



Biologian tukimateriaalia

Lukion opetussuunnitelman perusteiden 2019
biologian moduuleiden sisältöjen tarkastelua

Biologian ja maantieteen opettajien liitto BMOL ry:n edustajat ja lukion uusien opetussuunnitelman perusteiden laadinnassa mukana olleet aineryhmät ovat yhteistyössä tuottaneet tukimateriaalia perusteissa annettujen ainekohtaisten tavoitteiden ja keskeisten sisältöjen avaamiseksi biologiassa ja maantieteessä.

Esipuhe

Tämä tukimateriaali on tarkoitettu erityisesti biologian opettajille paikallisen opetussuunnitelmatyön tueksi ja opetuksen innoittajaksi. Toivomme, että tukimateriaali tukisi myös oppimateriaalien tekijöitä sekä päättökokeiden laatijoita työssään. Tukimateriaali painottuu moduulien sisältöjen avaamiseen.

Biologian moduulien sisältöjä ei ole kommentoitu tukimateriaalissa kaikenkattavasti: kaikkia biologian opetuksen yleisiä tai moduulikohtaisia tavoitteita ei ole sisällytetty kommentointiin. Tukimateriaalin tarkoituksena on auttaa paikallisessa opetussuunnitelmatyössä ja opetuksen suunnittelussa. Opetuksen suunnittelussa on huomioitava myös biologian opetuksen yleiset tavoitteet ja moduulikohtaiset tavoitteet sekä laaja-alainen osaaminen. Yleiset tavoitteet ja moduulikohtaiset tavoitteet, jotka ilmaisevat aiottua lopputulosta, on pyritty kirjoittamaan yksiselitteisesti opetussuunnitelman perusteisiin niin, että ne että ne voivat toimia myös arviointityön tukena.

Biologian ylioppilaskokeessa arvioidaan esimerkiksi biologisen ajattelun ja tietämyksen kehittyneisyyttä. Kokeessa arvioidaan myös muun muassa kokeeseen osoittamaa ilmiöiden hallintaa ja niiden sitomista asiayhteyksiin sekä vuorovaikutus- ja syy-seuraussuhteisiin. Näin ollen tukimateriaalin moduuleiden sisältöjen osittainen avaaminen ei määritä sitä tieto- ja taitotasoa, mitä ylioppilastutkinnossa tavoitellaan.

Biologialle on ominaista tutkimuksellisuus. Käsitteet tutkimus ja kokeellinen työskentely on haluttu erottaa selkeästi toisistaan. Lukiotasolla harvoin kyetään tekemään laajoja tutkimuksia, joten lukion opetussuunnitelman perusteiden moduulikuvauksissa käytetään käsitettä kokeellinen työskentely. Kokeellisen työskentelyn taitoja harjoitellaan vaiheittain eri opintojaksoissa. Tutkimuksen teon vaiheet on jaettu eri moduuleihin siten, että moduulissa 1 perehdytään tieteellisen tutkimuksen etenemiseen yleisesti, kuten havaintoihin, tutkimuskysymyksiin ja hypoteesien muodostamiseen. Myöhemmissä moduuleissa keskitytään kokeelliseen työskentelyyn ja tulosten mallintamiseen ja tulkintaan. Tällöin on hyvä harjoitella taulukkoaineiston käsittelyä tuottamalla esimerkiksi diagrammeja. Tavoitteena on, että biologian opintojen loppuvaiheessa opiskelijat suunnittelevat ja toteuttavat itse pienimuotoisia kokeellisia töitä tai tutkimuksia. Keskeistä on tutkimuksen periaatteiden oivaltaminen sekä aktivoivat ja vuorovaikutukselliset työ- ja toimintatavat, jotka innostavat biologian opiskeluun.

Kokeelliset työt ja tutkimukset sekä maastoretket auttavat syventämään kiinnostusta biologiaa kohtaan. Tukimateriaaliin on listattu vinkkejä ja menetelmiä, joita voi hyödyntää halutessaan. Tutkimukseen tutustumista voidaan tehdä esimerkiksi yritys- ja korkeakouluvierailujen kautta, myös virtuaalisilla vierailuilla ja MOOC-kurssien kautta. Kiinnostus biologiaan lisääntyy, kun biologialle ominaisia ilmiöitä tarkastellaan lajiesimerkkien kautta. Biologian opetuksessa on keskeistä kiinnittää huomiota myös biologian ja sitä lähellä olevien tieteenalojen

kieleen, käsitteistöön ja tapoihin rakentaa tietoa. Tämä motivoi opiskelijaa luonnontieteelliseen ajatteluun, tiedonhankintaan ja tietojen kriittiseen analyysiin.

Biologiassa käsitellään myös ajankohtaisia ympäristöongelmia sekä eettisiä kysymyksiä. Tärkeää on luoda rakentavaa ja avointa luottamuksellista pohjaa eettisyyttä vaativille pohdinnoille sekä toisaalta painottaa positiivisia kehitysuuntia ympäristöongelmien edessä.

Opetuksessa tehdään monipuolisesti yhteistyötä muiden oppiaineiden kanssa joko yhteisten sisältöjen, tavoitteiden tai laaja-alaisen osaamisen kautta. Biologian opetukseen sisältyviä ilmiöitä tarkastellaan erityisesti maantieteessä, kemiassa, fysiikassa, psykologiassa, terveystiedossa ja kielissä kullekin oppiaineelle ominaisella tavalla.

Aineiden kiertoon ja erityisesti energian virtaamiseen liittyvät teemat BI2-moduulissa sopivat käsiteltäväksi yhdessä fysiikan moduulin 1 sekä fysiikan moduulin 2 kanssa.

Ilmastonmuutos tulee esille kaikissa luonnontieteellisissä oppiaineissa ja vähintäänkin laaja-alaisen tavoitteiden kautta kaikissa oppiaineissa. Biologian moduulissa 3 käsitellään ihmisen vaikutuksia ekosysteemeihin ja yhtenä keskeisenä teemana on ilmastonmuutos. Se esiintyy myös fysiikan FY2-moduulissa ja on keskeinen sisältö maantieteen GE1-moduulissa.

Intoa ja iloa biologian maailmaan!

