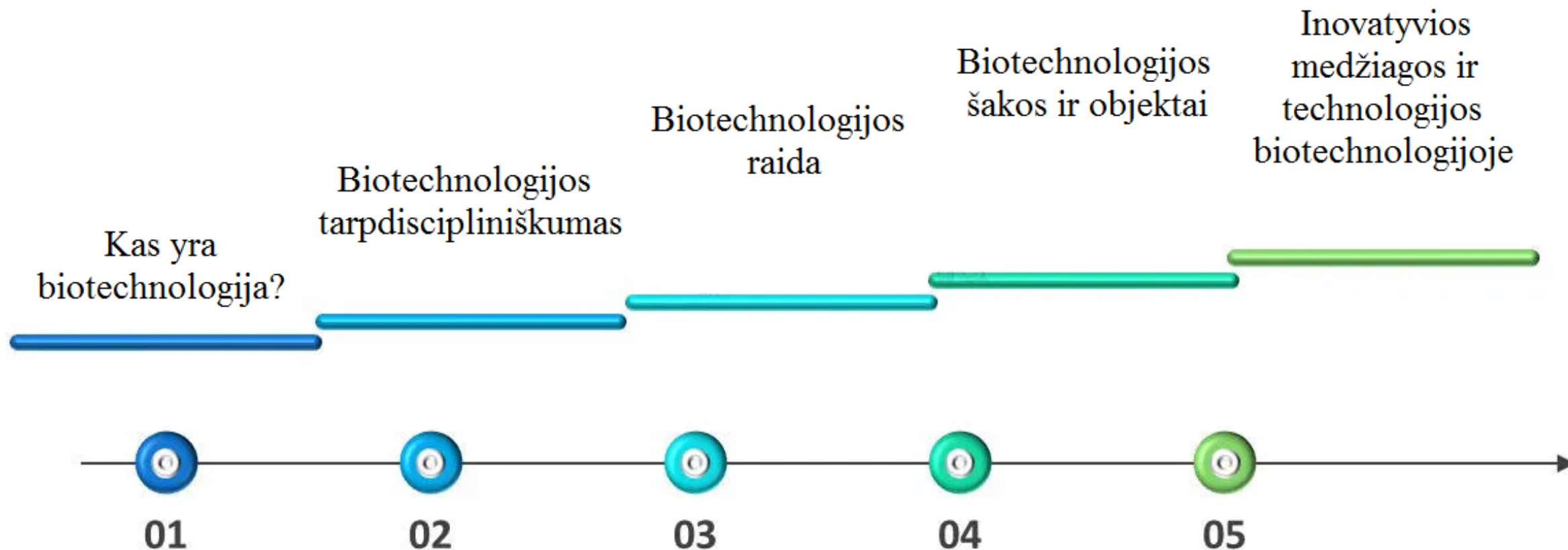


Biotechnologija: šakos ir objektai

Doc. dr. Rita Jankauskienė

Biotechnologijos pamokų turinys



Biotechnologijos samprata

Biotechnologija - tai integruotas gamtos ir technikos mokslų taikymas, kai panaudojant organizmus, ląsteles, jų dalis ar molekulių analogus, kuriami žmogui naudingi produktai ir paslaugos.

Terminas „Biotechnologija“ kilęs iš graikų kalbos:
„**Bios**“ (βίος) – gyvenimas;
„**Technē**“ (τέχνη) – menas, amatas;
„**Logos**“ (λόγος) – mokslas, žodis, tyrimas.
Tiesiogiai išvertus reiškia „gyvenimo mokslo meną“ arba „gyvenimo amatą“.

Terminas "biotechnologija" pirmą kartą panaudotas **1919** m. Vengrijos inžinieriaus **Károly Ereky**. Jis yra laikomas vienu iš biotechnologijos pradininkų, iškėlęs idėją, kad biologiniai procesai gali būti naudojami gaminant maistą ir kitus produktus, sprendžiant maisto ir energijos trūkumo problemas.



Károly Ereky (1878 – 1952)

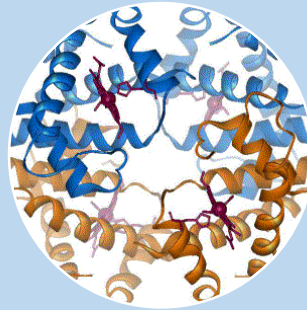
Biotechnologija: ryšys su kitais mokslais



Mikrobiologija



Genetika



Molekulinė
biologija



Biochemija



Biofizika



Informatika

Biotechnologija

Biotechnologija integruoja daugybę mokslų ir technologijų, siekiant kurti naujus produktus ir procesus, kurie sprendžia įvairius žmogaus ir aplinkos iššūkius.

Biologija

Molekulinė biologija: genų struktūros, funkcijos ir reguliavimo tyrimai;
Genetika: genetinė modifikacija, genų inžinerija ir genų terapija;
Mikrobiologija: fermentacijos procesai, biopesticidų ir biofertilizatorių kūrimas;
Ląstelių biologija: ląstelių kultūros ir audinių inžinerija.

Chemija

Biochemija: baltymų, fermentų ir kitų biologiškai aktyvių molekulių tyrimai;
Organinė Chemija: naujų vaistinių medžiagų ir biologinių produktų kūrimas;
Analizinė Chemija: biologinių medžiagų analizei ir kokybės kontrolei.

Fizika

Biofizika: biologinių molekulių struktūros ir funkcijų tyrimai, naudojant fizinius metodus (rentgeno kristalografija, branduolinio magnetinio rezonanso spektroskopija);
Medžiagų mokslas: biomedžiagų kūrimas ir tyrimai, naudojant jas audinių inžinerijoje ir medicinos prietaisuose.

Inžinerija

Bioprocėsų inžinerija: bioreaktorių kūrimas ir optimizavimas;
Genų inžinerija: rekombinantinės DNR technologijos ir sintetinė biologija;
Cheminė inžinerija: procesai nuo laboratorijos lygmens iki pramoninės gamybos.

Informatika

Bioinformatika: genominių ir proteominių duomenų analizė, genų sekų tyrimai, duomenų modeliavimas;
Kompiuterinė biologija: matematiniai modeliai ir kompiuteriniai metodai biologinių sistemų tyrimui.

Medicina

Farmakologija: vaistų kūrimas ir testavimas;
Imunologija: vakcinų kūrimas ir imunoterapija;
Diagnostika: molekulinės diagnostikos metodų kūrimas ir taikymas.

Ekologija

Bioremediacija: mikroorganizmų naudojimas aplinkos teršalų skaidymui ir šalinimui.
Ekologinė inžinerija: ekosistemų atkūrimas ir aplinkos apsaugos technologijų kūrimas.

Pavyzdys:

Žalioji biotechnologija:

Genetika: augalų genetinė modifikacija, siekiant padidinti derlių arba atsparumą ligoms.

Mikrobiologija: naudingų mikroorganizmų kaip biofertilizatorių naudojimas.

Ekologija: vertinant genetinės modifikacijos poveikį ekosistemoms.

Inžinerija: sukuriant pažangias auginimo ir derliaus nuėmimo technologijas.

Biotechnologijos raida

Ankstyvoji biotechnologija (8000–4000m.pr.Kr.)

- Maisto gaminimas ar laikymas, paremtas gyvenimiška patirtimi;
- Gyvūnų ir augalų domestikacija (prijaukinimas).

Klasikinė biotechnologija (2000m.pr.Kr.; 1800-1952)

