



Co-funded by
the European Union

GMO poveikio modeliavimas



BIOS4YOU
AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."





TURINYS

Įvadas	2
Tyrinėjimas	3
1. GMO ir jų poveikio supratimas	3
1.1 Kas yra genetiškai modifikuoti organizmai (GMO)?	3
1.2 Kaip veikia genetinė modifikacija (pagrindiniai principai)	4
1.3 GMO pavyzdžiai realiame gyvenime	4
1.4 Galima GMO nauda	4
1.5 Galimos rizikos ir rūpesčiai	5
Žiūrėti vaizdo įrašą	5
1.6 Kodėl modeliavimas ir papildytoji realybė yra naudingi norint suprasti GMO	6
Vizualinė santrauka: GMO nauda ir rizika	6
1.7 Klausimai apmąstymams	7
Taikymas	8
2. GMO poveikio modeliavimas ir analizė taikant biologiškai įkvėptą dizainą	8
2.1 Bioįkvėpimas: mokymasis iš natūralių genetinių procesų	8
2.2 AR naudojimas mokymosi tikslams pasiekti	8
2.3 Praktiniai pratimai ir pasaulinio mokymosi pavyzdžiai	9
Gilinimas	9
3. GMO poveikio supratimo stiprinimas pasitelkiant papildytąją realybę (AR)	9
3.1 Gilesnis konceptualus supratimas pasitelkiant papildytąją realybę (AR)	9
3.2 Sudėtingų sistemų prieinamumo didinimas	10
3.3 Įsitraukimo ir aktyvaus dalyvavimo didinimas	10
3.4 Praktinis AR įrankių integravimas	10
3.5 Refleksijos ir tolesnio tyrinėjimo skatinimas	11
Išvados	12
Nuorodos	13





Šaltinis: https://www.freepik.com/free-vector/genetically-modified-organisms-isometric-flowchart_6169690.htm

Bendra mokymosi kelio tema	Biotechnologijos. Biogamyba ir sintetinė biologija
Konkretus mokymosi vieneto pavadinimas	GMO poveikio modeliavimas
Tikslinių vartotojų amžius	14–18 metų
Reikalavimai besimokančiajam	Pagrindinės mokslo žinios Prieiga prie AR suderinamų įrenginių (išmaniųjų telefonų, planšetinių kompiuterių arba AR akinų)
Mokymosi vieneto aprašymas	Šis mokymosi vienetas ir veikla supažindina mokinius su genetiškai modifikuotų organizmų (GMO) poveikiu aplinkai, žemės ūkiui ir visuomenei. Naudodami papildytosios realybės (AR) technologijas, mokiniai modeliuos skirtingus GMO taikymo scenarijus, analizuos galimą naudą ir riziką bei aptars etinius, ekonominius ir ekologinius aspektus. Mokymosi vienetas derina tyrimais pagrįstą mokymąsi, bendradarbiavimo veiklą ir refleksiją, siekiant padėti kritiškai suprasti biotechnologijas ir jų pritaikymą realiame pasaulyje.
Tema: Dalyvaujančios šalys	Biologija, biotechnologijos, aplinkos mokslai, gamtos mokslų, technologijų, inžinerijos ir matematikos (STEM) ugdymas, skaitmeninės technologijos
Raktiniai žodžiai	GMO, genetinė modifikacija, papildyta realybė, žemės ūkis, ekosistemos, biologinė įvairovė, etika, maisto sauga, biotechnologijos





Pagrindinės kvalifikacijos, įgūdžiai ir žinios, kurias galima įgyti	• Suprasti, kas yra GMO ir kaip jie gaminami • Gebėjimas analizuoti GMO poveikį ekosistemoms ir žmonių sveikatai • Kritinis mąstymas ir argumentavimas vertinant biotechnologijų naudą ir riziką • Skaitmeninė kompetencija naudojant papildytosios realybės technologijas • Komandinis darbas ir bendravimo įgūdžiai • Problemų sprendimo įgūdžiai taikant scenarijų modeliavimą
Naudoti ištekliai ir didaktinės priemonės	• AR programos arba platformos • Mobilieji įrenginiai (planšetiniai kompiuteriai, išmanieji telefonai, AR akiniai) • Internetiniai ištekliai ir edukaciniai vaizdo įrašai • Darbalapiai ir užduočių kortelės • Projektorius arba interaktyvi lenta • Mokytojų parengti pristatymai
Vertinimo kriterijai ir vertinimas	Vertinimas grindžiamas tiek formuojamuoju, tiek apibendrinamuoju metodais. • Formuojamasis vertinimas: ○ Dalyvavimas AR pagrindu atliekamuose tyrinėjimuose ir diskusijose ○ Įtraukimas scenarijų analizės ir grupinio darbo metu ○ GMO naudos, rizikos ir etinių aspektų apmąstymai • Apibendrinamasis vertinimas: ○ AR pagrindu atlikto testo rezultatai (1 pratimo etapas) ○ Studentų sukurtų papildytosios realybės scenarijų ir klausimų kokybė ir aktualumas (2 etapas) ○ Gebėjimas paaiškinti priežasties ir pasekmės ryšius ir pagrįsti išvadas