BI1 Elämä ja evoluutio

Moduulissa perehdytään elämän edellytyksiin ja kaikille eliöille tunnusomaisiin piirteisiin. Keskeinen näkökulma moduulissa on evoluutio ja sen merkityksen ymmärtäminen. Moduulissa tutustutaan biologiseen tapaan hankkia ja kuvata tietoa sekä biologiaan osana luonnontieteitä.

Moduulin tavoitteena on, että opiskelija

- ▶ osaa selittää elämän tunnusmerkit ja perusedellytykset sekä tunnistaa niitä esimerkeistä
- ▶ osaa solun perusrakennetta ja toimintaa tasolla, joka mahdollistaa evoluution ja ekosysteemin toiminnan ymmärtämisen
- ▶ osaa selittää perinnölliseen muunteluun, luonnonvalintaan ja lajiutumiseen liittyviä mekanismeja ja osaa selittää näiden merkityksen evoluutiolle
- ▶ osaa jäsentää nykyisen eliökunnan rakenteen
- ▶ ymmärtää ja osaa selittää, miten biologinen tieto tuotetaan.

Keskeiset sisällöt

BIOLOGIA TIETEENÄ

Kommentteja

Muutamia menetelmiä ja vinkkejä

elämän tunnuspiirteet ja organisaatiotasot

Erilaisiin elämän tunnuspiirteisiin voidaan tutustua esimerkkien kautta. Keskeistä on tutustua organisaatiotasoihin (kuten atomit, molekyylit, soluelimet, solut, kudokset, elimet, elimistöt, yksilöt, populaatiot, ekosysteemit, biomit, biosfääri) myös esimerkkien kautta sekä käydä läpi esimerkiksi eri organisaatiotasojen mittakaavoja.

biologiset tieteenalat ja tutkimusmenetelmät

Tieteenaloihin ja tutkimusmenetelmiin voidaan perehtyä esimerkkien avulla.

Opiskelijat voivat tutustua siihen, millaisilla aloilla biologista osaamista ja tietoa tarvitaan. He voivat tutustua myös biologian alan uutisiin ja pohtia, mitä biologian alaa ne edustavat.

biologiset havainnot, tutkimuskysymykset ja hypoteesien muodostaminen

Tutkimuksen muut vaiheet käsitellään myöhemmissä moduuleissa.

Opiskelijat voivat tutustua tai muotoilla itse tutkimuskysymyksiä ja hypoteeseja.

EVOLUUTIO

solujen synty ja kehittyminen	Tässä yhteydessä voidaan esimerkiksi kerrata tumattoman sekä kasvi- ja eläinsolujen rakennetta perehtymättä syvemmin soluelinten tehtäviin. Keskeistä on muun muassa alkusolun synty, endosymbioosilla muodostuneet soluelimet ja monisoluisuus.	Opiskelijat voivat tutustua solurakenteeseen myös kokeellisesti esimerkiksi mikroskopioimalla soluja.
suvullinen ja suvuton lisääntyminen	Tässä yhteydessä voidaan käsitellä suvullisen ja suvuttoman lisääntymisen syntyminen evoluutiossa huomioiden esimerkiksi molempien merkitys sekä hyödyt ja haitat. Ei ole välttämättä tarpeen käsitellä yksityiskohtaisia mekanismeja eri eliöryhmissä.	Opetuksessa voidaan tutkia esimerkiksi kasvien suvutonta ja suvullista lisääntymistä kokeellisesti.
muuntelu ja sen perinnölliset perusteet	Alleeleja tarkastellaan tarkemmin moduulissa 4. Tässä yhteydessä keskeistä on ymmärtää perusteet, kuten alleelien synty mutaatioiden kautta sekä suvullisen lisääntymisen merkitys perinnöllisen muuntelun synnyssä.	Muuntelua voidaan tutkia tietyssä yksilöjoukossa (esim. pituutta tai muita kvantitatiivisia piirteitä opiskelijajoukossa tai kasvin siemenen koon muuntelua).
luonnonvalinta	Luonnonvalinnassa keskeistä on esimerkiksi jälkeläisten suuresta määrästä aiheutuva kilpailu resursseista, muuntelu, kelpoisuus, alleelisuhteiden muutokset sekä luonnonvalinnan tyypit.	Luonnonvalinnan ja lajiutumisen periaatteita voidaan havainnollistaa esimerkiksi simulaatioiden avulla.
lajiutuminen	Lajiutumisen yhteydessä voidaan tarkastella esimerkkejä isolaatiomekanismeista sekä geneettistä ajautumista.	Mahdollisuuksien mukaan voidaan käsitellä myös suomalaisia esimerkkejä, kuten saimaannorppaa.
kasvien ja eläinten evoluutio ja avainsopeumat	Sisältöjä voidaan käsitellä esimerkiksi eliökunnan historian näkökulmasta. Avainsopeumista voidaan käsitellä muun muassa maalle nousemisen sopeumat, sopeutuminen ilmastonmuutoksiin.	
ihmisen evoluutio	Keskeistä on käsittää esimerkiksi ihmisen kehittymiseen liittyvät avainsopeumat.	Voidaan myös pohtia, millaisia avainsopeutumia on muodostunut nykyihmisessä ja millaisista avainsopeutumisista olisi hyötyä tulevaisuudessa.
evoluution tutkiminen	Tässä yhteydessä voidaan käsitellä esimerkiksi fossiileja ja niiden tutkimista. Erilaisia fossiileja voidaan tarkastella muutaman esimerkin kautta. Myös muita evoluution todisteita ja tutkimusmenetelmiä, kuten geneettisiä menetelmiä, surkastumia ja vertailevaa anatomiaa, voidaan käsitellä.	Opetuksessa voidaan tutustua esimerkkien avulla evoluution todisteisiin ja tutkimusmenetelmiin.

ELIÖKUNTA

luokittelun periaatteet

Luokittelutasojen lisäksi voidaan käydä läpi se, mihin luokittelu pohjautuu (perinteinen taksonomia ja geneettiset menetelmät). Luokittelu perustuu lajien evoluutioon ja yhteisiin kantamuotoihin.

Opiskelijat voivat tehdä luokittelua esimerkiksi eliökokoelman avulla.

eliökunnan sukupuu ja keskeisimmät taksonit

Keskeistä on eliöiden jako kolmeen domeeniin. Kasvikunnasta keskeistä on tuntea ryhmät sammalet, sanikkaiset, paljassiemeniset ja koppisiemeniset, eläinkunnasta lajimäärältään suurimmat pääjaksot sekä selkärankaisten vertailu toisiinsa.