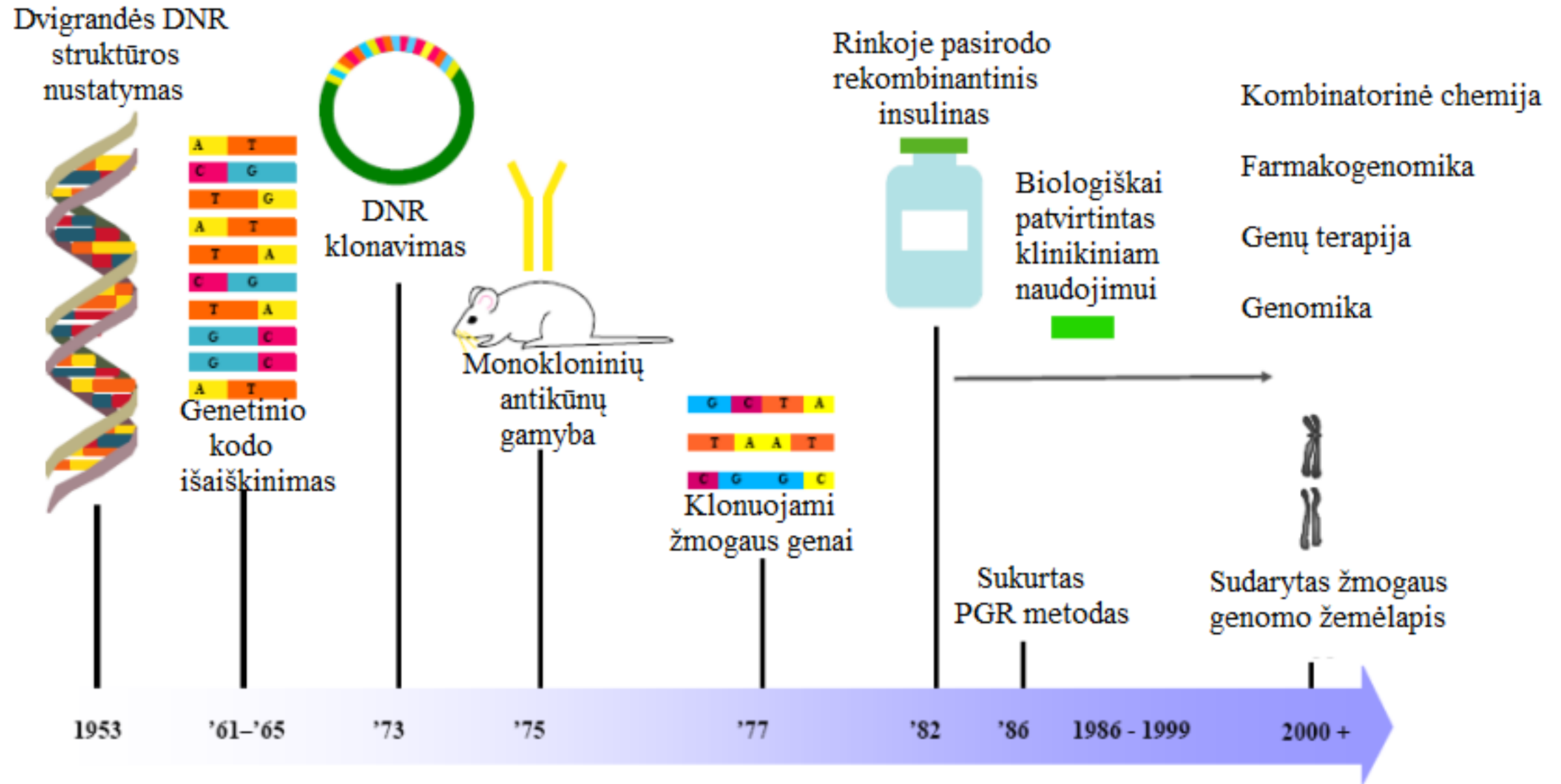
- Remiasi ankstyvosios biotechnologijos etapo patirtimi.
- Mikrobiologijos mokslo vystymasis – išaiškinta **fermentacijos** esmė.
- Genetikos mokslo vystymasis – selekcija, **DNR** tyrimai

Modernioji biotechnologija (nuo 1953 m.)

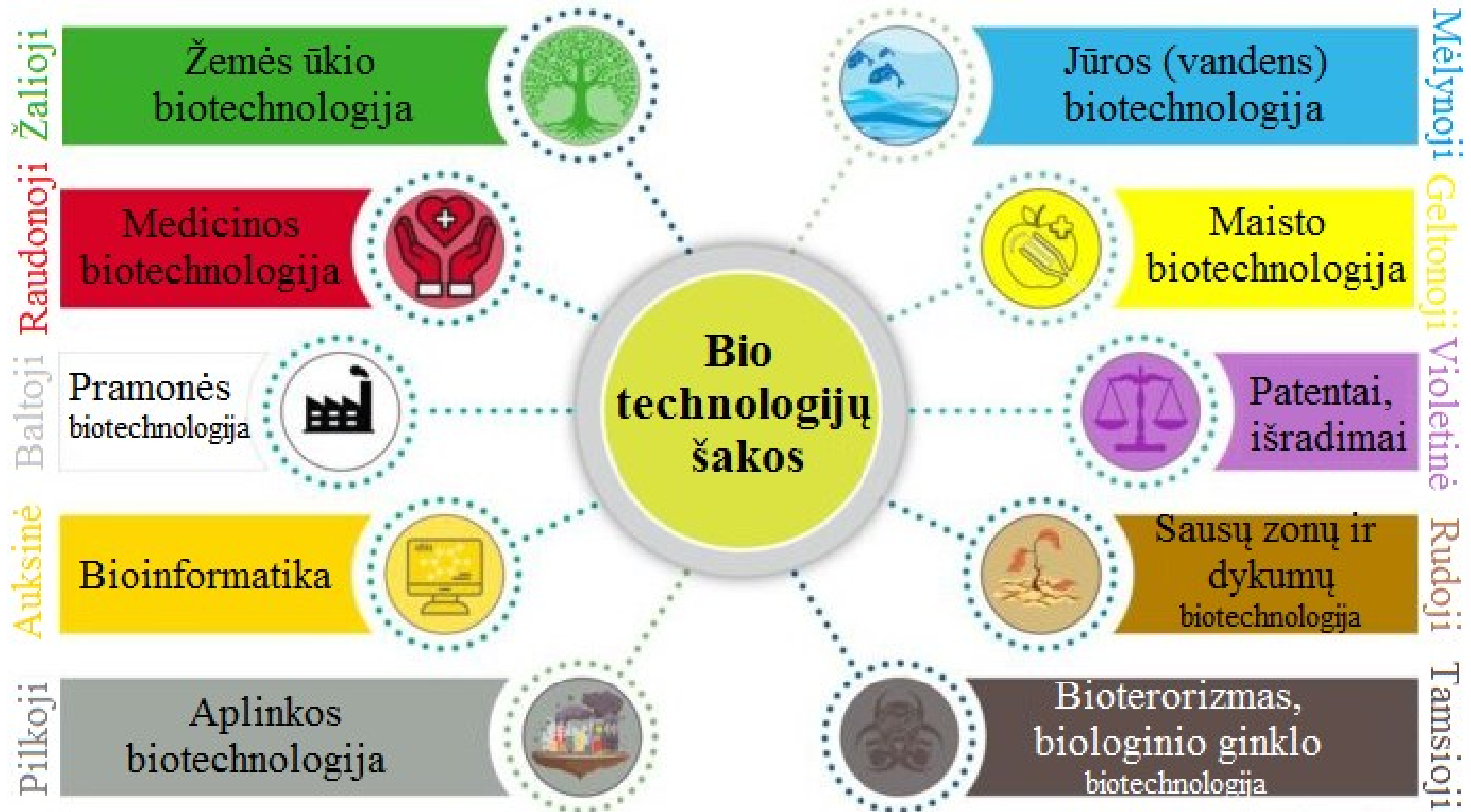
Paremta:

- Genų inžinerija - manipuliacijos su rekombinantine DNR;
- Molekuline biologija - genų ir jų funkcijų tyrimas bei manipuliavimas;
- Ląstelių ir audinių kultūra – auginimas laboratorinėmis sąlygomis.

Moderniosios biotechnologijos evoliucija



Biotechnologija: šakos





Žalioji (žemės ūkio) biotechnologija

Tai biotechnologijos šaka, kurios tikslas – pagerinti žemės ūkio produktyvumą, maisto saugumą ir aplinkos tvarumą naudojant biotechnologines technologijas ir metodus.
Žaliosios biotechnologijos **sritys**:

Genetiškai
Modifikuoti
Organizmai
(GMO)

GM augalai: siekiant pagerinti atsparumą ligoms, kenkėjams, sausrai ar herbicidams.
GM gyvūnai: siekiant pagerinti produktyvumą, atsparumą ligoms ar kitas savybes.

Augalų
Genetinė
Inžinerija

Genų įterpimas ir pašalinimas, siekiant gauti pageidaujamas augalų savybes.
Augalų audinių kultūra: augalų ląstelių ir audinių auginimas laboratorinėmis sąlygomis, didinant augalų atsparumą ligoms ir kenkėjams

Biopesticidai ir
Biofertilizatoriai

Biopesticidai: bakterijos *Bacillus thuringiensis* kovoja su kenkėjais, mažinant cheminių pesticidų naudojimą.
Biofertilizatoriai: azotą fiksuojančios bakterijos pagerina augalų mitybą ir dirvožemio kokybę

Bioremediacija

Naudojant augalus ir mikroorganizmus aplinkos taršos valymui ir **dirvožemio atkūrimui**. Pavyzdžiui, tam tikros rūšys augalų gali absorbuoti sunkiojo metalo teršalus iš užteršto dirvožemio.



Pavyzdys: GM augalų kūrimas

1. Tikslinės savybės nustatymas

Reikiamos savybės augalui parinkimas. Tai gali būti atsparumas tam tikroms ligoms, kenkėjams, sausrui arba pagerintas maistinių medžiagų kiekis.

2. Genų identiškumo ir izoliavimo procesas

Pavyzdžiui, identifikuojamas ir izoliuojamas genas, atsakingas už atsparumą tam tikram vabzdžiui.