Įvadas

Genetiškai modifikuoti organizmai (GMO) plačiai naudojami žemės ūkyje, biotechnologijose ir medicinoje, tačiau jų poveikis aplinkai, maisto sistemoms ir visuomenei dažnai yra sudėtingas ir sunkiai vizualizuojamas. Šiame mokymosi vienetė GMO supažindinama taikant modeliavimo ir imitavimo metodus, kurie padeda mokiniams tyrinėti, kaip genetinės modifikacijos gali paveikti organizmus ir ekosistemas. Naudodami skaitmeninio modeliavimo įrankius ir papildytąją realybę (AR), besimokantieji gali analizuoti galimą GMO naudą ir riziką, suprasti priežasties ir pasekmės ryšius bei susidaryti labiau pagrįstą požiūrį į tai, kaip biotechnologijos formuoja realaus pasaulio iššūkius.

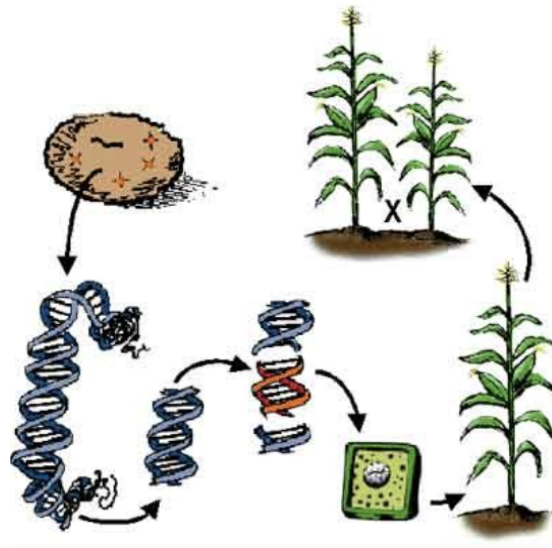




Tyrinėjimas

1. GMO ir jų poveikio supratimas

Šiame skyriuje mokiniai įgyja pagrindinį supratimą apie genetiškai modifikuotus organizmus (GMO), kaip jie kuriami ir kodėl jų poveikis gali būti sudėtingas. Tyrinėjimo etape supažindinama su pagrindinėmis biologinėmis ir biotechnologinėmis sąvokomis, reikalingomis norint suprasti genetinę modifikaciją prieš pradedant modeliavimą, papildytosios realybės (AR) pagrindu atliekamą analizę ir kūrybinę veiklą vėlesniuose skyriaus etapuose.



1 pav. Augalų genetinės inžinerijos procesas

Šaltinis: <https://passel2.unl.edu/view/lesson/7f79e74ec2cd/8>

1.1 Kas yra genetiškai modifikuoti organizmai (GMO)?

Genetiškai modifikuotas organizmas (GMO) yra organizmas, kurio genetinė medžiaga buvo sąmoningai pakeista naudojant genų inžinerijos metodus. Skirtingai nuo tradicinio veisimo, kurio metu per daugelį kartų atrenkami požymiai, genetinė modifikacija leidžia mokslininkams į organizmo genomą įterpti specifinius genus. https://lt.wikipedia.org/wiki/Genetiškai_modifikuotas_organizmas)

Pavyzdys: Bt kukurūzai, modifikuoti naudojant bakterinį geną (*Bacillus thuringiensis*), skirtą atsparumui kenkėjams. https://lt.wikipedia.org/wiki/Genetiškai_modifikuotas_organizmas)

GMO gali būti augalai, gyvūnai arba mikroorganizmai. Jie dažniausiai naudojami žemės ūkyje siekiant pagerinti augalų atsparumą, produktyvumą arba maistinę vertę, taip pat biotechnologijose ir medicinoje mokslinių tyrimų ir gamybos tikslais.