BI2 Ekologian perusteet

Moduulissa tarkastellaan ekologian perusteita ja elämän monimuotoisuutta.

Moduulin tavoitteena on, että opiskelija

- ▶ osaa selittää ja arvioida abioottisten ja bioottisten ympäristötekijöiden vaikutuksen eliöiden sopeutumiseen ja levinneisyyteen
- ▶ osaa selittää populaatioiden, eliöyhteisöjen ja ekosysteemien rakennetta ja toimintaa sekä kuvata niitä esimerkkien avulla
- ▶ osaa kuvata luonnon monimuotoisuutta ja perustella sen merkityksen.

Keskeiset sisällöt

EKOLOGIAN PERUSTEET

Kommentteja

Muutamia menetelmiä ja vinkkejä

ekosysteemien rakenne ja dynaamisuus

Keskeistä on käsitellä ekosysteemin muodostuminen yksilöistä aina biomasalle sekä trofiatasot ekosysteemeissä. Ekosysteemin dynaamisuutta voidaan tarkastella esimerkiksi maankohoamisrantojen tai metsän sukkessiokehityksen kautta.

Esimerkiksi lasipurkkiin voidaan rakentaa suljettu mikroekosysteemi.

hiilen, typen ja fosforin kierto ja energian virtaus ekosysteemeissä

Fosforin kierto toimii esimerkkinä kaikkien kivikehästä peräisin olevien ravinteiden kierrosta.

Esimerkkejä: maahengityskokeet, typen-sitojakasvien tutkiminen, ekologisen tehokkuuden linkittyminen arkielämään esim. ruokavalion kautta.

populaatioiden ominaisuudet

Populaation ominaisuuksia ovat esimerkiksi tiheys ja sen muutokset sekä ikä- ja sukupuolirakenne.

Populaatiokoon määrittäminen esimerkiksi makaroneilla, erilaiset simulaatiot populaation koon muutoksista, myös muutosten havainnollistaminen diagrammien laatimisen ja tulkitsemisen kautta.

sopeutuminen, ekolokerot ja levinneisyys

Ekolokeroiden yhteydessä tarkastellaan lajiin vaikuttavia abioottisia ja bioottisia ympäristötekijöitä.

Ekolokeroiden linkittyminen 1. moduulin evoluutioteemoihin (eliöt lajiutuvat ekologisiin lokeroihin, konvergenttinen evoluutio).

lajien väliset suhteet

Lajien välisiä suhteita voidaan tarkastella mahdollisimman paljon suomalaisilla lajiesimerkeillä.

Lajien välisten suhteiden etsiminen esim. koulun pihasta tai lähimetsästä.

LUONNON MONIMUOTOISUUS

lajin sisäinen monimuotoisuus, lajien moni- muotoisuus, ekosysteemien monimuotoisuus

Keskeistä on biodiversiteetin käsitteen ymmärtäminen ja biodiversiteetin muodostuminen. Monimuotoisuuden tasoja voidaan avata mahdollisuuksien mukaan suomalaisilla biotooppi- ja lajiesimerkeillä.

Lajistoselvitykset esimerkiksi kasviruuduilla tai kuoppapyydyksillä, metsäluonnon arviointimittari (WWF), paikallisiin biotooppeihin tutustuminen.

monimuotoisuuden merkitys

Tässä yhteydessä voidaan tutustua monipuolisiin esimerkkeihin ekosysteemien ja lajien tarjoamista palveluista ja hyödykkeistä. Keskeistä on myös käsitellä avainlajien ja lajin sisäisen muuntelun merkitystä. Biodiversiteetin uhat käsitellään moduulissa 3.

Aihetta voidaan käsitellä jonkin yksittäisen (Suomessa esiintyvän) lajin tai ekosysteemin näkökulmasta.

BI3 Ihmisen vaikutukset ekosysteemeihin

Moduulin keskeisinä teemoina ovat ympäristöongelmat Suomessa ja muualla maailmassa. Moduulissa tutustutaan ekologiseen tutkimukseen ja sen soveltamiseen ekosysteemien ja monimuotoisuuden suojelussa.

Moduulin tavoitteena on, että opiskelija

- ▶ tuntee menetelmiä, joilla voidaan tutkia ja seurata ympäristön tilaa sekä tunnistaa ympäristöongelmia
- ▶ osaa vertailla, analysoida ja arvioida ihmisen toiminnan vaikutuksia ekosysteemeissä
- ▶ osaa esittää perustellen ympäristöongelmien ratkaisukeinoja ja tunnistaa ympäristön tilassa tapahtuvia positiivisia kehityssuuntia
- ▶ osaa arvioida ja perustella omaa toimintaansa ekologisen kestävyyden kannalta
- ▶ osaa hankkia, analysoida, tulkita ja esittää ekologista tutkimusaineistoa.

Keskeiset sisällöt

IHMISEN AIHEUTTAMAT EKOSYSTEEMIEN MUUTOKSET JA YMPÄRISTÖ- ONGELMIEN RATKAISUKEINOJA

Kommentteja

Muutamia menetelmiä ja vinkkejä

ilmastonmuutoksen vaikutukset ekosysteemeihin

Ilmastonmuutosten mekanismit sekä nykyisen ilmastonmuutoksen syyt ja seuraukset käsitellään maantieteen pakollisessa moduulissa. Tässä moduulissa keskitytään ilmastonmuutoksen ekologisiin vaikutuksiin.

Ilmastoahdistuksen torjumiseksi opetuksessa voidaan tuoda esille mahdollisimman paljon erilaisia vaikutusmahdollisuuksia ja ratkaisukeinoja. Opetuksessa voidaan käydä läpi myös esimerkkejä siitä, miten ilmastonmuutos vaikuttaa Suomeen.

happamoituminen

Keskeistä on happamoitumisen syyt, seuraukset maa- ja sisävesiekosysteemeissä ja toisaalta valtamerissä sekä happamoitumisen ehkäisy. Opetuksessa voidaan tarkastella esimerkiksi, millaisia positiivisia vaikutuksia historiallisesti on saatu aikaan happamoitumista ehkäisevillä toimilla.

