

Gümnaasiumi bioloogiaõppe kirjeldus

Sissejuhatus

Bioloogial on tähtis koht õpilaste loodusteaduste- ja tehnoloogiaalase kirjaoskuse kujunemises. Gümnaasiumi bioloogia tugineb põhikooli bioloogias saadud teadmiste, oskuste ja hoiakutele ning seostub gümnaasiumi keemias, geograafias, füüsikas, matemaatikas ja teistes õppeainetes õpitavaga – selle kaudu kujunevad õpilastel vajalikud pädevused, omandatakse positiivne hoiak kõige elava ja ümbritseva suhtes ning väärtustatakse vastutustundlikku ja säästvat eluviisi. Bioloogias omandatud teadmised, oskused ja hoiakud lõimitult teistes õppeainetes omandatuga on alus sisemiselt motiveeritud elukestvale õppimisele.

Gümnaasiumi bioloogias saadakse probleemülesannete lahendamise kaudu tervikülevaade elu mitmekesisuse, organismide ehituse ja talitluse, pärilikkuse, evolutsiooni, ökoloogia ning keskkonnakaitse ja rakendusbioloogia alustest. Seejuures saavad õpilased ülevaate bioloogiateaduste peamistest seaduspärasustest, teooriatest ja tulevikusuundumustest ning nendega seotud rakendustest ja elukutsetest, mis aitab neid elukutsevalikus.

Bioloogiateadmised ja -oskused omandatakse suurel määral loodusteaduslikule meetodile tuginevate uurimuslike ülesannete kaudu, mille vältel saavad õpilased probleemülesannete esitamise, hüpoteeside sõnastamise ja katsete või vaatluste planeerimise ning nende tegemise, tulemuste analüüsimise ja tõlgendamise oskused. Olulisel kohal on uurimistulemuste suuline ja kirjalik esitamine, kaasates otstarbekaid verbaalseid ning visuaalseid esitusvorme. Ühtlasi omandatakse igapäevaeluga seonduvate probleemülesannete lahendamise ja pädevate otsuste langetamise oskused, mis suurendavad õpilaste toimetulekut looduslikus ning sotsiaalses keskkonnas.

Õppimine on probleemipõhine ja õpilaskeskne ning lähtub õpilase kui isiksuse individuaalsetest ja ealistest iseärasustest ning tema võimete mitmekülgsest arendamisest. Aktiivõppe põhimõtteid järgiva õppetegevuse rõhuasetused on loodusteaduslikule meetodile tuginev uurimuslik käsitlus ning looduslikku, tehnoloogilist ja sotsiaalset keskkonda siduvate probleemide lahendamine, millega kaasneb õpilaste kõrgemate mõtlemistasandite areng.

Kõigis õppe etappides kasutatakse tehnoloogilisi vahendeid ja IKT võimalusi. Ühtlasi saavutatakse erinevate, sh elektroonsete, teabeallikate kasutamise ning neis leiduva teabe tõepärasuse hindamise oskus. Gümnaasiumi bioloogias pööratakse suurt tähelepanu õpilaste sisemise õpimotivatsiooni kujunemisele. Selle suurendamiseks rakendatakse mitmekesiseid aktiivõppevorme: probleem- ja uurimuslikku õpet, projektõpet, rollimänge, diskussioone, ajurünnakuid, mõistekaartide koostamist, õuesõpet, õppekäike jne.

Kõige sellega kujundatakse õpilaste bioloogiateadmisi ja -oskusi, mis võimaldavad neil erinevaid loodusnähtusi ning protsesse mõista, selgitada ja prognoosida. Seejuures kujundatakse bioloogia kui loodusteaduse ja kultuurinähtuse suhtes positiivset hoiakut, mis arvestab igapäevaelu probleeme lahendades teaduslikke, majanduslikke, sotsiaalseid, seadusandlikke ning eetilisi-moraalseid aspekte.

Praktiliste tööde ning IKT näited on soovituslikud ja üks võimalusi saavutada õpitulemused. Õpetajal on vabadus ise oma tööd planeerida ning kohandada ainekava rakendamist kooli võimaluste ja õpilaste võimete järgi.

I kursus (35 tundi)

1. Bioloogia uurimisvaldkond (u 5 tundi)

Õpetamise eesmärgid ja teema olulisus

Gümnaasiumi bioloogia sissejuhatav teema annab õpilastele tervikpildi loodusteaduste uurimisvaldkondade erinevatest tasanditest (molekul-organell-rakk-kude-elund-elundkond-organism-populastioon-kooslus-ökosüsteem-biosfäär) ning juhib elu tunnuseid kandvaid üksusi tundma õppima. Õpilastele tutvustatakse teadusliku meetodi olemust ja etappe ning õpetatakse eristama teaduslikke ja mitteteaduslikke teadmisi. Selle teema õppimine loob alused järgnevate uurimuslike tööde tegemiseks. Rõhk on teadusliku meetodi mitmekesisel rakendamisel, graafikute tõlgendamisel ja koostamisel ning uurimistulemuste usaldusväärsuse hindamisel (kriitilise mõtlemise arendamiseks). Teema kinnistamiseks tehakse väiksemahuline teaduslik uurimus.

Õpitulemused

Õpilane:

- 1) võrdleb elus- ja eluta looduse tunnuseid ning eristab elusloodusele ainuomaseid tunnuseid;
- 2) seostab eluslooduse organiseerituse tasemeid elu tunnustega ning kirjeldab neid uurivaid bioloogiateadusi ja elukutseid;
- 3) põhjendab teadusliku meetodi vajalikkust loodusteadustes ja igapäeva elu probleemide lahendamisel;
- 4) kavandab ja teeb eksperimente, lähtudes loodusteaduslikust meetodist;
- 5) analüüsib loodusteadusliku meetodi rakendamisega seotud tekste ning annab neile põhjendatud hinnanguid;
- 6) väärtustab loodusteaduslikku meetodit usaldusväärsete järelduste tegemisel.

Õppesisu

Elu tunnused, elusa ja eluta looduse võrdlus. Eluslooduse organiseerituse tasemed ning nendega seotud bioloogia haruteadused ja vastavad elukutsed. Eluslooduse molekulaarset, rakulist, organismilist, populatsioonilist ja ökosüsteemilist organiseerituse taset iseloomustavad elu tunnused. Loodusteadusliku uuringu kavandamine ja tegemine ning tulemuste analüüsimine ja esitamine. Loodusteadusliku meetodi rakendamine, lahendades bioloogiaalaseid ja igapäeva elu probleemülesandeid.

Põhimõisted: bioloogia, molekul, biomolekulid, organell, kude, rakk, organ, organism, populatsioon, kooslus, ökosüsteem, biosfäär, hüpotees, molekulaarbioloogia, histoloogia, tsütoloogia, anatoomia, füsioloogia, etoloogia, psühholoogia.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Väikesemahulise uurimusliku töö tegemine loodusteadusliku meetodi omandamiseks.
2. Süsihappegaasi mõju fotosünteesi intensiivsusele vesikatku näitel. Soovitav on kasutada mobiilseid andmekogujaid (vernjee, Spark).
3. Toitainete või keskkonnategurite mõju pärmseente kasvule.
4. Füüsilise koormuse mõju inimese pulsile või hingamissagedusele.

Kui mõni loetletud praktilistest töödest on põhikoolis juba tehtud, siis võib paluda õpilastel töö ise planeerida ning pöörata tähelepanu uurimuslike oskuste edasisele arengule. Kõigi nende töödega on soovitatav siduda mõni igapäeva elu probleem, mille lahendamiseks tuleb koguda taustinfot ja seda kriitiliselt analüüsida. Näiteks võib praktilise töö temperatuuri mõjust pärmseente kasvule siduda koduse saiaküpsetamisega. Õpilased peavad otsima lisainfot pärmseente kasvuks optimaalsete keskkonnatingimuste kohta: selgitama välja, millist kasvukeskkonda nad eelistavad, milline on nende elutegevuseks optimaalne temperatuur, ning sellest tulenevalt püstitama hüpoteesid ja kavandama katse. Uuringust järeldusi tehes tuleb gümnaasiumis erinevalt põhikoolist sõnastada ka üldistused. Seejuures on vaja hinnata, kui ulatuslikku ja usaldusväärset üldistust on võimalik teha, lähtudes katse meetodikast. Meie näites võib ilmneda, et tuginedes taustinfole, kehtib tehtav järeldus ainult konkreetse pärmseene (pagaripärmi) korral ning ei pruugi laieneda teistele seentele. Kui üldistatavuse analüüsil ilmneb, et üldistuse tegemine eeldab katsemeetodika muutmist, siis tuleb ka seda põhjendada, ja kui on aega, teha võrdluseks uus katse. Niisugune käsitus võimaldab mõista, miks on probleemide lahendamiseks vaja teaduslikku meetodit.

Soovitatavad veebilehed

Erik Puura artikkel „Pseudoteadus ja maailmalõpp”, <http://epl.delfi.ee/news/arvamus/erik-puura-pseudoteadus-ja-maailmalopp?id=51167032>

Interaktiivne mudel erinevate objektide ja organismide suurusest,

<http://learn.genetics.utah.edu/content/begin/cells/scale/>

Skaalad universumis, mikro- ja makromaailm, elusolendite suurus. Video „Kõige väiksemast kõige suuremani”, http://www.nikon.com/about/feelnikon/universcale/index_f.htm

Lõiming

Geograafia. III kursus: toiduprobleemide tekkepõhjuste selgitamine maailma eri regioonides.

Keemia. I kursus: süsiniku aatomi olekud molekulis; süsinikuühendite nimetamise põhimõtted; struktuurivalemid; struktuuri ja omaduste seose tutvustamine isomeeria näitel; materjalide, sh alkaanide, vastastikmõju veega; orgaaniliste ühendite oksüdeerumine ja põlemine.

Füüsika. I kursus: looduse struktuuritasemete skeemil makro-, mikro- ja megamaailma määratlus; mõõtesuurused; rahvusvaheliste mõõtühikute süsteem (SI). V kursus: aatomudelid. Füüsikas õpitud teadmised võnkumistest ja lainetest ning valguse levimisest ja murdumisest toetavad meeleeelundite tööpõhimõtete mõistmist bioloogias.

Matemaatika. Õpilased saavad matemaatikat õppides bioloogias vajalikud teadmised ja oskused arvutamiseks ning võrdlemiseks (oluline uurimuslike praktiliste tööde tegemisel ja analüüsil); maailmas valitsevate loogiliste, kvantitatiivsete ja ruumiliste seoste mõistmiseks ning kirjeldamiseks; tabelite ja jooniste koostamiseks ning analüüsimiseks. Veel arendatakse matemaatikas järjepidevust tagada arutlustes, arvutustes ja mõõtmistes täpsust. Lisaks sellele toetab matemaatika mitme füüsikalise suuruse mõistmist.

Lõiming põhikooli õppekavadega

Loodusõpetus. 7. klass: inimene uurib loodust; elus- ja eluta looduse seosed; loodusõpetuse koht teiste loodusainete hulgas; loodusteaduslik uurimismeetod; ained ja segud.

Bioloogia. 7. klass: bioloogia uurimisvaldkond; eri organismirühmade esindajate eluavaldused.

Keemia. 8. klass: aatomiehitus, perioodilisustabel; ainete ehitus.

2. Organismide koostis (u 8 tundi)

<p>Õpetamise eesmärgid ja teema olulisus</p> <p>Organismide keemilist koostist õppides on rõhk inimese keha/rakkude koostisel. Teades peamiste keemiliste ühendite ja elementide funktsioone kehas ning mis toiduainetest inimene neid saab, juhib see õpilast tervislikumalt toituma.</p>
<p>Õpitulemused</p> <p>Õpilane:</p> <ol style="list-style-type: none">1) võrdleb elus- ja eluta looduse keemilist koostist;2) seostab vee omadusi organismide talitlusega;3) selgitab peamiste katioonide ja anioonide tähtsust organismide ehituses ning talitluses;4) seostab süsivesikute, lipiidide ja valkude ehitust nende ülesannetega;5) võrdleb DNA ja RNA ehitust ning ülesandeid;6) väärtustab vee, mineraalainete ja biomolekulide osa tervislikus toitumises.
<p>Õppesisu</p> <p>Elus- ja eluta looduse keemilise koostise võrdlus. Vee omaduste seos organismide elutalitlusega. Peamiste katioonide ja anioonide olemasolu ning tähtsus rakkudes ja organismides. Biomolekulide üldine ehitus ja ülesanded. Organismides esinevate peamiste biomolekulide – süsivesikute, lipiidide, valkude ja nukleiinhapete – ehituslikud ning talitluslikud seosed. DNA ja RNA ehituse ning ülesannete võrdlus. Vee, mineraalainete ja biomolekulide osa tervislikus toitumises.</p>
<p>Põhimõisted: biomolekulid, mikroelemendid, makroelemendid, hüdrofiilsus, hüdrofoobsus, vesiniksidemed, sahhariidid, lipiidid, küllastunud ja küllastumata rasvhapped, proteiinid, aminohapped, denaturatsioon, renaturatsioon, ensüüm, nukleiinhapped, nukleotiid, DNA, RNA, geen, kromosoom, mineraalained, kiudained.</p>
<p>Praktilised tööd ja IKT rakendamine</p> <ol style="list-style-type: none">1. Eri organismide keemilise koostise võrdlemine, kasutades infoallikana internetimaterjale.2. Uurimuslik töö temperatuuri mõjust ensüümreaktsioonile (pärmseente suspensioonis vesinikperoksiidiga). Abiks on Urmas Kokassaare „Laboratoorsed tööd“, lk 31 (Tallinn: Avita, 1996).3) Uurimuslik töö pH mõjust ensüümreaktsioonile. (Urmas Kokassaare „Laboratoorsed tööd“, lk 32.) <p><i>Uurimuslik töö temperatuuri mõjust ensüümreaktsioonile peab kujundama arusaamist, et ensüümid tagavad keeruliste keemiliste protsesside toimumise organismis juba üsna madalal temperatuuril. Selleks katseks tuleb panna võrdsed kogused pagaripärmi suspensiooni katseklaasidesse, kus on erineva temperatuuriga vesinikperoksiidi lahus. Pärmseente kasvust peab ilmne, et neil seentel on kasvuks oma optimaalne temperatuur ning liiga madal ja ka liiga kõrge temperatuur pärsivad ensüümreaktsiooni. Õpet diferentseerides on võimalik katses muuta ensüümi ja pärmirakkude kogust ning mõjutada protsessi inhibiitoritega. Kindlasti tuleb eksperiment teha konkreetse probleemi lahendamiseks. Selleks võib olla ka seente teemast väljapoole jääv igapäevane probleem, nt küsimus, miks on kõrge palavik või alajahtumine inimesele ohtlik. Niisugune situatiivne vaade võimaldab õppida tegema üldistusi –</i></p>

katseobjektina pärmseeni kasutades saab üldistusega lahendada inimorganismiga seotud probleeme. Üldistatavuse määra selgitamiseks on vaja leida sobivat taustinfot ja seda kriitiliselt analüüsida.