Žiūrėti vaizdo įrašą:

Siekiant padėti mokiniams geriau suprasti genetiškai modifikuotus organizmus, besimokantieji raginami pažiūrėti trumpą įvadinį vaizdo įrašą, kuriame paaiškinama, kas yra GMO ir kaip jie sukuriama. Vaizdo įrašė pateikiama aiški ir prieinama genetinės modifikacijos procesų apžvalga bei realaus gyvenimo pavyzdžiai, padedantys mokiniams susikurti bendrą pagrindą prieš analizuojant GMO poveikį modeliuojant ir taikant papildytosios realybės veiklas.

Vaizdo įrašas: *Kas yra genetiškai modifikuoti organizmai (GMO)?*

<https://www.youtube.com/watch?v=jYvJyEMHZ4>

1.2 Kaip veikia genetinė modifikacija (pagrindiniai principai)

Genetinė modifikacija apima geno su norimu požymiu identifikavimą ir jo įterpimą į kitą organizmą. Šis procesas paprastai apima:

- Specifinio geno išskyrimas iš vieno organizmo (pvz., Bt toksino geno iš bakterijų).
- Geno įterpimas į vektorį (dažnai plazmidę).
- Geno perkėlimas į tikslinį organizmą (pvz., per *Agrobacterium* arba genų pistoletą).
- Užtikrinti teisingą naujo geno ekspresiją.

Tai leidžia organizmams įgyti naujų savybių, tokių kaip atsparumas kenkėjams, tolerancija herbicidams arba gebėjimas gaminti naudingas medžiagas, tokias kaip insulinas.

1.3 GMO pavyzdžiai realiame gyvenime

GMO plačiai paplitę šiuolaikinėse biotechnologijose ir žemės ūkyje. Įprasti pavyzdžiai:

- **Genetiškai modifikuoti pasėliai**, pavyzdžiui, kukurūzai arba sojų pupelės, sukurtos atsparumui kenkėjams arba aplinkos poveikiui. Bt kukurūzai arba „Roundup Ready“ sojų pupelės, sukurtos atsparumui kenkėjams arba herbicidams (MON810, patvirtintos 1990 m.). (https://lt.wikipedia.org/wiki/Genetiškai_modifikuoti_kukurūzai)
- **GMO mikroorganizmai**, naudojami vaistams, tokiems kaip insulinas ar vakcinos, gaminti. Pavyzdys: *E. coli*, sukurta žmogaus insulinui gaminti (Humulin, FDA patvirtinta 1982 m.)
- **Tyrimų organizmai**, modifikuotas genų funkcijai ir ligų mechanizms tirti.

Šie pavyzdžiai rodo, kad GMO naudojami ne tik maisto gamybai, bet ir atlieka platesnį vaidmenį moksle bei medicinoje.

1.4 Galima GMO nauda

Genetinė modifikacija siūlo keletą galimų privalumų, kuriuos patvirtina griežtos metaanalizės:

- Padidėjęs pasėlių derlius (pvz., +22 % genetiškai modifikuotų kukurūzų atveju, remiantis 2014–2021 m. atliktomis metaanalizėmis).

Šaltinis: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4218791/>.





- Sumažintas pesticidų naudojimas (-37 % herbicidams atsparių augalų, 2014 m. metaanalizė).
- Pagerinta maistinė vertė (pvz., auksiniai ryžiai su beta karotinu vitamino A trūkumui gydyti). Šaltinis: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4218791/>).
- Padidėjęs atsparumas aplinkos iššūkiams (sausrai, druskingumui, dirvožemio stresui). (Šaltinis: https://lt.wikipedia.org/wiki/Genetiškai_modifikuotas_maistas).

Šie privalumai sprendžia pasaulinius iššūkius, tokius kaip aprūpinimas maistu, cheminių medžiagų naudojimo žemės ūkyje mažinimas ir atsparumo klimato kaitai didinimas. (Daugiau: <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/food-genetically-modified>).

