi utežmi, s čimer podpremo sprejemanje odločitev ali določanje najprimernejše lokacije.
MODULE 4		
1	Zajem in koriščenje (uporaba) ogljika (Carbon Capture and Utilization)	Tehnologije, ki zajamejo emisije ogljikovega dioksida in jih ponovno uporabijo v različnih aplikacijah, kot so biogoriva ali sintetični materiali.
2	Sekvestracija (ponor) ogljika (Carbon Sequestration)	Proces zajemanja in shranjevanja ogljikovega dioksida iz ozračja za blažitev podnebnih sprememb.
3	Kontrolirano okolje (Controlled Environment)	Laboratorijski ali pogoji v rastlinjakih (zaščitenih prostorih) za raziskovalne namene, kjer so spremenljivke, kot so temperatura, svetloba in koncentracija CO ₂ , nadzorovane.
4	Okoljska biotehnologija (Environmental Biotechnology)	Področje biotehnologije, osredotočeno na reševanje okoljskih problemov, kot so onesnaževanje ali emisije ogljika.
5	Fotosintetska učinkovitost (Photosynthetic Efficiency)	Merilo učinkovitosti pretvorbe svetlobne energije v kemično energijo med procesom fotosinteze pri rastlinah.

6	Arhitektura korenin (Root Architecture)	Prostorska zgradba koreninskega sistema rastline, ki vključuje dolžino, razvejanost, globino in gostoto korenin.
7	Shranjevanje ogljika v tleh (Soil Carbon Storage)	Količina ogljika, shranjenega v tleh v obliki organske snovi, ki prispeva k stabilnosti ekosistemov in blaženju podnebnih sprememb.
8	Lesnate rastline (Woody Plants)	Količina ogljika, shranjenega v tleh v obliki organske snovi, ki prispeva k stabilnosti ekosistemov in blaženju podnebnih sprememb.
MODULE 5		
1	Kalusna kultura (Callus culture)	Biotehnološka <i>in vitro</i> tehnika, pri kateri raste masa nediferenciranih, neorganiziranih rastlinskih celic - imenovana kalus - na hranilno bogatem gojišču v sterilnih pogojih.
2	Mikropropagacija (Micropropagation)	Tehnika razmnoževanja rastlin z uporabo metod tkivnih kultur za hitro pridobivanje velikega števila genetsko identičnih rastlin iz majhnega kosa rastlinskega tkiva.
3	Organogeneza (Organogenesis)	Proces v tkivnih kultuiviranih rastlin, pri katerem se iz nediferenciranih celic ali kalusa razvijejo diferencirani organi, kot so korenine, poganjki ali listi, kar omogoča regeneracijo celotne rastline.
4	Fitoremediacija (Phytoremediation)	Biotehnološki proces, pri katerem se rastline skupaj z mikroorganizmi v tleh uporabljajo za zmanjšanje koncentracije ali toksičnih učinkov onesnaževal v okolju.
5	Fitostabilizacija (Phytostabilization)	Tehnika, ki uporablja rastline za imobilizacijo onesnaževal v tleh in preprečuje njihovo širjenje z vetrno in vodno erozijo, izpiranjem ali razprševanjem prahu.
6	Fitovolatizacija (Phytovolatilization)	Tehnika, pri kateri rastline iz tal ali vode sprejemajo onesnaževala, jih v rastlini pretvorijo v hlapne plinaste oblike in jih nato s transpiracijo sproščajo v ozračje.
7	Fitoekstrakcija (Phytoextraction)	Postopek, pri katerem rastline iz tal ali vode absorbirajo onesnaževala, predvsem težke kovine, in jih kopičijo v nadzemni biomasi, na primer v listih.
8	Rastlinske <i>in-vitro</i> kulture (Plant <i>in-vitro</i> cultures)	Biotehnološka metoda, ki vključuje gojenje rastlinskih celic, tkiv ali organov na sterilnem, s hranili bogatem gojišču pod nadzorovanimi, aseptičnimi laboratorijskimi pogoji.
9	Kultura protoplastov (Protoplast culture)	Tehnika rastlinskih tkivnih kultur, pri kateri se izolirajo rastlinske celice brez celičnih sten (protoplasti), ki se nato gojijo v hranilnem mediju, da ponovno razvijejo celično steno, se delijo in razvijejo v celotne rastline ali tvorijo kalus.
10	Metode remediacije (Remediation methods)	Tehnike in postopki, uporabljeni za odstranjevanje, zmanjšanje ali nevtralizacijo onesnaževal ali nevarnih snovi v okolju (tla, voda,

		zrak) z namenom obnove ekološkega ravnovesja in varovanja zdravja ljudi.
11	Somatska embriogeneza (Somatic embryogenesis)	Proces (umeten) v rastlinskih tkivnih kulturah, pri katerem se zarodek razvije iz posamezne somatske (nespolne) celice, ne pa iz združitve spolnih celic.
12	Tehnologija sintetičnih semen (Synthetic seed technology)	Umetna inkapsulacija rastlinskega razmnoževalnega materiala, kot so somatski zarodki ali brsti poganjkov, v zaščitno gelno matrico za pridobivanje sintetičnih oziroma "umetnih semen".

Uvod

Glavni cilji učnega načrta

Svet se v zadnjem času - zlasti od osemdesetih let 20. stoletja, sooča z novimi in vse bolj zapletenimi okoljskimi izzivi, kot so podnebne spremembe, onesnaževanje in degradacija ekosistemov. Ti izzivi vplivajo na biotsko raznovrstnost, zdravje ljudi in splošno blaginjo našega planeta (Dasgupta in Robinson, 2022). Z razvojem biotehnoške industrije postaja ključno, da se njen potencial preusmeri v reševanje teh okoljskih vprašanj (OECD, 2011). Kljub napredku na področju okoljske biotehnologije njen polni potencial še vedno ni izkoriščen (Yong in sod., 2021) in tako obstaja razkorak med biotehnoškimi inovacijami in njihovo praktično uporabo pri reševanju okoljskih problemov; premostitev vrzeli pa predstavlja izjemno priložnost za razvoj prelomnih rešitev za naše okolje.

Znano je, da okoljski onesnaževalci ogrožajo ekosisteme in zdravje ljudi in da so tradicionalne metode in-situ bioremediacije povezane z velikimi stroški, njihove aplikacije pa omejene. Na tem mestu ponuja biotehnologija alternativne rešitve, s katerimi je mogoče doseči pomemben napredek pri blaženju podnebnih sprememb. Tako na primer lahko z biotehnoškimi pristopi izboljšamo mikrobno razgradnjo onesnaževal, kar omogoča hitrejše, stroškovno učinkovitejše čiščenje okolja, obnovo ekosistemov in zaščito javnega zdravja (Borchert in sod., 2021). Poleg tega so ti pristopi natančni in hitri, podatki pa ključni za učinkovito upravljanje okolja, vendar tradicionalne metode zahtevajo veliko strokovnega znanja in virov. Pri tem **biosenzorji** predstavljajo dostopno in učinkovito alternativo (Kadadou in sod., 2022), saj omogočajo pogostejše in obsežnejše vzorčenje, s čimer se izboljša natančnost podatkov in odzivnost - kar je bistveno za razumevanje in obvladovanje okoljskih izzivov. Za ublažitev podnebnih sprememb so nujni hitri ukrepi za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov in doseganje negativnih emisij. Biotehnologija lahko okrepi naravni zajem ogljika - z gensko spremembo rastlin in optimizacijo encimskih poti je namreč mogoče učinkoviteje zajemati in shranjevati ogljik ter tako prispevati k trajnostni prihodnosti.

Učni načrt BIOSHIELD se neposredno osredotoča na najpomembnejše okoljske izzive, kot so onesnaževanje, podnebne spremembe in izguba biotske raznovrstnosti, na način, da jih naslavlja skozi posamezne module. Ti moduli so posebej prilagojeni potrebam študentov na področju biotehnologije in spodbujajo njihovo občutljivost za prakse blaženja podnebnih sprememb ter razvoj inovativnih rešitev z globalnim vplivom. Specifični cilji učnega načrta BIOSHIELD so:

- prepoznati raziskovalna, industrijska in kmetijska področja prihodnosti, kjer je mogoče razviti rešitve ali sanacijske pristope z uporabo biotehnologije,
- spodbujati sodelovanje med univerzami in gospodarstvom (industrijo) pri razvoju inovativnih pristopov za spopadanje s posledicami podnebnih sprememb in naravnih nesreč,

- omogočiti študentom biotehnologije povezovanje podatkov z uporabo praktičnih in prečnih (medpredmetnih) veščin na področju biotehnologije v kontekstu blaženja in prilagajanja podnebnim spremembam,
- obogatiti študijsko izkušnjo z uporabo izobraževalnih tehnologij, prilagojenih izvedbi učnega načrta BIOSHIELD, za spodbujanje trajnostnih praks,
- omogočiti študentom pridobitev strokovnih znanj in usmeritev za njihovo bodočo kariero.

Snovalsko razmišljanje in kombinirano (obrnjeno) učenje

Podnebne spremembe so realnost, ki ogroža življenje na Zemlji in predstavljajo enega najbolj zapletenih ter nujnih globalnih izzivov našega časa. Za njihovo reševanje so potrebni inovativni in multidisciplinarni pristopi, zlasti na področju biotehnologije. Glede na njen potencial za zagotavljanje trajnostnih rešitev - od genetskih sprememb rastlin do mikrobnega zajema ogljika in obdelave odpadkov - ima biotehnologija ključno vlogo pri obravnavi izzivov, povezanih s podnebjem. Vendar pa za realiziranje tega potenciala zahteva tehnično znanje, ustvarjalno reševanje problemov ter sposobnost systemskega in empatičnega razmišljanja.

V tem kontekstu je projekt BIOSHIELD razvil visokošolski učni načrt, namenjen posebej študentom biotehnologije, ki vključuje pristop snovalskega razmišljanja (Design Thinking). Ta pristop študente opolnomoči z veščinami, potrebnimi za razvoj praktičnih rešitev podnebnih izzivov. Snovalsko razmišljanje spodbuja problemsko, uporabniško usmerjeno in ustvarjalno razmišljanje ter vzpostavlja učni proces, v katerem študenti aktivno raziskujejo in oblikujejo rešitve in ne le pasivno sprejemajo informacije.

Poleg tega učni načrt BIOSHIELD uporablja kombinirani učni model (blended learning), ki vključuje izobraževalne videoposnetke, uporabne tako pri delu v predavalnici kot tudi pri samostojnem - pripravljalnem učenju. Takšna prilagodljivost študentom omogoča učenje v lastnem tempu, hkrati pa optimira čas v predavalnici za interaktivne dejavnosti, kot so razprave, praktične vaje v laboratoriju in projektno učenje. Ta kombinirani pristop krepi povezavo med teorijo in prakso, zlasti v laboratorijskih okoljih, kot na primer pri:

- raziskovanju sposobnosti mikroorganizmov za zajem ogljika,
- razvoju na sušo odpornih sort rastlin z uporabo rastlinske biotehnologije,
- proučevanju valorizacije odpadkov z uporabo mikrobnih in encimskih sistemov.

Takšne dejavnosti študentom omogočajo, da se neposredno soočijo z dejanskimi okoljskimi izzivi in pri tem pridobivajo znanstvene ter tehnične kompetence.

Metodologija snovalskega razmišljanja ima ključno vlogo pri pomoči študentom, da kompleksne okoljske izzive obravnavajo na inovativen in človeku prijazen način. V okviru tega procesa študenti:

- empatično razumejo (Empathize) - razumejo potrebe skupnosti, ekosistemov ali sistemov, ki jih prizadenejo podnebne spremembe,
- opredelijo problem (Define) - jasno izrazijo kompleksne izzive, povezane s podnebjem,
- pridobivajo in oblikujejo ideje (Ideate) - s pomočjo možganske nevihte in ustvarjalnega razmišljanja oblikujejo inovativne zamisli,
- oblikujejo prototipe (Prototype) - svoje ideje pretvorijo v oprijemljive modele ali zasnove,

- testirajo in izboljšujejo prototipe (Test and iterate) - ocenijo učinkovitost rešitev ter jih izboljšajo na podlagi povratnih informacij in rezultatov.

Učni načrt BIOSHIELD je zasnovan tako, da vključuje vseh pet zgoraj omenjenih stopenj snovalskega razmišljanja, s čimer ponuja sodoben in napreden izobraževalni model. Ta model podpira študente biotehnologije pri razvoju v rešitev-usmerjene znanstvenike in inovatorje, ki bodo dejavno prispevali k soočanju s podnebnimi spremembami.

Podnebne spremembe

Osnovne informacije o podnebnih spremembah, modeliranju podnebnih podatkov in programiranju

Podnebne spremembe pomenijo dolgoročne spremembe temperature, padavin, vzorcev vetrov in drugih elementov podnebnega sistema našega planeta. Te spremembe so predvsem posledica človeških dejavnosti - zlasti sežiganja fosilnih goriv, krčenja gozdov in industrijskih procesov, ki povečujejo koncentracijo toplogrednih plinov (TGP) v ozračju.

Za razumevanje in napovedovanje podnebnih sprememb znanstveniki uporabljajo podnebne modele, ki simulirajo interakcije med atmosfero, oceani, kopnim in večnim ledom. Modeliranje podnebja vključuje zapletene matematične in fizikalne procese, ki jih izvajamo s pomočjo računalniškega programiranja - običajno v programskih jezikih, kot so Python, R ali MATLAB. Ti modeli raziskovalcem pomagajo analizirati vedênje podnebja v preteklosti, napovedovati prihodnje scenarije in podpirati oblikovanje podnebnih politik.

Evropski pravni predpisi

Kot odziv na naraščajočo podnebno krizo je Evropska unija uvedla vrsto okoljskih in podnebnih predpisov. Evropski zeleni dogovor (EU Green Deal) predstavlja glavno zakonodajno pobudo, katere cilj je doseči podnebno nevtralno Evropo do leta 2050. Med ključne zakonodajne ukrepe sodijo:

- t. i. evropski podnebni zakon, ki določa cilj podnebne nevtralnosti do leta 2050,
- Uredba o t. i. delitvi prizadevanj (Effort Sharing Regulation), ki določa nacionalne cilje za zmanjšanje emisij,
- Sistem trgovanja z emisijami EU (ETS), ki uvaja sistem omejevanja in trgovanja z emisijskimi kuponi za največje industrijske onesnaževalce.

Države članice morajo prav tako pripraviti Nacionalne energetske in podnebne načrte (NECP), s katerimi prispevajo k doseganju skupnih evropskih ciljev.

Mednarodni sporazumi, konvencije, načrti in smernice

Globalno ukrepanje na področju podnebnih sprememb usmerja več mednarodnih okvirjev. Med najpomembnejšimi so:

- Okvirna konvencija Združenih narodov o spremembi podnebja (UNFCCC) - ustanovljena leta 1992 kot temelj za mednarodna pogajanja o podnebjju,

- Kjotski protokol (1997) - prvi mednarodni sporazum, ki je za razvite države uvedel zavezujoče cilje zmanjšanja emisij toplogrednih plinov,
- Pariški sporazum (2015) - prelomni dogovor, v katerem so se države zavezale omejiti globalno segrevanje na bistveno manj kot 2 °C, po možnosti na 1,5 °C glede na predindustrijsko obdobje,
- Smernice medvladnega odbora za podnebne spremembe (IPCC) - zagotavljajo standardizirane metode za pripravo evidenc emisij toplogrednih plinov,
- Cilji trajnostnega razvoja (SDG), cilj 13: Ukrepanje za podnebje, ki prav tako dopolnjujejo globalne podnebne strategije.