4. Praktiline töö DNA eraldamiseks ja selle omadustega tutvumiseks (sibula-, kiivi- või banaanirakkudest DNA eraldamine).

DNA eraldamine võimaldab õpilastel mõista selle biopolümeeri omadusi. Selle kõrval tutvutakse töös lihtsamate molekulaarbioloogiliste laboratoorsete meetoditega. DNA eraldamiseks võib näiteks kasutada sibula-, kiivi- või banaanirakke. Töö ingliskeelne juhend on esitatud EK 6. raamprogrammi Volvox veebilehel (http://www.eurovolvox.org/Protocols/PDFs/DNAnecklace02_UK_eng.pdf), kus on kirjeldatud inimese DNA eraldamist. Peagi koostatakse ka vastav eestikeelne juhend.

5. Koolinoorte tervisliku toitumise arvestiga (<http://www.ampser.ee/index.php?page=2>) analüüsitakse nt õpilase ühe päeva menüü toiteväärtust või koolitoidu toiteväärtust.

Soovitavad veebilehed

Video peamistest biomolekulidest, rõhk on süsinikul (pikkus 12 min 32 s),

https://www.youtube.com/watch?v=QnQe0xW_JY4 

Video vee tähtsusest elusorganismis (pikkus 11 min 16 s),

https://www.youtube.com/watch?v=HVT3Y3_gHGg 

Video sahhariididest, lipiididest ja proteiinidest (pikkus 14 min 8 s),

<https://www.youtube.com/watch?v=H8WJ2KENIK0> 

Interaktiivsed harjutused, animatsioonid ja mudelid molekulaarbioloogia objektidest,

<http://learn.genetics.utah.edu/content/begin/dna> 

Interaktiivne harjutus DNA molekuli ehitamisest,

<http://learn.genetics.utah.edu/content/begin/dna/builddna/> 

Animatsioonid molekulaarbioloogiast,

<http://www.sumanasinc.com/webcontent/animations/molecularbiology.html> 

Toitumise andmekogu objektiks on Eestis tehtavad toidu tarbimise uuringud, toidu koostise andmed ja toitumise analüüsi programm. Andmekogu eesmärk on koguda ja taasesitada toitumisolukorra hindamiseks vajalikke andmeid, võimaldades seeläbi hinnata toitumise ja toiduohutuse riski Eestis, <http://www.nutridata.ee/andmekogu/index.action>

Toitainete rühmade tutvustused; toitumise põhitõed; toidu ohutus, <http://www.toitumine.ee/>

Lõiming

Keemia. I kursus: igapäevaste tahkete materjalide vastastikmõju veega, kasutades hüdrofoobsuse ning hüdrofiilsuse mõistet; süsinikku sisaldavad ained; struktuurivalemid; vee omadused (mürgumine); orgaaniliste materjalide põlemine; sahhariidid kui karbonüülühendid; mitmesuguste alkoholide uurimine ja võrdlemine, sh suhkrute lahustuvus vees ja mõnes mittepolaarses lahustis. II kursus: sahhariidide, valkude ja rasvade keemiline olemus (ehitus); aminohapete ja rasvhapete liigitamine asendamatuteks ning asendatavateks hapeteks; toiduainete toiteväärtuse ning tervislikkuse analüüs, lähtudes nende koostisest. III kursus: anorgaanilised ühendid ja nende omadused (lõiming bioelementidega); happed, alused ja soolad looduses ning igapäevaelus.

Füüsika. I kursus: looduse struktuuritasemetes skeemil makro-, mikro- ja megamaailma määratlus. IV kursus: aine olekud; vee omadused ja nende ilmumine looduses; vee omaduste seos organismide elutalitlustega.

Lõiming põhikooli õppekavadega

Bioloogia. 9. klass: pärilikkus ja muutlikkus; seedimine ja eritamine.

Keemia. 8. klass: aatomiehitus, perioodilisustabel; ainete ehitus; hapnik ja vesinik, nende tuntuimad ühendid; happed ja alused – vastandlike omadustega ained; tuntumaid metalle. 9. klass: anorgaaniliste ainete põhiklassid; süsinik ja süsinikuühendid.

Loodusõpetus. 7. klass: ained ja segud.

3. Rakk (u 12 tundi)

Õpetamise eesmärgid ja teema olulisus

Rakk on kõige väiksem looduse ehitusüksus, millel on kõik elu tunnused. Rakkude ehituse ja mitmekesisuse teema on seotud meditsiiniga: raku tasandilt saavad alguse organismi ohustavad haigused, samuti keha füüsilised kahjustused (nt luumurd, põletus) ning keemilised kahjustused (söövitavad kemikaalid); kriminalistika põhineb rakkudes paikneva geneetilise materjali mõistmisel; biotehnoloogias muundatakse geneetiliselt organisme raku tasandil jne. Teadmised rakkude ehitusest ja talitlusest aitavad paremini mõista looduse mitmekesisust.

Õpitulemused

Õpilane:

- 1) selgitab eluslooduse ühtsust, lähtudes rakuteooria põhiseisukohtadest;
- 2) seostab inimese epiteel-, lihas-, side- ja närvikoe rakkude ehitust nende talitlusega ning eristab vastavaid kudesid mikropreparaatidel, mikrofotodel ja joonistel;
- 3) selgitab rakutuuma ja kromosoomide osa raku elutegevuses;
- 4) võrdleb ainete aktiivset ja passiivset transporti läbi rakumembraani;
- 5) seostab loomaraku osade (rakumembraani, rakutuuma, ribosoomide, mitokondrite, lüsoosoomide, Golgi kompleksi, tsütoplasmaorganellide ja tsütoskeleti) ehitust nende talitlusega;
- 6) eristab loomaraku peamisi koostisosi mikrofotodel ja joonistel;
- 7) koostab ning analüüsib skemaatilisi jooniseid ja mõistekaarte raku koostisosade omavaheliste talitluslike seoste kohta.

Õppesisu

Rakuteooria põhiseisukohad, selle olulisus eluslooduse ühtsuse mõistmisel. Rakkude ehituse ja talitluse omavaheline vastavus peamiste inimkudede näitel. Päristuumse raku ehituse seos bioloogiliste protsessidega loomaraku põhjal. Rakutuuma ja selles sisalduvate kromosoomide tähtsus. Rakumembraani peamised ülesanded, ainete passiivne ja aktiivne transport. Ribosoomide, lüsoosoomide, Golgi kompleksi ja mitokondrite osa bioloogilistes protsessides. Tsütoplasmaorganellide ja tsütoskeleti talitus. Raku ehituse ja talitluse terviklikkus, organellide omavaheline koostöö.

Põhimõisted: rakuteooria, ainuraksed, hulkraksed, prokarüoot, eukarüoot, organell, rakubioloogia, kude, sünap, aktiivne transport, passiivne transport, difusioon, osmoos, ribosoom, lüsoosoom, mitokondri, Golgi kompleks, tsütoplasmaõrgustik, tsütoplasma, tsütoskelett, rakutuim, tuumake, kromosoom, kromatiin.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Loomaraku osade ehituslike ja talitluslike seoste uurimine arvutimudeliga („Membraanitransport“, <http://bio.edu.ee/mudelid>) või praktilise tööga (püsipreparaatide vaatlemine ja rakuosiste kirjeldamine).
2. Epiteel-, lihas-, side- ja närvikoe rakkude eristamine mikroskoobis ning nendel esinevate peamiste rakuosiste kirjeldamine.
3. Uurimuslik töö keskkonnategurite mõjust rakumembraani talitlusele (soola kontsentratsiooni mõju membraanile ja tsütoplasmale tähtsambla (vesikatku) leherakkude näitel).

Rakumembraan on poolläbilaskev vahesein, mis laseb läbi väikesemõõtmelisi veemolekule, kuid mitte suuri molekule. Nii mõjutab rakkude keskkonnaks olev lahus neid sõltuvalt sellest, milline on raku tsütoplasma koostis. Kui väljaspool rakke on lahustunud aine (soola) kontsentratsioon väiksem, siis liigub lahusti rakkudesse, et tasakaalustada kontsentratsiooni ning tagada rakkude eluks vajalik pingeseisund – turgor. Kui aga rakke ümbritsevas keskkonnas peaks lahustunud soola kontsentratsioon muutuma suuremaks kui rakus, siis hakkab vesi rakust välja liikuma ning rakk tõmbub kokku. Kui rakku ümbritseb tugev kest, siis võib märgata tsütoplasma kokkutõmbumist. Kirjeldatud nähtused on vaadeldavad, kui mikroskoopida võrdlevalt näiteks tähtsambla või Kanada vesikatku lehti, mida hoitakse kraanivees, destilleeritud vees ja soolvees. Seostades vaadeldavat ja analüüsivat taustinfot, on võimalik selgitada ka ohte inimesele, kes tarbib liiga palju soola.

Soovitavad veebilehed


Videos „Neuronitest võrgustikuni“ võrreldakse lapse ja täiskasvanud inimese neuronite ühenduste arvu internetis olevate ühenduste arvuga (pikkus 10 min 46 s),

<https://www.youtube.com/watch?v=zLp-edwiGUU> 

Video loomaraku organellidest (pikkus 11 min 34 s),

<https://www.youtube.com/watch?v=cj8dDTHGJBY> 

Video taimeraku organellidest (pikkus 10 min 27 s),

<https://www.youtube.com/watch?v=9UvlqAVCoqY> 

Rakumaailm, <http://bio.edu.ee/models/et/index.html> 

Taimerakuorganelle kordav test/mäng, <http://www.purposegames.com/game/taimeraku-ehitus-quiz> 

Interaktiivne raku mudel (eeltuumne rakk, loomarakk, taimerakk),

http://www.wiley.com/legacy/college/boyer/0470003790/animations/cell_structure/cell_structure.htm 


Rakuteemalised animatsioonid, <http://www.cellsalive.com/> , sh nt

animatsioon organismide suuruse kohta, <http://www.cellsalive.com/howbig.htm>

Interaktiivne 3D-mudel rakust,

http://biologica.concord.org/webtest1/Shout3d_cell_6_1_00/v2_frameset.htm 

Rakkude suurust, elutegevust, organellide ehitust jm kirjeldavad 3D-animatsioonid,

<http://learn.genetics.utah.edu/content/begin/cells/> , sh nt

animatsioon rakust, selle organellidest ja rakuprotsessidest,

<http://learn.genetics.utah.edu/content/begin/cells/insideacell/>

Rakuteemaline miljonimäng, <http://www.quia.com/rr/802810.html> 

Lõiming

Keemia. I kursus: igapäevaste tahkete materjalide vastastikmõju veega, kasutades hüdrofoobsuse ning hüdrofiilsuse mõistet (raku sees toimuvad protsessid, rakumembraan).

Füüsika. I kursus: looduse struktuuritasemete skeemil makro-, mikro- ja megamaailma määratlus; mõõtesuurused; rahvusvaheliste mõõtühikute süsteem (SI). III kursus: elektromagnetlained (närvimpulsi ülekanne; närvikude).

Lõiming põhikooli õppekavadega

Bioloogia. 8. klass: taime- ja loomaraku peamiste osade ehitus ning talitus; seente tunnused ja eluprotsessid.

Füüsika. 8. klass: rõhk ja rõhumisjõud looduses. 9. klass: elektrivool.

Keemia. 8. klass: millega tegeleb keemia (lahused). 9. klass: lahustumisprotsess, lahustuvus; süsinik ja süsinikuühendid, süsinikuühendite roll looduses, süsinikuühendid materjalidena.

Loodusõpetus. 7. klass: kehade kvantitatiivne kirjeldamine.

4. Rakkude mitmekesisus (u 10 tundi)

Õpetamise eesmärgid ja teema olulisus

Teemad „Rakk“ ja „Rakkude mitmekesisus“ moodustavad ühtse terviku, mille eesmärk on suurendada õpilase teadlikkust eluslooduse mitmekesisusest ning raku tasandil toimuvate protsesside olulisusest organismi funktsioneerimisel.