1.5 Galimos rizikos ir rūpesčiai

GMO taip pat kelia pagrįstų abejonių, kurias reikia atidžiai įvertinti, remiantis nuolatiniais ekologiniais ir socialiniais tyrimais:

- Poveikis biologinei įvairovei (pvz., genų perdavimas laukiniams giminaičiams, herbicidams atsparios „superpiktžolės“, dokumentuojamos nuo 2000 m.; tiriamas poveikis netiksliniams vabzdžiams) (šaltinis: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.ado9340>).
- Galimas genų perdavimas netiksliniams organizmams (horizontalus genų perdavimas; retas, bet dokumentuotas laboratorinėmis sąlygomis).
- Ilgalaikis poveikis aplinkai (dirvožemio mikrobų bendrijos, poveikis netiksliniams vabzdžiams, pavyzdžiui, monarchiniams drugeliams – diskutuojama nuo 1999 m. tyrimo, pakartotina įvertinta 2010–2020 m.) (šaltinis: <https://ecoservantsproject.org/genetically-modified-organisms-gmos-and-the-environment-impacts-benefits-and-concerns/>).
- Etiniai, socialiniai ir ekonominiai aspektai:
 - Ūkininkų priklausomybė nuo patentuotų sėklų ir licencijavimo sutarčių.
 - Ženklavimo taisyklės ir vartotojų priimtinumas (priklausomai nuo regiono).
 - Lygios galimybės naudotis genetiškai modifikuotomis technologijomis besivystančiose šalyse.
 - Patentų nuosavybės ir intelektinės nuosavybės klausimai.

Todėl norint suprasti GMO, reikia sisteminio mąstymo, kai biologiniai, aplinkos ir visuomeniniai veiksniai vertinami kartu, o ne atskirai.

Žiūrėti vaizdo įrašą

Siekiant paskatinti kritinį mąstymą ir diskusijas, mokiniai kviečiami pažiūrėti trumpą vaizdo įrašą, kuriame pristatomi skirtingi požiūriai į genetiškai modifikuotus organizmus. Vaizdo įrašė pabrėžiama, kodėl GMO poveikis gali būti sudėtingas ir priklausyti nuo konteksto, remiantis pagrįsta analize, o ne paprastomis „už“ arba „prieš“ pozicijomis. Šis šaltinis parengia besimokančiuosius papildyta realybe pagrįstai scenarijų analizei ir sprendimų priėmimo veiklai tolesniuose etapuose.





Vaizdo įrašas: *Genetiškai modifikuoti organizmai (GMO) – skirtingi požiūriai*
<https://www.youtube.com/watch?v=-RW5aRphVFw>

1.6 Kodėl modeliavimas ir papildytoji realybė yra naudingi norint suprasti GMO

Genetinės modifikacijos poveikis dažnai nematomas ir pasireiškia laikui bėgant, todėl jį sunku suprasti vien tik iš statinių vaizdų ar teksto. Modeliavimas ir papildytoji realybė (AR) padeda vizualizuoti tokius procesus kaip genų įterpimas, požymių raiška ir galimos sąveikos su aplinka.

Nagrinėdami su GMO susijusius scenarijus naudodami papildytosios realybės (AR) testus ir interaktyvius modelius, mokiniai gali geriau suprasti priežasties ir pasekmės ryšius bei įvertinti skirtingus rezultatus. Tai paruošia besimokančiuosius kritiškai vertinti pratimų užduotis ir apmąstyti, kaip biotechnologijų sprendimai veikia realaus pasaulio sistemas.

Pavyzdys: AR slankiklis rodo GMO kukurūzų derlių ir pesticidų naudojimo pokyčius. Mokiniai imituoja scenarijus, vertina rezultatus ir lavina kritinį mąstymą pratyboms. <https://bios4you.infoproject.eu/how-delightex-ar-is-transforming-stem-education-classroom-practices-and-teaching-tips/>

Vizualinė santrauka: GMO nauda ir rizika

Šioje vaizdinėje santraukoje pateikiami dažniausiai aptariami genetiškai modifikuotų organizmų potencialūs privalumai ir rizika. Ji naudojama kaip diskusijų ir analizės priemonė sisteminiam mąstymui paremti, o ne konkrečiam požiūriui propaguoti. Studentai skatinami palyginti punktus, nustatyti kompromisus ir apsvarstyti, kaip skirtingi kontekstai (aplinkos, ekonominiai ir socialiniai) veikia GMO naudojimo vertinimą.