Modul 1 - Odpornost preko inovacij v prehrani in mikrobiomu

Problem 1 - Napredek pri laboratorijsko gojenem mesu: trajnostna rešitev za podnebne spremembe

Učni cilji

Pri predmetu uporabljamo znanstveno-problemski pristop za razumevanje, kako lahko v laboratoriju gojeno meso prispeva k zmanjšanju podnebnih sprememb. Z uporabo metodologije snovalskega razmišljanja (Design Thinking) bodo študenti obravnavali dejanske znanstvene izzive na področju celične kmetijske proizvodnje, kot so tkivni inženiring, optimizacija oskrbe s hranili, izboljšanje učinkovitosti bioreaktorjev in povečanje proizvodne zmogljivosti.

Po koncu predmeta bodo študenti sposobni:

- razumeti znanstvene osnove laboratorijsko proizvedenega mesa,
- analizirati ključne znanstvene izzive v celični kmetijski proizvodnji,
- uporabiti problemski okvir za reševanje znanstvenih vprašanj,
- razviti inovativne rešitve za izboljšanje proizvodnje v laboratoriju gojenega mesa,
- kritično oceniti okoljski vpliv gojenega mesa,
- oblikovati in predstaviti znanstveni raziskovalni predlog.

Vsebina

Uvod

- ✓ Živinoreja je eden glavnih dejavnikov podnebnih sprememb, saj prispeva k emisijam metana, krčenju gozdov, prekomerni porabi vode in izgubi biotske raznovrstnosti.
- ✓ V laboratoriju proizvedeno meso (gojeno meso) je sicer predlagano kot trajnostna alternativa, vendar se sooča z znanstvenimi, ekonomskimi in družbenimi izzivi.

Modul vključuje:

- ✓ razumevanje proizvodnje gojenega mesa,
- ✓ raziskovanje podnebnih problemov, povezanih z živinorejo,
- ✓ razvoj rešitev za izboljšanje sintetičnega mesa kot okolju prijaznejše alternative.

Učni viri

- Znanstveni videoposnetki
- Zapiski predavanj
- Poglavja iz učbenikov
- Pregledni in izvorni znanstveni članki
- Časopisni članki in kratki videoposnetki iz medijev

Proces poučevanja in učenja

Teden 1: Uvod

Dejavnost v predavalnici

- Predavatelj študentom predstavi vse v projektu zasnovane module načrtovane za pilotno izvedbo v semestru, cilje tega modula (predmeta) in pričakovane učne izide.
- Jasno določi naloge, ki jih bodo študenti izvajali med semestrom, skupaj s podrobnim časovnim načrtom.
- Študenti prejmejo informacije o dostopu do dodatnih virov (univerzitetna knjižnica, spletni viri ipd.).
- Predavatelj predstavi vsebine posameznih modulov.
- Študenti se razdelijo v skupine po 4-5 članov.
- Vsaka skupina izbere problem, na katerem bo delala.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Vprašanja - odgovori
- Razprava

Teden 2: Empatično razumevanje problema

Dejavnost v predavalnici

- Uvod v podnebne izzive tradicionalne proizvodnje mesa.
- Okoljski vplivi: ogljični odtis, raba tal in poraba vode.
- Vloga celične kmetijske proizvodnje v trajnostnih prehranskih sistemih.
- Biološke osnove celične kmetijske proizvodnje: proliferacija in diferenciacija mišičnih celic.
- Matične celice in tehnologija matičnih celic pri laboratorijski proizvodnji mesa.

Trajanje: 3 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti preučijo gradivo, ki ga jim je posredoval predavatelj.
- Študenti pripravijo kratek video posnetek, primeren za širšo javnost, o gojenem mesu in potencialnem vplivu tega na okolje (vsaka skupina 5 minut)

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Študij znanstvene literature
- Usmerjena razprava
- Predstavitve predavatelja

Teden 3: Opredelitev znanstvenih izzivov

Dejavnost v predavalnici

- Optimizacija gojišča: zmanjšanje odvisnosti od fetalnega govejega seruma (FBS).
- Načrtovanje razširljivih in stroškovno učinkovitih bioreaktorjev.
- Zagotavljanje strukturne celovitosti: nosilne strukture (scaffolds) in arhitektura tkiva.

Trajanje: 2 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti razpravljajo in skušajo izpostaviti najpomembnejše znanstvene probleme.
- Vsaka skupina izbere en ključni znanstveni problem.
- Na temo izbranega znanstvenega problema pripravijo študenti v skupinah poster za 10-minutno predstavitev.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Študij znanstvene literature
- Usmerjena razprava
- Viharjenje možganov
- Predstavitve predavatelja

Teden 4: Opredelitev problema - Raziskava možnih rešitev

Dejavnost v predavalnici

- Študenti predstavijo svoje plakate in začnejo razpravljati o možnih rešitvah (uporaba alternativnih rastnih dejavnikov in gojišč brez seruma, napredki v 3D-biotiskanju in tkivnem inženiringu za izboljšanje teksture mesa, povečanje obsega pridelave celičnih kultur: reševanje izzivov, ki jih predstavljajo gostota produkta in presnovni odpadki).
- Viharjenje možganov na temo znanstvenih inovacij tega področja.

Trajanje: 2 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Usmerjena razprava
- Predstavitve predavatelja
- Sodelovalno učenje

Teden 5: Oblikovanje idej

Dejavnost v predavalnici

- Študenti si ogledajo videoposnetke o metodah in pristopih pri proizvodnji gojenega mesa.
- Vsaka skupina pripravi poglobljeno predstavitev izbranega izziva, ki ga bo skušala nasloviti.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Sodelovalno učenje
- Obrnjeno učenje
- Izkustveno učenje

Teden 6-7-8: Oblikovanje idej

Dejavnost izven predavalnice

- Skupine pripravijo projektni predlog, ki vključuje cilje raziskave, metode, načrt analize podatkov in okvirni proračun glede na obravnavane ideje in izzive.

Dejavnost v predavalnici

- Skupine se sestanejo z doktorskim študentom ali podoktorskim raziskovalcem, s katerim razpravljajo o napredku.

Trajanje: 3 × (3 × 45) minut

Metode poučevanja in učenja

- Sodelovalno učenje
- Izkustveno učenje

Teden 9-10-11: Oblikovanje prototipov

Dejavnost izven predavalnice

- Skupine delajo na svojih projektih. V podporo pri delu jim je doktorski študent ali podoktorski raziskovalec.

Trajanje: 3 × (3 × 45) minut

Metode poučevanja in učenja

- Izkustveno učenje
- Sodelovalno učenje

Teden 12-13: Ocenjevanje

Dejavnost izven predavalnice

- Skupine delajo na projektu in poročilo aktivnosti. Končno poročilo o projektu skupine oddajo v ocenjevanje.

Dejavnost v predavalnici

- Skupine predstavijo rezultate svojega projektne delo, čemur sledi razprava in evalvacija predmeta.

Trajanje: 2 × (3 × 45) minut

Metode poučevanja in učenja

- Izkusveno učenje
- Sodelovalno učenje

Problem 2 - Mikrobiomske strategije za trajnostne proizvodne izzive v industriji starter kultur: krožni pristop k podnebni odpornosti

Učni cilji

Pri predmetu uporabljamo znanstveno-problemski pristop za razumevanje, kako lahko odpadna hrana in odpadki nastali v kmetijski pridelavi služijo kot trajnostna alternativa običajnim (konvencionalnim) gojiščem za gojenje starter kultur. Z uporabo metodologije snovalskega razmišljanja (Design Thinking) bodo študenti obravnavali dejanske znanstvene izzive na področju proizvodnje celične biomase, izboljšanja učinkovitosti bioreaktorjev, povečanja obsega proizvodnje in vključevanja krožnega gospodarstva.

Po zaključku predmeta bodo študenti sposobni:

- razumeti okoljske in ekonomske izzive povezane z ravnanjem z odpadno hrano in odpadki nastalimi v kmetijski pridelavi ter njihovo povezavo s podnebnimi spremembami,
- oceniti potencial odpadne hrane in kmetijskih odpadkov kot vira hranil za gojenje starter kultur,
- analizirati trenutne ovire in priložnosti v prihodnje za trajnostni razvoj starter kultur.

Vsebina

Uvod

- ✓ Stranski proizvodi v kmetijstvu in odpadna hrana predstavljajo pomembno globalno okoljsko vprašanje, saj so neposredno povezani z okoljskimi, ekonomskimi in družbenimi vplivi.
- ✓ Po drugi strani pa omenjeni odpadni materiali ponujajo trajnostno alternativo tradicionalnim gojiščem za gojenje starter kultur.
- ✓ Predmet spodbuja pristop krožnega gospodarstva, skladno z Evropskim zelenim dogovorom.

Modul vključuje:

- ✓ Ravnanje z odpadno hrano in stranskimi kmetijskimi proizvodi ter pristope krožnega gospodarstva
- ✓ Izzive pri proizvodnji starter kultur

Učni viri

- Znanstveni videoposnetki
- Zapiski predavanj
- Poglavlja iz učbenikov
- Pregledni in izvirni znanstveni članki
- Časopisni članki in kratki videoposnetki iz medijev

Proces poučevanja in učenja

Teden 1: Uvod

Dejavnost v predavalnici

- Predavatelj študentom predstavi vse v projektu zasnovane module načrtovane za pilotno izvedbo v semestru.
- Predavatelj opredeli naloge in obveznosti, ki jih bodo študenti v okviru predmeta izvajali med semestrom.
- Študenti prejmejo informacije o dostopu do dodatnih virov (univerzitetna knjižnica, spletni viri ipd.).
- Predavatelj predstavi študentom teme posameznih modulov.
- Študenti se razdelijo v skupine po 4-5 članov.
- Vsaka skupina izbere problem, na katerem bo delala.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Vprašanje - odgovor
- Razprava

Teden 2: Empatično razumevanje problema

Dejavnost izven predavalnice

- Ravnanje z odpadno hrano in stranskimi produkti iz kmetijstva v povezavi s pristopi krožnega gospodarstva: vsaka skupina izbere živilski ali odpadek iz kmetijske pridelave, na katerem bo delala, kot trajnostno alternativo za gojenje starter kultur. Pripravi plakat, ki ga elektronsko odda pred začetkom dela v predavalnici.

Dejavnost v predavalnici

- Ustna predstavitev plakatov (10 minut na skupino).
- V okviru razprave ob predstavitvah plakatov študenti prepoznajo izzive uporabe odpadne hrane in stranskih produktov iz kmetijstva kot trajnostne alternative za gojenje starter kultur.
- Skupine prejmejo literaturo o uporabi odpadne hrane in stranskih produktov iz kmetijstva kot trajnostnih gojiščih ter o njihovi vlogi pri spodbujanju krožnega gospodarstva v skladu z evropskim zelenim dogovorom.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Usmerjena razprava
- Viharjenje možganov
- Predstavitve predavatelja

Teden 3: Definiranje problema

Dejavnost izven predavalnice

- Skupine preučijo dodeljeno literaturo in pripravijo ter na spletno mesto naložijo petminutni video. V njem predstavijo ključne izzive svojega projekta.
- Vsaka skupina si ogleda videoposnetke drugih skupin in se pripravi na razpravo v predavalnici.

Dejavnost v predavalnici

- Razprava o predstavljenih videoposnetkih; vsaka skupina odgovarja na vprašanja o svojem projektu.
- Oblikovanje trajnostnega bioprocesa za gojenje starter kultur z uporabo živilskih in kmetijskih odpadkov kot trajnostnih alternativ običajnim gojiščem. Predavatelj poda primere.
- Zaključek aktivnosti - skupine zberejo zapiske in glavne ugotovitve.

Trajanje: 3 ×45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Usmerjena razprava
- Obrnjeno učenje
- Predstavitve predavatelja
- Sodelovalno učenje

Teden 4: Definiranje problema

Dejavnost izven predavalnice

- Vsaka skupina pripravi časopisni članek (v novinarskem slogu) o trajnostni proizvodnji starter kultur z uporabo živilskih in kmetijskih odpadkov kot alternativnih rastnih medijev.

Dejavnost v predavalnici

- Kako načrtujemo trajnostni bioproces za gojenje starter kultur z uporabo živilskih in kmetijskih odpadkov?

Trajanje: 3 ×45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Usmerjena razprava
- Predstavitve predavatelja
- Sodelovalno učenje

Teden 5: Oblikovanje idej

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti si ogledajo videoposnetke o metodologiji načrtovanja postopkov pri gojenju starter kultur z uporabo živilskih in kmetijskih odpadkov kot trajnostne alternative gojišč.
- Vsaka skupina pripravi poglobljeno predstavitev trajnostnega procesa za industrijsko proizvodnjo starter kultur z uporabo živilskih in kmetijskih odpadkov kot alternativnih gojišč.

Dejavnost v predavalnici

- Vsaka skupina predstavi svoj predlagani industrijski proces za proizvodnjo starter kultur z uporabo živilskih in kmetijskih odpadkov kot trajnostne alternative gojiščem.
- Skupine razpravljajo o zaznanih izzivih in tehničnih vprašanjih.
- Sledi skupinska razprava o idejah in izzivih pri razvoju industrijskih bioprocesov, ki spodbujajo trajnost.
- Skupine predstavijo svoje ideje, nato sledi skupinska razprava; vsaka skupina izbere eno idejo, ki jo bo razvila v raziskovalni predlog.

Trajanje 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Sodelovalno učenje
- Obrnjeno učenje
- Izkusveno učenje

Teden 6-7: Oblikovanje idej

Dejavnost izven predavalnice

- Skupine pripravijo projektni predlog, ki vključuje cilje raziskave, metode, načrt analize podatkov in okvirni proračun glede na obravnavane ideje in izzive.

Dejavnost v predavalnici

- Skupine se sestanejo s študentom doktorskega študija ali podoktorskim raziskovalcem, s katerim razpravljajo o napredku.

Trajanje 2 × (3 × 45) minut

Metode poučevanja in učenja

- Sodelovalno učenje
- Izkusveno učenje

Teden 8-9-10-11: Oblikovanje prototipov

Dejavnost izven predavalnice

- Skupine izvajajo svoje projekte ob podpori dodeljenega doktorskega študenta ali podoktorskega raziskovalca, ki jim nudi strokovno pomoč.

Dejavnost v predavalnici (»mokrih« in »suhih« laboratorijih)

- Proizvodnja začetnih kultur v pilotnem merilu z uporabo živilskih in kmetijskih odpadkov kot trajnostne alternative ravnim medijem (praktično laboratorijsko delo).
- Določanje kinetičnih parametrov in ocena trajnosti procesa (»suhi« laboratorij - računalniško oziroma analitično delo).

Trajanje 4 × (3 × 45) minut

Metode poučevanja in učenja

- Izkustveno učenje
- Sodelovalno učenje

Teden 12-13: Ocenjevanje

Dejavnost izven predavalnice

- Skupine ovrednotijo rezultate svojega projekta in pripravijo poročilo o projektnih aktivnostih. Poročilo dokončajo in ga oddajo v elektronski obliki.