Õpitulemused

Õpilane:

- 1) valdab mikroskoopimise peamisi võtteid;
- 2) analüüsib plastiidide, vakuoolide ja rakukesta ülesandeid taime elutegevuses;
- 3) võrdleb looma-, taime- ja seeneraku ehitust ning eristab neid nähtuna mikropreparaatidel, mikrofotodel ja joonistel;
- 4) võrdleb bakteriraku ehitust päristuumsete rakkudega;
- 5) eristab bakteri-, seene-, taime- ja loomarakke mikrofotodel ning joonistel;
- 6) toob näiteid seente ja bakterite rakendusbioloogiliste valdkondade kohta;
- 7) seostab inimesel levinumaisse seen- ja bakterhaigustesse nakatumise viise nende vältimise võimalustega ning väärtustab tervislikke eluviise;
- 8) hindab seente ning bakterite osa looduses ja inimtegevuses ning väärtustab neid eluslooduse oluliste osadena.

Õppesisu

Taimerakule iseloomulike plastiidide, vakuoolide ja rakukesta seos taimede elutegevusega. Seeneraku ehituse ja talitluse erinevused võrreldes teiste päristuumsete rakkudega. Seente roll

looduses ja inimtegevuses, nende rakendusbioloogiline tähtsus. Inimese nakatumine seenhaigustesse ning selle vältimine. Eeltuumse raku ehituse ja talitluse erinevus võrreldes päristuumse rakuga. Bakterite elutegevusega kaasnev mõju loodusele ja inimtegevusele. Inimese nakatumine bakterhaigustesse, selle vältimine. Bakterite rakendusbioloogiline tähtsus.

Põhimõisted: rakukest, vakuool, plastiidid, hüüf, mütseel, sümbioos, mükoriisa, samblik, rõngaskromosoom, limakapsel, bakterite spoorid, lagundajad, parasitism, mükoos, normaalne mikrofloora, antibiootikumid, vaktsineerimine.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Looma-, taime- ja seeneraku eristamine mikroskoobis ning nende peamiste rakuosiste kirjeldamine (püsipreparaadi vaatlus või preparaadi valmistamine; mikroskoopimise põhivõtted peab omandama vähemalt taimeraku tasemel). Abiks on Urmas Kokassaare „Laboratoorsed tööd”.

Esmalt on soovitatav vaadelda loomsete kudede ja loomaraku osiste püsipreparaate, sest need võimaldavad suurema tõenäosusega avastada seoseid kudede ehituse ja talitluse vahel ning leida rakustruktuure, mille nägemine ajutiste märgpreparaatide korral on keeruline preparaadi ebaõnnestumise, ebasobiva värvimise, kuumutamise või muu meetodilise võtte tõttu. Gümnaasiumis ei ole erinevalt põhikoolist peamine eesmärk mikropreparaatide valmistamise ja mikroskoobi käsitlemise oskuste omandamine, vaid vaadeldava ja õpitava ainealase teooria vahel seoste loomine. Seega võiks märgpreparaatide valmistamine tulla kõne alla õppe diferentseerimisel lisäülesandena, kui muud eesmärgid on täidetud.

Lähtudes ainesisust, tuleks loomarakkude mikropreparaatidel leida eelkõige mitokondrid, rakutuum ja kromosoomid. Õpilaste tähelepanu saab juhtida sellele, et rakutuum nägemisel ei ole üldjuhul näha kromosoomi – need ilmuvad nähtavale raku jagunemise ajal, kuid siis on tuumamembraanid lagundatud. Kromosoomi vaadeldes saab selgitada, et need on preparaatidel erineva paigutusega. See näitab, et rakuosised ei ole staatiliselt oma kohtadel, vaid liiguvad erinevates protsessides. Saadud teadmine toetab hiljem mitoosi ja meioosi faaside käsitlemist.

Taimerakkude vaatlemisel tuleks leida rakuosised, mis loomarakkudel puuduvad, ning seejärel teooriale tuginedes selgitada, miks on taimedel neid osiseid erinevalt loomadest vaja ja kuidas saavad loomad nendeta elada. Seega tuleks taimerakke uurides leida rakukest, plastiidid ja vakuoolide asukohad. Taimelehe mikroskoopimisel võib eesmärk olla kloroplastide vaatlemine, viljade korral kromoplastide leidmine ja tärklikerakkude seemnete või kartulimugulate puhul leukoplastide leidmine. Plastiidide hulga võib seostada taimede ülesannetega: lehtedel on valgusele avatud osades kloroplaste rohkem kui mujal, kuid varuainete säilitamiseks vajalikke leukoplaste on kogu viljatera või kartulimugula ulatuses ligilähedasel määral.

Seenerakkude võrdlemisel looma- ja taimerakkudega peaks silma torkama nende spetsiifiline torujas ehitus. Gümnaasiumitasemel tuleks see kindlasti seostada faktiga, et seenerakkudes on enamasti mitu tuuma. Nähes rakkude pikkust ja mõistes tuuma rolli raku eluprotsesside tagamisel, on arusaadav, miks on seente hulgas levinud hulktuumised rakud. Seenerakkude mitmekesisust uurides on soovitatav pöörata tähelepanu erinevate hõimkondade esindajatele: ikkesseentele, kottseentele ja kandseentele. Ikkesseentel on torujate rakkude vahelt vaheseinad kadunud, kuid teistel on need olemas. Samuti tuleks analüüsida, kuidas on omavahel seotud seene makroskoopiline ja mikroskoopiline ehitus. Kui kohevate hallituste ja pehmekoeliste lehkseente vaatlemisel võib mikroskoobis näha üsna sarnast pilti, siis on puitunud viljakehaga

torikseentel sageli paksu kestaga tumedalt värvunud rakud. Nende vaatlemine toetab ühtlasi arusaama kujunemist sellest, et seened paiknevad süstemaatiliselt eraldi loomadest, kelle rakkudel ei ole kunagi kesta.


Bakterirakkude mikropreparaatide vaatlemisel ei ole üldjuhul nähtavad erinevad rakuosised ja nii on vastavad preparaadid eelkõige rakkude mitmekesisuse tundmaõppimiseks. Seejuures võiks vaadelda erinevaid kerakujulisi, pulgakujulisi ja niitjaid baktereid. See õnnestub enamasti lihtsalt suuõõne mikrofloorat või sinikuid uurides, kuid soovi korral saab eeltööd tehes tutvuda ka piimhappebakterite ja äädikhappebakteritega. Viimaste vaatlemine seostub ühtlasi hiljem käsitletava käärimisprotsessiga. Baktereid värvides ja seejuures preparaate kuumutades saab tuua seoseid bakterite kaitsevõimega – tugev kest ei lase värvainel tungida bakterirakku ning raku kaitsevõimet on võimalik ületada temperatuuri tõstes.

2. Plastiidide mitmekesisuse kirjeldamine valgusmikroskoobiga vaadeldes. Mikroskoobis võib näiteks vaadelda kromoplaste küpsetes lihakates viljades, leukoplaste kartuli mugulates ja kloroplaste toataimede lehtedes.
3. Seente või bakterite kasvu mõjutavate tegurite uurimine praktilise töö või arvutimudeliga. Praktilises töös uuritakse temperatuuri mõju hallituseente kasvule. Alternatiiviks on bakterite kasvu mõjutavate tegurite uurimine PowerPointi mudeli (<http://www.ut.ee/volvox/materials/bakterid.pdf>) ja töölehte järgi.


Need tööd on üldiselt käsitletavad pigem organismi või populatsiooni tasandi töödena kui rakubioloogia töödena. Siiski saab sel tasandil uuritu põhjal teha üldistusi ka raku protsessuaalsete seaduspärasuste kohta. Uurimuslik töö pärmseente, hallituseente või bakterite kasvu mõjutavate tegurite leidmiseks sobib väga hästi probleemide sõnastamise ja katsete planeerimise oskuse, sh katsete usaldusväärse suurendamise oskuse, arendamiseks. Nimelt on õpilastel üsna suur vabadus muuta mõjutegureid, millega mõjutatakse kasvama pandud organisme, ning teha korduskatseid. Nende eksperimentide üsna pikk aeg võimaldab erilist tähelepanu pöörata regulatiivsetele uurimuslikele oskustele. Nii saab oluliseks katse tegevuste ja ajaplaani kavandamine, jälgimine ja hindamine ning regulaarne märkmete tegemine. Korduskatseid tehes peaksid õpilased avastama, kui palju sõltuvad tulemused teguritest, mida ei osatud arvestada. Samuti võib ilmned, et osa järeldusi saab teha ainult keskmiste põhjal ning need jääksid avastamata üksikute katsete puhul. Eksperimentide tulemusena peavad õpilased mõistma, kuidas on keskkonnategureid muutes võimalik soodustada või pärssida organismide eluprotsesse. Seostades tehtud järeldused ensüümide rolliga, on võimalik veel kord näidata, miks on need valgud looduses olulised.

Soovitavad veebilehed

Video penitsilliini avastamisest (pikkus 1 min 48 s),

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

Animatsioon seente arengutsüklist,

http://www.opencollege.com/simsim/php/ResourceManager.php?cmd=get_view&catID=1626&resID=953&rcatpath=Biology/Mycology/Life%20Cycle%20of%20Fungi 

Lõiming

Keemia. I kursus: igapäevaste tahkete materjalide vastastikmõju veega, kasutades hüdrofoobsuse ning hüdrofiilsuse mõistet (raku sees toimuvad protsessid, rakumembraan).

Füüsika. I kursus: looduse struktuuritasemete skeemil makro-, mikro- ja megamaailma määratlus; mõõtesuurused; rahvusvaheliste mõõtühikute süsteem (SI). III kursus: elektromagnetlained (närvimpulsi ülekanne; närvikude).

Lõiming põhikooli õppekavadega

Loodusõpetus. 7. klass: loodusnähtused; energiaülekanne; kehade kvantitatiivne kirjeldamine.

Bioloogia. 8. klass: looma- ja taimerakkude ehitus ning talitus; bakterid ja algloomad; õistaimede organid ja koed; taime- ja loomaraku peamiste osade ehitus ning talitus.

Füüsika. 9. klass: elektrivool; tuumaenergeetika.

II kursus (35 tundi)

1. Organismide energiavajadus (u 9 tundi)

Õpetamise eesmärgid ja teema olulisus

Loodusnähtuste käsitlemisel on vaja avada füüsikaliste, keemiliste ja bioloogiliste nähtuste tunnused ning tuua esile seosed nende vahel. Kõigi looduslike protsesside või nähtuse käivitajaks on energia. Organismide energeetika teema mõistmine võimaldab aru saada, miks me hingame, miks peab sööma, miks on vaja taimi, kuidas saadakse energiat, kuidas kantakse energiat ühest kohast teise ja kuidas talletatakse. Õpilasi suunatakse neid nähtusi analüüsima ning seostama. Selle teema õpetamise kaudu luuakse eeldused elus- ja eluta looduse ühtsuse mõistmiseks. Tähelepanu tuleks pöörata mudelite olemusele, sh nende piiratusse (mudelid kui reaalse objektide, protsesside ja nähtuste vähendatud, suurendatud või lihtsustatud esitused). Hingamise mõiste hõlmab nii aeroobset kui ka anaeroobset glükoosi lagundamist. Sõltuvalt diferentseerimisvajadustest tuleks käsitleda hingamise etappe ja fotosünteesi staadiume eri detailsusega. Minimaalne tase on vastavate etappide ja staadiumide üldülevaade: lähteained, lõppproduktid ning toimumiseks vajalikud tingimused.

Õpitulemused

Õpilane:

- 1) analüüsib energiavajadust ja -saamist autotroofsetel ning heterotroofsetel organismidel;
- 2) selgitab ATP universaalsust energia salvestamises ja ülekandes;
- 3) selgitab keskkonnategurite osa hingamisetappide toimumises ning energia salvestamises;
- 4) toob käärimise rakendusbioloogilisi näiteid;
- 5) võrdleb inimese lihastes toimuva aeroobse ja anaeroobse hingamise tulemuslikkust;
- 6) analüüsib fotosünteesi eesmärke, tulemust ja tähtsust;
- 7) koostab ning analüüsib skemaatilisi jooniseid ja mõistekaarte fotosünteesi seostest biosfääriga;
- 8) väärtustab fotosünteesi tähtsust taimedele, teistele organismidele ning kogu biosfäärile.

Õppesisu

Organismide energiavajadus, energia saamise viisid autotroofsetel ja heterotroofsetel organismidel. Organismi üldine aine- ja energiavahetus. ATP universaalsus energia salvestamises ja ülekandes. Hingamine kui organismi varustamine energiaga. Hingamise etappideks vajalikud tingimused ja tulemused. Aeroobne ja anaeroobne hingamine. Käärimine kui anaeroobne hingamine, selle

rakenduslik tähtsus. Fotosünteesi eesmärk ja tulemus. Ülevaade fotosünteesi valgus- ja pimedusstaadiumist ning neid mõjutavatest teguritest. Fotosünteesi tähtsus taimedele, teistele organismidele ning biosfäärile.