✓ Benefits of GMOs	Risks of GMOs ✗
Nutritional value of foods could be improved (e.g. by introducing proteins, vitamins or vaccines)	New traits could cause adverse health reactions (e.g. new proteins may cause allergic responses)
Crops can be produced that lack known allergens	Removal of traits could have unknown effects
Crops can grow in arid conditions for better yield (e.g. by introducing drought resistant genes)	Crops may limit biodiversity of local environment (increased competition with native species)
GM crops can produce herbicides to kill pests	Cross pollination could lead to 'super weeds'
Improve food supply / agriculture in poor countries (GM crops can be engineered for improved yields)	Patents restrict farmers from accessing GM seeds (biotech companies hold monopolies over crop use)
GM crops may have longer shelf lives (less spoil)	Foods with GM components may not be labeled
Reduces economic costs and carbon footprint – less need for land clearing and pesticide usage	Different governments may have conflicting regulatory standards concerning safe usage

(Šaltinis: <https://old-ib.bioninja.com.au/standard-level/topic-3-genetics/35-genetic-modification-and/gmo-debate.html>)

1.7 Klausimai apmąstymams

- Kuo GMO skiriasi nuo organizmų, sukurtų tradiciniu veisimu?
- Kokie GMO privalumai atrodo svarbiausi ir kodėl?
- Kokias galimas rizikas reikia toliau tirti?
- Kodėl svarbu kartu vertinti poveikį aplinkai ir visuomenei?
- Kaip modeliavimas ir papildytoji realybė galėtų padėti paaiškinti sudėtingas biotechnologijų temas?





Taikymas

2. GMO poveikio modeliavimas ir analizė taikant biologiškai įkvėptą dizainą

Įvykdyti Šiame etape mokiniai pritaiko savo žinias apie genetiškai modifikuotus organizmus, tyrinėdami, kaip natūralūs biologiniai procesai įkvėpia praktinius sprendimus realaus pasaulio iššūkiams. Pati genetinė modifikacija grindžiama gamtoje jau egzistuojančių mechanizmų, tokių kaip genų raiška, adaptacija ir paveldėjimas, stebėjimu ir naudojimu. Šiame etape besimokantieji nagrinėja, kaip šie natūralūs gebėjimai naudojami biotechnologijose, siekiant sukurti organizmus su specifiniais bruožais, ir kaip tokie projektai gali paveikti ekosistemas ir žmonių aplinką.

2.1 Bioįkvėpimas: mokymasis iš natūralių genetinių procesų

Gamta nuolat prisitaiko per genetinę variaciją ir atranką. Genetinė inžinerija remiasi šiais natūraliais principais, įvesdama tikslinius organizmo genomo pakeitimus. Studentai analizuoja, kaip vieno geno modifikavimas gali sukelti matomų savybių, tokių kaip atsparumas kenkėjams ar padidėjęs atsparumas aplinkos stresui.

Šis biologijos įkvėptas metodas padeda besimokantiejiems suprasti, kad GMO nėra sukurti atsitiktinai, o yra sukurti remiantis biologinėmis žiniomis. Mokiniai sutelkia dėmesį į ryšį tarp **genetiniai pokyčiai** → **organizmo bruožas** → **poveikis aplinkai**, o tai yra būtina norint įvertinti tiek biotechnologijų naudą, tiek riziką.

2.2 AR naudojimas mokymosi tikslams pasiekti

Papildytoji realybė (AR) atlieka pagrindinį vaidmenį siekiant pagrindinio šio mokymosi vieneto tikslo: suprasti GMO poveikį modeliuojant ir analizuojant, o ne įsimenant. AR programos leidžia mokiniams aiškiai ir interaktyviai vizualizuoti genetinės modifikacijos procesus ir jų pasekmes.

Šiame skyriuje AR palaiko mokymąsi, suteikdama studentams galimybę:

- tyrinėti **priežasties ir pasekmės ryšius** tarp genetinių pokyčių ir organizmo savybių,
- vizualizuoti **matomi procesai**, pavyzdžiui, genų įterpimas ir raiška,
- bendrauti su **scenarijais pagrįstos aplinkos** rodantis galimą poveikį žemės ūkiui ir ekosistemoms.

Naudingos AR funkcijos šiam etapui:

- interaktyvūs AR scenarijai su įterptais klausimais,
- vizualiniai sluoksniai, rodantys pokyčius prieš ir po genetinės modifikacijos,





- tiesioginis grįžtamasis ryšys ir balų skaičiavimas AR pagrindu atliekamuose testuose,
- paprastos papildytosios realybės kūrimo priemonės (pvz., „Delightex“) mokinių kuriamiems scenarijams.

Šios savybės AR paverčia mąstymo ir modeliavimo įrankiu, o ne pasyvia vaizdine priemone.

2.3 Praktiniai pratimai ir pasaulinio mokymosi pavyzdžiai

Šiame etape mokiniai užsiima praktine veikla, įkvėpta biologijos įkvėptų mokymosi metodų, naudojamų visame pasaulyje STEM ir biotechnologijų ugdyme. Panaši papildytosios realybės (AR) pagrindu sukurta modeliavimo veikla dažnai taikoma siekiant padėti besimokantiesiems suprasti sudėtingas sistemas ir įvertinti technologijų poveikį.