Dejavnost v predavalnici

- Skupine predstavijo rezultate svojega projektne delo
- Razprava/ocenjevanje

Trajanje: 2 × (3 × 45) minut

Metode poučevanja in učenja

- Izkustveno učenje
- Usmerjena razprava

Modul 2 - Trajnostni prehranski sistemi: biotehnologija in obnovljivi viri za izdelavo naravnih, minimalno predelanih živil - živil s "čisto oznako"

Problem 1 - Trajnostna prehrana: novi pristopi za blažitev pomanjkanja beljakovin

Učni cilji

Predmet predstavlja koncept in okvir trajnostnih prehranskih sistemov kot del ciljev trajnostnega razvoja (SDG), ki jih je sprejela Organizacija združenih narodov (OZN) z namenom zmanjšati obstoječe ne-trajnostne prakse v živilski industriji in njihov vpliv na podnebno krizo. Z uporabo načel snovskega razmišljanja (Design Thinking) se bodo študenti vključili v celostno razmišljanje, pri katerem bodo upoštevali zdravstveno, družbeno, gospodarsko in okoljsko razsežnost prehranskih sistemov. V tem kontekstu bodo raziskovali nove pristope v proizvodnji hranljivih in okolju prijaznih živilskih izdelkov. Poseben poudarek bo namenjen spremembi prehranskih vzorcev glede na vir beljakovin, kot dejavnika za spodbujanje okoljske trajnosti in zdravja ljudi.

Po zaključku predmeta bodo študenti sposobni:

- razumeti kompleksnost prehranskih sistemov in medsebojno povezanost njihovih podsistemov,
- celostno dojemati prehranske sisteme ter razsežnosti njihove trajnosti: zdravstvene, gospodarske, družbene in okoljske,
- razumeti okvir za prehranske sisteme, ki ga definira Organizacija za prehrano in kmetijstvo (FAO) in vključuje prehransko varnost in prehrano,
- prepoznati nove alternativne vire beljakovin, med katerimi so mikrobiološko proizvedene beljakovine, beljakovine iz žuželk in rastlinske beljakovine,
- analizirati najnovejše raziskave in predlagati inovativne rešitve za vključevanje alternativnih virov beljakovin v prehranske sisteme,
- oceniti družbene, gospodarske in okoljske vidike alternativnih virov beljakovin,
- oblikovati in predstaviti znanstveni raziskovalni projekt ali študijo primera.

Vsebina

Uvod

- ✓ Prehranski sistemi vključujejo vse faze - od proizvodnje in pakiranja do transporta hrane.
- ✓ Sedanji prehranski sistemi temeljijo predvsem na ne-trajnostni proizvodnji in potrošnji hrane, kar povzroča degradacijo okolja in pogloblja globalno lakoto. Za krepitev odpornosti prehranskih sistemov je potrebno oceniti spremembe v vseh razsežnostih trajnosti (zdravstveni, družbeni, gospodarski in okoljski) ter njihovo medsebojno povezanost.

- ✓ Biotehnologija ponuja pomembno orodje za iskanje trajnostnih rešitev v boju proti podhranjenosti, lakoti in nastajanju odpadkov, z razvojem alternativnih virov beljakovin za prehrano ljudi in živali.

Predmet vključuje:

- ✓ Razumevanje različnih razsežnosti trajnostnih prehranskih sistemov.
- ✓ Mikrobne (bakterijske, kvasne in glivne) beljakovine, užitne žuželke kot vir beljakovin, mikroalge in rastlinske beljakovine.
- ✓ Koriščenje kmetijsko-živilskih odpadkov za ekstrakcijo in/ali proizvodnjo alternativnih virov beljakovin.
- ✓ Razvoj integriranih rešitev za alternativne vire beljakovin v okviru bioekonomije.

Učni viri

- Znanstvene video predstavitve
- Pregledni in izvirni znanstveni članki
- Poglavlja v knjigah
- Zapiski predavanj
- Podkasti in kratki članki

Proces poučevanja in učenja

Teden 1: Uvod

Dejavnost v predavalnici

- Predavatelj bo študente seznanil z načrtovanimi moduli in dejavnostmi v semestru (v učilnici in izven nje), s cilji predmeta ter pričakovanimi učnimi izidi.
- Študenti bodo prejeli navodila, kako pridobivati informacije in uporabljati razpoložljive dodatne vire (spletne vire, knjige, pregledne in znanstvene članke ipd.).
- Predavatelj bo predstavil in pojasnil naloge, ki bodo študentom dodeljene tekom semestra, ter razložil, kako se te naloge povezujejo z vsebino predmeta; predstavil bo tudi časovni raspored dejavnosti.
- Študenti bodo razdeljeni v skupine, vsaka skupina bo izbrala temo, na kateri bo delala.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Vprašanja in odgovori
- Razprava

Teden 2: Empatično razumevanje problema

Dejavnost v predavalnici

- Uvod v živilsko oskrbno verigo in medsebojno povezanost njenih podsistemov ter razlaga, kako podnebna kriza vpliva na odpornost prehranskih sistemov in obratno.
- Uvod v trajnost prehranskih sistemov, vključno z zdravstveno, gospodarsko, družbeno in okoljsko razsežnostjo.
- Okoljske obremenitve povezane s proizvodnjo živil in krme živalskega izvora.
- Različni viri in vloga alternativnih virov beljakovin pri zagotavljanju trajnosti prehranskih sistemov.
- Študenti se seznanijo z aktivnostjo igranja vlog, namenjeno razumevanju, kako lahko motnje vplivajo na odpornost prehranskih sistemov. Študenti (ali skupine) bodo prevzeli vloge različnih deležnikov v prehranskem sistemu (npr. kmetov, vladnih odločevalcev, predstavnikov živilske industrije, potrošnikov, okoljevarstvenikov itd.) in se soočili z določeno motnjo (npr. pandemijo). Vsak študent ali skupina bo razpravljala o svojem odločanju glede na cilje svoje vloge in podala ustrezne argumente. Na koncu bodo vsi razpravljali o vplivu dogodka na dostopnost hrane in trajnost prehranskega sistema.

Trajanje: 3 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti preučijo izobraževalni video, ki so ga delili predavatelji.
- Študenti raziščejo literaturo o odpornosti prehranskih sistemov in pripravijo samolepilne lističe (sticky notes), ki jih bodo uporabili pri izobraževalni igri.

Metode poučevanja in učenja

- Obrnjeno učenje kot študij video materiala pred srečanjem v predavalnici
- Predstavitve predavatelja
- Izobraževalno igranje vlog in usmerjena razprava

Teden 3-4: Definiranje znanstvenih izzivov

Dejavnost v predavalnici

- Prepoznavanje izzivov povezanih z alternativnimi viri beljakovin (organoleptične lastnosti, sprejemljivost pri potrošnikih, stroški in možnosti povečanja obsega proizvodnje, hranilna vrednost, predpisi in označevanje).
- Vloga obnovljivih virov (vključno s kmetijsko-živilskimi odpadki in stranskimi proizvodi) kot vhodnih surovin za proizvodnjo alternativnih beljakovin.
- Trenutno mnenje EFSA (Evropske agencije za varnost hrane) glede alternativnih virov beljakovin.
- Igra vlog: študentom so dodeljene vloge deležnikov, kot so: oblikovalec politik, ustanovitelj zagonskega podjetja za alternativne beljakovine (npr. iz žuželk), tradicionalni rejec živine, raziskovalec, zagovornik veganstva/vegetarijanstva, prehranski strokovnjak ipd. Vsak »deležnik« pripravi stališče o uvedbi izbranega alternativnega vira beljakovin, ki vključuje izzive, ovire, pravni red, prehranski vidik in vpliv na okolje.

Trajanje: 2 × (3 × 45) minut

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti prepoznajo in razpravljajo o glavnih izzivih, povezanih z alternativnimi viri beljakovin.
- Študenti izberejo en alternativni vir beljakovin, ki bo povezan z njihovim nadaljnjim projektom.

Metode poučevanja in učenja

- Študij znanstvene literature
- Usmerjena razprava
- Igra vlog in sodelovalno učenje
- Zapiski izvajalca

Teden 5: Oblikovanje idej

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti raziskujejo biotehnoška orodja in pristope za proizvodnjo alternativnih beljakovin.
- Študenti pripravijo samolepilne lističe (sticky notes) z vprašanji ter kratko predstavitev teme, s katero se bodo ukvarjali.

Dejavnost v predavalnici

- Študenti predstavijo in razpravljajo o svojih idejah v skupini ter pri tem uporabijo tudi samolepilne lističe (sticky notes).
- Predavatelj po potrebi usmerja razpravo, nato pa skupine izberejo najprimernejše ideje za nadaljnje delo.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Vprašanja in odgovori
- Razprava

Teden 6-7-8 Oblikovanje idej

Dejavnost izven predavalnice

- Na tej stopnji študenti, na podlagi predhodno izbranih najprimernejših idej, pripravijo projekt oziroma študijo primera, ki vključuje pregled trenutnega stanja (state-of-the-art), raziskovalne cilje, elemente inovativnosti, ki presegajo trenutno znanje, ter vpliv njihovega pristopa pri reševanju izbranega problema.

Dejavnost v predavalnici

- Skupine razpravljajo o svojem napredku z dodeljenim raziskovalcem.
- Po svetovanju študentom pri pripravi njihovega predloga pridobimo od teh predavateljev in/ali strokovnjakov s področja mnenja o delu študentov.

Trajanje: 3 × (3 × 45) minut

Metode poučevanja in učenja

- Razprava
- Vprašanja in odgovori
- Predstavitev

Teden 9-10-11: Oblikovanje prototipov

Dejavnost izven predavalnice

- Skupine izvajajo svoje projekte. Vsaki skupini je dodeljen raziskovalec in/ali predavatelj, ki jim pri tem pomaga.

Dejavnost v predavalnici

- Študenti se sestajajo s predavateljem, ki spremlja in s študenti razpravlja o napredku na projektih.

Trajanje: 3 × (3 × 45) minut

Metode poučevanja in učenja

- Izkustveno učenje
- Vprašanja in odgovori
- Sodelovalno učenje

Teden 12-13. Ocenjevanje

Dejavnost izven predavalnice

- Skupine dokončajo svoje projekte ter poročilo o projektu in jih elektronsko oddajo.

Dejavnost v predavalnici

- Skupine študentov predstavijo svoj projekt. Dogodek se lahko izvede v obliki simulacije (npr. delavnice), da se vključi še upravljanje s časom in spodbudi vprašanja ter odgovore med sovrstniki.
- Razprava in vrednotenje predmeta.

Trajanje: 2 × (3 × 45) minut

Metode poučevanja in učenja

- Razprava
- Sodelovalno učenje

Problem 2 - Od odpadka do dragocenosti: biorafiniranje in strategije nadgradnje v dobi bioekonomije

Učni cilji

Predmet obravnava načrtovanje konceptov biorafinirij za proizvodnjo izdelkov z dodano vrednostjo, s poudarkom na pomenu izdelkov z »čisto oznako« (clean label) v okviru bioekonomije. Izčrpavanje omejenih naravnih virov in podnebna kriza predstavljata izziv izjemnega pomena, kar potrjujejo tudi evropska zakonodaja in cilji trajnostnega razvoja (SDG). Krožna bioekonomija, z izvajanjem koncepta valorizacije kmetijsko-živilskih odpadkov in stranskih produktov v namen oblikovanja raznolikih biološko osnovanih (bio-based) izdelkov, spodbuja učinkovito rabo virov, zmanjšuje ogljični odtis in krepi trajnost. Dostopnost in razpoložljivost hrane, gospodarska in okoljska odpornost so medsebojno močno povezane, zato je koriščenje obnovljivih virov, preko razvoja biorafinirij, ključno za ublažitev izzivov s katerimi se soočamo. V skladu s tem bodo študenti usposobljeni za uporabo sodobnih in pristopov, ki se šele razvijajo, pri frakcioniranju in bioproceniranju odpadkov ter stranskih proizvodov, z namenom ustvarjanja izdelkov z dodano vrednostjo.

Po zaključku predmeta bodo študenti:

- sposobni prepoznati ključno vlogo bioekonomije pri blažitvi podnebne krize, njeno povezanost s trajnostnimi prehranskimi sistemi ter okoljsko in gospodarsko odpornostjo,
- sposobni razumeti pomen biorafinirij kot mehanizma za uresničevanje strategije bioekonomije,
- poznali postopke frakcioniranja biomase/odpadkov in mikrobnih biokonverzij,
- sposobni razumeti postopke proizvodnje in končne uporabe različnih biološko osnovanih (bio-based) spojin in izdelkov,
- sposobni pregledati najnovejše raziskave in predlagati inovativne rešitve za valorizacijo odpadkov in stranskih proizvodov,
- sposobni oceniti družbene, gospodarske in okoljske vidike biorafinirij,
- sposobni oblikovati in predstaviti znanstveno-raziskovalni projekt ali študijo primera.

Vsebina

Uvod

- ✓ Odpadki in stranski proizvodi nastajajo v vseh fazah živilske oskrbne verige ter prispevajo k podnebni krizi in okoljskim težavam.
- ✓ Valorizacija kmetijsko-živilskih odpadkov in stranskih proizvodov ima ključno vlogo pri krepitvi prehranske, gospodarske in okoljske odpornosti.
- ✓ Biorafinirije predstavljajo ekonomsko izvedljivo rešitev za uresničevanje okvira krožne bioekonomije.
- ✓ Za pridobivanje izdelkov z dodano vrednostjo se lahko uporabijo t. i. zelene ekstrakcijske tehnike, kemijske in encimske metode ter mikrobnne biokonverzije.

Predmet vključuje:

- ✓ Razumevanje načrtovanja in razvoja procesa v biorafineriji.
- ✓ Zelene ekstrakcijske tehnike za pridobivanje vrednostno nadgrajenih spojin iz kmetijsko-živilskih odpadkov in stranskih proizvodov.
- ✓ Uporabo mikrobnih biokonverzij za proizvodnjo raznolikih končnih izdelkov.
- ✓ Razvoj izdelkov z »čisto oznako« (clean label) z uporabo valorizacije odpadkov in stranskih proizvodov.

Učni viri

- Znanstvene video predstavitve
- Pregledni in izvirni znanstveni članki
- Poglavlja v knjigah
- Zapiski predavanj
- Podkasti in kratki članki

Proces poučevanja in učenja

Teden 1: Uvod

Dejavnost v predavalnici

- Predavatelj bo študente seznanil z načrtovanimi moduli in dejavnostmi v semestru (v učilnici in izven nje), s cilji predmeta ter pričakovanimi učnimi izidi.
- Študenti bodo prejeli navodila, kako pridobivati informacije in uporabljati razpoložljive dodatne vire (spletne vire, knjige, pregledne in znanstvene članke ipd.).
- Predavatelj bo predstavil in pojasnil naloge, ki bodo študentom dodeljene tekom semestra, ter razložil, kako se te naloge povezujejo z vsebino predmeta; predstavil bo tudi časovni razpored dejavnosti.
- Študenti bodo razdeljeni v skupine, vsaka skupina bo izbrala temo, na kateri bo delala.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Vprašanja in odgovori
- Razprava

Teden 2: Empatično razumevanje problema

Dejavnost v predavalnici

- Uvod v bioekonomijo in krožno gospodarstvo ter njuno povezanostjo s trajnostnimi prehranskimi sistemi ter izdelki z »čisto oznako« (clean label).
- Pregled izzivov, ki izhajajo iz prekomerne rabe omejenih in neobnovljivih fosilnih virov in modela linearnega gospodarstva.
- Predstavitve ključne vloge valorizacije kmetijsko-živilskih odpadkov kot obnovljivih virov za pridobivanje izdelkov dodane vrednosti.
- Študenti se seznanijo z aktivnostjo igranja vlog, povezano z načrtovanjem biorafinerij, ter izberejo vrsto biomase in ciljne izdelke na katerih bodo delali.