Mahdollisia havainnollistavia keinoja ovat esim. jäkäläkartoitus ja kalkkikuoristen eliöiden (esim. simpukankuoret) syöpyminen happamassa liuoksessa. Opetuksessa voidaan käydä läpi esimerkkejä myös Suomen näkökulmasta.

rehevöityminen	Tässä yhteydessä voidaan palauttaa mieleen fosforin ja typen kierto ja niiden yhteys rehevöitymiseen. Keskeistä on rehevöitymisen syyt ja vaikutukset maa- ja vesiekosysteemeissä sekä esimerkkejä rehevöitymisen ehkäisemisestä.	Mahdollisia havainnollistavia keinoja ovat esim. Itämeri-laskurit, indikaattorilajien selvitys (esim. rantakasvillisuustutkimukset), vesikasvien kasvatuskokeet eri ravinneliuksissa. Opetuksessa voi käsitellä rehevöitymistä Suomen sisävesissä ja Itämeressä.
vierasaineiden vaikutukset ravintoketjuissa	Vierasaineiden tarkastelussa voidaan keskittyä yleisesti vierasaineiden vaikutuksiin yksilö-, populaatio- ja eliöyhteisötasolla, ei välttämättä kuitenkaan yksittäisten vierasaineiden yksityiskohtaisiin vaikutuksiin. Ympäristömyrkköjen rikastuminen ravintoketjussa yleisellä tasolla on keskeistä.	Opetuksessa on hyvä esittää myönteisiä suomalaisia esimerkkejä (esim. merikotka).
ihmisen vaikutus luonnon monimuotoisuuteen	Tässä yhteydessä voidaan esitellä ihmisen negatiivisia vaikutuksia luonnon monimuotoisuuteen, kuten elinympäristöjen muuttaminen/tuhoaminen, vieraslajit ja vierasaineet, sekä positiivisia vaikutuksia, kuten perinnebiotooppien synnyssä.	Opiskelijoita osallistavana keinona ryhmä voi osallistua esim. vieraslajitalkoisiin. Koulun voidaan perustaa biodiversiteetin tueksi pieni koulupuutarha, jossa kasvatetaan pölyttäjäkasveja ja harjoitetaan hallitua hoitamattomuutta. Hyönteishotelleja ja lepakko- ja linnunpönttöjä voidaan rakentaa. Suomalaisen lajiesimerkkien kautta voidaan käsitellä ihmisen vaikutusta monimuotoisuuteen.

KESTÄVÄÄ TULEVAISUUTTA KOHTI

ekosysteemi-palveluiden merkitys ja ekologisesti kestävä kehitys	Biodiversiteetin merkitystä käsitellään myös moduulissa 2, joten tässä moduulissa käsittelyn pääpaino on kestävä kehityksen tarkastelussa. Kestävässä kehityksessä keskittyy ekologiseen kestävyys. Keskeistä on käsitellä YK:n kestävä kehityksen tavoitteista (Agenda 2030) biologiaan liittyviä tavoitteita, esimerkiksi erityisesti tavoitteita 6, 13, 14, 15 ja 17.	Mahdollisia havainnollistavia keinoja, kuten ekologisen jalanjäljen laskurit.
toiminta kestävä elämäntavan edistämiseksi ja ympäristön tilaan vaikuttaminen	Vaikuttamisessa voidaan huomioida globaali, kansallinen, paikallinen ja yksilötaso.	Opetuksessa voidaan tehdä yhteistyötä oman kunnan ympäristötoimen ja kansalaisjärjestöjen kanssa. Tässä yhteydessä voidaan toteuttaa erilaisia vaikuttamisprojekteja esimerkiksi oman koulun tasolla. Opetuksessa tarkastellaan ympäristön vaikuttamista sekä paikallisella että globaalilla tasolla. Opetuksessa tarkastellaan sekä paikallisten että globaalien vaikuttamistoimenpiteiden merkitystä.

BI4 Solu ja perinnöllisyys

Moduulissa tarkastellaan tumallisen solun rakennetta, toiminnan ohjaamista, solujen lisääntymistä ja periytymisen perusteita. Solujen toimintoja havainnollistetaan kokeellisella työskentelyllä.

Moduulin tavoitteena on, että opiskelija

- ▶ osaa nimetä solun perusrakenteet
- ▶ osaa selittää solujen keskeisiä toimintoja
- ▶ hallitsee periytymisen perusmekanismit ja osaa soveltaa niitä esimerkkien avulla
- ▶ osaa mikroskopoida erilaisia soluja ja tulkita solujen mikroskooppisia rakenteita
- ▶ osaa toteuttaa pienen kokeellisen työn.

Keskeiset sisällöt

TUMALLISEN SOLUN RAKENNE JA TOIMINTA

Kommentteja

Muutamia menetelmiä ja vinkkejä

solu tutkimuskohteena

Tässä moduulissa keskitytään tumalliseen soluun. Tumaton solu on aiheena moduulissa 6. Keskeistä on käsitellä solujen tutkimusmenetelmiä, kuten mikroskopointia sekä solussa tapahtuvien kemiallisten reaktioiden (soluhengitys, fotosynteesi, käyminen) tutkimista. Näitä sisältöjä voidaan yhdistää myös muiden sisältöjen yhteyteen (esim. soluhengitys ja käymisreaktiot).

Esimerkkejä kokeellisista töistä: solujen kemiallisen toiminnan tutkiminen (hiilidioksidin ja hapen määrän muuttuminen), hapen ja hiilidioksidin pitoisuuden vaikutus solujen kasvuun, käymisreaktioiden tutkiminen.

biomolekyylit

Biomolekyyleistä keskeistä on käsitellä proteiinit, lipidit, nukleiinihapot ja hiilihydraatit sekä niiden ominaisuuksia ja muutamia esimerkkejä. Keskeistä on myös nukleiinihappojen (DNA ja RNA) merkitys perinnöllisyyden kannalta sekä ATP energiansiirtäjänä ja sen merkitys solun toiminnan kannalta. Lisäksi voidaan käsitellä solukalvon toimintaa, ja aineiden kuljetusta soluun ja solusta ulos, kuten diffuusio, osmoosi, avustettu diffuusio ja aktiivinen kuljetus. Lisäksi käydään läpi, mitä entsyymit ovat ja miten ne toimivat solussa.