Põhimõisted: energia, makroergiline ühend, ATP, autotroof, heterotroof, metabolism, ainevahetus, energiavahetus, assimilatsioon, dissimilatsioon, käärimine, aeroobne hingamine, anaeroobne hingamine, fotosüntees.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Hingamise tulemuslikkust mõjutavate tegurite uurimine praktilise tööna. Juhendid koos töölehtedega, <http://koolielu.ee/waramu/view/1-f1fe668d-1fac-4bdf-b51e-f92f9764bbdb>
2. Hingamist mõjutavate tegurite uurimine veebipõhise mudeliga „Glükoosi lagundamine” (<http://bio.edu.ee/mudelid>) või veebilehelt http://www.biodigi.edu.ee/_wp-content/uploads/3-Rakuhingamine.pdf
3. Praktiline töö süsihappegaasi mõjust fotosünteesi intensiivsusele. Juhend ja töölehed koos abimaterjaliga õpetajale, <http://koolielu.ee/waramu/view/1-f1fe668d-1fac-4bdf-b51e-f92f9764bbdb>
4. Fotosünteesi mõjutavate tegurite uurimine veebipõhise mudeliga „Fotosüntees”, <http://bio.edu.ee/mudelid>
5. Praktiline töö „Fotosünteesi intensiivsuse uurimine veetaimedel“ (vt Urmas Kokassaare „Laboratoorsed tööd“, lk 77)

Fotosünteesi mõjutavaid tegureid võib uurida gaseeritud vette pandud Kanada vesikatku järgi. Fotosünteesi intensiivsust saab hinnata teatud aja jooksul vesikatkest eralduvaid gaasimulle kokku lugedes või kasutades vees lahustunud süsihappegaasi ja hapniku hulga mõõtmiseks mobiilseid mõõtevahendeid, nt vernjeed (<http://www.vernier.com/>). Õpilased peavad avastama, mil määral mõjutavad fotosünteesi intensiivsust süsihappegaasi kontsentratsioon, valguse intensiivsus ja temperatuur ning soovi korral muudki tegurid.

6. Aine- ja energiavahetuse võrdlus auto- ja heterotroofidel praktilise tööna. Juhend ja töölehed, <http://koolielu.ee/waramu/view/1-f1fe668d-1fac-4bdf-b51e-f92f9764bbdb>
7. Uurimuslik töö füüsilise koormuse mõjust (rahuasend, kõndimine, aeglane jooks) organismi energiavajadusele (südame ja kopsude talitlusele). Töölehed ja juhendid, <http://koolielu.ee/waramu/view/1-f1fe668d-1fac-4bdf-b51e-f92f9764bbdb>

Praktilised uurimuslikud tööd füüsilise koormuse mõjust organismi energiavajadusele (südame ja kopsude talitlusele) ning välisärritajate mõjust reaktsiooniajale võimaldavad põhitähelepanu pöörata kogutud andmete analüüsile ja tõlgendamisele, sest saadud tulemuste varieeruvus on eeldatavasti üsna suur tingituna teguritest, mis võivad mõjutada tulemust, kuid ei ole samas mõjuteguriks. Kuivõrd uuritavateks on neis katseis õpilased ise, siis on hea võimalus tulemusi tõlgendada ja üldistusi teha ning vajaduse korral lisaandmeid koguda. Nii näiteks võib õpilase pulss sõltuda lisaks füüsilisele koormusele tema vastupidavusest-treenitusest, tervislikust seisundist või muudest tunnustest. Huvitavaid arutelusid saab pidada ka selle üle, kuidas mõõta treenituse taset või muuta füüsilist koormust. Õpilased võiksid pakkuda mitu võimalust ja pärast klassiga arutelu valida välja kõige sobivamad. Valiku tegemisel ja hilisemal rakendamisel tuleb arvestada õpilaste ohutust. Nii ei ole mõistlik hakata treenituse hindamiseks korraldama koormusproove ega viia füüsilise koormuse muutmisel selle taset liiga kõrgeks. Bioloogiaturunnis ei ole õpilastel enamasti võimalik teha suurte koormuste rakendamiseks vajalikku soojendust ning riietuski ei ole sobiv. Seetõttu tuleks kaaluda koostööd kehalise

kasvatuse õpetajaga. Samas saab treenituse taset hinnata, kui koguda lisainfot õpilaste varasemate tegevuste kohta: kui kaua ja mis treeningut on keegi teinud, millise sageduse ja koormusega treeninguid tehakse, millised on õpilaste tulemused spordis. Tähtis on mõista, et iga mõjuteguri ja uurimisobjekti uuritava tunnuse väärtust peab saama mõõta või muul moel arvuliselt kirjeldada. Kasutades nüüdisaegseid pulsikellasid, saab leida arvutusliku seose mõõdetud pulsisaseme ning kulutatava energiahulga vahel. Nii võib avastada, et energiavajadus ei suurene koormuse kasvades lineaarselt. Just mittelineaarsuse sage esinemine uuritavate tunnuste ja mõjutegurite vahel on see, mida tuleb gümnaasiumis erinevalt põhikoolist eraldi rõhutada. Pulsikellaga on võimalik määrata ka inimese aeroobse ja anaeroobse treeningu faasid ning võrrelda väsimuse tekkimist ühel ja teisel juhul. Seostades järeltõlge inimese energia salvestamise eripäraga, võib selgitada treeningu füsioloogia põhitõdesid.

Soovitavad veebilehed

Õppematerjal organismide aine- ja energiavahetusest nii õpilasele (esitlused, erinevad mudelid ja nende põhjal õppimiseks töölehed; videod ja teoreetiline audiomaterjal) kui ka õpetajale (tunnikavad, töölehed kontrollimiseks koos vastustega jne) kogu teema ulatuses. Nende materjalidega saab kogu õppe uurimuslikult üles ehitada (juhendid koos tunnikavadega on sealsamas olemas), http://www.biodigi.edu.ee/_/?page_id=17

Veebileht, kus saab võrrelda toiduaineid energiasalduse seisukohast ning koostada ja/või analüüsida oma menüüd (nii iga õpilane kodus kui ka koolimenüüd), www.ampser.ee

Video ATPst ja rakuhingamisest (pikkus 13 min 25 s),

http://www.youtube.com/watch?v=00jbG_cfGuQ&index=7&list=PL3EED4C1D684D3ADF



Video fotosünteesist (pikkus 13 min 14 s),

https://www.youtube.com/watch?v=sQK3Yr4Sc_k&list=PL3EED4C1D684D3ADF&index=8



Animatsioon glükolüüsist,

<http://www.science.smith.edu/departments/Biology/Bio231/glycolysis.htm>



Animatsioon fotosünteesist, <http://dendro.cnre.vt.edu/forestbiology/photosynthesis.swf>



Virtuaalne labor: mis värvi valguse käes kasvavad taimed kõige paremini?

http://www.glencoe.com/sites/common_assets/science/virtual_labs/LS12/LS12.html



Mudel: fotosünteesi intensiivsuse sõltuvus valguse intensiivsusest,

<http://www.reading.ac.uk/virtualexperiments/ves/preloader-photosynthesis.html>



Lõiming

Käärimise rakendusbioloogilised näited seostuvad I kursuse rakkude mitmekesisuse teemaga (bakterid ja seened). Fotosünteesi tähtsust käsitletakse ka IV kursuse ökoloogiates.

Keemia. I kursus: struktuurivalemid, orgaanilised ained; põlemisreaktsioonid. Keemiaga seotud mõisted/teemad on aatomi ehitus, keemilised reaktsioonid, lahustunud aine, tähtsamate keemiliste elementide nimetused ja tähised, molekulid ja aine valemid, hapniku omadused ja roll põlemisreaktsioonides ning eluslooduses, oksiidid ja nende nimetused, vesinik, soolad ja nende nimetused, redutseerumine ja redutseerija, oksüdeerumine ja oksüdeerija, redoksreaktsioon, anorgaanilised ja orgaanilised ühendid, süsinikdioksiidid ja nende omadused, süsivesinikud ja nende esinemine looduses, alkoholid, karboksüülhapped, endotermilised ja eksotermilised reaktsioonid, süsinikuühendid (süsivesikud, rasvad, valgud).

Füüsika. III kursus: elektromagnetlainete skaala; lainepikkus ja sagedus; nähtava valguse värvuse seos valguse lainepikkusega vaakumis; elektromagnetlainete amplituud ja intensiivsus; murdumisseadus; murdumisnäitaja seos valguse kiirusega, valguse dispersioon, spektraalanalüüs; polariseeritud valgus, selle saamine, omadused ja rakendused; valguse dualism ning dualismiprintsiip looduses (fotosüntees, valguskvant, UV-kiirguse toime; Maa pinnani jõudva päikesevalguse spekter ja taimede roheline värvus).

Matemaatika. Õpilane saab matemaatikat õppides bioloogias vajalikud teadmised ja oskused arvutamiseks ning võrdlemiseks (oluline uurimuslike praktiliste tööde tegemisel ja analüüsil); maailmas valitsevate loogiliste, kvantitatiivsete ja ruumiliste seoste mõistmiseks ning kirjeldamiseks; tabelite ja jooniste koostamiseks ning analüüsimiseks. Veel arendatakse matemaatikas järjepidevust tagada arutlustes, arvutustes ja mõõtmistes täpsust. Lisaks sellele toetab matemaatika mitme füüsikalise suuruse mõistmist.

Lõiming põhikooli õppekavadega

Loodusõpetus. 7. klass: loodusnähtused; energiaülekanne; soojusülekanne; hingamine ja fotosüntees (uurimuslik töö: CO₂ ja O₂ sisalduse mõõtmine digitaalsete andmekogujatega).

Bioloogia. 7. klass: selgroogsete aine- ja energiavahetus; selgroogsete seedimise eripära sõltuvus toidust; aine- ja energiavahetus; erinevate selgroogsete hingamiselundite mitmekesisus. 8. klass: taimede tunnused ja eluprotsessid (fotosüntees); seente tunnused ja eluprotsessid; selgrootute eluprotsessid; selgrootute hingamine. 9. klass: inimese elundkonnad, hingamine; seedimine ja eritamine.

Füüsika. 8. klass: valgus ja valguse levimine. 9. klass: soojusliikumine; soojusülekanne; elektrivool, elektrivoolu töö ja võimsus.

Inimeseõpetus. 5. klass: tervislik eluviis. 8. klass: kehaline aktiivsus ja toitumine.

Keemia. 9. klass: süsinik ja süsinikuühendid; süsinikuühendite roll looduses, süsinikuühendid materjalidena.

2. Organismide areng (u 10 tundi)

Õpetamise eesmärgid ja teema olulisus

Organismide paljunemist ja arengut õppides saadakse aru, kuidas paljunevad rakud ja organismid, ning mõistetakse, et organismid paljunevad ja arenevad tänu rakkude paljunemisele. Mõistetakse viljastumist kui elu algust, kinnistatakse teadmisi, kuidas vältida soovimatut rasedust ja suguhaigusi; uuritakse loote arengu olulisimaid etappe (millal ja miks tekivad väärarengud), miks me elu jooksul muutume, kuidas surevad rakud ning miks me vananeme ja sureme. Siit saadakse AB-teadmised, kuidas elada ise tervislikult ja tagada oma lastele tervis. Kuna õpilased on varemgi paljunemise ja arenemise mõistetega kokku puutunud, siis peaks õpetaja enne uue materjali tutvustamist välja selgitama õpilase eelteadmised, sh väärarusaamad. Tähelepanu tuleks pöörata mudelite olemusele, sh nende piiratusele (mudelid kui reaalsete objektide, protsesside ja nähtuste vähendatud, suurendatud või lihtsustatud esitused). Eriti tähtis on see siis, kui õppes kasutatakse peamise õppevahendina digimaterjali (http://www.biodigi.edu.ee/_/?page_id=12).

Õpitulemused

Õpilane:

- 1) toob näiteid mittesugulise paljunemise vormide kohta eri organismirühmadel;
- 2) hindab sugulise ja mittesugulise paljunemise tulemust ning olulisust;

- 3) selgitab fotode ja jooniste põhjal mitoosi- ja meioosifaasides toimuvaid muutusi;
- 4) võrdleb inimese spermatogeneesi ja ovogeneesi ning analüüsib erinevuste põhjusi;
- 5) analüüsib erinevate rasedumisvastaste vahendite toimet ja tulemuslikkust ning väärtustab pereplaneerimist;
- 6) lahendab dilemmaprobleeme raseduse katkestamise otstarbekusest probleemituatsioonides ning prognoosib selle mõju;
- 7) väärtustab tervislikke eluviise seoses inimese sugurakkude ja loote arenguga;
- 8) analüüsib inimese vananemisega kaasnevaid muutusi raku ja organismi tasandil ning hindab pärilikkuse ja keskkonnategurite mõju elueale.

Õppesisu

Suguline ja mitesuguline paljunemine eri organismirühmadel, nende tähtsus ja tulemus. Raku muutused rakutsükli eri faasides. Kromosoomistiku muutused mitoosis ja meioosis ning nende tähtsus. Mehe ja naise sugurakkude arengu võrdlus ning nende arengut mõjutavad tegurid. Kehaväline ja kehasisene viljastumine eri loomarühmadel. Munaraku viljastumine naise organismis. Erinevate rasedumisvastaste vahendite toime ja tulemuslikkuse võrdlus. Suguhaigustesse nakatumise viisid ning haiguste vältimine. Inimese sünnieelses arengus toimuvad muutused, sünnitus. Lootejärgse arengu etapid selgroogsetel loomadel. Organismide eluiga mõjutavad tegurid. Inimese vananemisega kaasnevad muutused ja surm.