Trajanje: 3 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti preučijo izobraževalni video, ki so ga delili predavatelji.
- Študenti raziščejo literaturo povezano z bioekonomijo in vlogo razvoja biorafinerij pri pridobivanju izdelkov z dodano vrednostjo.

Metode poučevanja in učenja

- Obrnjeno učenje kot študij video materiala pred srečanjem v predavalnici
- Predstavitve predavatelja
- Izobraževalno igranje vlog in usmerjena razprava

Teden 3-4: Definiranje znanstvenih izzivov

Dejavnost v predavalnici

- Prepoznavanje izzivov in morebitnih ozkih grl, povezanih z razvojem biorafinerij.
- Pomen kmetijsko-živilskih odpadkov in stranskih produktov kot obnovljivih virov pri proizvodnji izdelkov z dodano vrednostjo
- Igra vlog za razumevanje načrtovanja biorafinerij: študenti prevzamejo različne vloge, kot so kmet, odločevalec politik, raziskovalec, ustanovitelj zagonskega podjetja ali lastnik živilskega podjetja. Vsak »deležnik« pripravi stališče o uvedbi biorafinerij, ki bodo zmanjšale količino odpadkov, pri čemer vključi izzive, ovire, zakonodajo ter gospodarski in okoljski vpliv.

Trajanje: 2 × (3 × 45) minut

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti prepoznajo in razpravljajo o temeljnih ovirah, povezanih z razvojem biorafinerij.
- Študenti izberejo vrsto biomase in možne (bio)processe, ki jih bodo uporabili pri nadaljnjem delu na projektu.

Metode poučevanja in učenja

- Študij znanstvene literature
- Usmerjena razprava
- Igra vlog in sodelovalno učenje
- Zapiski izvajalca

Teden 5: Definiranje znanstvenih izzivov

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti raziskujejo biotehnoška orodja, s poudarkom na mikrobni biokonverziji in okolju prijaznih pristopih za celostno izrabo obnovljivih virov.
- Študenti pripravijo samolepilne lističe (sticky notes) z vprašanji ter kratko predstavitev teme, s katero se bodo ukvarjali.

Dejavnost v predavalnici

- Študenti predstavijo in razpravljajo o svojih idejah v skupini ter pri tem uporabijo samolepilne lističe (sticky notes).
- Predavatelj po potrebi usmerja razpravo, nato pa skupine izberejo najprimernejše ideje za nadaljnje delo.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Vprašanje-odgovor
- Razprava

Teden 6-7-8: Definiranje znanstvenih izzivov

Dejavnost izven predavalnice

- Na tej stopnji študenti, na podlagi predhodno izbranih najprimernejših idej, pripravijo projekt ali študijo primera, ki vključuje pregled trenutnega stanja (state-of-the-art), raziskovalne cilje, elemente inovativnosti, ki presegajo trenutna znanja, ter vpliv izbranega pristopa pri reševanju zastavljenega problema.

Dejavnost v predavalnici

- Skupine razpravljajo o svojem napredku z dodeljenim raziskovalcem.
- Po svetovanju študentom pri pripravi njihovega predloga od teh predavateljev in/ali strokovnjakov s področja pridobimo mnenja o delu študentov.

Trajanje: 3 × (3 × 45) minut

Metode poučevanja in učenja

- Razprava in predstavitve
- Vprašanje-odgovor

Teden 9-10-11: Oblikovanje prototipov

Dejavnost izven predavalnice

- Skupine izvajajo svoje projekte. Vsaki skupini je dodeljen raziskovalec in/ali predavatelj, ki jim pri tem pomaga.

Trajanje: 3 × (3 × 45) minut

Metode poučevanja in učenja

- Izkustveno učenje in sodelovalno učenje
- Vprašanja in odgovori

Teden 12-13: Ocenjevanje

Dejavnost izven predavalnice

- Skupine dokončajo svoje projekte in poročilo o projektu ter ju elektronsko oddajo.

Dejavnost v predavalnici

- Skupine študentov predstavijo svoj projekt. Dogodek se lahko izvede v obliki simulacije (npr. delavnice), da se vključi še upravljanje s časom in spodbudi vprašanja ter odgovore med sovrstniki.
- Razprava in vrednotenje predmeta.

Trajanje: 2 × (3 × 45) minut

Metode poučevanja in učenja

- Razprava
- Sodelovalno učenje

Modul 3 - Od mikro do makro: talni mikrobiom za podnebno pametno kmetijstvo

Problem 1 - Koriščenje mikrobioma za trajnostno pridelavo rastlin

Učni cilji

Po zaključku tega modula bodo študenti sposobni:

- pojasniti koncept rastlinskega holobionta in ekološke vloge mikrobiomov povezanih z rastlinami pri ohranjanju zdravja rastlin, odpornosti na stres, s poudarkom na njihovem prispevku k trajnostni rastlinski pridelavi,
- opisati ekološko in funkcionalno vlogo diazotrofnih mikroorganizmov in konsorcijev učinkovitih mikroorganizmov (EM) pri biološki vezavi zračnega dušika, kakovosti tal in rodnosti rastlin,
- analizirati okoljske, fiziološke, genetske in agronomske dejavnike, ki vplivajo na sestavo združbe mikroorganizmov, kolonizacijo in delovanje mikrobioma, s posebnim poudarkom na vlogi diazotrofov in EM v sistemu rastlina-tla,
- ovrednotiti mikrobiomske pristope v kmetijstvu, vključno z uporabo biognojil, biostimulantov in biopesticidov, ter kritično oceniti izzive pri prenosu rezultatov mikrobiomskih raziskav v prakso, kot so variabilnost rezultatov v poljskih razmerah, pravne ovire in možnosti širše uporabe (scalability).
- razpravljati o širših družbenih in okoljskih vidikih upravljanja z mikrobiomom, zlasti o vplivu na prehransko varnost, podnebno odpornost, varstvo okolja in uresničevanje ciljev trajnostnega razvoja (SDG).

Vsebina

- ✓ Rastlinski holobiont in ekologija mikrobioma: struktura in delovanje mikrobiomov povezanih z rastlinami, koncept holobionta, vloga pri zdravju rastlin, odpornosti na stres in trajnost.
- ✓ Skupine koristnih mikrobov: ekološka in funkcionalna vloga diazotrofov in učinkovitih mikroorganizmov (EM) pri vezavi zračnega dušika, izboljšanju tal, prehrani rastlin in zmanjšanju stresa.
- ✓ Dejavniki, ki vplivajo na dinamiko mikrobioma: vpliv okoljskih, genetskih, fizioloških in agronomskih dejavnikov na sestavo, kolonizacijo in stabilnost mikrobioma.
- ✓ Mikrobiomske aplikacije v kmetijstvu - biognojila, biostimulanti in biopesticidi: mehanizmi delovanja, študije primerov in praktična uporaba v pridelovalnih sistemih (vključno z izvedbo lončnega poskusa v nadzorovanih pogojih).
- ✓ Izzivi in priložnosti: učinkovitost, spremenljivost rezultatov v poljskih razmerah, pravo na tem področju in prihodnje smernice uporabe mikrobioma pri trajnostni pridelavi rastlin.

Učni viri

- Izbrani znanstveni izvirni in pregledni članki, ki obravnavajo rastlinski mikrobiom, diazotrofne mikroorganizme in konzorcije učinkovitih mikroorganizmov, ter študije primerov o uporabi mikrobioma v kmetijstvu.
 - Laboratorijski protokoli in tehnična navodila za pripravo gojišč, gojenje in inokulacijo z mikroorganizmi, relevantni za praktično delo.
 - Podatkovni listi in navodila za uporabo komercialnih izdelkov EM in diazotrofnih pripravkov, ki jih bodo študenti uporabili v svojih poskusih.
 - Predstavitve, videogradiva in drugi učni materiali za podporo pri izvedbi obrnjenega učenja in dejavnosti v predavalnici.
 - Zapiski predavanj in razprav.
- Vsa ključna učna gradiva bodo dostopna na platformi Moodle (e-učilnici).

Proces poučevanja in učenja

Teden 1: Predstavitev projekta, učnega modula in predmeta

Dejavnost v predavalnici

- Predstavitev projekta BIOSHIELD, njegove strukture in predstavitev učnega modula *Od mikro do makro: talni mikrobioma za podnebno pametno kmetijstvo*, s poudarkom na vlogi mikrobiomov pri podnebno odporni kmetijski pridelavi.
- Predstavitev predmeta *Koriščenje mikrobioma za trajnostno pridelavo rastlin*, vključno z njegovo strukturo, učnimi cilji in pričakovanimi učnimi izidi.
- Oris uporabljenih metodologij: obrnjeno učenje, snovalsko razmišljanje in problemsko učenje.
- Ogled in skupinska razprava o kratkem uvodnem videoposnetku o rastlinskem mikrobiomu in njegovi povezavi s trajnostnim kmetijstvom (video pripravljen v okviru projekta).
- Seznanitev s ključnimi pojmi: rastlinski holobiont, talni mikrobiom, diazotrofni mikroorganizmi in učinkoviti mikroorganizmi (EM) ter njihova vloga v trajnostni pridelavi rastlin.
- Oblikovanje delovnih skupin študentov (4-5 članov) ob spodbujanju raznolikosti glede na predznanje in perspektivo.
- Skupinska razprava in začetno viharjenje možganov o izzivih povezanih z uporabo mikrobioma v trajnostni rastlinski pridelavi (npr. učinkovitost hranil, sušni stres, degradirana tla).
- Delitev prvega digitalnega paketa na platformi Moodle, ki vključuje uvodna gradiva (pregledne članke o rastlinskih mikrobiomih in njihovi vlogi v trajnostnem kmetijstvu), kratek video, infografike ter vizualne primere mikrobiomsko osnovanih kmetijskih proizvodov (npr. podatkovne liste ali promocijske materiale).

Trajanje: 2 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti preberejo pregledne članke iz prvega digitalnega paketa, dostopnega na Moodle, pri čemer se osredotočijo na temeljne pojme, kot so rastlinski holobiont, interakcije med mikrobiomom in rastlinami ter mikrobni konzorciji.
- Vsak študent napiše kratko refleksijo (100-150 besed), v kateri opiše ugotovitev, ki se mu je zdela posebej zanimiva ali presenetljiva, ter vprašanje(ja), ki bi ga(jih) želel dodatno raziskati.
- Študente pozovemo, da na spletu poiščejo primere uporabe iz prakse - mikrobnih inokulantov ali izdelkov (npr. biognojila, pripravki EM) - in na Moodle naložijo en primer (ime in kratek opis).
- Študenti po skupinah pripravijo prvo različico skupnega vizualnega plakata (na velikem listu ali digitalni tabli), ki ponazarja, kako mikrobiomi podpirajo rast rastlin in trajnost pridelave. Ta plakat bo služil kot osnova za razvijajoči se konceptualni zemljevid, ki se bo tekom modula dopolnjeval in nadgrajeval.

Metode poučevanja in učenja

- Poučevanje predavatelja in učenje z uporabo videogradiv
- Obrnjeno učenje
- Viharjenje možganov, razprava in vodena refleksija
- Sodelovalno delo v skupini
- Raziskovalno učenje

Teden 2: Empatično razumevanje problema I - Razumevanje interakcij med mikrobiomom in okoljem

Dejavnost v predavalnici

- Povzetek spoznanj in ugotovitev iz 1. tedna ter izmenjava opažanj.
- Interaktivno predavanje o okoljskih, bioloških in upravljalnih dejavnikih, ki vplivajo na interakcije med rastlinami in mikrobiomi (npr. genotip rastline, tip tal, temperatura, vlaga, svetloba, način inokulacije).
- Skupinska dejavnost in razprava: razvrščanje dejavnikov vpliva (abiotski, biotski in tehnični/upravljaljski) ter analiza praktičnih primerov uporabe mikrobioma v kmetijstvu – kaj lahko gre narobe in zakaj mikrobni biostimulanti ali biognojila včasih ne dosežejo pričakovanih učinkov, ki jih obljublja komercialni izdelki.
- Kratek prispevek strokovnjakov iz področja (posnet ali v živo): »Kaj mikrobni izdelki potrebujejo, da učinkovito delujejo v dejanskih pridelovalnih razmerah?«

Trajanje: 3 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti preberejo znanstvene članke o interakcijah med mikrobiomom in okoljem (dostopne na Moodle).
- Vsak študent izbere en dejavnik (npr. intenzivnost svetlobe, temperatura, koreninski izločki, pH tal) in napiše kratek povzetek (največ 150-200 besed) o tem, kako lahko ta dejavnik vpliva na interakcije med rastlino in mikrobiomom.
- Študenti nato prispevajo svoj izbrani dejavnik in glavne ugotovitve k skupnemu vizualnemu plakatu (na večjem formatu papirja ali digitalni tabli) ter s tem nadgradijo vizualni koncept iz 1. tedna.

Metode poučevanja in učenja

- Interaktivno predavanje
- Skupinska razprava in analiza
- Praktični vpogled - pogled strokovnjaka iz prakse ali raziskovalca na uporabo mikrobnih izdelkov v resničnem okolju (učenje na podlagi primerov)
- Obrnjeno učenje
- Sodelovalno oblikovanje konceptualnih zemljevidov

Teden 3: Empatično razumevanje problema II - Raziskovanje praktičnih izzivov in pogled uporabnikov

Dejavnost v predavalnici

- Skupinske predstavitve: študenti predstavijo svoj skupni plakat in pojasnijo posamezne dejavnike, ki so jih raziskovali, ter povzamejo njihov možni vpliv na interakcije med rastlinami in mikrobiomom.
- Skupna dejavnost miselnega mapiranja (na tabli ali digitalni platformi): prepoznavanje praktičnih izzivov pri dejanski uporabi mikrobnih izdelkov (npr. spremenljivost, okoljski pogoji, sprejemanje pridelovalcev).
- Simulacijska vaja: vsak član skupine prevzame vlogo deležnika (npr. kmeta, agronoma, raziskovalca ali razvijalca izdelka) in razmišlja o izzivih, potrebah in omejitvah, povezanih z uporabo mikrobnih izdelkov.
- Usmerjena razprava: povezovanje spoznanj iz literature s praktičnimi omejitvami in negotovostmi pri uporabi mikrobioma v praksi.
- Uvod v naslednji korak: študente seznanimo z idejo, da bodo kasneje oblikovali raziskovalno vprašanje za svoj lončni poskus.