Biomolekyylejä voidaan tunnistaa kemiallisesti erilaisten osoitusreaktioiden avulla. Opetuksessa voidaan tutkia elintarvikkeita ja niiden sisältämiä biomolekyylejä myös tuoteselosteiden avulla.

eläin-, kasvi- ja sienisol	Tässä yhteydessä voidaan käsitellä erilaisten solutyypin yhteiset piirteet ja erot. Opetuksessa käydään läpi muun muassa se, mitä soluelimiä on tietyillä solutyypeillä ja mihin niitä tarvitaan, sekä soluelinten toiminta pääpiirteittäin.	Voidaan tutkia solujen eroja mikroskooppilla tai mikroskooppikuvista.
geenien ilmeneminen ja sen säätely	Proteiinisynteesi ja sen säätely ovat keskeisiä tässä yhteydessä. Geenien rakenne voidaan käsitellä, jotta voidaan ymmärtää geenien säätelyä ja sen merkitystä, etenkin transkription säätelyä. Keskeistä on ymmärrys geenien aktivoitumisesta (transkription käynnistyminen) sekä kytköksestä solun sisäiseen viestintään. Keskeistä on myös käsitellä pääpiirteittäin transkriptio ja translaatio, geenien luenta emäskolmikoittain ja kodonitaulukot. Lisäksi voidaan käsitellä translaation yhteydessä polypeptidin muodostuminen, proteiinirakenteen tasot ja polypeptidin laskostuminen proteiiniksi.	Asiasisältöjä on runsaasti, joten niiden käsittelyyn on varattava aikaa. Simulaatiot ja animaatiot auttavat hahmottamaan ilmiöitä.
fotosynteesi	Keskeistä on fotosynteesin toimintaperiaate pääpiirteittäin, kuten kokonaisreaktio, valoreaktiot ja hiilen sitomisreaktiot. Viherhiukkasen sisärakenne ja sen yhteys fotosynteesiin voidaan kerrata.	Fotosynteesin toimintaa voi havainnollistaa erilaisilla kokeellisilla töillä ja kasvukokeilla.
soluhengitys, käymisreaktiot	Tässä yhteydessä keskeistä on soluhengityksen vaiheet pääpiirteittäin, kuten ATP:n muodostuminen mitokondrioissa ja hapen merkitys soluhengityksessä sekä mitokondrion rakenteen yhteys soluhengitykseen. Käymisreaktioista keskeistä on käydä läpi etanolikäyminen ja maitohappokäyminen pääpiirteittäin. Lisäksi voidaan käsitellä käymisen merkitystä ja sovelluksia (esim. elintarvikkeiden valmistuksessa).	Käymisreaktioita voidaan tutkia esimerkiksi hiivasoluilla ja soluhengitystä esimerkiksi pH-indikaattorien avulla.

SOLUJEN LISÄÄNTYMINEN

mitoosi ja solun jakautuminen

Tässä yhteydessä voidaan tutustua solun mitoosiin valmistautumiseen, kuten DNA:n replikaatioon pääpiirteittäin ja sen periaatteen tumallisissa soluissa. Keskeistä on mitoosin pääpiirteet ja prosessin ymmärtäminen sekä mitoosin merkitys eliön kasvun ja kehittymisen kannalta.

Animaatiot ja simulaatiot auttavat hahmottamaan prosessia. Yksittäisten vaiheiden nimeäminen ei ole keskeistä, jos prosessin eteneminen muuten tulee selväksi. Mitoosia voidaan tutkia jakautuvista soluista, esim. sipulin juuren soluista.

meioosi ja sukusolujen synty

Keskeistä on meiosisin pääpiirteet ja prosessin ymmärtäminen sekä meiosisin merkitys haploidisten sukusolujen muodostumisen ja suvullisen lisääntymisen kannalta. Meiosisin virheet ja kromosomistomutaatioiden (aneuploidia, polyploidia) syntyminen meiosisissa voidaan käsitellä tässä yhteydessä. Myös kromosomimutaatiot voidaan käydä pintapuolisesti läpi. Sukusolujen muodostumisessa keskeistä on ihmisen (nisäkkäiden) näkökulma.

Animaatiot ja simulaatiot auttavat hahmottamaan prosessia. Yksittäisten vaiheiden nimeäminen ei ole keskeistä, jos prosessin eteneminen muuten tulee selväksi.

PERIITYMISEN PERUSTEET

geenimutaatioiden tuottamat uudet alleelit

Keskeisiä kysymyksiä ovat muun muassa seuraavat: Mitkä tekijät aiheuttavat mutaatioita? Miten geenimutaatio vaikuttaa syntyvän aminohappoketjun rakenteeseen ja proteiinin toimintaan? Miten uusi alleeli saa aikaan uudenlaisen fenotyypin?

mendelistinen periytyminen

Keskeisiä käsitteitä ovat muun muassa homotsygoottisuus, heterotsygoottisuus, geenin dominoivuus ja resessiivisyys, monohybridiristeytys.

Opetuksessa voidaan harjoitella yksinkertaisia risteytystehtäviä. Pääpaino on kuitenkin mekanismeissa eikä niinkään risteytystehtävissä.

kodominantti periytyminen, polygeeninen periytyminen, sukupuoleen sitoutunut periytyminen, periytymistavan päättelyminen sukupuusta

Keskeistä on ymmärtää geenien yhteisvaikutus ominaisuuksiin sekä periytymistavan päättelyminen sukupuusta. Keskeisiä käsitteitä ovat muun muassa kodominantti periytyminen, polygeeninen periytyminen ja sukupuoleen sitoutunut periytyminen, kuten X-kromosomaalinen resessiivinen ja dominoiva periytymistapa.

Opetuksessa voidaan tehdä esimerkiksi yksinkertaisia risteytystehtäviä kodominanttiin periytymiseen sekä X-kromosomaaliseen periytymiseen liittyen ja pohtia sukupuolen vaikutusta sairauksien ilmenemiseen. Polygeenistä periytymistä voidaan havainnollistaa esimerkkien kautta (esim. pituus), mutta tarpeen ei ole teettää risteytystehtäviä. Periytymistapojen lisäksi voidaan tehdä yksinkertaisia todennäköisyysslaskuja. Sukupuuta on luontevaa käsitellä erilaisten periytymistehtävien yhteydessä.