Põhimõisted: vegetatiivne ja generatiivne paljunemine, ontogenees, fülogenees, otsene areng, moondega areng (täismoone ja vaegmoone), partenogenees, viljastumine (kehasisene ja kehaväline viljastumine), menstruatsioon, menopaus, menstruaaltsükkel, embrüogenees, embrüo, sügoot, moorula, blastotsüst, gastrula, platsenta, lootekestad ja lootelehed, lootejärgne areng, juveniilne periood, generatiivne periood (täiskasvanuiga), raukumisperiood, kliiniline ja bioloogiline surm.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Erinevate keskkonnategurite (pH, temperatuur, valgus, niiskus) mõju pärmseene kasvamisele (ja paljunemisele). Tööjuhend koos töövahendite ja töölehtedega temperatuuri mõju uurimisest, <http://koolielu.ee/waramu/view/1-f1fe668d-1fac-4bdf-b51e-f92f9764bbdb>

Uurimuslik töö pärmseente kasvu mõjutavate tegurite leidmiseks sobib väga hästi probleemide sõnastamise ja katsete planeerimise oskuse, sh katsete usaldusväarsuse suurendamise oskuse, arendamiseks. Nimelt on õpilastel üsna suur vabadus muuta mõjutegureid, millega mõjutatakse kasvama pandud organisme, ja teha korduskatseid. Nende eksperimentide parasjagu pikk aeg võimaldab erilist tähelepanu pöörata ka regulatiivsetele uurimuslikele oskustele. Nii saab oluliseks katse tegevuste ja ajaplaani kavandamine, jälgimine ja hindamine ning regulaarne märkmete tegemine. Korduskatseid tehes peaksid õpilased avastama, kui palju sõltuvad tulemused teguritest, mida ei osatud arvestada. Samuti võib ilmned, et osa järeldusi saab teha ainult keskmiste põhjal ja need jääksid avastamata üksikute katsete puhul. Tehtud eksperimentide tulemusena peavad õpilased mõistma, kuidas on keskkonnategureid muutes võimalik soodustada või pärssida organismide eluprotsesse. Seostades tehtud järeldused ensüümide rolliga, on võimalik veel kord näidata, miks on need valgud looduses tähtsad.

2. Kanamuna vaatlus ning erinevate osiste (munakoored, munavalge, õhukamber, rebuväädid, rebukile, rebu) leidmine ja seostamine raku ehitusega (Urmas Kokassaare „Laboratoorsed tööd“, lk 74). Õppevahendid: toores värske kanamuna, Petri tass, luup, nuga.

Kanamuna ehituse vaatluse eesmärk on leida munarebu kui munarakk, seda kinnitavad väädid ja munavalge kui toitekude ning mõista kõigi nende rolli organismi lootelises arengus. Võrdluses ja taustinfo analüüisile tuginedes saab paralleele tõmmata inimese lootelise arenguga ning selgitada, miks peab munarakk olema suhteliselt suur võrreldes organismi teiste rakkudega, kuid miks peab lindudel olema see veel märksa suurem kui imetajatel. Nii võib jõuda erinevate kehasisese arengu eelisteni kehavälise arengu ees.

Soovitavad veebilehed

Õppematerjalide komplekt: videod, mudelid, esitlused, teoreetiline audiomaterjal, töölehed paljunemise ja arengu kohta (mitoos ja meioos, kehasisene ja -väline areng, sugurakkude areng jne), http://www.biodigi.edu.ee/_/?page_id=12


Rakuteemalised animatsioonid, <http://www.cellsalive.com> , sh nt:

- 1) mitoos, <http://www.cellsalive.com/mitosis.htm>;
- 2) meioos, <http://www.cellsalive.com/meiosis.htm>;
- 3) rakutsükkel, http://www.cellsalive.com/cell_cycle.htm.

Video mitoosist (pikkus 10 min 47 s), <https://www.youtube.com/watch?v=L0k-enzoeOM> 

Video meioosist (pikkus 11 min 42 s), <https://www.youtube.com/watch?v=qCLmR9-YY7o> 

Animatsioon konna elutsüklist,

http://www.opencollege.com/simsim/php/ResourceManager.php?cmd=get_view&catID=1629&resID=962&rcatpath=Biology/Zoology/Frog%20Life%20Cycle 

Animatsioon hallitusseente paljunemisest,

<http://bcs.whfreeman.com/thelifewire/content/chp31/31020.html> 

Video mehe ja naise reproduktiivsüsteemidest (pikkus 12 min 2 s),

http://www.youtube.com/watch?v=_7rsH2loIY8 

Animatsioon vaginaalsest sünnitusest (pikkus 2 min 53 s),

https://www.youtube.com/watch?v=ZDP_ewMDxCo 

Animatsioon keisrilõikest (pikkus 3 min 29 s),

<https://www.youtube.com/watch?v=xyN48VnRYUY> 


Animatsioon *in vitro* viljastamisest (pikkus 6 min 6 s),

<https://www.youtube.com/watch?v=uXsCngh89fi> 

Animatsioonid ja videod inimese loote arengust,


http://www.ehd.org/resources_bpd_illustrated.php?page=5&language=25 , sh nt:

- 1) viljastumine, http://www.ehd.org/movies.php?mov_id=1;
- 2) moorula areng, http://www.ehd.org/movies.php?mov_id=6.

Noortele suunatud teemad ja nõuanded tervise, suhete, müütide, rasestumisvastaste vahendite ja seksuaalsel teel levivate haiguste kohta, <http://amor.ee/> 

Pereplaneerimine (menstruatsioonitsükli kalender), kontratseptsioon, <http://meelespea.net/> 

Teave emakakaelavähi ja teiste inimese papilloomiviiruse (HPV) põhjustatud haiguste kohta, <http://www.hpv.ee/secure/> 

Suguhaiguste kodune testimine, <https://www.testikodus.ee/> 

Lõiming

Sugulise ja mittesugulise paljunemise vorme ning kehavälise ja -sisese viljastumise esinemist käsitletakse eelkõige eri looma- ja taimerühmade näitel ning seostatakse nende elupaikadega (enne on käsitletud põhikoolis ning vaadeldakse ka IV kursuse ökoloogia teemas).

Inimeseõpetus. Inimese viljastumise, raseduse, sünni ja tervislike eluviiside käsitlemine lõimub terviseõpetuse teemadega, seetõttu on oluline bioloogiliste aspektide esiletoomine ning õigete väärtushinnangute kujundamine (metoodiliselt otstarbekas dilemmaprobleemide lahendamise kaudu). Dilemmaprobleemide lahendamine eeldab vastava metoodika tutvustamist õpilastele. Õpilastel kujundatakse arusaam, et kõigis loodusainetes kasutatakse nähtuste selgitamiseks mudeleid (kasutusel juba alates 7. klassi loodusõpetusest, maateaduses maakera mudel jne).

Keemia. I kursus: alkoholi ja alkaloidide omadused; alkoholijooega seotud keemilised protsessid ja nähtused ning sellest põhjustatud sotsiaalsed probleemid. Teema mõistmiseks on vaja teada keemiliste reaktsioonide olemust ja ainete lahustumist. Kõike seda võimaldab tähtsamate keemiliste elementide nimetuste ja tähiste tundmine. Orgaanilise keemia puhul on seos alkoholide ja süsinikuühenditega (süsivesikud, rasvad, valgud). Keemias käsitletavat kantserogeenid ja mutageenid (nt bebseen, halogeenderivaadid, raskmetalliühendid jt) on olulised päriliku muutlikkuse (mutatsioonide) tekkemehhanismidest arusaamisel.

Füüsika. Füüsikaga seostuvad järgmised mõisted/teemad: energia, temperatuur ja kiirgused. Lähemalt käsitleti neid juba eelmises teemas. Siin vaadeldakse kiirguste mõju organismidele ja rakkudele (eelkõige mutageenidena). Temperatuur on tähtis faktor organismide arengus ning ükski bioloogiline protsess ei toimu ilma energiata, selle muundumiste ja ülekandeta.

Lõiming põhikooli õppekavadega

Bioloogia. 7. klass: selgroogsete paljunemine ja areng. 8. klass: paljunemise ja arengu eripära otsese, täismoondelise ning vaegmoondelise arenguga loomadel. 9. klass: inimese paljunemine ja areng.

Inimeseõpetus. 8. klass: suhted ja seksuaalsus.

Füüsika. 9. klass: soojusliikumine; soojusülekanne; tuumaenergeetika (mõju organismidele).

Keemia. 9. klass: süsinik ja süsinikuühendid; süsinikuühendite roll looduses, süsinikuühendid materjalidena.

3. Inimese talitluste regulatsioon (u 16 tundi)

Õpetamise eesmärgid ja teema olulisus

Inimese regulatsiooni teemat õppides saadakse aru, millal ja miks reguleeritakse inimese talitlust neuraalsel või humoraalsel teel, kuidas toimivad närvisüsteem ja hormoonid, millised on inimese kaitsemehhanismid, mis rollid on verel ning kuidas tagatakse erinevate elundkondade koostöös tasakaal inimese elus (nt vere püsiv koostis, energiajaotus ja energia vajadus erinevates tingimustes, püsiv kehatemperatuur või ka kehakaal). Nende teadmistega saab õpilane hoida oma tervist ning jagada teistele soovitusi tervislike eluviiside järgimiseks.

Õpitulemused

Õpilane:

- 1) seostab inimese närvisüsteemi osi nende talitlusega;
- 2) analüüsib eri tegurite mõju närviimpulsi tekkes ja levikus;
- 3) seostab närvisüsteemiga seotud levinumaid puudeid ja haigusi nende väliste ilmingutega;
- 4) omandab negatiivse hoiaku närvisüsteemi kahjustavate ainete tarbimise suhtes;
- 5) selgitab inimorganismi kaitseüsteeme ning immuunsüsteemi tähtsust;
- 6) koostab ning analüüsib skemaatilisi jooniseid ja mõistekaarte neuraalse ning humoraalse regulatsiooni osast inimorganismi talitluste kooskõlastamises;

- 7) selgitab vere püsiva koostise tagamise mehhanisme ja selle tähtsust;
- 8) kirjeldab inimese termoregulatsiooni mehhanisme ning nendevahelisi seoseid.

Õppesisu

Inimese närvisüsteemi üldine ehitus ja talitus. Närviimpulsi moodustumist ja levikut mõjutavad tegurid. Keemilise sünapsi ehitus ning närviimpulsi ülekanne. Refleksikaar ning erutuse ülekanne lihasesse. Närviimpulsside toime lihaskoele ja selle regulatsioon. Peaaju eri osade ülesanded. Kaasasündinud ja omandatud refleksid. Inimese närvisüsteemiga seotud levinumad puuded ja haigused ning närvisüsteemi kahjustavad tegurid.

Elundkondade talitluse neuraalne ja humoraalne regulatsioon. Inimese sisekeskkonna stabiilsuse tagamise mehhanismid. Ülevaade inimorganismi kaitsemehhanismidest, immuunsüsteemist ning levinumatest häiretest. Seede-, eritus- ja hingamiselundkonna talitus vere püsiva koostise tagamisel. Inimese energiavajadus ning termoregulatsioon.

Põhimõisted: neoteenia, neuraalne regulatsioon, humoraalne regulatsioon, sisenõresüsteem, hormoonid, insuliin, glükagoon, refleks, refleksikaar, sünap, neuron, neuriiit ehk akson, dendriit, mediaator, närviimpulss, kesknärvisüsteem, piirdenärvisüsteem, homöostaas, osmoregulatsioon, termoregulatsioon, positiivne tagasiside ja negatiivne tagasiside, immuunsüsteem, energiabilanss, osteoporoos.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Närviimpulsi teket ja levikut mõjutavate tegurite uurimine arvutimudeliga „Sünaps” (<http://bio.edu.ee/mudelid>).
2. Uurimuslik töö välisärritajate mõjust reaktsioonijale (<http://bio.edu.ee/teadlane>).

Uurimuslik töö välisärritajate mõjust reaktsioonijale on kirjeldatud ja videojuhistega varustatud õpikeskkonnas „Noor teadlane” (<http://bio.edu.ee/teadlane/>, Margus Pedaste jt, 2008), kuid sama tööd saab edukalt teha ka arvutit kasutamata. Töös leitakse reaktsioonikiirus, püüdes pulka, mis lastakse käte vahelt kukkuma. Mõjutegurina võib uuringus vaadelda õpilaste erinevust iseloomustavaid tunnuseid, kuid ka „Noore teadlase” keskkonnas uuritavat inimese tähelepanu hajumise mõju. Uuringu tulemusel peaks ilmnema, et mida enam on inimese tähelepanu hajutatud, seda väiksem on reaktsioonikiirus. Üldiselt saab juhtida tähelepanu sellele, et neuraalne regulatsioon toimib suhteliselt kiiresti võrreldes humoraalsega, olenemata neuraalset regulatsiooni mõjutavatest teguritest. Töö tulemused peab seostama õpitava teooriaga – kuidas võetakse ärritus silmades kolvikeste ja kepikestega vastu, kuidas liigub impulss mööda nägemisnärv kesknärvisüsteemi ning jõuab sealt lihasesse. Sügavuti teemat käsitledes saab erinevates situatsioonides põhjendada reaktsioonijala erinevusi ka närviimpulsi ülekandega keemilistes sünapssides. Seejuures võib appi võtta õpikeskkonna „Rakumaailm” (<http://bio.edu.ee/mudelid/>, Tago Sarapuu, 2007) mudeli „Sünaps”.

3. Uurimuslik töö füüsilise koormuse mõjust (rahuasend, kõndimine, aeglane jooks) organismi energiavajadusele (südame ja kopsude talitlusele). Töölehed ja juhendid (<http://koolielu.ee/waramu/view/1-f1fe668d-1fac-4bdf-b51e-f92f9764bbdb>).