Praktinės veiklos pavyzdžiai:

- analizuojant AR pagrindu sukurtą testą, kuris modeliuoja GMO scenarijus ir jų rezultatus,
- lyginant skirtingas genetinės modifikacijos strategijas ir jų galimą poveikį,
- kurti paprastas AR scenas, kurios vaizduoja su GMO susijusias situacijas, klausimų, kuriais vertinamas aplinkos ir visuomenės poveikio supratimas, kūrimas ir testavimas.

Tokios veiklos atspindi realią mokslinę ir edukacinę praktiką, kai modeliavimas, imitavimas ir skaitmeninė vizualizacija naudojami sudėtingoms biologinėms sistemoms tyrinėti. Aktyviai įsitraukdami į papildytosios realybės scenarijus ir kurdami savo turinį, mokiniai pereina nuo sąvokų supratimo prie jų taikymo ir vertinimo prasminguose kontekstuose.

Gilinimas

3. GMO poveikio supratimo stiprinimas pasitelkiant papildytąją realybę (AR)

Šiame etape papildytoji realybė (AR) naudojama siekiant pagilinti mokinių supratimą apie genetiškai modifikuotus organizmus, transformuojant abstrakčius ir sudėtingus procesus į interaktyvią mokymosi patirtį. Su GMO susiję pokyčiai dažnai vyksta genetiniu lygmeniu ir laikui bėgant daro įtaką sistemoms, todėl juos sunku suvokti vien tradiciniais mokymo metodais. AR suteikia galingą būdą vizualizuoti šiuos procesus ir tyrinėti platesnes jų pasekmes.

3.1 Gilesnis konceptualus supratimas pasitelkiant papildytąją realybę (AR)





AR leidžia mokiniams tyrinėti genetinę modifikaciją kaip dinamišką procesą, o ne statinę koncepciją. Bendraudami su AR scenarijais, besimokantieji gali stebėti, kaip genetiniai pokyčiai lemia konkrečius organizmo bruožus ir kaip šie bruožai gali paveikti žemės ūkio sistemas ir ekosistemas.

Naudodami papildytosios realybės (AR) vizualizaciją, studentai gali:

- Žingsnis po žingsnio tyrinėkite genetinius pokyčius,
- stebėti skirtumus tarp modifikuotų ir nemodifikuotų organizmų,
- ištirti kelis galimus rezultatus, atsirandančius dėl vienos genetinės modifikacijos.

Šis interaktyvus metodas skatina gilesnį konceptualų supratimą ir padeda mokiniams susieti biologinius mechanizmus su realaus pasaulio pasekmėmis.

3.2 Sudėtingų sistemų prieinamumo didinimas

GMO poveikis dažnai apima tarpusavyje susijusias sistemas, tokias kaip mitybos grandinės, ekosistemos ir žmogaus veikla. AR skatina sisteminį mąstymą, leisdamą studentams vizualizuoti šiuos ryšius integruotu būdu.

Sąveikaujant su daugiasluoksniu AR turiniu, besimokantieji gali:

- nustatyti priežasties ir pasekmės ryšius,
- suprasti, kaip vienos sistemos dalies pokyčiai veikia kitas,
- išnagrinėti kompromisus tarp naudos ir rizikos.

Dėl to AR ypač tinka nagrinėti sudėtingas biotechnologijų temas, kur paprastų atsakymų retai pakanka.

3.3 Įsitraukimo ir aktyvaus dalyvavimo didinimas

AR skatina mokinius aktyviai dalyvauti mokymosi procese. Užuoť pasyviai gaudami informaciją, besimokantieji sąveikauja su scenarijais, atsako į klausimus ir tikrina savo supratimą. Kai mokiniai kuria savo AR pagrindu sukurtus klausimus ar scenarijus, įsitraukimas dar labiau padidėja, nes jie prisiima atsakomybę už turinį ir vertinimą.

Bendradarbiaujant naudojant AR, taip pat skatinamos diskusijos ir mokymasis vieni iš kitų. Studentai lygina interpretacijas, pagrindžia savo pasirinkimus ir apmąsto skirtingus požiūrius, susijusius su GMO naudojimu ir reguliavimu.