B15 Ihmisen biologia

Moduulissa perehdytään ihmisen anatomiaan ja fysiologiaan. Keskeisiä tarkastelun kohteita ovat ihmisen elintoiminnot ja lisääntyminen. Moduulissa tarkastellaan ihmiselimistön kykyä sopeutua muutoksiin ja puolustautua ulkoisia uhkia vastaan.

Moduulin tavoitteena on, että opiskelija

- ▶ osaa nimetä ja tunnistaa tärkeimpien elinten ja elimistöjen rakenteet ja selittää niiden toimintaperiaatteita
- ▶ ymmärtää, mitä homeostasia on, ja osaa kertoa esimerkkejä siihen vaikuttavista tekijöistä
- ▶ osaa kuvata elimistön viestintäjärjestelmiä ja selittää, kuinka eri osat viestivät keskenään
- ▶ osaa selittää elimistön kykyä aistia ympäristöä ja reagoida muutoksiin
- ▶ osaa selittää ja vertailla elimistön eri puolustusmekanismeja mikrobeja vastaan
- ▶ osaa kertoa ja perustella lisääntymisen keskeisimmät vaiheet hedelmöityksestä syntymään
- ▶ osaa toteuttaa pienimuotoisen, ihmisen elimistön toimintaa mittaavan kokeellisen työn ja esittää sen tulokset.

Keskeiset sisällöt

SOLU, KUDOS, ELIN

Kommentteja

Muutamia menetelmiä ja vinkkejä

solujen erilaistuminen kantasoluista ja syöpäsolut

Keskeistä on tarkastella solun erilaistumisen mekanismeja, kuten kasvutekijöiden vaikutusta, säätelyalueiden metylaatiota ja kantasolutyyppejä. Opetuksessa voidaan tarkastella mutaatioiden seurauksena syntyneitä muutoksia solujen toiminnan säätelyssä, syöpäsolut.

elinten muodostuminen eri kudostyypeistä

Keskeistä on ymmärtää, millä tavoin elimet koostuvat eri kudostyypeistä, ja esitellä kudostyyppinä ja niiden erityispiirteitä, kuten epiteelikudosta, hermokudosta, lihaskudosta sekä side- ja tukikudosta.

Mahdollisia havainnollistavia keinoja ovat esimerkiksi valmiiden kudosten mikroskoopi tai digitaaliset aineistot.

ELIMISTÖN SÄÄTELY

hermoston rakenne ja toiminta	Keskeistä on ymmärtää hermoston jakautuminen rakenteellisesti ja toiminnallisesti eri osiin, hermoimpulssin kulku hermosolussa ja synapsissa sekä refleksi. Aivoista voidaan tarkastella tärkeimmät rakenteet pääpiirteittäin.	Esimerkiksi reaktionopeuden mittaaminen toimii havainnollistuksena.
umpirauhaset ja hormonit	Keskeistä on käsitellä hormonin määritelmä sekä tarkastella hypotalamuksen, aivolisäkkeen ja umpirauhasen yhteyttä, palautejärjestelmää sekä hormonien vaikutusmekanismeja. Opetuksessa voidaan tarkastella umpirauhasia ja niiden ohjaamia säätelyjärjestelmiä, kuten sokeritasapainon, nestetasapainon, ruumiinlämmön, vuorokausirytmien, kasvun ja lisääntymisen keskeisimpiä säätelyjärjestelmiä, myös eri elimistöjen yhteydessä.	

AINEENVAIHDUNTA

ruoansulatuselimistö	Entsyymien toimintaperiaate on kuvailtu moduulissa 4. Tässä moduulissa keskeistä on keskeisimmät ruoansulatusentsyymit esimerkkinä katabolisista entsyymeistä, tärkeimmät ruoansulatuselimet sekä ravintoaineiden ja veden imeytymisen pääperiaatteet.	Mahdollisia havainnollistavia keinoja ovat esim. entsyymikokeet, ravintoaineiden osoittaminen ja ruoansulatuselimistön osien preparointi.
verenkiertoelimistö	Opetuksessa voidaan tarkastella verikudoksen rakennetta ja sen eri osien merkitystä, verenkiertoelimistön rakennetta sekä sydämen toimintaa ja verenpainetta sekä yhteyttä pääpiirteittäin imusuonistoon.	Mahdollisia toiminnallisia tapoja ovat esim. verenpaine- ja sykemittaukset, sydämen ja sen verisuonten tutkiminen preparoimalla, verisolujen mikroskopointi sekä valmiiden 3D-mallinnusten hyödyntäminen. Risteytystehtäviä voidaan kerrata veriryhmien periytyksen (ABO ja rhesus) tarkastelulla. Opetuksen yhteydessä voidaan vierailulla veripalvelussa tai sairaalassa.
hengityselimistö	Keskeistä on muun muassa hengityselinten toiminta keuhkotuuletuksessa ja kaasujen vaihto solutasolla.	Mahdollisia havainnollistavia keinoja ovat esimerkiksi keuhkojen preparointi, kestopreparaattien mikroskopointi sekä keuhkojen tilavuuden mittaukset.
kuona-aineiden erityis	Kuonanerityselimistön yhteydessä keskeistä on munuaisten ja maksan toiminta. Pääpiirteittäin voidaan käsitellä virtsan muodostuminen nefronissa ja muu virtsanerityselimistö. Maksan roolia voidaan käsitellä esimerkiksi osana ruoansulatusta, veren sokerin säätelyä ja kuona-aineiden käsittelyä.	Mahdollisia havainnollistavia keinoja ovat esimerkiksi munuaisten ja maksan preparointi sekä kestopreparaattien mikroskopointi.