Praktilised uurimuslikud tööd füüsilise koormuse mõjust organismi energiavajadusele (südame ja kopsude talitlusele) ning välisärritajate mõjust reaktsioonijale võimaldavad põhitähelepanu pöörata kogutud andmete analüüsile ja tõlgendamisele, sest nendes saadud tulemuste

varieeruvus on eeldatavasti üsna suur tingituna teguritest, mis võivad mõjutada tulemust, kuid ei ole samas mõjutegurid. Kuivõrd uuritavad on neis katsetes õpilased ise, siis on hea võimalus tulemusi tõlgendada ja üldistusi teha ning vajaduse korral lisaandmeid koguda. Nii näiteks võib õpilase pulss sõltuda peale füüsilise koormuse tema vastupidavusest-treenitusest, tervislikust seisundist või muudest tunnustest. Huvitavaid arutelusid saab pidada ka selle üle, kuidas mõõta treenituse taset või muuta füüsilist koormust. Õpilased võivad pakkuda mitu võimalust ja siis valida klassiga arutelu tulemusel välja kõige sobivamad. Valiku tegemisel ning hilisemal rakendamisel tuleb arvestada õpilaste ohutust – nii ei ole mõistlik hakata treenituse hindamiseks korraldama koormusproove ega viia füüsilise koormuse muutmisel selle taset liiga kõrgeks. Bioloogiatunnis ei saa õpilased enamasti teha suurte koormuste rakendamiseks vajalikku soojendust ning ka riietus ei sobi. Seetõttu tuleks kaaluda koostööd kehalise kasvatuses õpetajaga. Samas saab treenituse taset hinnata, kogudes lisainfot õpilaste varasemate tegevuste kohta: kui kaua ja mis treeningut on keegi teinud, millise sageduse ja koormusega treeninguid tehakse, millised on õpilaste tulemused spordis. Tähtis on mõista, et iga mõjuteguri ja uurimisobjekti uuritava tunnuse väärtust peab saama mõõta või muul moel arvuliselt kirjeldada. Kasutades nüüdisaegseid pulsikellasid, saab leida arvutusliku seose mõõdetud pulsitaseme ning kulutatava energiahulga vahel. Nii võib avastada, et energiavajadus ei suurene koormuse kasvades lineaarselt. Just mittelineaarsuse sage esinemine uuritavate tunnuste ja mõjutegurite vahel on see, mida tuleb gümnaasiumis erinevalt põhikoolist eraldi rõhutada. Pulsikella järgi võib määrata ka inimese aeroobse ja anaeroobse treeningu faasid ning võrrelda väsimuse tekkimist ühel ja teisel juhul. Järelduste seostamisel inimese energia salvestamise eripäraga saab selgitada treeningu füsioloogia põhitõdesid.

4. Inimorganismi kaitsesüsteeme ning immuunsüsteemi ehitust ja tähtsust seostatakse eelkõige igapäevaeluliste probleemide ja tervislike eluviisidega. Siin võib analüüsida meedias ilmunud artikleid (nt vaktsineerimisest, dieedist, alternatiivravist jms).

Soovitavad veebilehed

Õppematerjalide komplekt: videod, mudelid, esitlused, teoreetiline audiomaterjal ja töölehed inimorganismi üldistest regulatsioonimehhanismidest neuraalsel ja humoraalsel tasandil, seejärel täpsemalt närvisüsteemi töö, refleksid, immuunsuse tagamine ning energiavajadus ja termoregulatsioon. Kõik materjalid nii õpilasele õppimiseks kui ka õpetajale õpetamiseks (sh eri aspektidest tunnikavad), http://www.biodigi.edu.ee/_/?page_id=8

Animatsioonid, joonised ja mudelid inimese ehitusest, talitusest ning regulatsioonist,

<http://catalog.nucleusinc.com/interactive.php>, sh nt antikehade vastusreaktsioon viirustele (immuunsüsteem),

<http://catalog.nucleusinc.com/generateexhibit.php?ID=15529&ExhibitKeywordsRaw=&TL=&A=2>

Interaktiivne inimene, <http://www.innerbody.com/htm/body.html>

3D-mudel ajus, <http://www.pbs.org/wnet/brain/3d/index.html>

Animatsioon närviimpulsi liikumisest (tekstita), (pikkus 1 min),

<https://www.youtube.com/watch?v=90cj4NX87Yk>

Simulatsioon närviimpulsi liikumisest,

http://www.garyfisk.com/anim/lecture_neurotransmission.swf

Videomaterjale bioloogia eri valdkondadest, <http://www.neok12.com/>, sh nt:

1) allergia, <http://www.neok12.com/Allergies.htm>;

2) närvisüsteem, <http://www.neok12.com/Nervous-System.htm>.

Lõiming

Närvisüsteemi teemat saab õppida diferentseeritult. See hõlmab eelkõige peaaju osade ning sümpaatilise ja parasümpaatilise närvisüsteemi detailiseeritust (eelteadmised on saadud juba põhikoolist). Seede-, eritus- ja hingamiselundkonna talitlust vere püsiva koostise tagamisel tuleks käsitleda koos vastavate elundkondade teiste funktsioonidega (elundkondade ehitust ja talitlust on õpitud põhikoolis).

Füüsika. Vajalikud põhimõisted ja eelteadmised: Päikese erinevad kiirgused, energia, elektrilaeng, juht, isolaator, vabad laengukandjad, elektrivool, temperatuuriskaalad, Celsiuse skaala, keha soojenemine ja jahtumine, soojushulk. Erinevate loodusainete lõimimise tulemusena peaksid õpilased omandama arusaama energia olemusest. Füüsikas õpitud teadmised võnkumistest ja lainetest ning valguse levimisest ja murdumisest toetavad meeleeelundite tööõpõhimõtete mõistmist bioloogias. Soojuspaisumise ja soojusülekanne protsesside mõistmine võimaldab aru saada ka mitmesuguste bioloogiliste protsesside ja kohastumuste tähtsusest ning termoregulatsiooni mehhanismide toimimisest. Seevastu bioloogilised protsessid ja objektid on olulised füüsika uurimisobjektid. Rakumembraani funktsioonide ja ainete transpordi mõistmisel on tähtsal kohal difusioon, osmoos, osmootne rõhk ning neid mõjutavad tegurid (sisekeskkonna stabiilsust õppides). III kursus: elektromagnetismi nähtuste sidumine närvisignaali liikumise kirjeldusega. IV kursus: elektrivool ja selle tekkemehhanism (närvimpulsside teke ja liikumine).

Keemia. Keemilised reaktsioonid, lahustunud aine, tähtsamate keemiliste elementide nimetused ja tähised, pH-skaala, alkoholid, süsinikuühendid (süivesikud, rasvad, valgud). Bioloogia erinevate teemade (nt ainete transport) mõistmisel on tähtis omandada teadmised lahustest ja segudest ning nende tekkimisest ja iseloomustamisest. Keemia teemadega lõimuvad anorgaanilised ained: vee molekuli ehitus ja omadused, vee füüsikalised ja keemilised omadused ning vesinikside. Enam esinevaid katioone ja anioone rakus – soolade elektrolüütilist dissotsiatsiooni, seda mõjutavaid tegureid – käsitletakse nii gümnaasiumi bioloogias kui ka keemias. Tähtis lõiming on orgaanilises keemias: sahhariidid, lipiidid, valgud, DNA ja RNA ning bioaktiivsed ained; nende ehitus ning keemilised omadused.

Inimeseõpetus. Seos psühhotroopsete ainete (narkootikumid, uimastid, rahustid jne) toimemehhanismide õppimisel (sünapsi tööst lähtuv närvimpulsi levik jne) ning treeningufüsioloogia, millel on omakorda seos kehakultuuriga (erinevate lihaskrühmade töö ja treeningu mõju erinevatele organitele).

Lõiming põhikooli õppekavadega

Terviseõpetus. 5. klass: nahk ei ole ainult kest (naha üldine ehitus).

Bioloogia. 7. klass: selgroogsete ning selgrootute loomade elundkondade ehituse ja talitluse võrdlus. 9. klass: inimese elundkonnad, ehitus ja talitus; inimese eluprotsesside toimimine ja talitluste regulatsioon ning infovahetus väliskeskkonnaga.

Inimeseõpetus. 8. klass: kehaline aktiivsus ja toitumine; narkootikumid ja sõltuvus.

Kehaline kasvatus. Lihastöö, lihaste väsimus, treenituse mõju lihastikule; treeningu mõju organismile; füüsilise koormuse mõju südame tööle.

Füüsika. 8. klass: valgusõpetus, läätis; rõhk, rõhu edasikandumine vedelikes ja gaasides; rõhumisjõud looduses ja tehnikas. 9. klass: elektrivool; soojusliikumine; soojusülekanne; tuumaenergeetika (mõju organismidele).

1. Molekulaarbioloogilised põhiprotsessid (u 10 tundi)

<p>Õpetamise eesmärgid ja teema olulisus</p> <p>Molekulaarbioloogiliste põhiprotsesside käsitlemine kujundab õpilastes tervikarusaama organismi päriliku informatsiooni avaldumisest ja tunnuste kujunemisest. Õpilased saavad ettekujutuse, milline on keskkonnategurite osa organismi tunnuste kujunemises ning missugused on geenide avaldumise häirete tagajärjed. Õpilasi on vaja suunata iseseisvalt sõnastama tervisliku ja vastutustundliku eluviisi tähtsust, et vältida haigusi, mis on seotud geeniregulatsiooni häiretega. Geneetilise koodi omaduste juures peab tähelepanu pöörama ühiskonnas esinevatele väärarusaamadele ja mõiste väärkasutustele (nt geneetilise koodi muutumine).</p>
<p>Õpitulemused</p> <p>Õpilane:</p> <ol style="list-style-type: none">1) hindab pärilikkuse ja keskkonnategurite osa organismi tunnuste kujunemises;2) analüüsib DNA, RNA ja valkude osa päriliku info avaldumises;3) võrdleb DNA ja RNA sünteesi kulgu ning tulemusi;4) hindab geeniregulatsiooni osa inimese ontogeneesi eri etappidel ning väärtustab elukeskkonna mõju geeniregulatsioonile;5) koostab eksperimendi kavandi, mis tõestab molekulaarbioloogiliste põhiprotsesside universaalsust;6) toob näiteid inimese haiguste kohta, mis seostuvad geeniregulatsiooni häiretega;7) selgitab geneetilise koodi omadusi ning nende avaldumist valgusünteesis;8) selgitab valgusünteesi üldist kulgu.
<p>Õppesisu</p> <p>Organismi tunnuste kujunemist mõjutavad tegurid. Molekulaarbioloogiliste põhiprotsesside (replikatsiooni, transkriptsiooni ja translatsiooni) osa päriliku info realiseerumises. DNA ja RNA sünteesi võrdlus. Geenide avaldumine ja selle regulatsioon, geeniregulatsiooni häiretest tulenevad muutused inimese näitel. Geneetilise koodi omadused. Geneetilise koodi lahtimõtestamine valgusünteesis. Valgusünteesis osalevate molekulide ülesanded ning protsessi üldine kulgu.</p>
<p>Põhimõisted: nukleiinhapped, monomeer, nukleotiid, komplementaarsusprintsip, kromosoom, geen, kromatiin, genoom, genotüüp, aluspaar, replikatsioon, ensüüm, transkriptsioon, translatsioon, terminaator, promootor, valk, amiinohape, peptiidside, koodon, geneetiline kood, antikoodon, mutatsioon, vähkkasvaja, healoomuline kasvaja, prion, Downi sündroom.</p>
<p>Praktilised tööd ja IKT rakendamine</p> <p>1. Molekulaarbioloogiliste põhiprotsesside uurimine arvutimudeliga:</p> <ol style="list-style-type: none">1) replikatsiooni uurimine arvutimudeliga „DNA süntees”, http://bio.edu.ee/models/models/model_noframes.php?code=replik&name=Replikatsioon&lang=et;2) transkriptsiooni uurimine arvutimudeliga „RNA süntees”, http://bio.edu.ee/models/models/model_noframes.php?code=transkr&name=Transkriptsioon&lang=et;

3) translatsiooni uurimine arvutimudeliga „Valgusüntees”,
http://bio.edu.ee/models/models/model_noframes.php?code=transl&name=Translatsioon&lang=et.

2. Geneetilise koodi omaduste uurimine arvutimudeliga „Geneetiline kood”,
http://bio.edu.ee/models/models/model_noframes.php?code=genkood&name=Geneetiline+kood&lang=et

Soovitavad veebilehed

Õpiobjekt,

<http://www.hariduskeskus.ee/opiobjektid/loodusained/?P%C4RILIKKUS:MOLEKULAARBIOLOOGIA>

Video transkriptsioonist (pikkus 1 min 53 s), <https://www.youtube.com/watch?v=SMtWvDbfHLo>

Video molekulaarbioloogilistest põhiprotsessidest (pikkus 2 min 51 s),

<https://www.youtube.com/watch?v=9kOGOY7vthk>

Video DNA ehitusest ja replikatsioonist (pikkus 12 min 58 s),

<https://www.youtube.com/watch?v=8kK2zWjRV0M>

Video transkriptsioonist ja translatsioonist (pikkus 14 min 7 s),

<https://www.youtube.com/watch?v=itsb2SqR-R0>

Animatsioon transkriptsioonist ja translatsioonist,

<http://www.teachersdomain.org/resource/lsp07.sci.life.stru.celltrans>

Animatsioonid, mis annab vastused järgmistele küsimustele: mis on DNA, mis on geen, mis on kromosoom, mis on valk, mis on pärilikkus jne,

<http://learn.genetics.utah.edu/content/begin/tour/>

Lõiming

Keemia. I kursus: vesiniksidemete olulisus ja mõju ainete omadustele, ensüümid kui bioloogilised katalüsaatorid. III kursus: biomolekulide ehituslikud alused.

Geograafia. III kursus: fossiilsete kütuste põletamisega seotud keskkonnaprobleemid.

Lõiming põhikooli õppekavadega

Bioloogia. 8. klass: eluta ja eluslooduse tegurid ning nende mõju eri organismirühmadele. 9. klass: pärilikkus ja muutlikkus.