3.4 Praktinis AR įrankių integravimas

Šiame mokymosi skyriuje naudojami AR įrankiai, tokie kaip **Delightex** naudojami tyrinėjimui, vertinimui ir kūrimui paremti. Praktiniai AR integravimo būdai:





- naudojant AR pagrįstus testus su balais pradiniam supratimui įvertinti,
- aiškinamojo teksto ir klausimų įterpimas tiesiai į AR scenas,
- leidžiant studentams kurti paprastus AR scenarijus, kurie modeliuoja GMO poveikį,
- naudojant AR projektus kaip diskusijų pradmenis ir refleksijos įrankius.

Ši praktika atitinka tai, kaip papildytoji realybė (AR) visame pasaulyje vis dažniau naudojama STEM ugdyme, siekiant paremti tyrimus, modeliavimą ir įrodymais pagrįstas diskusijas.

3.5 Refleksijos ir tolesnio tyrinėjimo skatinimas

Tobulinimo etapas skatina refleksiją, skatindamas mokinius įvertinti tiek technologiją, tiek pačią temą. Mokiniai apmąsto, kaip papildytoji realybė paveikė jų supratimą apie GMO ir kaip skaitmeninis modeliavimas gali padėti priimti informacija pagrįstus sprendimus moksle ir visuomenėje.

Susiejant biologines žinias, papildytosios realybės technologijas ir realaus pasaulio iššūkius, šis etapas skatina mokinius toliau tyrinėti biotechnologijų temas už mokymosi skyriaus ribų ir kritiškai vertinti kylančias mokslines inovacijas.





Išvados

Šiame mokymosi vienetė buvo nagrinėjami genetiškai modifikuoti organizmai, derinant biologines žinias su modeliavimu ir papildyta realybe. Tyrinėjimo, vykdymo ir tobulinimo etapuose mokiniai analizavo, kaip genetinės modifikacijos veikia organizmus, ekosistemas ir visuomenę, taikydami biologiškai įkvėptą ir sisteminių mąstymą. Papildytos realybės įrankių naudojimas padėjo vizualizuoti sudėtingus procesus, skatino kritiškai įvertinti naudą ir riziką bei sustiprino mokinių supratimą apie biotechnologijas kaip pagrindinę realaus pasaulio sprendimų varomąją jėgą, įkvėpdamas toliau tyrinėti genų inžineriją ir jos poveikį.

Fazė	Aprašymas
Tyrinėjimas	- Tyrimai ir atradimai: mokiniai tyrinėja, kas yra genetiškai modifikuoti organizmai, kaip veikia genetinė modifikacija ir kodėl GMO gali turėti sudėtingą poveikį organizmams, ekosistemoms ir visuomenei.
	- Turinio kūrimas: besimokantieji kaupia pagrindines žinias naudodamiesi tekstais, diagramomis ir vaizdiniais pavyzdžiais, analizuodami su GMO susijusius privalumus, riziką ir etinius aspektus.
	- Poreikių analizė: studentai nustato iššūkius, su kuriais susiduria suprasdami nematomus genetinius procesus ir ilgalaikį poveikį aplinkai, pripažindami modeliavimo ir papildytosios realybės (AR) vizualizacijos įrankių poreikį.
Taikymas	- Mokymo programos įgyvendinimas: Mokiniai taiko biologines žinias analizuodami biologiškai įkvėptus genetinius procesus ir modeliudami GMO poveikį per interaktyvias papildytosios realybės (AR) veiklas.
	- Interaktyvūs pratimai: besimokantieji atlieka papildytosios realybės (AR) testą su balais, kad įvertintų savo supratimą, o tada, naudodami „Delightex“, kuria paprastus AR scenarijus ir klausimus, susijusius su GMO temomis.
	- Atsiliepimų rinkimas: mokiniai gauna automatinį atsiliepimą per AR testą ir bendraamžių / mokytojų atsiliepimus diskusijų ir AR projekto kūrimo metu.
Gilinimas	- AR integracija: mokiniai naudoja AR įrankius genetinių modifikacijų procesams vizualizuoti, rezultatams palyginti ir tarpusavyje susijusioms sistemoms, tokioms kaip žemės ūkis ir ekosistemos, tyrinėti.
	- Interaktyvus mokymasis: besimokantieji sąveikauja su papildytosios realybės scenarijais, apmąsto rezultatus ir aptaria skirtingus GMO naudojimo ir poveikio aspektus.
	Žaidimo turinys: • Taškai ir rezultatai: Suteikiama automatiškai atliekant AR pagrindu sukurtą testą. • Ženkleliai: Už AR kūrimo užduočių atlikimą ir prasmingų klausimų kūrimą. • Iššūkiai: Studentai lygina scenarijus ir vertina kompromisus tarp naudos ir rizikos.
	AR pagrįsti vertinimai. Supratimas parodomas per testo rezultatus, mokinių sukurtų klausimų kokybę ir refleksyvią diskusiją, paremtą papildytosios realybės vizualizacija.