LIKKUMINEN

tuki- ja liikuntaelimistö	Keskeistä on lihasten ja luiden rakenne ja toiminta, lihassolujen supistuminen sekä energiatalous solutasolla.	Esimerkiksi luun ja lihasten rakenteen tutkiminen preparoimalla toimii mahdollisena havainnollistuksena.
----------------------------------	--	--

ELIMISTÖN SOPEUTUMINEN YMPÄRISTÖÖN

iho ja lämmönsäätely	Keskeisiä käsiteltäviä aiheita ovat muun muassa ihon rakenne ja aistit sekä lämmönsäätelyn mekanismit. Lämmönsäätelyä voidaan käsitellä myös muun muassa lihasten ja hypotalamuksen käsittelyn yhteydessä.	Opetuksessa voidaan toteuttaa pienimuotoisia kokeita esim. tuntoaistin herkkyydestä.
-----------------------------	--	--

aistit	Keskeistä on aistimuksen syntyperiaatteen ymmärtäminen, silmän ja korvan rakenne sekä aistit, kuten näkö, kuulo, kemialliset aistit ja tasapainoaisti. Ihon aistit voidaan käsitellä myös ihon yhteydessä.	Esimerkiksi aistikokeet ja silmän preparointi toimivat mahdollisina havainnollistuksina.
---------------	--	--

puolustusjärjestelmä	Keskeisiä käsitteitä ovat muun muassa ulkoinen puolustus (mekaaninen ja kemiallinen), synnynnäinen immunitetti (syöjäsolut) ja hankittu immunitetti (vasta-aineet ja niiden muodostuminen). Rokotteiden toimintaperiaatetta voidaan käsitellä vasta-aineiden ja muistisolujen muodostumisen näkökulmasta.	Esimerkiksi sairauden leviämisen mallintaminen toimii mahdollisena havainnollistuksena.
-----------------------------	---	---

LISÄÄNTYMINEN

sukuelimet ja sukupuolen kehitys	Keskeistä on tarkastella primaarisia ja sekundaarisia sukupuoliominaisuuksia ja jälkimmäisten kehittymistä murrosiässä sekä ymmärtää murrosiän ja kuukautiskierron hormonaalista säätelyä. Biologiassa keskitytään biologisen sukupuolen käsittelyyn.	Tässä yhteydessä voidaan verrata biologisen sukupuolen käsitettä esimerkiksi terveystiedossa esiin tulevaan sosiaalisen sukupuolen käsitteeseen.
---	---	--

hedelmöitys, raskaus ja synnytys	Keskeistä on tarkastella yksilönkehityksen vaiheita pääpiirteittäin, mutta ei ole tarpeen syventyä esimerkiksi eri alkiokerroksista syntyviin yksityiskohtaisiin rakenteisiin tai sikiökalvojen muodostumismekanismeihin. Moduulissa ei ole tarpeen opiskella syntymän jälkeisiä elämänkaaren vaiheita murrosikää lukuun ottamatta.	Raskauden aikaista alkion- ja sikiönkehitystä voidaan käsitellä esim. ultraäänikuvien, videoiden, simulaatioiden, 3D-mallien ja muovimallien avulla.
---	---	--

BI6 Biotekniikka ja sen sovellukset

Moduulin tarkoituksena on, että opiskelija ymmärtää biologisen tutkimuksen merkityksen sovellusten kehittämisessä niin lääketieteessä, teollisuudessa, elintarviketuotannossa kuin luonnonvarojen kestävä kehityksen mukaisessa käytössä. Keskeisiä tarkastelun kohteita ovat geenitekniikan ja mikrobiologian erilaiset sovellukset. Moduulissa esitellään uusimpia biotekniikan sovelluksia nopeasti kehittyvällä alalla.

Moduulin tavoitteena on, että opiskelija

- ▶ tuntee eri mikrobien rakenteet ja ymmärtää niiden perustoiminnot
- ▶ osaa kertoa esimerkkejä siitä, miten mikrobeja voidaan hyödyntää biotekniikassa
- ▶ syventää tietoja nukleiinihapoista ja niiden ominaisuuksista sekä tietää, miten niitä voidaan hyödyntää geenitekniikassa
- ▶ osaa selittää esimerkkien avulla biotekniikan keskeisimpiä sovelluksia ja innovaatioita sekä perustella niiden merkityksen jalostuksessa, lääketieteissä, teollisuudessa sekä ympäristönsuojelussa
- ▶ osaa tunnistaa ja arvioida biotekniikan mahdollisuuksia ja riskejä sekä esittää niistä perusteltuja eettisiä mielipiteitä
- ▶ osaa suunnitella ja toteuttaa biologian soveltamiseen liittyvän kokeellisen työn.

Keskeiset sisällöt

MIKROBIT	Kommentteja	Muutamia menetelmiä ja vinkkejä
mikrobien luokittelu	Keskeistä on tutustua mikrobien luokitteluun tumallisiin ja tumattomiin mikrobeihin sekä käsitellä mikrobien ja erityisesti bakteerien luokittelua ja antaa esimerkkejä erilaisista tavoista tunnistaa bakteereja. Myös DNA:n avulla tapahtuvan luokittelun periaatteet voidaan kerrata (esim. DNA:n emäsjärjestyksiä vertaamalla).	Erilaisia mikrobeja voidaan viljellä ja tunnistaa esimerkiksi muodon ja gram-väryäyksen avulla. Myös muita mikrobeja ja niiden kasvua voidaan tutkia.
bakteerien rakenne, muuntelu, antibioottiresistenssi	Tässä yhteydessä voidaan vertailla bakteerien solurakenteen eroja tumaisiin. Bakteerien genomien rakenteeseen voidaan tutustua pintapuolisesti (kromosomit ja plasmidit). Keskeistä on tutustua muuntelun syntyyn mutaatioiden kautta sekä käsitellä bakteerien genomien rekombinaatio (transformaatio, transduktio, konjugaatio) ja muuntelun merkitys, esimerkiksi antibioottiresistenssin kautta.	Esimerkiksi antibioottiresistenssiä voidaan tutkia bakteeriviljelmien avulla (tarjolla useita valmiita tutkimuspaketteja).