2. Viirused ja bakterid (u 10 tundi)

Õpetamise eesmärgid ja teema olulisus

Viiruste ning bakterite probleemide ja teemade spekter on lai. Siia kuuluvad viiruste ja bakterite patogeensed rollid ning nende kasutamise võimalused geenitehnoloogias ja sõjanduses.

Geenitehnoloogias rakendamise kaasnivad eetilised probleemid. Nakkushaiguste puhul on tähtis kujundada õpilastel arusaama haiguste ärahoidmisest (vaktsineerimine, tervislik eluviis, hügieen) ja ravivõimalustest ning kõnelda tulevikuprobleemidest – antibiootikumiresistentsuse kujunemisest ja vaktsineerimisest loobumisest. Soovitav on seostada haiguste levikut olukorraga Eestis (sobiks miniuuring Tervise Arengu Instituudi andmebaaside terviseandmete põhjal). Viiruste teemat

käsitledes võiks pöörata tähelepanu viiruste ehituse ja paljunemise omapärale, mis seovad neid nii elus- kui ka eluta loodusega.

Õpitulemused

Õpilane:

- 1) selgitab viiruste ehitust ning toob näiteid inimesel esinevate viirushaiguste kohta;
- 2) analüüsib viiruste tunnuseid, mis ühendavad neid elusa ja eluta loodusega;
- 3) võrdleb viiruste ja bakterite levikut ning paljunemist;
- 4) seostab AIDSi haigestumist HIVi organismisisesse toimega;
- 5) võrdleb viirus- ja bakterahaigustesse nakatumist, organismisisesest toimet ja ravivõimalusi ning väärtustab tervislikke eluviise, et vältida nakatumist;
- 6) toob näiteid viiruste ja bakterite geenitehnoloogiliste rakenduste kohta;
- 7) lahendab dilemmaprobleeme geenitehnoloogiliste rakenduste kohta, arvestades teaduslikke, seadusandlikke, majanduslikke ja eetilisi seisukohti;
- 8) on omandanud ülevaate geneetika ja geenitehnoloogiaga seotud teadusharudest ning elukutsetest.

Õppesisu

DNA- ja RNA-viiruse ehituslik ja talitluslik mitmekesisus, näited ning tähtsus looduses. Viiruste levik ja paljunemine. HIVi organismisisesene toime ning haigestumine AIDSi. Inimesel levinumad viirushaigused ning haigestumise vältimine. Bakterite levik ja paljunemine. Viiruste ja bakterite geenitehnoloogilised kasutusvõimalused. Geenitehnoloogia rakendamisega kaasnevad teaduslikud, seadusandlikud, majanduslikud ja eetilised probleemid. Geneetika ja geenitehnoloogiaga seotud teadusharud ning elukutsed.

Põhimõisted: viirus, viroloogia, viirusosake (partikkel), viiruse kapsiid, viiruse ümbris, DNA-viirus, RNA-viirus, bakteriofaag, vaksineerimine, vaktsiin, antigeen, antikeha, immuunsus, lüütiline tsükkel, lüsogeenne tsükkel, epideemia, pandeemia, virulentsus, kondüloomid, antibiootikumid, antibiootikumiresistentsus, geeniteraapia, nanotehnoloogia, geenitehnoloogia, bioreaktor, vedelsööde, laktoos, biorelv, bioremediatsioon, biotehnoloogia, geneetiliselt muundatud organism, funktsionaalsed toiduained, bioinformaatika, proteoomika, farmakogenoomika, geneetiline mitmekesisus, herbitsiid, (taime)aretus.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Bakterite mitmekesisuse uurimine. Erinevate bakterikolooniate kasvatamine ja kolooniate omavaheline võrdlemine (suuõhne mikrofloora, bakterid toidainetes, õhust sadestuvad bakterid, nt kooli eri ruumidest).
2. Bakterite elutegevust mõjutavate tegurite uurimine praktilise töö või arvutimudeliga. Praktiline töö erinevate tegurite (antibiootikumide, temperatuuri jne) mõjust bakterite kasvule. Alternatiiviks on bakterite kasvu mõjutavate tegurite uurimine PowerPointi mudeli ja töölehtedega (<http://www.ut.ee/volvox/materials/bakterid.pdf>).

Soovitavad veebilehed

Video viiruse sisenemisest peremeesorganismi (pikkus 1 min 18 s),

<https://www.youtube.com/watch?v=NKoZfHLQu5M> 

Video nakatumisest gripiviirusesse (pikkus 3 min 39 s),

<https://www.youtube.com/watch?v=Rpj0emEGShQ&feature=fvwrel>

Video arhedest, bakteritest ja protistidest (sobib ka rakkude teema juurde) (pikkus 12 min 6 s),

<https://www.youtube.com/watch?v=vAR47-g6tIA>

Animatsioon organismide suuruselt, http://www.cellsalive.com/howbig_js.htm

Õpiobjekt, <http://www.hariduskeskus.ee/opiobjektid/loodusained/?P%C4RILIKKUS:VIIRUSED>

Tervise Arengu Instituudi registrid, <http://www.tai.ee/et/tegevused/registrid>;

<http://pxweb.tai.ee/esf/pxweb2008/dialog/statfile2.asp>

Lõiming

Geograafia. I kursus: haigused ja rahvaarvu dünaamika, suremus, linnastumisega ja üleilmastumisega kaasnevad probleemid arenenud ja arengumaades just haiguste levikus/ravis.

III kursus: geneetiliselt muundatud organismid, nendega seotud ohud, maailma toiduprobleemid, põhjavee kasutamine, reostumine, reovee puhastamine bakteritega.

Füüsika. I kursus: mõõtmine, rahvusvaheline mõõtühikute süsteem.

Keemia. III kursus: biomolekulide ehituslikud alused, viiruste püsivus/ebapüsivus keskkonnas lähtuvalt nende keemilises struktuurist.

Lõiming põhikooli õppekavadega

Bioloogia. 8. klass: bakterhaigustesse nakatumine ja nendest hoidumine; viirustega nakatumine, peiteaeg ja tervenemine.

3. Pärilikkus ja muutlikkus (u 15 tundi)

Õpetamise eesmärgid ja teema olulisus

Õpilane saab süsteemse ülevaate pärilikkuse ja muutlikkuse avaldumisest. Oluline on kõnelda kombinatiivse ja mutatsioonilise muutlikkuse tekkepõhjustest ning seostada neid igapäevaeluga, tuues erinevaid näiteid. Geneetikaülesandeid võib seostada peamiselt inimesegeneetikaga (see loob täiendava õpimotivatsiooni) ja luua rohkesti õpisiituatsioone huvitavate juhtumite analüüsi baasil. Inimeste puute ja haiguste geneetilise aluse käsitlemine aitab kujundada hoiakuid ning väärtushinnanguid oma ja ümbritsevate inimeste tervise suhtes.

Õpitulemused

Õpilane:

- 1) toob näiteid pärilikkuse ja muutlikkuse avaldumise kohta eri organismirühmadel;
- 2) võrdleb mutatsioonilise ja kombinatiivse muutlikkuse tekkepõhjusti ning tulemusi;
- 3) analüüsib modifikatsioonilise muutlikkuse graafikuid;
- 4) hindab pärilikkuse ja keskkonnategurite mõju inimese tunnuste kujunemisel;
- 5) seostab Mendeli katsetes ilmnunud fenotüübilisi suhteid genotüüpide rekombineerumisega;
- 6) selgitab inimesel levinumate suguliiteliste puute geneetilisi põhjusti;
- 7) lahendab geneetikaülesandeid Mendeli seadusest, AB0- ja reesusüsteemi vererühmadest ning suguliitelisest pärandumisest;
- 8) suhtub vastutustundlikult keskkonnategurite rolli inimese puute ja haiguste tekkes.

Õppesisu

Pärilikkus ja muutlikkus kui elu tunnused. Päriliku muutlikkuse osa organismi tunnuste kujunemises. Mutatsioonilise ja kombinatiivse muutlikkuse roll looduses ning inimtegevuses. Mittepäriliku muutlikkuse tekkemehhanismid ja tähtsus. Päriliku ja mittepäriliku muutlikkuse omavaheline seos inimese näitel. Mendeli hübriidiseerimiskatsetes ilmnenud seaduspärasused ja nende rakenduslik väärtus. Soo määramine inimesel ning suguliiteline pärandumine. Geneetikaülesanded Mendeli seadusest, ABO- ja reesusüsteemi vererühmadest ning suguliitelisest pärandumisest. Pärilikkuse ja keskkonnategurite mõju inimese tervislikule seisundile.

Põhimõisted: Mendeli seadused, alleel, homosügoot, heterosügoot, dominantne alleel, retsessiivne alleel, genotüüp, fenotüüp, Mendeli tunnus, veregruppide süsteem, intermediaarsus, polügeensus, polüalleelsus, reesuskonflikt, pärilikkus, muutlikkus, kombinatiivne muutlikkus, ristsiire, aheldunud geenid, mutatsioonid, onkogeen, antionkogeen, duplikatsioon, insertioon, deletsioon, mutageen, teratogeen, kantserogeen, inversioon, reaktsiooninorm, kaksikute meetod, eugeenika, epigeneetika, suguliitelised geenid, suguliitelised tunnused, suguliiteline pärandumine, autosoom, metastaas, kasvufaktor, stress, kortisool.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Praktiline töö keskkonnategurite mõjust reaktsiooninormi avaldumisele.

Keskkonnategurite mõju reaktsiooninormi avaldumisele puulehtede või teokarpide näitel on mittepäriliku muutlikkuse ulatuse selgitamine vabalt valitud organismide tunnuste põhjal. Klassikaline töö on siin puulehtede mõõtmete varieeruvuse uurimine, kuid õpilastele võiks hoopis rohkem huvi pakkuda inimeste erinevate tunnuste kohta andmete kogumine ja analüüs. Niisugune töö võimaldab uuringusse kaasata peale õpilaste ka sugulasi-tuttavaid. Seeläbi suureneb võimalus arutleda sel teemal laiemas ringis, mis toetab sügavama arusaamise kujunemist. Uurimisobjektide valikul tuleks leida vähemalt üks laia ja teine kitsa ökoloogilise amplituudiga tunnus, et seeläbi mõista ka reaktsiooninormi mitmekesisust sõltuvalt objektist ja vaadeldavast tunnusest. Sugulaste sarnasusi ning erinevusi analüüsid on võimalik selgitada päriliku ja mittepäriliku muutlikkuse seost ning erinevat rolli inimese tunnuste kujunemisel.

2. Päriliku muutlikkuse tekkemehhanismide ja avaldumise uurimine arvutimudeliga „Geenide avaldumine”

(http://bio.edu.ee/models/models/model_noframes.php?code=genreg&name=Geenide+avaldumine&lang=et) või „Geneetiline kood”

(http://bio.edu.ee/models/models/model_noframes.php?code=genkood&name=Geneetiline+kood&lang=et).

Soovitavad veebilehed

Video Mendelist ja pärilikkusest (pikkus 10 min 7 s),

<https://www.youtube.com/watch?v=CBezq1fFUEA>

Video vererühmadest, nende määramisest ja doonorluse alustest (pikkus 1 min 40 s),

https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=H4qkwW-FI3E

Õpiobjektid,

<http://www.hariduskeskus.ee/opiobjektid/loodusained/?P%C4RILIKKUS:GENEETIKA;>

<http://www.hariduskeskus.ee/opiobjektid/loodusained/?P%C4RILIKKUS:MUUTLIKKUS>

Animatsioon pärilikkusest (menüüs ka test),

<http://www.brainpop.com/health/geneticsgrowthanddevelopment/heredity/> 

Animatsioon, mis annab vastused järgmistele küsimustele: mis on DNA, mis on geen, mis on kromosoom, mis on valk, mis on pärilikkus jne,

<http://learn.genetics.utah.edu/content/begin/tour/> 

Tervise Arengu Instituudi registrid, <http://www.tai.ee/et/tegevused/registrid;>

<http://pxweb.tai.ee/esf/pxweb2008/dialog/statfile2.asp> 

Kanada kunstniku Ulric Collette'i pärilikkuse fotoseeria (ühele pildile on kokku „sulatatud” lähisugulased), <http://genetic.ulriccollette.com/>

Lõiming

Pärilikkust ja muutlikkust käsitletakse ka IV kursuse bioevolutsiooni teemas. Sõltuvalt diferentseerimisvajadustest võib modifikatsioonilise muutlikkuse graafikuid ise koostada või piirduda ainult vastavate jooniste analüüsiga. Pärilikkuse ja keskkonnategurite teema seostub III kursuse sissejuhatava osaga.

Füüsika. V kursus: ioniseeriva kiirguse levik ja selle mutageenne toime.

Keemia. II kursus: keskkonna saastumine metallide maakide kaevandamise ja metallide töötlemise korral, raskmetallide negatiivne mõju elusorganismidele, sh nende mutageenne toime; mittemetallide tootmisega seotud keskkonnaprobleemid, mittemetallide ja nende ühendite mõju organismile (nitraadid, nitritid, vabad radikaalid, oksüdatiivne stress). III kursus: toksiliste ja mutageensete orgaaniliste ainete mõju elusorganismidele, teatud ainete (nt alkohol) metabolismi käigus tekkinud mürgiste ainete potentsiaalne mõju organismi pärilikkusele.

Geograafia. II kursus: osoonikihi hõrenemise mõju organismidele ja keskkonnale. III kursus: geneetiliselt muundatud organismid, nendega seotud ohud, põllumajandusega seotud keskkonnaprobleemid, mahepõllumajandus, fossiilsete kütuste põletamisega seotud keskkonnaprobleemid ja nende potentsiaalne mõju mutatsioonide tekkele.