Nuorodos

- **BioNinja (IB Biology).** GMO Debate – Benefits and Risks. <https://old-ib.bioninja.com.au/standard-level/topic-3-genetics/35-genetic-modification-and-gmo-debate.html>
- Bios4You. (2025). How Delightex AR is transforming STEM education: Classroom practices and teaching tips. <https://bios4you.infoproject.eu/how-delightex-ar-is-transforming-stem-education-classroom-practices-and-teaching-tips/>
- **Freepik.** Genetically Modified Organisms – Isometric Flowchart. https://www.freepik.com/free-vector/genetically-modified-organisms-isometric-flowchart_6169690.htm (Used for educational purposes)
- Delightex. Delightex Edu platform. <https://edu.delightex.com/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). The state of food and agriculture 2020: Overcoming water challenges in agriculture. FAO. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9692en>
- International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. (2024). Global status of commercialized biotech/GM crops in 2023. ISAAA Brief No. 57. <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/57/default.asp>
- Khan Academy. Genetic engineering. <https://www.khanacademy.org/science/ap-biology/gene-expression-and-regulation/biotechnology/a/genetic-engineering>
- Klümper, W., & Qaim, M. (2014). A meta-analysis of the impacts of genetically modified crops. PLOS ONE, 9(11), e111629. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111629>**
- National Human Genome Research Institute. (2026). Genetically modified organism (GMO). <https://www.genome.gov/genetics-glossary/Genetically-Modified-Organism-GMO>
- National Library of Medicine. (2024). Genetically modified organisms - GMOs. MedlinePlus. <https://medlineplus.gov/ency/article/002432.htm>
- OpenStax. (2022). Biology 2e. OpenStax. <https://openstax.org/books/biology-2e/pages/15-4-genetic-engineering>
- Qaim, M. (2020). Role of new plant breeding technologies for food security and sustainable agricultural development. Applied Economic Perspectives and Policy, 42(2), 129–150. <https://doi.org/10.1002/aep.13044>
- PASSel – University of Nebraska–Lincoln. The Process of Plant Genetic Engineering. <https://passel2.unl.edu/view/lesson/7f79e74ec2cd/8>
- Trower, N. (n.d.). The process of plant genetic engineering [Image]. University of Nebraska–Lincoln PASSel. <https://passel2.unl.edu/view/lesson/7f79e74ec2cd/8>
- World Health Organization. (2024). Food, genetically modified. <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/food-genetically-modified>
- YouTube. What are genetically modified organisms (GMOs)? <https://www.youtube.com/watch?v=jYjvJyEMHZ4>
- YouTube. Genetically modified organisms (GMOs) – Different perspectives. <https://www.youtube.com/watch?v=-RW5aRphVFw>





- Wikipedia contributors. (2026). Genetically modified maize. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Genetically_modified_maize
- Wikipedia contributors. (2026). Genetically modified organism. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Genetically_modified_organism

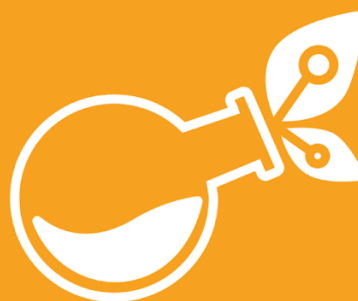
Kuriant šį mokymosi vienetą, turinio rengimui, tyrimų sintezei ir šaltinių medžiagos tvarkymui buvo naudojamos dirbtinio intelekto pagrindu sukurtos priemonės („ChatGPT“, „Perplexity AI“ ir „NotebookLM“):

- Atvirasis dirbtinis intelektas (2024 m.). *Pokalbių GPT* (didieji kalbos modeliai). <https://chat.openai.com>
- Dirbtinis intelektas „Perplexity“. (2024). [Dirbtiniu intelektu paremtas paieškos ir tyrimų asistentas]. <https://www.perplexity.ai>
- „Google“. (2024 m.). *NotebookLM*. [DI valdoma tyrimų ir užrašų darymo priemonė]. <https://notebooklm.google.com>





Co-funded by
the European Union



BIOS4YOU AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY



Project Number: KA220-BW-23-30-126516

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.