Trajanje: 3 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti preberejo in si ogledajo izbrana gradiva (npr. znanstvene članke, intervjuje s strokovnjaki iz prakse, video študije primerov ali objave biotehnoloških podjetij) o dejanski uporabi mikrobnih izdelkov v kmetijstvu.
- V skupinah razmišljajo o izzivih in potrebah, povezanih z uporabo mikrobnih izdelkov, ter jih povežejo z dejavniki, ki so jih predhodno raziskovali. Na podlagi tega posodobijo svoj skupni vizualni plakat, tako da dodajo odsek z izzivi, v katerem poudarijo možne ovire ali negotovosti pri praktični uporabi.

Metode poučevanja in učenja

- Skupinske predstavitve
- Sodelovalno miselno mapiranje
- Simulacija z igranjem vlog
- Usmerjena razprava
- Obrnjeno učenje
- Vizualna sinteza z oblikovanjem plakata

Teden 4: Definiranje - Oblikovanje raziskovalnega vprašanja

Dejavnost v predavalnici

- Povzetek ugotovitev iz 3. tedna in razprava o izpostavljenih temah ali izzivih.
- Kratko vodeno predavanje: kaj je dobro raziskovalno vprašanje? (merila: osredotočeno, preverljivo, relevantno, izvedljivo).
- Skupinsko delo: študenti pregledajo posamezne dejavnike in razdelek z izzivi na plakatu ter skupaj oblikujejo osredotočeno raziskovalno vprašanje, povezano z uporabo mikrobioma (npr. »Ali posamezni dejavnik, kot je temperatura, pH tal, razpoložljivost vode ali svetlobni pogoji, vpliva na učinkovitost diazotrofnih ali EM inokulantov pri določeni rastlinski vrsti?«). Nato osnutek vprašanja zamenjajo z drugimi skupinami ali s predavateljem, da dobijo strukturirano povratno informacijo, ki temelji na merilih jasnosti, ustreznosti in izvedljivosti.
- Razprava o naslednjih korakih: kako preiti od raziskovalnega vprašanja k načrtu poskusa.

Trajanje: 2 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Ob upoštevanju prejetih povratnih informacij sovrstnikov in predavatelja v predavalnici, vsaka skupina dokončno oblikuje raziskovalno vprašanje in ga, skupaj z opisom problema, odda na Moodle.

- Študenti poiščejo enega ali več znanstvenih člankov, ki obravnavajo podobno raziskovalno vprašanje ali proučujejo isti dejavnik (npr. temperaturo, pH tal, način inokulacije), ter pripravijo kratko anotacijo (3-5 stavkov), v kateri pojasnijo povezavo članka z načrtovano raziskavo.
- Skupine začnejo zbirati predhodne ideje in omejitve za svoj poskus: katere spremenljivke bi lahko testirali, kateri materiali bi bili potrebni in s kakšnimi praktičnimi omejitvami (čas, prostor, oprema) bi se lahko soočile.

Metode poučevanja in učenja

- Vodena razprava
- Kratko predavanje
- Sodelovalno oblikovanje raziskovalnih vprašanj
- Povratne informacije sovrstnikov in predavatelja
- Obrnjeno učenje
- Analiza, temelječa na strokovni literaturi

Teden 5: Oblikovanje idej - Oblikovanje eksperimentalnega pristopa

Dejavnost v predavalnici

- Kratko predavanje: ključni elementi eksperimentalnega načrtovanja (neodvisne/odvisne spremenljivke, kontrole, ponovitve, izvedljivost).
- Skupinska razprava: primeri poskusov, povezanih z mikrobiomom (npr. primerjava inokulantov, pogoji rasti, odzivi rastlina-mikroorganizem).
- Skupinska dejavnost: oblikovanje koncepta poskusa na podlagi dokončno oblikovanega raziskovalnega vprašanja.
- Strukturiran delovni list: vsaka skupina izpolni poenostavljen načrtovalni obrazec, ki ga pripravi predavatelj (npr. hipoteza, spremenljivke, materiali, pričakovani izid, časovni okvir).
- Izmenjava med skupinami: skupine na kratko predstavijo svoj koncept poskusa in prejmejo povratne informacije od sovrstnikov in/ali predavatelja.
- Možganska nevihta o možnih tveganjih in načinih, kako jih obvladati (npr. kontaminacija, neuspešna kalitev, spremembe okoljskih pogojev).

Trajanje: 3 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Vsaka skupina izboljša in dopolni svoj načrt poskusa v pisni obliki (največ 1-2 strani).
- Študenti raziščejo razpoložljive vire v laboratoriju in v rastlinjaku ter skupaj s predavateljem preverijo izvedljivost (materiali, časovni okvir, prostor).

- Skupine oddajo dokončno oblikovan načrt poskusa na Moodle. Tega, preden nadaljujejo z naslednjim korakom (prototipiranje/eksperiment), pregleda in potrdi predavatelj.

Metode poučevanja in učenja

- Kratko predavanje
- Skupinsko viharjenje možganov
- Načrtovanje poskusa
- Povratne informacije sovrstnikov
- Obrnjeno in z viri podprto učenje
- Prepoznavanje in obvladovanje tveganj

Teden 6-13: Oblikovanje prototipov in testiranje - Izvedba in analiza poskusov

Teden 6: Oblikovanje prototipov I - Postavitev poskusa

Dejavnost v predavalnici

- Končno povratno mnenje predavatelja o načrtih poskusov.
- Postavitev lončnega poskusa (substrat, označevanje, setev ali presajanje sadik, inokulacija)
- Oris protokolov meritev in obrazca za spremljanje poskusa.
- Navodila za organizacijo in shranjevanje pridobljenih podatkov.

Trajanje: 3 × 45 minut

Teden 7-12: Oblikovanje prototipov II-VII - Potek poskusa

Dejavnost v predavalnici

- Poročanje skupin o napredku in neformalne predstavitve.
- Izmenjava prepoznanih izzivov in opažanj med skupinami.
- Po potrebi reševanje težav s predavateljem.

Trajanje: 2 × 45 minut

Teden 11-12: Testiranje I - Vmesna refleksija in pregled podatkov med potekanjem poskusa

Dejavnost v predavalnici

- Pregled osnovnih statističnih pojmov, metod in testov (povprečje, standardni odklon, homogenost varianc, normalnost porazdelitve, ANOVA, testi mnogoterih primerjav).

- Praktična vaja: analiza preliminarnih podatkov v statističnem programu SPSS.
- Skupinska razprava: katere statistične pomembnosti ali trende opazamo in kaj bi ti lahko pomenili?

Trajanje: 2 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice (teden 6–12)

- Spremljanje poskusa: zalivanje, preverjanje okoljskih pogojev.
- Zapisovanje opažanj (kalitev, začetni razvoj, razvoj po presajanju).
- Redno zbiranje podatkov (npr. višina rastlin, število listov, fotosinteza).
- Fotografsko dokumentiranje napredka.
- Izpolnjevanje dnevnikov opazovanj (predloga).
- Nalaganje dobljenih podatkov, fotografij in povzetkov ugotovitev (grafikoni, preglednice) na Moodle.

Metode poučevanja in učenja (teden 6–12)

- Praktično eksperimentalno delo
- Vodeno zbiranje in dokumentiranje podatkov
- Raziskovalno učenje
- Reflektivno opazovanje in reševanje težav
- Sodelovanje in izmenjava mnenj med vrstniki
- Podpora in sprotno mentorstvo predavatelja

Teden 13: Testiranje II - Končno zbiranje in analiza podatkov

Dejavnost v predavalnici

- Končne meritve (npr. spravilo, biomasa, dolžina korenin, nodulacija)
- Vodena seja za organizacijo dobljenih podatkov in njihov vnos v SPSS
- Primerjalne statistične analize (npr. t-test, ANOVA, testi mnogoterih primerjav)

Trajanje: 2 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Ob podpori predavatelja izvede vsaka skupina statistično analizo.
- Priprava grafikonov in preglednic za predstavitev rezultatov.
- Interpretacija rezultatov in priprava znanstvenih zaključkov.

Metode poučevanja in učenja

- Meritve in statistična obdelava podatkov s podporo predavatelja
- Vnos in analiza podatkov
- Uporaba statističnega programa SPSS - ob podpori predavatelja
- Interpretacija podatkov skozi skupinsko razpravo
- Vizualna sinteza rezultatov (grafikoni, preglednice)

Teden 14: Evalvacija - Priprava končne predstavitve

Dejavnost v predavalnici

- Razprava: kako znanstvene ugotovitve predstaviti jasno in prepričljivo?
- Pregled učinkovitih oblik predstavitve (plakat v primerjavi s predstavitvijo v PowerPointu - struktura, jasnost, vizualni elementi).
- Skupinsko delo: oblikovanje zasnove končne predstavitve - raziskovalno vprašanje, metode, ključni rezultati, sklep in omejitve.
- Izmenjava med skupinami: povratne informacije o osnutku postavitve, jasnosti grafikonov in logiki interpretacije.
- Smernice predavatelja: končni nasveti o znanstvenem slogu, vizualni zasnovi ter upravljanju časa pri ustni predstavitvi.

Trajanje: 2 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Skupine dokončajo svojo predstavitev (v obliki PowerPointa ali plakata) v katero vključijo podatke, vizualne elemente in interpretacijo rezultatov.
- Oblikovanje vizualnih elementov (grafikoni, preglednice, slike, ključni poudarki) z namenom doseči kar največjo jasnost in učinkovitost sporočila.

Metode poučevanja in učenja

- Vodena razprava in prikaz z zgledi
- Skupinska sinteza in znanstveno pripovedovanje
- Povratne informacije med skupinami in postopno izboljševanje končnega dela
- Strategije vizualnega komuniciranja

Ocenjevanje: Končna predstavitev (teden 15)

Dejavnost v predavalnici

- Končne skupinske predstavitve (plakat ali PowerPoint, 15-20 minut) pred predavatelji in povabljenimi strokovnjaki.
- Seja z vprašanji in odgovori po predstavitvi, s povratnimi informacijami sovrstnikov, predavateljev in strokovnjaka.
- Zaključni komentarji povabljenega strokovnjaka (npr. agronoma, mikrobiologa ali predstavnika industrije).
- Kratka individualna ali skupinska refleksija: *Kaj smo se naučili? Kaj nas je presenetilo? Kako bi lahko naslednjič izboljšali svoje delo?*

Trajanje: 2 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Ustna predstavitev in znanstveno komuniciranje
- Učenje z opazovanjem in postavljanjem vprašanj med vrstniki
- Povratna informacija strokovnjaka
- Skupinska refleksija in samoocena

Problem 2 - Raziskovanje okoljskih dejavnikov talnega mikrobioma z GIS

Učni cilji

Ob koncu tega predmeta bodo študenti sposobni:

- Opisati geografske informacijske sisteme (GIS) in njihove sestavne dele.
- Razumeti uporabnost in pomen GIS-a v biotehnologiji.
- Spoznati osnovne tipe podatkov, formate in vire podatkov.
- Uporabljati osnovna orodja in postopke za preproste prostorske analize.
- Predlagati rešitve za okoljske probleme, prepoznane s pomočjo GIS-a.
- Razumeti talni mikrobiom ter njegov pomen v ekosistemih in kmetijstvu.
- Prepoznati in analizirati okoljske dejavnike, ki vplivajo na talni mikrobiom.
- Oceniti možne vplive podnebnih sprememb na talni mikrobiom.
- Uporabiti osnovne GIS tehnike za preučevanje prostorske distribucije talnega mikrobioma.
- Razviti GIS rešitve za raziskovanje in izboljševanje stanja talnega mikrobioma.
- Oceniti uporabnost in omejitve GIS-pristopa pri preučevanju talnega mikrobioma.

Vsebina

- ✓ GIS tehnike: analiza, modeliranje, kartiranje ...
- ✓ GIS podatki: satelitski posnetki, lidar, terensko vzorčenje, spletni viri ...
- ✓ Okoljski dejavniki, ki vplivajo na talne mikrobiome: raba tal, vlažnost tal, pH tal ...
- ✓ Vplivi podnebnih sprememb: suša, poplave, erozija ...

Učni viri

- Znanstveni članki

- Učbeniki
- Zapiski in predstavitve s predavanj
- Video vadbice
- Študije primerov
- Spletne poročila

Proces poučevanja in učenja

Teden 1: Uvod v projekt, modul in osrednji problem

Dejavnost v predavalnici

- Pozdrav in pregled projekta BIOSHIELD ter predstavitev pristopa Snovalsko razmišljanje in Obrnjeno učenje.
- Predstavitve tedenskega učnega programa z glavnimi mejniki, pričakovanimi rezultati in točkami sprotnega vrednotenja.
- Določitev pričakovanj glede učnih izidov, timskega dela in inovativnega razmišljanja.
- Pregled izbranih virov in orodij: osnovna literatura o GIS-u, video vadbice, portali z odprtimi podatki in brezplačna programska oprema.
- Interaktivna anketa z razpravo o trenutnem znanju študentov o talnem mikrobiomu in GIS-u.
- Prikaz primera spletne interaktivne karte tal za začetno motivacijo.
- Oblikovanje skupin: študenti se razdelijo v interdisciplinarne skupine po 4-5 članov, enakomerno razporejeni glede na znanja iz biologije, zanimanje za GIS, komunikacijske sposobnosti in podjetniške veščine.

Trajanje: 2 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Pregled začetni paket gradiv (uvodni članek o GIS-u, razlagalni video o talnem mikrobiomu, primer interaktivnega zemljevida) in zapiši tri spoznanja ter eno vprašanje.
- Namesti QGIS po navodilih iz priloženih video navodil.
- Ustvari osebni miselni vzorec s povezavami med pojmi »GIS → okoljski sloj → talni mikrobiom« in ga

naloži v skupni delovni prostor.

- Sodeluj znotraj skupine, povzemite ključna spoznanja ter sestavite seznam bistvenih vprašanj za naslednje srečanje.

Metode poučevanja in učenja

- Frontalna metoda - začetna usmeritev in razlaga strukture modula.
- Obrnjeno učenje - samostojen pregled gradiv pred poglobljenimi razpravami v predavalnici.
- Razprava in iskanje idej - vprašanja, ki jih oblikujejo študenti, služijo kot izhodišče za nadaljnje iskanje izzivov.
- Timsko delo - zgodnje oblikovanje skupin spodbuja skupinsko inovativnost.
- Izkustveno učenje - videi in spletne platforme služijo kot interaktivna učna orodja.

Teden 2: Ovrednotenje – Empatija – Razumevanje problema – Kateri okoljski dejavniki vplivajo na talni mikrobiom in zakaj je to pomembno?

Dejavnost v predavalnici

- Strokovni vpogledi: gostujoče predavanja, v sklopu katerega se predstavijo vplivi suše, poplav in erozije na talni mikrobiom.
- Oblikovanje raziskovalnih vprašanj: skupine izpopolnijo ključna vprašanja o tem, kako raba tal, pH, vlažnost, temperatura in tekstura vplivajo na mikrobiome.
- Vaja z miselnim vzorcem: na skupni digitalni tabli vizualizirajo odnose med okoljskimi dejavniki.
- Razvrščanje kartic: študenti razvrstijo vzorčne podatkovne sloje (npr. NDVI, padavine) kot neposredne ali posredne vplive.
- Načrtovanje vprašalnika: pripravijo vsaj pet odprtih vprašanj za kmetovalce, znanstvenike ali upravljavce zemljišč.