3. Genų įterpimas

Genas yra įterpiamas į augalo ląsteles bakterijos *Agrobacterium tumefaciens* pagalba arba genų šautuvu (biolistikos metodas).

4. Augalų kultūra

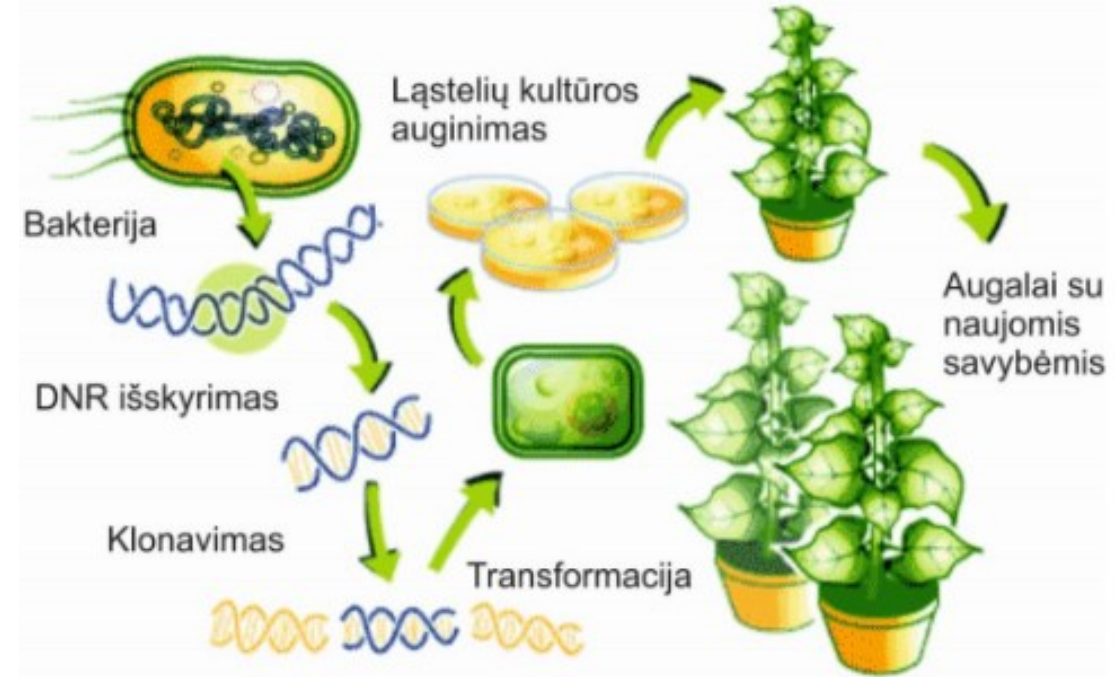
GM ląstelės yra auginamos laboratorijoje, kol susidaro augalas. Naudojami audinių kultūros metodai.

5. Testavimas ir patvirtinimas

GM augalai testuojami, siekiant įsitikinti, kad jie turi pageidaujamas savybes ir nėra neigiamo šalutinio poveikio.

6. Lauko bandymai ir patvirtinimas

GM augalai yra auginami lauko sąlygomis, kad patvirtinti ar tinka naudojimui ir komercializavimui.



Saugumas: atliekami išsamūs tyrimai, siekiant įsitikinti, kad GMO yra saugūs vartoti ir auginimo aplinkai.

Aplinkosauga: baiminamasi, kad GMO gali paveikti biologinę įvairovę arba sukelti kenkėjų ir piktžolių atsparumą.

Etika: diskusijos dėl GMO etikos apima klausimus apie natūralumo išsaugojimą ir genetinės modifikacijos teisėtumą.



Raudonoji (medicinos) biotechnologija

Tai sparčiai besivystanti biotechnologijos šaka, skirta sveikatos apsaugai ir ligų gydymui. Ji apima įvairias pažangias ir efektyvias technologijas, skirtas diagnozuoti, gydyti ir užkirsti kelią ligoms. Raudonosios biotechnologijos **sritys**:

Genų terapija

Genų redagavimas:

CRISPR-Cas9 modifikuojama organizmo DNR, siekiant gydyti genetines ligas;

Vektoriai genų pernašai:

naudojami terapinių genų įvedimui į paciento ląsteles

Kamieninių ląstelių terapija

Regeneracinė medicina:

naudojamos kamieninės ląstelės audinių ir organų atstatymui;

Ląstelių terapija:

naudojamos paciento arba donorų ląstelės tam tikrų ligų gydymui

Biopharmacija

Monokloniniai antikūnai:

naudojami vėžio arba autoimuninėms ligoms gydyti;

Rekombinantiniai baltymai: insulinas, augimo hormonai, kraujo krešėjimo faktoriai ir kt. terapiniai baltymai

Vakcinų kūrimas

Rekombinantinės vakcinos:

pvz., hepatito B vakcina;

RNR vakcinos:

COVID-19 vakcinos, naudojant mRNR technologiją

Molekulinė diagnostika

Molekulinė diagnostika:

įgalina diagnozuoti ligas ankstyvose stadijose;

Biomarkerių identifikavimas: padeda diagnozuoti ir stebėti ligas

Imunoterapija

Imuninės sistemos komponentų terapija: CAR-T ląstelių terapija ir kt.



Pavyzdys: genų terapija naudojant CRISPR-Cas9

1. Ligos identifikavimas

Identifikuoti genetinę ligą, kurią galima gydyti naudojant genų terapiją. Pvz., **Diušeno raumenų distrofija (DMD)** yra paveldima liga, kurią sukelia **distrofino** geno mutacijos.

2. Genų redagavimo strategijos sukūrimas

Naudojant CRISPR-Cas9 technologiją, sukuriama strategija redaguoti defektinį geną. CRISPR-Cas9 sistema nukreipiama į specifinę DNR seką, kurioje yra mutacija.

3. Genų redagavimo procesas

CRISPR-Cas9 kompleksas įvedamas į paciento ląsteles *in vitro* arba *in vivo*. Kompleksas atpažįsta mutavusią DNR seką ir iškerpa defektinį geną.

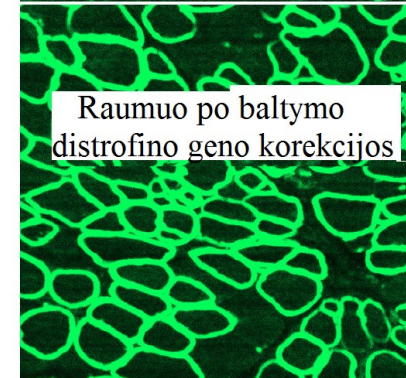
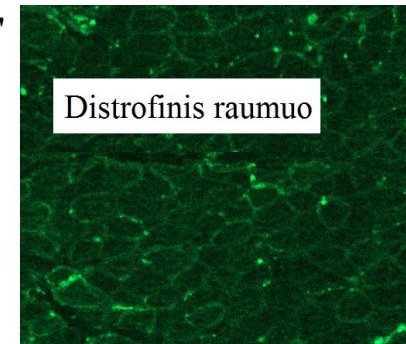
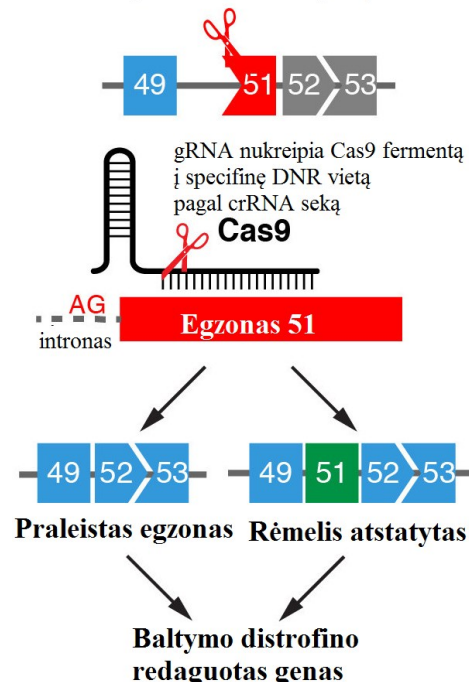
4. Ląstelių auginimas ir transplantacija

Redaguotos ląstelės auginamos laboratorijoje ir vėliau transplantuojamos pacientui.

5. Stebėjimas ir vertinimas

Po gydymo stebima paciento sveikatos būklė, siekiant įvertinti terapijos efektyvumą ir saugumą.

Vieno kirpimo CRISPR genų "žirklys"



Saugumas: genų terapijos procedūros gali sukelti netikėtus šalutinius poveikius ar imuninės sistemos reakcijas.

Etika: genų redagavimas kelia daug etinių klausimų, ypač kai kalbama apie manipuliacijas su gemalo ląstelėmis.

Prieinamumas: naujos terapijos dažnai yra brangios ir nepasiekiamos visiems pacientams.