virusten rakenne ja lisääntyminen	Keskeistä on tutustua viruksen rakenteeseen pääpiirteittäin sekä erilaisten virustyyppien lisääntymiseen isäntäsoluissa (pääpaino virusvektorin ja käänteiskopioinnin toiminnan ymmärtämisessä).	
mikrobien hyödyntäminen biotekniikassa	Keskeisiä sisältöjä ovat muun muassa mikrobit vektorina geenitekniikassa, mikrobit kasvualustana ja testiympäristönä sekä mikrobien hyödyntäminen esimerkiksi elintarvikkeiden valmistamisessa.	Opetuksessa voidaan tutkia mikrobeja elintarvikkeiden tuotannossa: esim. hiivan käyttö leivonnassa ja hapankaalin, viillin ja jogurtin valmistus. Aihepiiriin voidaan tutustua myös yritys- ja korkeakouluvierailuilla.
DNA:N MUOKKAUS JA TUTKIMINEN GEENITEKNIIKALLA		
tumallisen ja tumattoman solun perimän ja geenien toiminnan erot	Moduulissa 4 käsitellään tumallisten proteiinisynteesi. Tässä moduulissa tarkastellaan eroja geenien rakenteessa tumallisten ja tumattomien välillä, kuten geenien toiminnan säätely, intronit sekä transkription ja translaation aika ja paikka. Genomien erot voidaan linkittää geenitekniikan sovelluksiin.	
DNA:n monistaminen, pilkkominen ja palojen erottelu	Käsiteltäviä sisältöjä ovat muun muassa geenitekniikan tärkeimmät entsyymit, DNA:n monistaminen mikrobeissa ja PCR:n avulla (PCR:n toimintaperiaate pääpiirteittäin), katkaisuentzymien toimintaperiaate, DNA:n erottelu agarosigeelielektroforeesin avulla sekä elektroforeesin periaatteen ymmärtäminen pääpiirteittäin.	DNA:n katkaiseminen restriktioentsyymeillä & agarosigeelielektroforeesi voidaan toteuttaa kokeellisena työnä. Valmiita paketteja on ostettavissa oppilaitoksiin. Havainnollistukset voidaan toteuttaa myös virtuaalilaborointina tai simulaationa.
DNA:n sisältämän informaation selvittäminen	Keskeistä on DNA:n sekvensointi sekä jonkin menetelmän (esimerkiksi Sanger-sekvensointi/pyrosekvensointi) perusajatuksen ymmärtäminen ja DNA:n emäsjärjestyksen tiedon hyödyntäminen ja käyttö.	Sekvensointiin voidaan tutustua animaatoiden ja simulaatioiden avulla. Menetelmien yksityiskohtainen osaaminen ei ole tarpeellista.
geenien siirto- ja muokkausmenetelmät	Keskeistä on tutustua erilaisiin geeninsiirtovektoreihin ja käsitellä geenien muokkaamista katkaisu- ja liittjäentsyymien avulla (yhdistelmä-DNA:n rakentaminen) sekä geenien siirtämistä tumallisten ja tumattomien vektoreiden avulla. Geeninsiirron onnistumisen testaaminen esimerkiksi katkaisuentzymien avulla voidaan käydä läpi tässä yhteydessä.	Geenimuunneltujen eliöiden tuottamiseen voidaan tutustua myös esimerkiksi simulaatioiden avulla. Jos koulussa toteutetaan jokin muuntogeenisen eliön tuottamiseen liittyvä työ, siihen tarvitaan Geenitekniikkalautakunnan lupa, johon voi hakea maksuttomuutta.

**BIOTEKNIIKAN
KESKEISET
SOVELLUKSET
JA MERKITYS**

	<p>Biotekniikan sovelluksia voidaan käsitellä monien erilaisten esimerkkien avulla. Voidaan painottaa tiettyjä osa-alueita ryhmän oman kiinnostuksen perusteella.</p>	<p>Biotekniikan sovelluksiin voidaan tutustua muun muassa yritys- ja korkeakouluvierailuilla sekä LUMA-keskusten laboratoriovierailuilla. Myös virtuaalivierailut mahdollisia.</p>
<p>perinteinen ja geeniteknikkaan perustuva kasvi- ja eläinjalostus</p>	<p>Keskeistä on käsitellä perinteisiä menetelmiä, kuten valintajalostus, risteytysjalostus, mutaatiojalostus tai muita esimerkkejä. Geeniteknikkaan perustuvasta kasvi- ja eläinjalostuksesta voidaan käsitellä esimerkiksi menetelmistä ja tutustua jalostuksen mahdollisuuksiin, haasteisiin sekä eettisiin kysymyksiin.</p>	<p>Jalostukseen voidaan tutustua esimerkkien kautta. Myös lemmikkieläimiä voidaan hyödyntää esimerkkeinä mahdollisuuksien mukaan.</p>
<p>lääketieteet</p>	<p>Painotuksesta riippuen voidaan tutustua esimerkiksi sairastumisriskeihin liittyvään geneettiseen kartoitukseen ja käsitellä esimerkkien avulla perinnöllisiä sairauksia, syöpää tai prionisairauksia tai käsitellä myös suomalaista tautiperintöä.</p>	
<p>genomitieto ja sen hyödyntäminen</p>	<p>Sekvenssitiedon hyödyntäminen voidaan käsitellä esimerkiksi seuraavista näkökulmista: geenitestit ja niiden hyödyntäminen, geenitestien perustuminen, biopankit ja niiden toiminta, sekvenssitiedon hyödyntäminen tutkimuksessa.</p>	<p>Opetuksessa voidaan tutustua tutustua erilaisiin kaupallisiin geenitesteihin sekä siihen, millaista tietoa niiden avulla saadaan. Keskeistä olisi myös eettinen pohdinta siitä, kenellä on oikeus geenitietoon, sekä geenitiedon luovuttamiseen liittyvistä mahdollisista riskeistä.</p>
<p>DNA-tietoon perustuva yksilön ja lajien tunnistus</p>	<p>Yksilöntunnistamisesta voidaan esitellä sovelluksia pois, tilalle (rikostutkiminta, isyys-tutkimukset). Lajien tunnistamisesta voidaan käyttää seuraavia esimerkkejä: fylogeniikka, lajien tunnistaminen sekvenssitiedon avulla.</p>	<p>Eettisten näkökulmien käsittely tässä yhteydessä on hyödyllistä.</p>
<p>ympäristönsuojelu</p>	<p>Tässä yhteydessä voidaan käsitellä esimerkiksi jäteveden puhdistusta sekä maaperän puhdistamista eliöiden avulla (bioremediaatio).</p>	<p>Sisältöihin voidaan tutustua myös esim. vierailujen avulla. Vierailu voidaan toteuttaa esim. paikalliseen yritykseen, julkisen sektorin toimijaan ja/tai korkeakouluun. Koululle voidaan kutsua esimerkiksi tutkijavieras myös etäyhteyden välityksellä.</p>
<p>teollisuus</p>	<p>Teollisuutta voidaan käsitellä esimerkkien kautta (mikrobit biotehtaina, entsyymien tuottaminen, biomateriaalit).</p>	