Trajanje: 2 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Izvedite vsaj en intervju z deležnikom na skupino (spletno ali v živo) za zbiranje kvalitativnih podatkov o okoljskih vplivih.
- Zapišite povzetke intervjujev in označite ključne teme v skupni preglednici.
- Zajemite koordinate lokacij intervjujev ter ustvarite preprost sloj točk v QGIS-u ali Google My Maps.
- Povzemite spoznanja iz intervjujev, izpostavite presenetljive ugotovitve ali ponavljajoče se teme in jih objavite na skupni tabli.

Metode poučevanja in učenja

- Frontalna metoda - strukturirano strokovno predavanje za uvod v ključne pojme.
- Pregled literature in raziskovalno spraševanje - predhodno prebrana gradiva pomagajo oblikovati vprašanja za intervjuje.
- Iskanje idej - sodelovalno oblikovanje smiselnih vprašalnikov.
- Intervjuji - neposreden stik z deležniki poglobi razumevanje konteksta.

Teden 3: Opredelitev problema – Ključni izziv – Kako lahko GIS pomaga pri raziskovanju talnega mikrobioma?

Dejavnost v predavalnici

- Uvod v osnove GIS: prostorski sloji, rastrski in vektorski podatki ter osnovne sestavine: strojna oprema - programska oprema - podatki - uporabniki.
- Študije primerov: kartiranje širjenja škodljivcev, vizualizacija slanosti tal, identifikacija območij za ogljično kmetovanje.
- Sprotno označevanje lokacij študij primerov: študenti označijo opažene vzorce in razpravljajo o njihovih posledicah.
- Kviz za preverjanje pojmov, s katerim utrdijo osnovno terminologijo.
- Skupinska razprava: povezovanje spoznanj iz intervjujev z zmogljivostmi GIS-a s pomočjo pregledne tabele, ki povezuje vprašanja s prostorskimi analizami.
- Oblikovanje raziskovalne trditve po predlogi: »Opažamo, da X vpliva na Y; zato bomo uporabili GIS, da raziščemo ...«.

Trajanje: 2 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Poiščite in zajemite zaslonsko sliko posnetka Sentinel-2, rastrskega sloja pH tal in vektorskega sloja rabe tal za izbrano raziskovalno območje.
- Naložite posnetke zaslona s kratkimi enovrstičnimi opisi v skupno mapo.
- Izvedite nalogo: naložite vse sloje v QGIS, nastavite ustrezen koordinatni referenčni sistem (CRS) in shranite projektno datoteko.
- Izpopolnite in oddajte skupinsko raziskovalno trditev za povratno informacijo predavatelja.

Metode poučevanja in učenja

- Frontalna metoda - kratko predavanje za temeljno znanje o GIS-u.
- Analiza študij primerov - resnični primeri za ponazoritev praktične uporabe GIS-a.

- Raziskovalno učenje - samostojno raziskovanje GIS-platfarm in prostorskih podatkov.
- Sodelovalno učenje - skupine oblikujejo smiselne raziskovalne izzive.

Teden 4: Ustvarjanje ideje – Razvijanje rešitev – Kateri viri podatkov in GIS-tehnike so uporabni za preučevanje talnega mikrobioma?

Dejavnost v predavalnici

- Demonstracija pridobivanja podatkov: snemanje posnetka od Sentinel-2, pregled metapodatkov in izvedba kontrole kakovosti.
- Praktične GIS-tehnike: ustvarjanje sloja naklona iz digitalnega modela višin (DMV) in prekrivanje s slojem rabe tal za identifikacijo strmih kmetijskih zemljišč.
- Primerjanje prave in neprave barve za ponazoritev delovanja vegetacijskih indeksov.
- Skupinske predstavitve: predstavitve raziskovalnih izzivov, izbranih GIS-slojev in načrtovanih analitičnih pristopov.
- Vrednotenje vrstnikov: skupine podajo konstruktivne komentarje in predloge virov podatkov na predstavitve drugih skupin.
- Priprava skupnega seznama meril kakovosti podatkov, ki zajema ločljivost, ažurnost in licenco.

Trajanje: 2 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Oglejte si kratke video vadnice o območjih vpliva (buffering), projekcijah (re-projection) in osnovnem oblikovanju kart (print layout), nato rešite kratek test.
- Mini laboratorijska vaja: ustvarite 500 m območje vpliva okoli vzorčnih točk in izračunajte povprečne vrednosti vlažnosti tal z uporabo priloženih podatkovnih slojev.
- Izpolnite preglednico, v kateri navedete: sloj, vir podatkov s povezavo, povezanost z raziskovalnim vprašanjem, uporabljeno GIS tehniko in pričakovani rezultat.
- Pripravite osnutek zgodbe za StoryMap ali WebMap.

Metode poučevanja in učenja

- Frontalna metoda - demonstracije ključnih delovnih postopkov.
- Praktično raziskovanje - uporaba predstavljenih tehnik v praksi.
- Vrstniško učenje - strukturirane povratne informacije za izboljšave.
- Samostojno učenje z video vadnicami - multimedijška gradiva omogočajo prilagodljivo pridobivanje spretnosti.

Teden 5: Prototip – Oblikovanje rešitev – Katere konkretne GIS produkte in storitve lahko razvijemo za preučevanje in izboljšanje talnega mikrobioma?

Dejavnost v predavalnici

- Uvoz izbranih slojev, čiščenje podatkov in izvedba analize, kot so analiza vročih točk (hotspot analysis), modeliranje reliefa ali korelacije.
- Oblikovanje table z napakami (error-log board), kjer skupine skupaj iščejo rešitve za pogoste težave.
- Vmesna predstavitev: predstavitev delne karte za povratne informacije vrstnikov in predavatelja.
- Skupinsko delo: zasnova vizualizacije ali nadzorne plošče (dashboard), ki poudarja okoljske dejavnike, ki vplivajo na talni mikrobiom.
- Dokumentacija metapodatkov za vsaj dva sloja (vir, merilo, projekcija) z uporabo priložene predloge.

Trajanje: 2 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Pripravite osnutek končnega izdelka: npr. serija tematskih kart, napovedni model ali interaktivni spletni zemljevid itd.
- Izvedite test uporabnosti: druga skupina interpretira končni izdelek in poda povratne informacije o jasnosti prikaza.
- Uporabite samoocenjevalno tabelo, s katero ocenite kakovost podatkov, jasnost rezultatov in praktično uporabnost, ter zabeležite vrzeli.
- Pripravite kratek dokument README, v katerem opišete prototip, uporabljene vire podatkov in korake za ponovitev postopka.

Metode poučevanja in učenja

- Praktična uporaba - delo z dejanskimi GIS-podatki, njihova analiza in vizualizacija.
- Problemsko učenje - tehnični izzivi postanejo priložnosti za učenje.
- Sodelovalno učenje - skupno delo vodi do uporabnih prototipov.
- Snovalsko razmišljanje (Design Thinking) - poudarek na testiranju in izboljševanju rešitev.

Teden 6: Testiranje – Predstavitev ugotovitev – Kaj razkrivajo razviti GIS produkti in storitve ter kako jih lahko uporabimo za preučevanje in izboljšanje talnega mikrobioma?

Dejavnost v predavalnici

- Skupinske predstavitve: predstavite prototip, podatkovne vire, uporabljene tehnike, ključne ugotovitve in možno praktično uporabnost.
- Vrstniški pregled in razprava: podajte konstruktivne povratne informacije o jasnosti, analitični

kakovosti in povezanosti z realnim svetom.

- Podjetniška mini predstavitev: pripravite 2-minutno predstavitev v slogu investitorskega nagovora (pitch), v kateri opredelite problem, GIS rešitev, vrednostno in naslednje korake.

Trajanje: 2 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Vključite povratne informacije, da izboljšate tehnično natančnost in vizualno jasnost rezultatov.
- Izpopolnite predstavitevno gradivo po shemi problem → rešitev → koristi → uporabniki ter posnemite video za investitorski nagovor.

Metode poučevanja in učenja

- Predstavitev in javno nastopanje - razvoj komunikacijskih spretnosti.
- Vrstniško vrednotenje - učenje skozi konstruktivno kritiko.
- Praktično izpopolnjevanje - postopno izboljševanje na podlagi povratnih informacij.
- Kritična refleksija - povezovanje tehničnih, znanstvenih in družbenih vidikov.
- Vrednotenje: Kaj je v GIS analizi delovalo dobro, s katerimi izzivi smo se soočili in kako lahko pristop izboljšamo?

Dejavnost v predavalnici

- Zaključna evalvacijska delavnica: vodena refleksija o uspehih, izzivih, strategijah za njihovo premagovanje in idejah za nadaljnje izboljšave.
- Praznovanje dosežkov: razstavni sprehod (gallery walk), kjer skupine predstavijo svoje končne izdelke (karte, nadzorne plošče, predstavitvene plakate) ter delijo ključna spoznanja.

Trajanje: 1 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Pripravite končno skupinsko poročilo, ki povzema rezultate projekta, pridobljene izkušnje in priporočila za prihodnost.
- Napišite osebno refleksijo o lastnem napredku na področju GIS-spretnosti, razumevanja talnega mikrobioma, timske dinamike in podjetniškega razmišljanja.

Metode poučevanja in učenja

- Samoocenjevanje in kritična refleksija - poglobljeno učenje in osebna rast.
- Vrstniško učenje in izmenjava znanja.

Modul 4 - Biotehnologija za zajem in izrabo ogljika

Problem 1 - Izboljšanje fotosintetske učinkovitosti pri gojenih rastlinah za povečano vezavo ogljika

Učni cilji

Študenti bodo sposobni:

- razumeti sestavo atmosferskega ogljikovega dioksida in njegovo vlogo v globalnem ogljičnem krogu,
- razumeti proces fotosinteze in njen pomen pri povečevanju vezave ogljika v gojene rastline,
- razumeti raznolike biotehnološke pristope za optimizacijo zajema in uporabe ogljika v kmetijstvu,
- oceniti prednosti in slabosti uporabe biotehnoloških strategij za izboljšanje učinkovitosti fotosinteze,
- proučiti omejitve in izzive, povezane z izboljšanjem fotosintetske sposobnosti za povečanje zajema ogljika,
- analizirati okoljski vpliv povečane vezave ogljika v kmetijskih sistemih,
- razviti inovativne biotehnološke pristope za povečanje vezave ogljika z izboljšano učinkovitostjo rastlin.
- Študenti bodo seznanjeni z veljavno zakonodajo in politikami, povezanimi z zajemom in uporabo ogljika v pridelavi rastlin.

Vsebina

- ✓ Fotosintetski procesi pri gojenih rastlinah
- ✓ Neizkoriščeni atmosferski ogljikov dioksid
- ✓ Okoljski vpliv povečane vezave ogljika

Učni viri

- Podroben video, ki prikazuje napredne tehnike za izboljšanje fotosintetske učinkovitosti pri gojenih rastlinah. Video skupaj z dodatnimi gradivi ponuja vpogled v biotehnološke inovacije, postopek zajema ogljika ter kvantitativne podatke o rezultatih vezave ogljika.
- Članki, knjige in zapiski s predavanj, ki poglobljeno obravnavajo biotehnologijo za zajem in izrabo ogljika ter okoljske in pravne vidike, povezane s temi napredki; poglavja iz učbenikov.

Proces poučevanja in učenja

Teden 1: Uvod

Dejavnost v predavalnici

- Predavatelj bo študentom predstavil module, načrtovane za semester, s poudarkom na biotehnologiji za zajem ogljika in izzivu, ki ga predstavlja izboljšanje fotosintetske učinkovitosti pri gojenih rastlinah.
- Predstavljene bodo naloge in pričakovanja v okviru predmeta skozi celoten semester.
- Študenti bodo prejeli navodila za dostop do dodatnih virov (univerzitetna knjižnica, spletne baze podatkov ipd.).
- Predstavljene bodo ključne teme in cilji posameznih modulov.
- Študenti bodo razdeljeni v skupine, vsaka skupina bo izbrala specifični problem, ki ga bo obravnavala.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Vprašanje-odgovor in razprava

Teden 2: Empatično razumevanje problema

Dejavnost izven predavalnice

- Študentom bodo posredovani vnaprej pripravljene video in dodatna digitalna gradiva.

Študenti morajo:

- razumeti biološke in biotehnoške procese, ki so osnova fotosinteze in njenega izboljšanja pri gojenih rastlinah,
- spoznati raznolike načine uporabe biotehnologije za povečanje vezave ogljika,
- prepoznati prednosti in slabosti obstoječih pristopov za izboljšanje fotosintetske učinkovitosti,
- oceniti okoljski vpliv povečanega zajema ogljika z izboljšano fotosintezo,
- seznaniti se z omejitvami in izzivi obstoječih metod ter s pravnim okvirjem povezanim s temi inovacijami.
- samostojno raziskati literaturo in digitalne vire o biotehnoških strategijah za izboljšanje fotosintetske učinkovitosti.

Dejavnost v predavalnici

- Študenti bodo s člani skupine delili članke, knjige in digitalne vire, ki so jih zbrali.
- Na podlagi zbrane literature bodo skupine razpravljale o izbrani temi.

- Predavatelj skupine spodbudi da naj si predstavljajo sebe v vlogi raziskovalne ekipe v sodobnem kmetijsko-biotehnološkem podjetju, ki razvija inovativne rešitve za izboljšanje fotosintetske učinkovitosti.
- Skupine bodo s pomočjo dodeljenega delovnega lista razpravljale in pripravile celovit opis izzivov in priložnosti pri povečanju vezave ogljika z izboljšano fotosintezo.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Viharjenje možganov
- Razprava

Teden 3: Definiranje raziskovalnega problema

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti morajo poglobiti razumevanje bioloških procesov in tehnoloških pristopov usmerjenih v izboljšanje fotosintetske učinkovitosti pri gojenih rastlinah.
- Ocenili bodo prednosti in slabosti teh izboljšanih pristopov, analizirali okoljske vplive ter prepoznali obstoječe omejitve in pravne vidike.
- Vsaka skupina bo imela nalogo, da razišče in povzame literaturo na to temo.
- Kot končni izdelek bo vsaka skupina pripravila digitalno infografiko ali plakat, ki bo obravnaval izzive in priložnosti izboljšanja fotosintetske učinkovitosti za povečano vezavo ogljika. Izdelek bodo predstavili v predavalnici 3. teden.

Dejavnost v predavalnici

- Skupine bodo predstavile svoje infografike ali plakate ter pojasnile osrednji problem, povezan z izboljšanjem fotosintetske učinkovitosti.
- Predstavitve bodo služile kot izhodišče za razpravo in nadaljnje dopolnjevanje prepoznanih izzivov med vrstniki.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Predstavitev
- Razprava
- Vprašanje-odgovor

Teden 4: Oblikovanje raziskovalnih idej

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti bodo raziskovali različne tehnike in biotehnološke strategije za izboljšanje fotosintetske učinkovitosti pri gojenih rastlinah.
- Preučili bodo napredne metode genetskih modifikacij, agronomske prakse ter laboratorijske sisteme v manjšem merilu, zasnovane za simulacijo in preverjanje izboljšav fotosinteze.
- Ključne teme vključujejo: metode merjenja fotosintetske učinkovitosti, načrtovanje eksperimentalnih postavitev v nadzorovanih okoljih ter protokole za preverjanje zanesljivosti genetsko osnovanih izboljšav.