Geltonoji (maisto) biotechnologija

Tai biotechnologijos šaka, orientuota į maisto **gamybą, perdirbimą ir saugumą**. Ji apima technologijas ir metodus, skirtus pagerinti maisto produktų kokybę, maistinę vertę, skonį, saugumą ir galiojimo laiką. Geltonosios biotechnologijos **sritys**:

Fermentacija

Tradicinė fermentacija: duonos, sūrio, jogurto, alaus ir vyno gamyba bakterijų ir mielių fermentacijos būdu;
Pramoninė fermentacija: biologiškai aktyvių junginių - aminorūgščių, enzymų ir maisto priedų gamyba.

Genetiškai Modifikuoti Maisto Produktai (GMO)

GM augalai: siekiant pagerinti maistines savybes, atsparumą ligoms ir kenkėjams arba prailginti galiojimo laiką (auksiniai ryžiai praturtinti beta-karotinu).
GM gyvūnai: siekiant pagerinti mėsos, pieno ar kiaušinių kokybę

Funkciniai Maisto Produktai

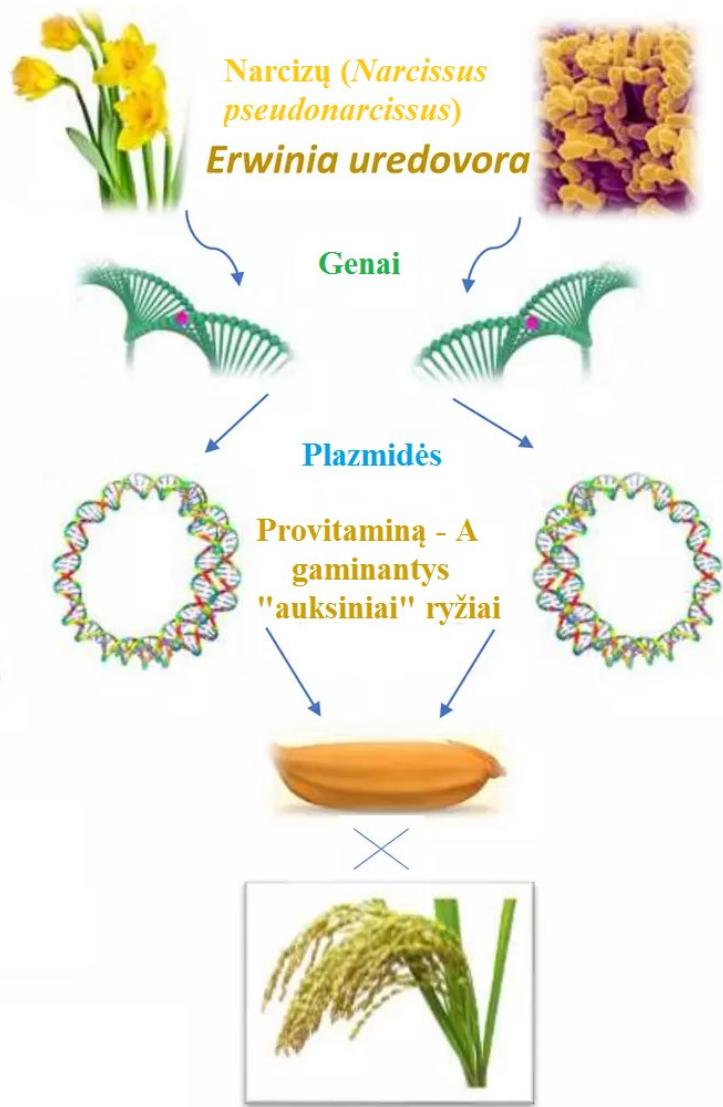
Maisto produktai, praturtinti **probiotikais, prebiotikais, vitaminais, mineralais** ir kitomis **biologiškai aktyviomis** medžiagomis

Maisto Saugumas ir Kontrolė

Biologiniai jutikliai: patogenų ir kenksmingų medžiagų aptikimui maiste;
DNR atpažinimas: GMO aptikimui maiste



Pavyzdys: genų inžinerijos pagalba **beta-karotino** sintezė ryžiuose



1. Genų identifikavimas ir atranka:

psy (fitoeno-sintazės) genas iš narcizų (*Narcissus pseudonarcissus*).
crtI (karoteno desaturazės) genas iš dirvožemio bakterijos *Erwinia uredozona*.

Vietoje narcizų genų naudojamas ir kukurūzų psy genas.

2. Geno įterpimas:

Bakterijų plazmidė psy geną įterpia į ryžių genomą.

Bakterijos gali tiesiogiai pernešti genetinę medžiagą į augalų ląsteles.

3. Genų ekspresijos kontrolė:

Genų ekspresijai buvo naudojami specifiniai promotoriai, kad beta-karotinas būtų gaminamas tik ryžių grūduose, bet ne kituose augalo audiniuose.

Reguliaciniai barjerai: GMO produktų patvirtinimas ir reguliavimas yra sudėtingas ir ilgai trunkantis procesas.

Vieša nuomonė: kai kurie žmonės priešinasi GMO naudojimui dėl etinių, sveikatos ar aplinkosaugos priežasčių.

Ekonominiai ir socialiniai aspektai: norint užtikrinti „auksinių“ ryžių rinką, reikia išspręsti tiekimo ir informacijos sklaidos klausimus.



Mėlynoji (jūros) biotechnologija

Tai biotechnologijos šaka, susijusi su jūrų ir vandenynų biologinių išteklių panaudojimu. Ši sritis apima įvairias technologijas ir metodus, skirtus jūros organizmų tyrimams, išsaugojimui, naujų produktų kūrimui ir aplinkos apsaugai. Mėlynosios biotechnologijos **sritis**:

Biomedicina ir
farmacija

Maisto
pramonė ir
akvakultūra

Aplinkos
apsauga

Pramonė

Naujų vaistų kūrimas:

vandens organizmai gamina bioaktyvius junginius, kurie turi priešvėžinį, antibakterinį, priešuždegiminį poveikį.

Maisto papildai: krevečių kiautų chitozanas, taikomas ir žaizdų gydyme, audinių inžinerijoje.

Dumbliai kaip maisto šaltinis:

gausu baltymų, vitaminų, mineralų ir antioksidantų.

Žuvų ir jūrų gėrybių akvakultūra: žuvų ir kitų jūros organizmų auginimas, siekiant tvariai padidinti maisto gamybą.

Bioremediacija:

jūros mikroorganizmai naudojami užterštų naftos produktais teritorijų valymui.

CO₂ mažinimas: dumbliai gali sugerti didelius kiekius CO₂, padedant mažinti klimato kaitą.

Fermentai:

naudojami įvairiose pramonės šakose, nuo skalbimo miltelių iki biokuro gamybos.

Bioplastikai: jūros organizmai naudojami kuriant biologiškai skaidžius plastiko pakaitalus.



Pavyzdys: vaistų iš jūros organizmų kūrimas

1. Atradimas:

Mokslininkai iš paprastosios pinties išskyre junginį **halichondrin B**, kuris turi stiprų priešvėžinį poveikį.

2. Kūrimas:

Halichondrinas B naudojamas kuriant vaistą **eribuliną** (Halaven), kuris naudojamas tam tikrų rūšių krūties vėžio ir liposarkomos gydymui. Jo taikinytis - vėžinių ląstelių mitozės verpstės baltymas tubulinas, kurio sintezė inhibuojama ir sustabdoma mitozė.

3. Rezultatas:

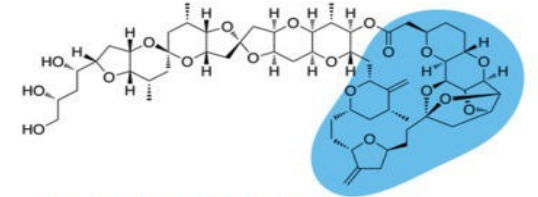
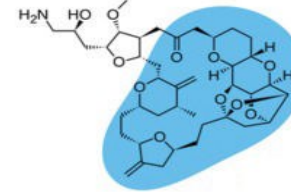
Eribulinas yra sėkmingai naudojamas klinikinėje praktikoje.

Paprastoji pintis

(*Halichondria okadae*)



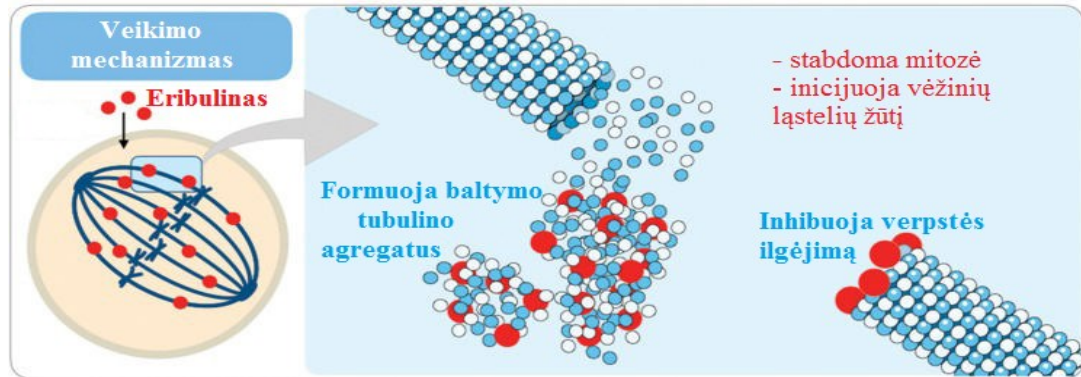
Vaisto eribulino formulė



Halichondrinas B
išskirtas iš pinties

Halichondria okadae

Veikimo mechanizmas



Aplinkos apsauga: užtikrinti, kad jūrų išteklių naudojimas būtų tvarus ir nekenktų natūralioms ekosistemoms.

Reguliavimas ir etika: naujų bioaktyvių junginių paieška vykdoma laikantis tarptautinių susitarimų ir teisės aktų.

Technologijų plėtra: nuolatos tobulinti ir plėtoti naujas technologijas, kurios leistų efektyviau išgauti ir panaudoti jūrų organizmų išteklius.



Rudoji (sausų zonų ir dykumų) biotechnologija

Tai biotechnologijos šaka, apimanti įvairių technologijų, metodų kūrimą ir taikymą, siekiant pagerinti gyvenimo sąlygas sausringose vietovėse, spręsti aplinkos problemas, išnaudoti sausringų regionų biologinį potencialą ir tvariai valdyti išteklius. Rudosios biotechnologijos **sritys:**

Augalų biotechnologija

Dykumų žemės ūkis: kurti ir auginti atsparius sausrai ir druskingumui augalus;
Genų inžinerija: genetinės modifikacijos metodais didinti augalų atsparumą ekstremalioms sąlygoms ir derlingumą.

Vandens išteklių valdymas

Desalinizacija: Kurti efektyvesnes jūros vandens gėlinimo technologijas, kurios užtikrina vandens tiekimą sausringose vietovėse.

Vandens perdirbimas ir valymas: Naudoti biologinius metodus vandens valymui ir perdirbimui, siekiant užtikrinti vandens kokybę ir tvarumą.

Dirvožemio atkūrimas

Bioremediacija: atkurti ir gerinti užterštų arba degraduotų dirvožemių kokybę;

Dirvožemio stabilizavimas: biologiniais metodais mažinti eroziją ir stabilizuoti dirvožemį sausringose vietovėse.

Energetika ir ištekliai

Biokuras: naudoti sausringų regionų augalus ir mikroorganizmus biokuro gamybai;
Biomedžiagos: kurti biologiškai skaidžias medžiagas iš sausringų regionų biologinių išteklių.



Pavyzdys: atsparių sausrai augalų kūrimas

1. Tikslas:

Kurti augalus, kurie gali išgyventi ir derėti ekstremaliai sausringose sąlygose.

2. Genetinė modifikacija:

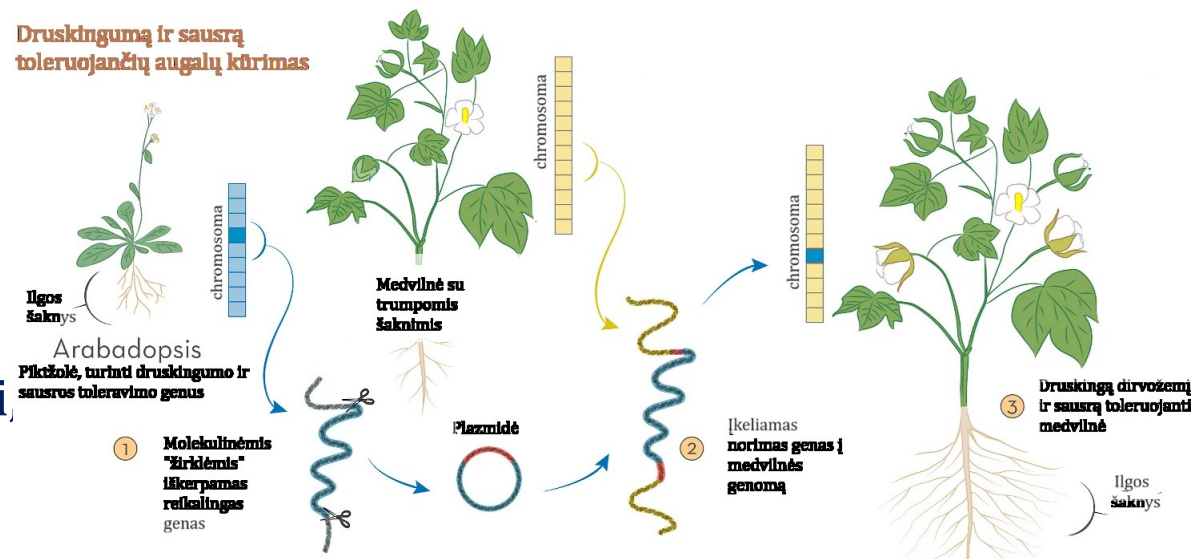
Naudoti genus, kurie suteikia augalams atsparumą sausrai, pavyzdžiui, genus, atsakingus už vandens išsaugojimą ląstelėse, audiniuose, galias šaknis ar efektyvesnį vandens panaudojimą. Naudojant genetinę inžineriją, šie genai įterpiami į pasėlių augalų genomą, kad jie taptų atsparesni sausroms.

3. Rezultatas:

Kuriami augalai, kurie gali augti ir derėti esant mažam vandens kiekiui, padidinant maisto gamybą sausringose vietovėse.



Druskingumą ir sausrą toleruojančių augalų kūrimas



Technologijų plėtra: tobulinti ir plėtoti naujas technologijas, kurios leistų efektyviau išgauti ir panaudoti sausringų regionų biologinius išteklius.

Reguliavimas ir etika: užtikrinti, kad naujų technologijų kūrimas ir taikymas atitiktų tarptautinius standartus ir būtų etiškas bei teisingas.

Vieša nuomonė ir švietimas: informuoti visuomenę apie rudosios biotechnologijos naudą ir svarbą, siekiant paramos ir palaikymo.



Tamsioji biotechnologija

Ši biotechnologijos šaka, siejama su biologinių ginklų kūrimu ir biologinio terorizmo grėsme, tačiau taip pat apima technologijas, skirtas gynybai nuo tokių grėsmių ir apsaugai nuo biologinių atakų. Juodosios biotechnologijos **sritys**:

Biologiniai ginklai

Kuriamos biologinės medžiagos: naudojamos bakterijos, virusai ar toksinai, kurie gali būti panaudoti kaip ginklai.
Genetinė modifikacija: biologinių agentų modifikavimas, kad jie taptų atsparesni gydymui, patogeniškesni ar turėtų kitokias mirtinas savybes.

Gynybos priemonės

Vakcinos ir gydymas: kuriamos vakcinos, antikūnai ir kitos medicininės priemonės, siekiant apsaugoti nuo biologinių atakų.
Detekcija ir diagnostika: kuriamos technologijos greitam ir tiksliam biologinių agentų aptikimui ir identifikavimui.

Bioterorizmas ir bioapsauga

Prevencijos priemonės: vykdomi tyrimai ir kuriamos strategijos, siekiant užkirsti kelią biologinio terorizmo aktams ir jų poveikiui mažinti.
Reagavimo planai: sukurti ir įgyvendinti avariniai planai, siekiant greitai ir veiksmingai reaguoti į biologines atakas.



Biologinio ginklo panaudojimo pavyzdys:

1. Mikroorganizmų kaip ginklo panaudojimas:

2001 m. JAV buvo išsiųsti laišakai su juodligės sukėlėjo (*Bacillus anthracis*) sporomis, sukeldami biologinę ataką, per kurią mirė penki žmonės ir daugybė kitų buvo užkrėsti.

2. Apsaugos priemonės:

Po šio incidento sukurta keletas prevencinių priemonių, įskaitant patobulintą laiškų ir siuntų skenavimo technologiją, taip pat sustiprintas biologinių grėsmių stebėjimas.

3. Reagavimo strategijos:

Vyriausybines ir sveikatos apsaugos institucijas sukūrė greito reagavimo planus, apimančius karantiną, vakcinaciją ir medicininę pagalbą, siekiant greitai suvaldyti biologines grėsmes.



Etiniai klausimai: biologinių ginklų kūrimas kelia rimtus etinius klausimus ir gali būti panaudotas netinkamai, sukeldamas didelę grėsmę žmonijai.

Saugumo užtikrinimas: nuolat stebima ir kontroliuojama, kad biotechnologijos būtų naudojamos taikiems tikslams, užkertant kelią jų netinkamam panaudojimui.