Dejavnost v predavalnici

- Študenti bodo predstavili svoje miselne vzorce in pojasnili izzive ter priložnosti povezane z izboljšanjem fotosintetske učinkovitosti.
- Skupine bodo sodelovale v razpravi, da bi natančneje opredelile problem in prepoznale možne raziskovalne usmeritve.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Razprava
- Vprašanje-odgovor

Teden 5: Oblikovanje idej

Dejavnost izven predavalnice

- Na tej stopnji bo vsak študent predlagal ideje za izbor najučinkovitejših metod za izboljšanje fotosintetske učinkovitosti, optimizacijo stopnje fotosinteze in ocenitev uspešnosti rasti rastlin v različnih okoljskih pogojih.
- Študenti bodo spodbujani, da predlagajo širok nabor idej, vključno z neobičajnimi pristopi, ki bi lahko prispevali k izboljšanemu zajemu ogljika pri gojenih rastlinah.

Dejavnost v predavalnici

- Vsak študent bo predstavil svoje ideje skupini in sodeloval v skupni razpravi.
- Predavatelj lahko usmerja razpravo s poudarkom na temah, kot so: vloga genetskih inovacij pri povečanju vezave ogljika, vpliv agronomskih praks na fotosintetsko učinkovitost, metode za natančno kvantifikacijo fotosinteze ter ključni okoljski dejavniki, ki vplivajo na fotosintetsko aktivnost.
- V vsaki skupini bodo izbrane ena ali dve najprimernejši ideji za nadaljnje raziskovanje in izvedbo projekta.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Razprava
- Vprašanje-odgovor

Teden 6-7: Oblikovanje idej

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti bodo pripravili podroben raziskovalni predlog, ki obravnava izboljšanje fotosintetske učinkovitosti za povečano vezavo ogljika.
- Predlog naj vključuje jasno opredeljene raziskovalne cilje, metodologijo, načrt analize podatkov ter okvirni proračun.
- Preko komuniciranja s strokovnjaki s področja kmetijske biotehnologije in fiziologije rastlin, pa tudi s predstavniki industrije in raziskovalnih institucij, bodo študenti pridobili strokovna mnenja (priporočilo študentom v 6. tednu).

Dejavnost v predavalnici

- Teden 6: vsaka skupina bo predavatelja in sovrstnike seznanila z napredkom pri pripravi svojega raziskovalnega predloga
- Teden 7: vsaka skupina bo v predavalnici drugim predstavila svoj končni raziskovalni predlog.

Trajanje: 2 srečanja po 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Razprava
- Vprašanje-odgovor
- Predstavitev

Teden 8-11: Oblikovanje prototipov

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti se bodo pripravili na izvedbo poskusov, usmerjenih v izboljšanje fotosintetske učinkovitosti pri gojenih rastlinah za povečano vezavo ogljika.
- Naredili bodo popis in za nabavo potrebnih materialov in potrošnega materiala (npr. gojišča, svetlobni sistemi, senzorji za CO₂) ter razvili podrobne eksperimentalne protokole.
- Načrtovali bodo aktivnosti projekta, kot so vzpostavitev poskusov v nadzorovanih okoljih in oblikovanje metod merjenja fotosintetske učinkovitosti.
- Povezani partnerji (npr. kmetijsko-raziskovalni centri in biotehnoška podjetja) bodo vključeni kot podpora pri laboratorijskem delu in strokovnem mentorstvu študentom.

Dejavnost v predavalnici (»mokrem« laboratoriju)

- Študenti bodo optimizirali eksperimentalne pogoje, izvedli laboratorijske poskuse in razvili prototipe inovativnih metod za izboljšanje zajema ogljika pri gojenih rastlinah.
- Aktivnosti bodo vključevale izvajanje poskusov v nadzorovanih pogojih, spremljanje odzivov rastlin v različnih okoljskih razmerah ter zbiranje podatkov za nadaljnjo analizo.

Trajanje: 4 srečanja po 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Eksperimentalne tehnike
- Pridobivanje podatkov
- Analiza podatkov

Teden 12-13: Testiranje

Dejavnost v predavalnici

- Študenti bodo preizkusili svoje prototipe, da bi ocenili učinkovitost izboljšane fotosintetske učinkovitosti.
- Faza testiranja bo vključevala ocenjevanje rasti in vitalnosti rastlin, merjenje hitrosti asimilacije ogljika ter analizo celotne učinkovitosti prototipnih sistemov.
- Zbiranje in analiza podatkov bosta ključnega pomena za ugotavljanje ponovljivosti in uspešnosti izvedenih eksperimentalnih pristopov.

Trajanje: 2 srečanja po 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Eksperimentalne tehnike
- Pridobivanje podatkov
- Analiza podatkov

Teden 14: Ocenjevanje

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti bodo predstavili rezultate svojih projektov ali prototipe strokovnjakom iz industrije in akademskega okolja, vključno s pridruženimi partnerji. Prejeli bodo povratne informacije o uporabljenih pristopih za izboljšanje fotosintetske učinkovitosti in povečanje vezave ogljika.

Dejavnost v predavalnici

- Študenti bodo izvedli samooceno na podlagi rezultatov svojih poskusov in prejetih povratnih informacij strokovnjakov.
- Reflektivna razprava bo študentom omogočila, da ovrednotijo svoje delo, razpravljajo o izzivih ter prepoznajo možnosti za izboljšave.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Razprava

Problem 2 - Načrtovanje izboljšane arhitekture korenin za učinkovitejšo vezavo ogljika v lesnatih rastlinah

Učni cilji

Študenti bodo sposobni:

- razumeti zgradbo, sestavo in funkcije koreninskih sistemov lesnatih rastlin,
- razumeti procese razvoja korenin in njihovo vlogo pri vezavi ogljika,
- prepoznati raznolike biotehnološke pristope pri načrtovanju izboljšane arhitekture korenin,
- oceniti prednosti in slabosti spreminjanja koreninskih sistemov za izboljšanje zajema ogljika pri lesnatih rastlinah,
- analizirati okoljski vpliv načrtovanih (inženirsko oblikovanih) koreninskih sistemov in njihov vpliv na shranjevanje ogljika v tleh,
- ovrednotiti omejitve in izzive pri optimizaciji arhitekture korenin za največjo možno vezavo ogljika,
- predlagati inovativne biotehnološke pristope za načrtovanje koreninskih sistemov z izboljšano sposobnostjo zajema ogljika.

Študenti bodo seznanjeni z relevantno zakonodajo in smernicami, ki urejajo genske in biotehnološke spremembe v gozdarstvu.

Vsebina

- ✓ Razvoj koreninskega sistema lesnatih rastlin:
Raziskava temeljnih procesov, ki sodelujejo pri nastajanju, zgradbi in delovanju koreninskih sistemov lesnatih rastlin.
- ✓ Načrtovane spremembe za izboljšano arhitekturo korenin:
proučevanje naprednih biotehnoloških pristopov, namenjenih spreminjanju koreninskih sistemov z namenom optimizacije vezave ogljika.
- ✓ Okoljski vpliv načrtovanih koreninskih sistemov:
ocenjevanje, kako inženirsko načrtovana arhitektura korenin vpliva na shranjevanje ogljika, zdravje tal in trajnost ekosistemov.

Učni viri

- Video, ki prikazuje podrobnosti v anatomiji in rasti korenin ter biotehnološke strategije s katerimi lahko oblikujemo učinkovit koreninski sistem z izboljšanim zajemom ogljika. Dodatna gradiva na temo.
- Članki, knjige in zapiski s predavanj, ki poglobljeno obravnavajo fiziologijo rastlin, genski inženiring v gozdarstvu in okoljske vidike povezane s spreminjanjem arhitekture korenin.

Proces poučevanja in učenja

Teden 1: Uvod

Dejavnost v predavalnici

- Predavatelj bo študentom predstavil module, načrtovane za semester, s posebnim poudarkom na načrtovanju izboljšane arhitekture korenin za optimizirano vezavo ogljika pri lesnatih rastlinah.
- Predstavljene bodo naloge in pričakovanja v okviru predmeta skozi celoten semester.
- Študenti bodo prejeli navodila za dostop do dodatnih virov (univerzitetna knjižnica, spletne baze podatkov ipd.).
- Predstavljena bo vsebina posameznih modulov, s poudarkom na pomenu naprednega načrtovanja koreninskih sistemov v okviru gozdarstva in okoljske biotehnologije.
- Študenti bodo razdeljeni v skupine, vsaka skupina bo izbrala specifičen problem, ki ga bo obravnavala.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Vprašanje-odgovor
- Razprava

Teden 2: Empatično razumevanje problema

Dejavnost izven predavalnice

- Študentom bodo posredovani vnaprej pripravljene video in dodatna gradiva.

Študenti morajo:

- razumeti temeljne procese razvoja koreninskega sistema lesnatih rastlin ter njihov pomen pri vezavi ogljika,
- spoznati raznolike biotehnoške pristope, uporabljene pri načrtovanju koreninskih sistemov za izboljšani zajem ogljika,
- prepoznati prednosti in slabosti različnih pristopov k spreminjanju arhitekture korenin,
- oceniti okoljski vpliv načrtovanih koreninskih sistemov na shranjevanje ogljika v tleh in zdravje ekosistemov,
- upoštevati omejitve in izzive obstoječih metod, vključno z etičnimi in pravnimi vidiki genskega spreminjanja,
- z uporabo razpoložljivih virov raziskati literaturo o razvoju korenin in biotehnoških strategijah.

Dejavnost v predavalnici

- Študenti bodo s člani skupine delili članke, knjige in digitalne vire, ki so jih zbrali.
- Na podlagi zbrane literature bodo skupine razpravljale o izbrani temi.

- Predavatelj bo skupine spodbudil, da si predstavljajo sebe kot zaposlenega v vodilnem podjetju na področju gozdarske ali okoljske biotehnologije, usmerjenem v izboljšanje koreninskih sistemov za povečano vezavo ogljika. Vsaka skupina bo pripravila celovit opis problematike, pri čemer bo upoštevala vse njene razsežnosti in uporabila Delovni list 1.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Viharjenje možganov
- Razprava

Teden 3: Oblikovanje raziskovalnega vprašanja

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti bodo poglobljali razumevanje razvoja koreninskega sistema lesnatih rastlin ter inovativnih biotehnoloških pristopov za spreminjanje arhitekture korenin.
- Raziskati bodo morali literaturo o načrtovanih koreninskih sistemih, oceniti prednosti in omejitve ter se seznaniti z pravnim okvirjem, ki ureja genetske spremembe v gozdarstvu.
- Vsaka skupina bo imela nalogo pripraviti digitalno infografiko ali plakat, ki bo obravnaval izzive in možne rešitve pri načrtovanju izboljšane arhitekture korenin, ter ga predstaviti v predavalnici 3. teden.

Dejavnost v predavalnici

- Vsaka skupina bo predstavila svojo infografiko ali plakat ter pojasnila problem, povezan z trenutnimi omejitvami pri načrtovanju koreninskih sistemov.
- Sledila bo interaktivna razprava, ki bo študentom omogočila izmenjavo spoznanj in nadaljnje izpopolnjevanje opredelitve problema.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Predstavitev
- Razprava
- Vprašanje-odgovor

Teden 4: Oblikovanje idej

Dejavnost izven predavalnice

- Na tej stopnji bo vsak študent predlagal ideje, kako bi bilo mogoče učinkovito načrtovati izboljšano arhitekturo korenin za optimizacijo vezave ogljika pri lesnatih rastlinah.
- Pri tem študente spodbujamo k oblikovanju širokega nabora idej, vključno z neobičajnimi pristopi, ki obravnavajo dejavnike, kot so povečanje koreninske biomase, optimizacija globine korenin ter izboljšanje interakcij med koreninami in tlemi.

Dejavnost v predavalnici

- Vsak študent bo predstavil in razpravljajal o svojih idejah znotraj skupine.
- Predavatelj bo po potrebi usmerjal razpravo ter opozoril na teme, kot so: možnost povečanja shranjevanja ogljika z modifikacijo rasti korenin, pomen uravnoteženja funkcije korenin z zdravjem celotne rastline, inovativni pristopi za povezovanje tradicionalne selekcije z modernimi biotehnološkimi tehnikami ter gospodarski in okoljski vidiki načrtovanih koreninskih sistemov.
- V vsaki skupini bodo izbrali eno ali dve najbolj obetavni ideji za nadaljnje delo.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Razprava
- Vprašanje-odgovor

Teden 5-7: Oblikovanje idej

Dejavnost izven predavalnice

- Na podlagi oblikovanih idej bodo študenti pripravili podroben raziskovalni predlog, ki obravnava načrtovanje izboljšane arhitekture korenin za optimalno vezavo ogljika.
- Predlog naj vključuje jasno opredeljene raziskovalne cilje, metodologijo, načrt analize podatkov ter okvirni proračun.
- Da izboljšajo kakovost svojih predlogov, študente spodbujamo k posvetovanju s strokovnjaki s področja gozdarstva, fiziologije rastlin in okoljske biotehnologije.
- Vključevanje mnenj pridruženih partnerjev je priporočljivo zlasti v 6. tednu.

Dejavnost v predavalnici

- Teden 5 in 6: vsaka skupina bo predavatelja in sovrstnike seznanila z napredkom pri pripravi svojega raziskovalnega predloga.
- Teden 7: vsaka skupina bo v predavalnici drugim predstavila svoj končni raziskovalni predlog.

Trajanje: 3 srečanja po 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Razprava
- Vprašanje-odgovor
- Predstavitev

Teden 8-13: Oblikovanje prototipov in testiranje

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti se bodo pripravili na izvedbo svojega projekta usmerjenega v načrtovanje izboljšane arhitekture korenin za optimalno vezavo ogljika pri lesnatih rastlinah. To vključuje zagotavljanje potrebnih materialov (npr. specializiranih talnih substratov, gojišč, slikovnih orodij in molekularnih reagentov) ter načrtovanje podrobnih eksperimentalnih protokolov.
- Pridruženi partnerji, kot so gozdarsko-raziskovalni centri in podjetja s področja okoljske biotehnologije, bodo vključeni kot podpora pri laboratorijskih dejavnostih.

Dejavnost v predavalnici (»mokrem« laboratoriju)

- Študenti bodo optimizirali eksperimentalne pogoje, izvedli laboratorijske poskuse za spreminjanje arhitekture korenin ter razvili prototipe inovativnih tehnik za izboljšanje vezave ogljika.
- Zbrali in analizirali bodo rezultate poskusa, pri čemer bodo, da izpopolnijo svoje pristope, povezali zbiranje podatkov s svojo analizo.
- Skupine bodo svoje prototipe testirale.

Trajanje: 6 srečanj po 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Eksperimentalne tehnike
- Pridobivanje podatkov
- Analiza podatkov

Teden 14. Ocenjevanje

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti bodo predstavili rezultate svojih projektov ali prototipe strokovnjakom iz industrije (vključno s pridruženimi partnerji) in akademskega okolja, od katerih bodo prejeli konstruktivne povratne informacije o svojem delu.