Baltoji (pramonės) biotechnologija

Tai biotechnologijos šaka, apimanti draugišką aplinkai biotechnologinių metodų ir mikroorganizmų naudojimą, siekiant sukurti tvarius produktus ir procesus. Ji padeda mažinti pramonės priklausomybę nuo naftos produktų bei anglies dioksido emisijas ir skatina žaliųjų technologijų plėtrą. Baltosios biotechnologijos **sritys**:

Biokuras

Bioetanolis: pagamintas fermentuojant cukrų ar krakmolą iš augalinių medžiagų (pvz., kukurūzų, cukranendrių).
Biodyzelinas: gaminamas iš augalinių aliejų ar gyvūninių riebalų, naudojamas kaip dyzelino pakaitalas.

Bioplastikai

Polilaktinė rūgštis (PLA): gaminama iš fermentuoto cukraus. Tai biologiškai skaidomas plastikas pakuotėms, medicinos prietaisams ir kt.
Polihidroksialkanoatai (PHA): Gaminami mikroorganizmų. Tai biologiškai skaidomi plastikai, gali būti naudojami įvairiose pramonės šakose.

Fermentai pramonėje

Maisto pramonė: naudojami sūrio, duonos ir alaus gamyboje.
Tekstilės pramonė: naudojami audinių apdorojimui.
Popieriaus pramonė: naudojami celiuliozės skaidymui, mažinant energijos ir cheminių medžiagų sąnaudas.

Chemijos pramonė

Biokatalizė: mikroorganizmai ar fermentai cheminėse reakcijose mažina energijos sąnaudas ir aplinkos taršą.
Žalioji chemija: naudojamos biologiškai skaidomos cheminės medžiagos.



Pavyzdys: bioplastiko gamyba

Polilaktinė rūgštis (PLA):

1. Žaliavos:

PLA gaminamas iš kukurūzų/cukranendrių ar planktoninių mikrodumblių fermentuoto cukraus.

2. Gamybos procesas:

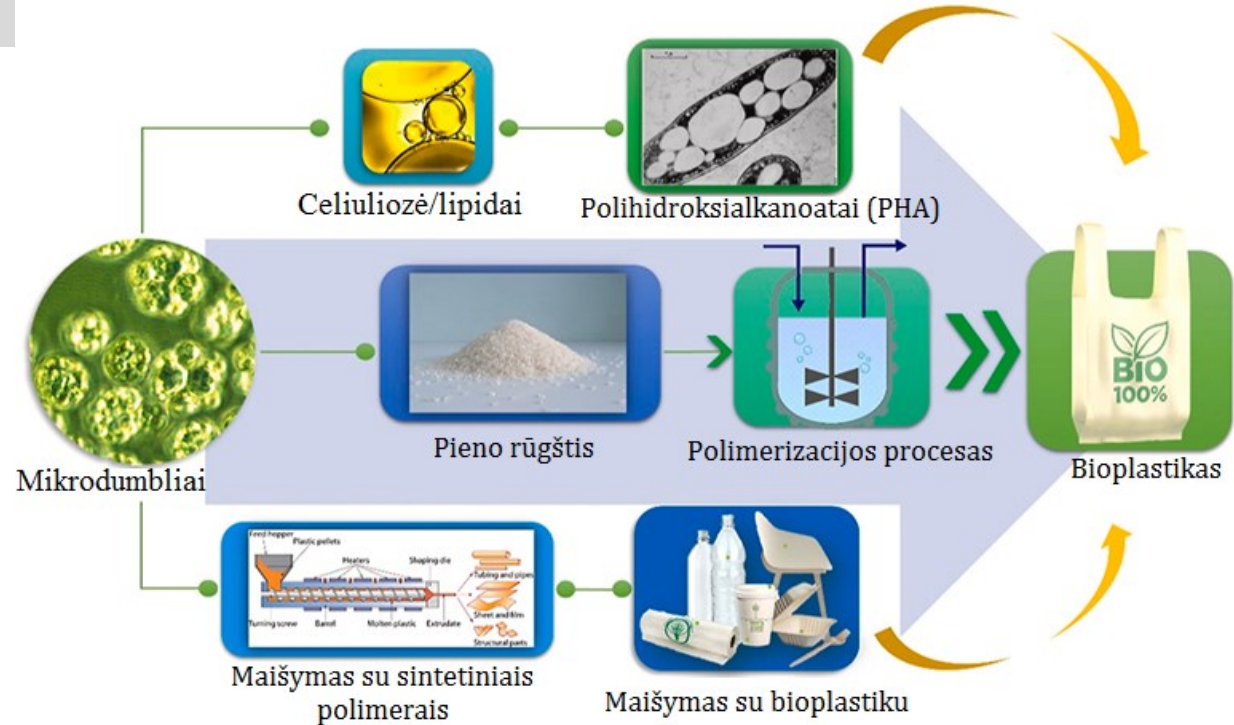
Mikroorganizmai fermentuodami cukrų, gamina pieno rūgštį. Pieno rūgštis polimerizuojama, susidaro PLA – biologiškai skaidus plastikas.

3. Taikymas:

PLA naudojamas pakuočių, vienkartinių indų, medicinos prietaisų ir kt. gamyboje.

4. Privalumai:

PLA yra biologiškai skaidus, todėl mažiau teršia aplinką nei tradiciniai plastikai. Gamyba iš atsinaujinančių išteklių mažina priklausomybę nuo naftos produktų.



Technologijų plėtra: nuolatos tobulinti ir plėtoti naujas technologijas, kurios leistų efektyviai panaudoti biologinius procesus pramonėje.

Ekonominiai barjerai: pradinių investicijų poreikis ir naujų technologijų įdiegimo kaštai gali būti dideli.

Reguliavimas ir standartai: sukurti tinkamus reguliavimo mechanizmus ir standartus, kad būtų užtikrinta naujų biotechnologijų sauga ir efektyvumas.



Pilkoji (aplinkos) biotechnologija

Tai biotechnologijos šaka, apimanti įvairius biotechnologinius metodus ir procesus, kurie naudojami aplinkos valymui, taršos mažinimui ir ekosistemų atkūrimui. Pilkoji biotechnologija kuria tvarius sprendimus, kurie padeda išspręsti aplinkosaugos problemas ir gerina aplinkos kokybę. Pilkosios biotechnologijos **sritys**:

Bioremediacija

Naftos teršalų valymas: naftos produktais užteršto dirvožemio ir vandens valymas mikroorganizmų pagalba.
Sunkiųjų metalų valymas: augalų ir mikroorganizmų naudojimas sunkiųjų metalų (švino, kadmio ar gyvsidabrio) surinkimui ir neutralizavimui.

Atliekinio vandens valymas

Biologiniai filtrai: šalinant teršalus ir organines medžiagas naudojami mikroorganizmai.
Fitoremediacija: augalų naudojimas vandens valymui, šalinant teršalus ir sunkiuosius metalus iš vandens telkinių.

Dirvožemio valymas ir atkūrimas

Mikrobiologinis valymas: mikroorganizmų naudojimas dirvožemio užterštumui mažinti;
Biologinis dirvožemio stabilizavimas: augalų ir mikroorganizmų naudojimas dirvožemio struktūros gerinimui, erozijos mažinimui, dirvožemio kokybės pagerinti

Oro valymas

Biologiniai filtrai: mikroorganizmų naudojamas oro teršalų, šalinimui.
Augalų naudojimas: augalai sugeria teršalus ir anglies dioksidą, gerindami oro kokybę.



Pavyzdys: naftos teršalų valymas bioremediacijos būdu

Tyrimo vieta:

Uostas, užterštas išsiliejusiais naftos produktais.

Mikroorganizmų naudojimas:

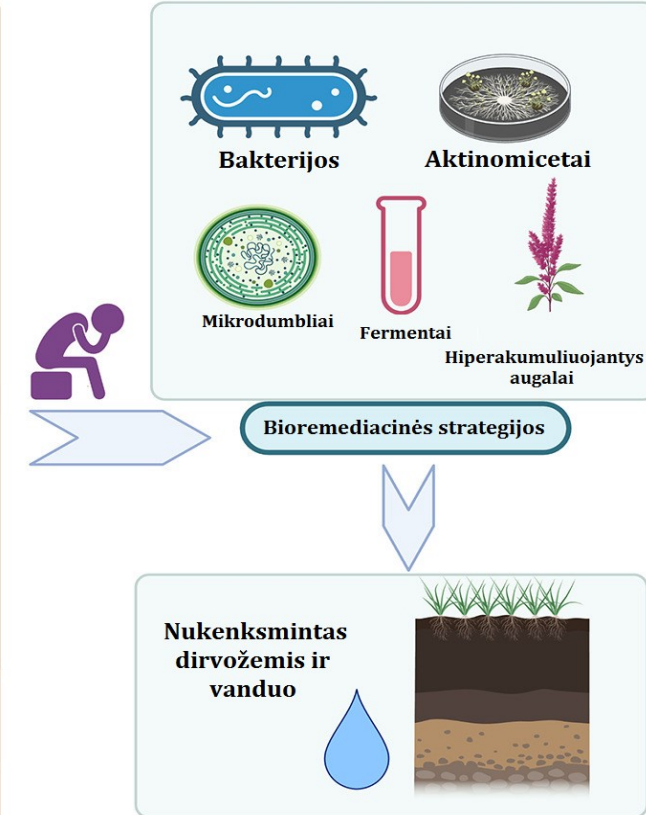
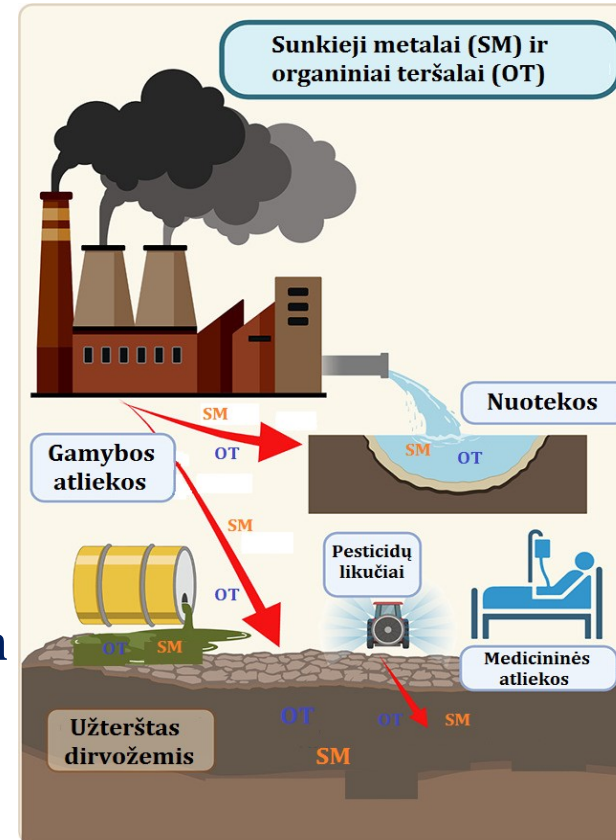
Naudojami bakterijų kamienai, kurie užterštoje teritorijoje efektyviai skaido naftos produktus į mažiau kenksmingas medžiagas.

Rezultatas:

Po kelių savaitių ar mėnesių užteršta teritorija tampa švaresnė, sumažėja naftos produktų koncentracija.

Privalumai:

Bioremediacija yra natūralus ir ekologiškas metodas, kuris mažina cheminių valymo medžiagų naudojimą. Tai efektyvus būdas atkurti užterštas teritorijas, sumažinant aplinkos taršą.



Laiko sąnaudos: biologiniai procesai gali būti lėti ir reikalauti ilgesnio laiko, norimam rezultatui pasiekti.

Specifiškumas: mikroorganizmai ar augalai gali būti veiksmingi tik tam tikriems teršalams, todėl reikia kruopštaus planavimo ir tyrimų.

Kontrolė: sunku kontroliuoti biologinių agentų veiklą ir jų poveikį ekosistemoms, todėl būtina nuolatinė stebėseną.



Auksinė biotechnologija - bioinformatika

Auksinė biotechnologija ir bioinformatika yra tarpusavyje susijusios sritys. Bioinformatika - duomenų mokslų ir biologijos derinys, naudojama siekiant analizuoti ir interpretuoti didelius biologinių duomenų kiekius. Auksinės biotechnologijos **sritys**:

Genominė,
proteominė
analizė

Genų sekos analizė: identifikuoja ir lygina genų sekas įvairiose organizmuose.

Genų anotacija: padeda nustatyti genų funkcijas ir reguliacinius elementus.

Proteomų analizė: identifikuoja baltymus ir jų sąveikas.

Vaistų
kūrimas
ir atranka

Virtuali vaistų atranka:

modeliavimu, galima simuliuoti vaistų molekulių ir jų taikinių sąveikas.

Struktūrinė bioinformatika:

analizuojant baltymų struktūras, kuriami nauji vaistai. sąveikauja su specifiniais baltymais, susijusiais su ligomis.

Genų
ekspresijos
analizė

Mikrogardelių analizė:

genų ekspresijos duomenų analizė iš mikrogardelių ar sekvenavimo technologijų.

RNR-seq analizė: analizuoja genus skirtinguose audiniuose ar ligos būsenose.

Duomenų
bazės

Duomenų saugojimas:

genetinių ir proteominių duomenų bazių kūrimas ir priežiūra.

Analizės įrankiai: programinės įrangos įrankiai, skirti biologinių duomenų analizei, vizualizacijai ir interpretacijai.

Bioprocėsų
modeliavimas

Biologinių tinklų modeliavimas:

modeliavimo sistemos, kurios padeda suprasti sudėtingų biologinių sistemų sąveikas.

Dinaminiai modeliai:

prognozuoja biologinių sistemų pokyčius.

Pavyzdys: Genų banko sudarymas



Bioinformatika čia atlieka esminį vaidmenį, padėdama rinkti, analizuoti ir saugoti genetinius duomenis, kurie gali būti naudojami tyrimams, diagnozei ir terapijoms kurti.

Genetinių duomenų rinkimas: DNR mėginių rinkimas ir sekvenavimas.

Duomenų apdorojimas ir kokybės kontrolė: bioinformatikos įrankiais įvertinti sekų kokybę.

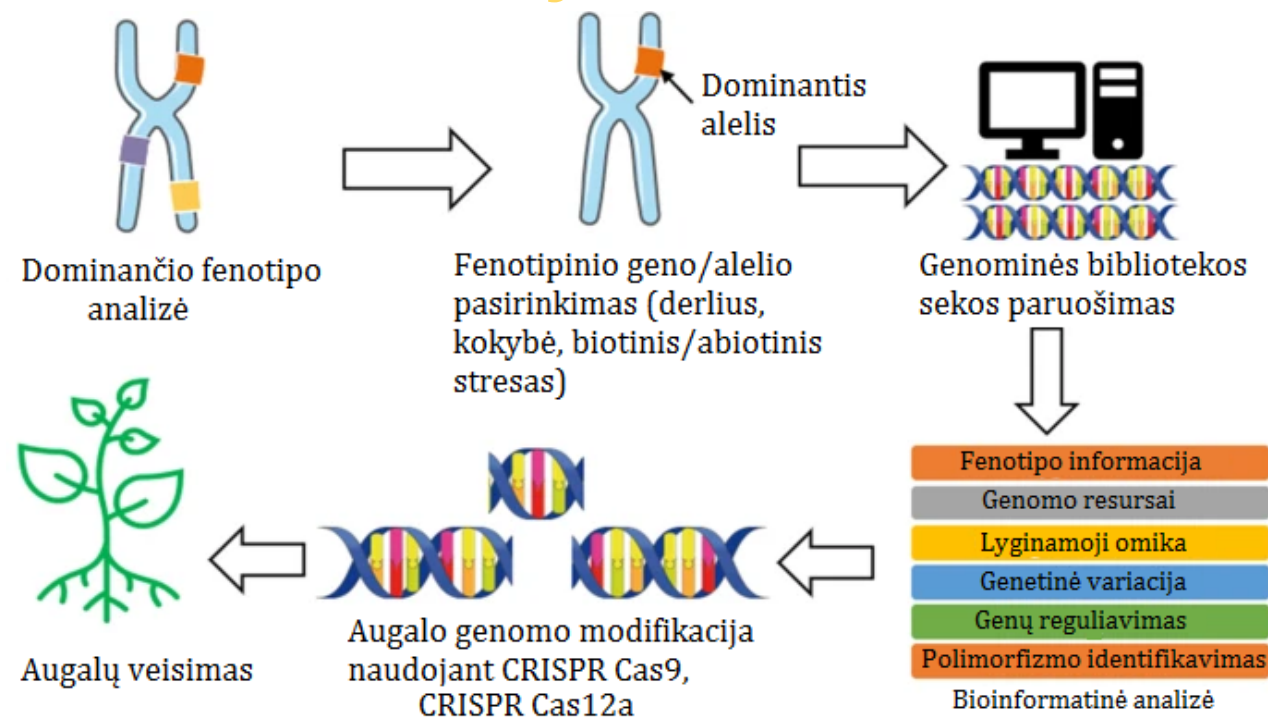
Genomų analizė: bioinformatikos įrankiais išskiriami genetiniai variantai.

Genų anotacija: bioinformatikos įrankiais atliekama genų anotacija, siekiant nustatyti genetinių variantų poveikį ir jų asociacijas su žinomais genais bei biologiniais.

Duomenų saugojimas ir valdymas: sukurti ir prižiūrėti duomenų bazę, kurioje būtų saugomi genetiniai duomenys.