Dejavnost v predavalnici

- Študenti bodo izvedli samooceno na podlagi rezultatov svojih poskusov in prejetih povratnih informacij strokovnjakov.
- Vodena razprava bo študentom omogočila, da kritično analizirajo uspehe in izzive svojih projektov in prepoznajo možnosti za nadaljnje izboljšave.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Razprava

Modul 5 - Na rastlinah osnovane rešitve za blaženje podnebnih sprememb

Problem 1 - Fitoremedicacija: rastline kot čistilci okolja

Učni cilji

Predmet uporablja znanstveni, problemsko usmerjen pristop k razumevanju, kako je mogoče rastline uporabiti za čiščenje okoljskih onesnaževal. Z uporabo snovskega razmišljanja (design thinking) se bodo študenti soočili z dejanskimi znanstvenimi izzivi fitoremediacije, kot so optimizacija izbora rastlin, izboljšanje privzema onesnaževal, povečanje kakovosti tal ter širitev fitoremediacijskih procesov na večji obseg uporabe.

Po zaključku predmeta bodo študenti sposobni:

- razumeti biološke mehanizme, ki so osnova fitoremediacije,
- analizirati ključne znanstvene in tehnične izzive pri izvajanju fitoremediacije,
- uporabiti problemsko zasnovan okvir za reševanje izzivov povezanih s čiščenjem okolja,
- razviti inovativne strategije za izboljšanje učinkovitosti fitoremediacije,
- kritično ovrednotiti okoljski in družbeno-gospodarski vpliv fitoremediacije,
- zasnovati in predstaviti znanstveni raziskovalni predlog, ki obravnava konkretni izziv s področja fitoremediacije.

Vsebina

- ✓ Viri onesnaženja
- ✓ Onesnaževanje okolja in metode sanacije
- ✓ Fitoremedicacija kot zelena tehnologija za obnovo okolja
- ✓ Prednosti in omejitve fitoremediacijskih strategij
- ✓ Razumevanje znanstvenih osnov fitoremediacije
- ✓ Razvoj inovativnih fitoremediacijskih rešitev

Učni viri

- Znanstvene video predstavitve
- Zapiski predavanj
- Pregledni in izvirni znanstveni članki
- Medijski viri

Proces poučevanja in učenja

Teden 1: Uvod

Dejavnost v predavalnici

- Pregled strukture predmeta, ciljev in učnih izidov.
- Pojasnilo glede in časovnega načrta projekta.
- Uvod v fitoremediacijo in njen pomen pri sanaciji (čiščenju) okolja.
- Študenti oblikujejo skupine (4-5 članov) in izberejo specifičen izziv fitoremediacije.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Vprašanja in odgovori
- Razprava

Teden 2: Uvod in empatično razumevanje problema

Dejavnost v predavalnici

- Uvod v vrste onesnaževal in njihov vpliv na okolje.
- Biološki procesi pri fitoremediaciji: fitoekstrakcija, fitostabilizacija, fitovolatizacija.
- Dejavniki, ki vplivajo na učinkovitost fitoremediacije (pH tal, biološka dostopnost, značilnosti rastlin).

Trajanje: 3 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti preučijo posredovano literaturo.
- Vsaka skupina pripravi kratek video (5 minut) namenjen splošni javnosti, v katerem pojasni pomen in delovanje fitoremediacije.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Študij znanstvene literature
- Vodena razprava
- Predstavitve predavatelja

Teden 3: Oblikovanje raziskovalnega vprašanja

Dejavnost v predavalnici

- Prepoznavanje ključnih omejitev fitoremediacije (npr. učinkovitost privzemanja onesnaževal pri rastlinah, okoljska variabilnost).
- Raziskovanje inovacij (npr. gensko spremenjene rastline, mikrobnopodprta fitoremediacija).

Trajanje: 2 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Skupine opredelijo in oblikujejo specifični znanstveni problem.
- Vsaka skupina pripravi plakat na katerem predstavi problem (10-minutna predstavitev).

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Študij znanstvene literature
- Vodena razprava
- Viharjenje možganov
- Predstavitve predavatelja

Teden 4: Oblikovanje raziskovalnega vprašanja - Raziskovanje možnih rešitev

Dejavnost v predavalnici

- Skupinske razprave o možnih rešitvah (npr. napredno žlahtnjenje rastlin, strategije bioaugmentacije).
- Možganska nevihta za oblikovanje inovativnih pristopov fitoremediacije.

Trajanje: 2 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Vodena razprava
- Sodelovalno učenje
- Predstavitve predavatelja

Teden 5: Oblikovanje idej

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti si ogledajo videoposnetke o naprednih tehnikah fitoremediacije
- Skupine pripravijo predstavitev o izbranem izzivu in možnih rešitvah.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Sodelovalno učenje
- Obrnjeno učenje
- Izkustveno učenje

Teden 6-7-8: Oblikovanje idej

Dejavnost izven predavalnice

- Skupine pripravijo podroben predlog poskusa.

Dejavnost v predavalnici

- Razprava o napredku z doktorskim študentom ali podoktorskim raziskovalcem.

Trajanje: 3 × (3 × 45) minut

Metode poučevanja in učenja

- Sodelovalno in izkustveno učenje

Teden 9-10-11: Oblikovanje prototipov

Dejavnost izven predavalnice

- Skupine oblikujejo načrt poskusa.
- Predavatelj jim pomaga pri reševanju težav.

Trajanje: 3 × (3 × 45) minut

Metode poučevanja in učenja

- Izkustveno učenje
- Sodelovalno učenje

Teden 12-13: Ocenjevanje

Dejavnost izven predavalnice

- Skupine dokončajo projektna poročila in jih oddajo.

Dejavnost v predavalnici

- Skupine predstavijo svoje ugotovitve.
- Ocena predmeta ter razprava o prihodnjih raziskovalnih usmeritvah.

Trajanje: 2 × (3 × 45) minut

Metode poučevanja in učenja

- Izkustveno učenje
- Sodelovalno učenje

Ocenjevanje

Predstavitve pristopa pri fitoremediaciji

Vsaka skupina bo predstavila specifično fitoremediacijsko strategijo (npr. fitoekstrakcijo, fitostabilizacijo ali fitodegradacijo).

Predstavitve (15 minut) naj vključujejo:

- Pojasnilo za uporabo izbranega fitoremediacijskega pristopa in njegovih bioloških mehanizmov.
- Podroben opis zasnove poskusa, vključno z izbiro rastlin, vrsto onesnaževala, pogoji rasti in metodami meritev.
- Predvidene izzive in možne rešitve.
- Ocenjevanje bo temeljilo na znanstveni poglobljenosti, eksperimentalni zasnovi, sposobnosti reševanja problemov in komunikacijskih veščinah.

Problem 2 - Rastlinske *in vitro* kulture: biotehnološki pristopi za trajnost

Učni cilji

Predmet uporablja znanstveni, problemsko usmerjen pristop k razumevanju, kako lahko rastlinske *in vitro* kulture prispevajo k trajnostnemu kmetijstvu, ohranjanju biotske raznovrstnosti in industrijskim aplikacijam. Z uporabo snovalskega razmišljanja (design thinking) se bodo študenti soočili z dejanskimi znanstvenimi izzivi, kot so optimizacija pogojev tkivne kulture, izboljšanje učinkovitosti regeneracije ter uporaba naprednih biotehnoloških orodij.

Po zaključku predmeta bodo študenti sposobni:

- razumeti znanstvene osnove tehnik rastlinskih *in vitro* kultur,
- analizirati ključne izzive pri rastlinskih tkivnih kulturah, mikropropagaciji in genski transformaciji,
- uporabiti problemsko zasnovane pristope za izboljšanje sistemov rastlinskih *in vitro* kultur,
- razviti inovativne rešitve za spodbujanje trajnosti z biotehnološkimi pristopi,
- ovrednotiti okoljske, ekonomske in družbene vplive rastlinskih *in vitro* kultur;
- zasnovati in predstaviti znanstveni raziskovalni predlog, osredotočen na izzive pri rastlinskih *in vitro* kulturah.

Vsebina

- ✓ Tehnike rastlinskih *in vitro* kultur: tkivne kulture, kalusne kulture, mikropropagacija in somatska embriogeneza.
- ✓ Vloga rastlinske biotehnologije v trajnostnem kmetijstvu in ohranjanju biotske raznovrstnosti.
- ✓ Izzivi in priložnosti uporabe rastlinskih *in vitro* kultur za komercialne in ekološke aplikacije.

Učni viri

- Znanstvene video predstavitve
- Zapiski predavanj
- Pregledni in izvirni znanstveni članki
- Medijski viri

Proces poučevanja in učenja

Teden 1: Uvod

Dejavnost v predavalnici

- Pregled strukture predmeta, ciljev in učnih izidov.
- Pojasnitev nalog, oddanih izsledkov projekta in časovnega načrta.
- Pregled rastlinskih *in vitro* kultur ter njihovih biotehnoloških uporab.
- Oblikovanje skupin študentov (4-5 članov), ki bodo obravnavale specifične izzive, povezane z rastlinskimi *in vitro* kulturami.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Vprašanja in odgovori
- Razprava

Teden 2: Empatično razumevanje problema

Dejavnost v predavalnici

- Uvod v metode rastlinskih tkivnih kultur: organogeneza, somatska embriogeneza in kultura protoplastov.
- Dejavniki, ki vplivajo na rast rastlin v *in vitro* pogojih: sestava gojišča, rastni regulatorji in okoljski pogoji.
- Uporaba rastlinskih *in vitro* kultur v trajnostnem kmetijstvu (npr. pridelava rastlin brez bolezni, ohranjanje ogroženih vrst).

Trajanje: 3 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti preučijo dodeljeno literaturo o tehnikah rastlinskih *in vitro* kultur.
- Vsaka skupina pripravi 5-minutni video primeren za širšo javnost, v katerem pojasni pomen rastlinskih *in vitro* kultur ter njihove koristi za trajnostni razvoj.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Študij znanstvene literature
- Vodena razprava
- Predstavitve predavatelja

Teden 3: Oblikovanje raziskovalnega vprašanja

Dejavnost v predavalnici

- Prepoznavanje ključnih omejitev pri rastlinskih *in vitro* kulturah (npr. nizka učinkovitost regeneracije, somaklonalna variabilnost).
- Raziskovanje inovacij (npr. genska transformacija, tehnologija sintetičnih semen in avtomatizacija kultur).

Trajanje: 2 × 45 minut

Dejavnost izven predavalnice

- Vsaka skupina opredeli specifičen znanstven izziv.
- Skupine pripravijo 10-minutno predstavitev plakata v kateri opredelijo in predstavijo problem.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Študij znanstvene literature
- Vodena razprava
- Viharjenje možganov in predstavitve predavatelja

Teden 4: Oblikovanje raziskovalnega vprašanja - Raziskovanje možnih rešitev

Dejavnost v predavalnici

- Skupine predstavijo plakate in razpravljajo o možnih rešitvah (npr. optimizacija sestave gojišč, razvoj linij odpornih na stres, izboljšanje učinkovitosti somatske embriogeneze).
- Možganska nevihta o biotehnoških inovacijah za izboljšanje rastlinskih *in vitro* kultur.

Trajanje: 2 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Vodena razprava
- Sodelovalno učenje
- Predstavitve predavatelja

Teden 5: Oblikovanje idej

Dejavnost izven predavalnice

- Študenti si ogledajo videoposnetke o najsodobnejših pristopih (npr. uporaba CRISPR-tehnologije v tkivnih kulturah rastlin, avtomatizacija tehnologij).

- Vsaka skupina pripravi predstavitev, v kateri predstavi predlagano rešitev in zasnovo poskusa.

Trajanje: 3 × 45 minut

Metode poučevanja in učenja

- Sodelovalno učenje
- Obrnjeno učenje
- Izkustveno učenje

Teden 6-7-8: Oblikovanje idej

Dejavnost izven predavalnice

- Skupine pripravijo celovit raziskovalni predlog, ki vključuje:
 - Cilje raziskave
 - Zasnovo poskusa in metodologijo
 - Načrt zbiranja in analize podatkov
 - Proračun in potrebne vire

Dejavnost v predavalnici

- Skupine razpravljajo o napredku z doktorskim študentom ali podoktorskim raziskovalcem, od katerih dobijo povratne informacije in strokovno usmeritev.

Trajanje: 3 × (3 × 45) minut

Metode poučevanja in učenja

- Sodelovalno učenje

Teden 9-10-11: Oblikovanje prototipov

Dejavnost izven predavalnice

- Skupine izvajajo svoj projektni načrt, izpopolnjujejo metodologijo ter se pripravljajo na končno predstavitev.
- Doktorski študent ali podoktorski raziskovalec jim nudi tehnično podporo.

Trajanje: 3 × (3 × 45) minut

Metode poučevanja in učenja

- Izkustveno učenje
- Sodelovalno učenje

Teden 12-13: Ocenjevanje

Dejavnost izven predavalnice

- Skupine dokončajo in elektronsko oddajo projektno poročilo v katerem predstavijo dosežene rezultate ter možne prihodnje usmeritve.

Dejavnost v predavalnici

- Vsaka skupina pripravi 15-minutno končno predstavitev projekta, v kateri povzame izzive, metodologijo, rezultate ter možne aplikacije.
- Refleksija o predmetu in vrednotenje bodočih smeri razvoja rastlinske biotehnologije.

Trajanje: 2 × (3 × 45) minut

Metode poučevanja in učenja

- Izkustveno učenje
- Sodelovalno učenje

Ocenjevanje

Ocenjevanje bo zajemalo sposobnost študentov za analizo kompleksnih znanstvenih problemov, razvijanje inovativnih rešitev in učinkovito predstavitev ugotovitev.

Predstavitev pristopa rastlinskih *in vitro* kultur

Vsaka skupina bo pripravila 15-minutno predstavitev, v kateri bo predstavila specifičen pristop rastlinske *in vitro* kulture ter način, kako bi postavila poskus.

Predstavitev mora vključevati:

- argument za uporabo izbranega pristopa (npr. mikropropagacija, genska transformacija),
- podroben opis poskusne zasnove, predvidene izzive ter strategije za njihovo reševanje.

- Borchert E, Hammerschmidt K, Hentschel U and Deines P (2021) Enhancing microbial pollutant degradation by integrating eco-evolutionary principles with environmental biotechnology. *Trends Microbiol.* 29(10):908-918. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tim.2021.03.002>
- Dasgupta, S., & Robinson, E. J. (2022). Attributing changes in food insecurity to a changing climate. *Scientific Reports*, 12(1), 4709. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08696-x>
- Kadadou, D., Tizani, L., Wadi, V. S., Banat, F., Alsafar, H., Yousef, A. F., Barceló, D., & Hasan, S. W. (2022). Recent advances in the biosensors application for the detection of bacteria and viruses in wastewater. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10(1), Article 107070. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.107070>
- OECD (2011), *Future Prospects for Industrial Biotechnology*, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264126633-en>
- Yong, J. J. J. Y., Chew, K. W., Khoo, K. S., Show, P. L., & Chang, J. S. (2021). Prospects and development of algal-bacterial biotechnology in environmental management and protection. *Biotechnology Advances*, 47, Article 107684. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2020.107684>

BIOSHIELD

Podpora Evropske komisije pri pripravi te publikacije ne pomeni njene potrditve vsebine, ki odraža izključno stališča avtorjev. Evropska komisija ni odgovorna za kakršnokoli uporabo informacij, ki jih publikacija vsebuje.
Vsebina tega učnega načrta je licencirana kot



<https://www.bioshieldproject.com>