Duomenų integracija ir prieinamumas: integruoti genetinius duomenis su klinikiniais duomenimis. Užtikrinti saugų duomenų prieinamumą mokslininkams ir gydytojams.

Genetinių žymenų identifikacija ir tyrimai: analizuoti duomenis, siekiant nustatyti genetinius žymenis ligų diagnostikai ir terapijai.



1. **Duomenų rinkimas ir kokybė.** Iššūkis surinkti didelį ir įvairų genetinių duomenų kiekį.
2. **Duomenų saugojimas ir valdymas.** Iššūkis didelių duomenų kiekių saugojimas ir valdymas.
3. **Duomenų privatumas ir saugumas.** Užtikrinti surinktų genetinių duomenų privatumą ir saugumą.
4. **Etika ir teisė.** Klausimai, susiję su genetinių duomenų rinkimu, saugojimu ir naudojimu.
5. **Dideli finansiniai ir žmogiškieji ištekliai.**



Violetinė biotechnologija – patentai ir išradimai

Ši biotechnologijos šaka, orientuota į naujų technologijų kūrimą, produktų ir paslaugų inovacijas, kurios gali būti patentuojamos ir komercializuojamos. Violetinės biotechnologijos **sritis**:

Intelektinės
nuosavybės
apsauga

Patentuojant naujas technologijas ir metodus, įmonės ir mokslininkai gali apsaugoti savo išradimus nuo konkurentų ir užtikrinti sukurtų produktų komercializavimą

Investicijų
skatinimas

Turėdami patentus, tyrėjai ir įmonės gali pritraukti investicijas iš verslo partnerių, kurie nori investuoti į patikrintas ir apsaugotas technologijas.

Bendradarbiavimo
galimybės

Patentai suteikia galimybę sudaryti licencijų sutartis ir bendradarbiauti su kitomis įmonėmis ir tyrimų institucijomis.



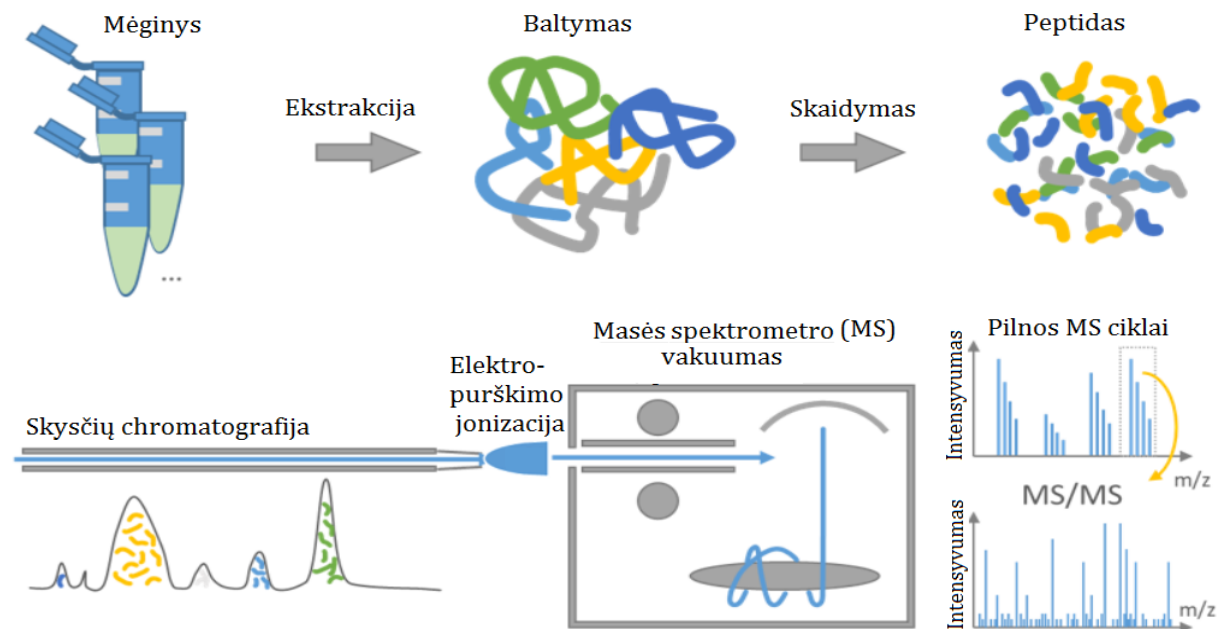
Pavyzdys: aukštos kokybės baltymų analizė

Išradimas: „Masės spektrometrija – proteomikos pagrindas“.

Patento pavyzdys: Įmonės turi patentus dėl masių spektrometrijos įrankių ir metodų, naudojamų proteomikoje.

Technologija: naudojama baltymų identifikavimui ir kvantifikavimui, kas yra esminis žingsnis kuriant naujas diagnostikos priemones ir terapijas.

Inovacija: Modernios masių spektrometrijos technologijos leidžia detaliai analizuoti baltymų struktūras ir sąveikas, kas prisideda prie biomarkerio atradimo ir ligų diagnostikos.



Patentų paraiškų pateikimas ir teisiniai klausimai: pasirinkti tinkamą patentavimo strategiją ir užtikrinti, kad išradimas atitiktų visus patentavimo reikalavimus (naujumas, išradimo lygis ir taikymas).

Tarptautinė patentavimo strategija: suprasti ir taikyti skirtingų šalių patentų įstatymus ir taisykles.

Patentų išlaidos: procesas brangus, įskaitant patentų paraiškų parengimą, teisinį gynimą ir priežiūrą.

Patento apsaugos laikotarpis: ribotas ir galutinai baigiasi po 20 m.

Išvados:

1. Žalioji biotechnologija apima organizmų ir procesų naudojimą, kad būtų sukurti tvarūs sprendimai žemės ūkyje, aplinkosaugoje ir maisto pramonėje.

2. Raudonoji biotechnologija naudoja rekombinantinę DNR technologiją, vaistų, vakcinų ir genų terapijos metodų kūrimui.

3. Geltonoji biotechnologija taiko genetinę inžineriją ir biotechnologinius metodus žemės ūkio ir maisto produktų sektoriuose.

4. Mėlynoji biotechnologija taiko jūrų organizmų išteklius tvariai ir efektyviai, siekiant naujų produktų kūrimo ir aplinkosaugos sprendimų.

5. Rudoji biotechnologija siekia kurti ir taikyti biotechnologines priemones, kurios pagerina žemės ūkio praktiką ir aplinkosaugą sausose ir dykumų aplinkose.

6. Tamsioji biotechnologija apima biotechnologinių metodų ir technologijų taikymą, kuris gali sukelti pavojų sveikatai ir aplinkai arba būti naudojamas neetiškais tikslais.

7. Baltoji biotechnologija naudojama siekiant optimizuoti pramonines gamybos procesus ir kurti naujus produktus bei technologijas.

8. Pilkoji biotechnologija apima biologinių metodų taikymą aplinkos taršos mažinimui ir valymui bei ekologinių sistemų atkūrimui.

9. Auksinė biotechnologija apima bioinformatiką ir kompiuterinę biologiją, kurios leidžia analizuoti didelius biologinių duomenų kiekius ir kurti biologinių sistemų modelius.

10. Violetinė biotechnologija apima intelektinės nuosavybės apsaugos ir teisės aktų kūrimą bei taikymą biotechnologijų srityje.

Papildoma literatūra:

1. Khan, M. I., et al. (2020). "Green Biotechnology: Applications in Agriculture, Food, and Environment." *Biotechnology Advances*.
2. Glick, B.R., and Pasternak, J.J. (2021). "Molecular Biotechnology: Principles and Applications of Recombinant DNA." ASM Press.
3. Meyer, V., et al. (2020). "Marine Biotechnology: A New Era for Marine Resources." *Marine Drugs*.
4. Nielsen, K.F. (2021). "Marine Biotechnology: Current Status and Future Prospects." *Journal of Marine Science and Engineering*.
5. Gordon, A.M., and Martiny, J.B.H. (2018). "Biotechnology for Arid Lands: Using Microbes for Sustainable Development." *Journal of Arid Environments*.
6. Kushner, D.J., and R. Elhanany. (2019). "The Dark Side of Biotechnology: The Risks and Unethical Uses of Biotechnology." *Biotechnology Advances*.
7. Morrison, R.T., and Boyd, R.N. (2022). "Understanding Biocatalysis in White Biotechnology." *Chemical Reviews*.
8. Nigam, P., and Singh, D. (2019). "Biotechnological Applications for Sustainable Development: White Biotechnology in Industry." *Bioresource Technology*.
9. Singh, A., et al. (2010). "Environmental Biotechnology and Bioremediation." *Applied Microbiology and Biotechnology*.
10. Lesk, A.M. (2019). "Introduction to Bioinformatics." Oxford University Press.
11. Fisher, E., and Mahajan, R.L. (2006). "Ethics in Biotechnology." *Annual Review of Biomedical Engineering*.