Lõiming põhikooli õppekavadega

Bioloogia. 8. klass: eluta ja eluslooduse tegurid ning nende mõju eri organismirühmadele. 9. klass: pärilikkus ja muutlikkus.

Keemia. 8. klass: hapnik ja vesinik, nende tuntuimad ühendid (hapniku oksüdeerivad omadused).

IV kursus (35 tundi)

1. Bioevolutsioon (u16 tundi)

Õpetamise eesmärgid ja teema olulisus

Evolutsioon on aluseks sellele, mida me tänapäeval teame geneetikast, immunoloogiast, antibiootikumide resistentsusest, inimese päritolust ning keskkonnatingimuste muutudes aset leidvatest muutustest organismides. Mõistes evolutsiooni ja selle toimimismehhanisme, on võimalik teha kaugemale tulevikku ulatuvaid otsuseid. Näiteks aitavad evolutsioonimustrid meditsiini alal ennustada patogeenide muutlikkust ning seeläbi suunata meditsiini arengut ja parandada elukvaliteeti. Samuti saab planeerida maavarade tarbimist (jätkusuutlik tarbimine) ning keskkonnakaitset (liigilise mitmekesisuse hindamine).

Õpitulemused

Õpilane:

- 1) selgitab Darwini evolutsioonikäsitlust;
- 2) toob näiteid loodusteaduslike uuringute kohta, mis tõestavad bioevolutsiooni;
- 3) analüüsib ja hindab erinevaid seisukohti elu päritolu kohta Maal;
- 4) võrdleb loodusliku valiku vorme, nende toimumise tingimusi ja tulemusi;
- 5) analüüsib ning hindab eri tegurite osa uute liikide tekkes;
- 6) analüüsib evolutsioonilise mitmekesisustumise, täiustumise ja väljasuremise tekkemehhanisme ning avaldumisvorme;
- 7) hindab bioloogiliste ja sotsiaalsete tegurite osa nüüdisinimese evolutsioonis;
- 8) suhtub kriitiliselt bioevolutsiooni pseudoteaduslikesse käsitlustesse.

Õppesisu

Evolutsiooniidee täiustumise seos loodusteaduste arenguga. Darwini evolutsiooniteooria põhiseisukohad. Loodusteaduslikest uuringutest tulenevad evolutsioonitõendid. Eri seisukohad elu päritolu kohta Maal. Bioevolutsiooni varased etapid ja nüüdisaegsete eluvormide kujunemine. Olelusvõitlus, selle vormid. Loodusliku valiku vormid ja tulemused. Kohastumuste eri vormide kujunemine. Mutatsioonilise muutlikkuse, kombinatiivse muutlikkuse, geneetilise triivi ja isolatsiooni osa liigitekkes. Makroevolutsiooniliste protsesside – evolutsioonilise mitmekesisustumise, täiustumise ja väljasuremise – tekkemehhanismid ning avaldumisvormid.

Bioevolutsioon ja süstemaatika. Inimlaste lahkumine inimahvidest ning uute tunnuste kujunemine. Perekond inimene, selle eripära võrreldes inimahvidega. Teaduslikud seisukohad nüüdisinimese päritolu kohta. Inimese evolutsiooni mõjutavad tegurid, bioloogiline ja sotsiaalne evolutsioon. Bioevolutsiooni pseudoteaduslikud käsitlused. Evolutsiooni uurimisega seotud teadusharud ning elukutsed.

Põhimõisted: evolutsioon, lamarkism, muutlikkus, fossiilid ehk kivistised, elavad fossiilid, homoloogilised elundid, analoogilised elundid, mandunud elundid ehk vestiigiumid, radiaalsümmeetria, bilateraalsümmeetria, arhed, keelikloomad, dinosaurused, paljasseemnetaimed, katteseemnetaimed ehk õistaimed, olelusvõitlus, populatsioon, stabiliseeriv valik, suunav valik, lõhestav valik, kohanemine, kohastumine, mikroevolutsioon, makroevolutsioon, kombinatiivne muutlikkus, geenivool, geenitriiv, mutatsioon, mutageen, pudelikaelaefekt, rajaja- ehk asutajaefekt, liik, geograafiline isolatsioon, bioloogiline isolatsioon, ajaline isolatsioon, käitumuslik isolatsioon, mehhaaniline isolatsioon, endem, takson, taksonoomia, primaat, inimlane, lõunaahv ehk australopiteek, neandertallane, nüüdisinimene, fülogeneesipuu, paleontoloogia, kreatsioonism

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Olelusvõitluse tulemuste uurimine arvutimudeliga.
2. Praktiline töö loodusliku valiku tulemustest kodukoha looduses.
3. Populatsioonide arvukuse muutuste ja populatsioonilainete kujunemise uurimine arvutimudeliga „Looduslik tasakaal” (<http://mudelid.5dvision.ee/kalad>).
4. Kohastumuste kujunemise uurimine kodukoha looduses (nt taimede kasvu eripära seos kasvukoha tingimustega).

Soovitavad veebilehed

Video looduslikust valikust (pikkus 12 min 44 s),

https://www.youtube.com/watch?v=aTftyFboC_M 

Interaktiivne mäng loodusliku valiku „tööpõhimõttest“, <http://www.sciencechannel.com/games-and-interactives/charles-darwin-game/> 

Video populatsioonigeneetikast, looduslikust valikust, seksuaalsest valikust, mutatsioonidest, geenivoolust, geenitriivist (pikkus 11 min 4 s),

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

Video ligitekke mehhanismidest (pikkus 10 min 24 s),

<https://www.youtube.com/watch?v=2oKIKmrbLoU> 

Video evolutsiooni uurimisest: võrdlev anatoomia (pikkus 8 min 50 s),

<http://www.youtube.com/watch?v=7ABSjKS0hic> 

Video taksonoomiast (pikkus 12 min 15 s), https://www.youtube.com/watch?v=F38BmgPcZ_I 

Inimese ja primaatide võrdlev anatoomia, <http://www.eskeletons.org/> 

Inimese ja šimpansi luustiku võrdlus: mäng skeleti kokkupanemisest,

<http://becominghuman.org/node/building-bodies> , sh nt:

1) primaatide ja inimese evolutsioon interaktiivsel ajateljel,

<http://becominghuman.org/node/human-lineage-through-time>;

2) interaktiivne evolutsiooni kirjeldus, <http://becominghuman.org/node/interactive-documentary>.

Lõiming

Geograafia. II kursus: geograafilise ajaskaala järgi Maa tekke ja arengu iseloomustamine; laamade tekke ja liikumise protsesside mõistmine; maavärinate ja vulkanismiga kaasnevate keskkonnamõjude hindamine.

Keemia. II kursus: nafta ja selle kui tooraine roll orgaaniliste ühendite tootmisel.

Füüsika. II kursus: põhimõisted *peegeldumine* ja *murdamine* (Maa kliima kujunemine ning kliima mõju evolutsioonile; jääajad). IV kursus: siseenergia ja soojusenergia (Maa teke; püsi- ja kõigusoojased loomad).

Lõiming põhikooli õppekavadega

Bioloogia. 8. klass: eluta ja eluslooduse tegurid ning nende mõju eri organismirühmadele; bioloogiline mitmekesisus. 9. klass: pärilikkus ja muutlikkus; evolutsioon.

Geograafia. 9. klass: kivimid.

2. Ökoloogia (u 12 tundi)

Õpetamise eesmärgid ja teema olulisus

Ökoloogia eesmärk on selgitada, kuidas on vastastikusel seoses elusloodus ning mil moel sõltub elusloodus ressurside jagamisel eluta loodusest. Teades ökoloogilisi tegureid, mõistame paremini, miks on nii elus- kui ka eluta looduse ressursid maakeral ebahõltselalt jaotunud ning mis tagajärjed on biotiliste ja abiotiliste tegurite muutustel erinevatele elukeskkondadele. Õppides hindama liigilist mitmekesisust ning erinevate elukeskkondade toimimist, annab see aluse jätkusuutlikule mõtlemisviisile.

Õpitulemused

Õpilane:

- 1) seostab abiootiliste tegurite toimet organismide elutegevusega;
- 2) analüüsib abiootiliste ja biootiliste tegurite toime graafikuid ning toob rakenduslikke näiteid;
- 3) seostab ökosüsteemi struktuuri selles esinevate toitumissuhetega;
- 4) koostab ning analüüsib skemaatilisi jooniseid ja mõistekaarte toitumissuhete kohta ökosüsteemis;
- 5) selgitab iseregulatsiooni kujunemist ökosüsteemis ning seda ohustavaid tegureid;
- 6) hindab antropogeense teguri mõju ökoloogilise tasakaalu muutumisele ning suhtub vastutustundlikult ja säästvalt looduskeskkonnasse;
- 7) lahendab ökoloogilise püramiidi reegli ülesandeid;
- 8) koostab ja analüüsib biosfääri läbiva energiavoo muutuste skemaatilisi jooniseid.

Õppesisu

Abiootiliste ökoloogiliste tegurite mõju organismide elutegevusele. Ökoloogilise teguri toime graafiline iseloomustamine ning rakendamise võimalused. Biootiliste ökoloogiliste tegurite mõju organismide erinevates kooseluvormides.

Ökosüsteemi struktuur ning selles esinevad vastastikused seosed. Toiduahela peamiste lülide – tootjate, tarbijate ja lagundajate – omavahelised toitumissuhted. Iseregulatsiooni kujunemine ökosüsteemis ning seda mõjutavad tegurid. Ökoloogilise tasakaalu muutuste seos populatsioonide arvu ja arvukusega. Ökoloogilise püramiidi reegli ülesannete lahendamine. Biosfääri läbiv energiavoog kui Maal eksisteeriva elu alus.

Põhimõisted: ökoloogia, kooslus, populatsioon, keskkond, ökosüsteem, abiootilised tegurid, biootilised tegurid, antropogeensed tegurid, ökonišš, konkurents, sümbioos, parasitism, mutualism, kommensialism, herbivoor, karnivoor, omnivoor, koevolutsioon, biosfäär, tootja, tarbija, lagundaja, toiduahel, toiduvõrk, invasiivne liik, aineringe, biomass, primaarproduksioon, netoproduksioon, brutoproduksioon, sekundaarproduksioon.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Võib uurida sademete, niiskuse, temperatuuri, valguse jms mõju vabalt valitud populatsioonide arvule või arvukusele kodukoha looduses.

Kuivõrd lihtsamini on vaadeldavad taimeriigi esindajad, siis võib töö kavandada just neile tuginedes. Eksperimenti on keeruline teha, kuid tulemused võib saada, kui hinnata looduses toimunud valiku tulemusi, arvestades mõjutegurina erinevaid keskkonnatingimusi. Näiteks võib uurida taimestiku liigilist koosseisu, tihedust või kasvukõrgust sõltuvalt valgustingimustest. Kui leida võrreldavad ruudud lagedal, poolvarjus ja varjus, siis saab kirjeldada, kuidas oleneb looduslik valik valgustingimustest – millised isendid on eelistatud sõltuvalt keskkonnast. Leitud seaduspärasusi teooriaga seostades saab selgitada olelusvõitluse ja kohastumuse erinevate vormide olulisust bioevolutsioonis, samuti kohastumuse ning kohanemise erinevust.

2. Abiootiliste tegurite (temperatuur, niiskus, valgus) mõju hallitussente arvukusele. Võib kasutada ka mobiilseid andmekogujaid (vernjee, Spark).
3. Populatsioonide arvukuse muutuste ja populatsioonilainete kujunemise uurimine arvutimudeliga „Looduslik tasakaal” (<http://mudelid.5dvision.ee/kalad>). Sõltuvalt õppe diferentseerimise vajadusest võib võrrelda kas taime- ja loomaliikide või seene-, taime- ja loomaliikide keemilist koostist.

4. Temperatuuri mõju ensüümreaktsioonile pärmseente suspensioonis (vesinikperoksiidiga).
5. Sibula-, kiivi- või banaanirakkudest DNA eraldamine.

Kaks viimast tööd on kirjeldatud Urmas Kokassaare „Laboratoorsetes töödes” (käsitletud ka I kursuses).


Soovitavad veebilehed

Video biotilistest ja abiotilistest teguritest ning bioomide tüüpidest (pikkus 10 min 25 s),

<http://www.youtube.com/watch?v=izRvPaAWgyw>

Videomaterjal bioloogia eri valdkondadest,

<http://video.nationalgeographic.com/video/player/animals/?source=NavAniPhoto>

Videomaterjal ookeaniga seotud eluavaldustest, <http://www.oceanfootage.com/>

Lõiming

Geograafia. II kursus: Maa sfääride kui süsteemide iseloomustamine ning nende vaheliste seoste kohta näidete toomine; Maa sfääride ja inimtegevuse vastastikuse mõju analüüs; kasvuhooneefekti kirjeldamine; kliima mõju analüüs looduskomponentidele; näited inimtegevuse mõju kohta atmosfääri koostisele; veeringe ja selle mõju keskkonnale; hoovuste mõju kliimale; liustike tähtsus veeringes ja kliima kujunemises; keemilise ja füüsikalise murenemise võrdlus ning tähtsus looduses; bioomide tsonaalse leviku iseloomustus ning tundra, parasvöötme okas- ja lehtmetsa, rohtla, kõrbe, savanni ja vihmametsa kui ökosüsteemi analüüs; teabeallikate põhjal etteantud piirkonna kliima, mullastiku ja taimestiku seoste analüüs. III kursus: vihmametsa kui ökosüsteemi analüüs ning vihmametsade globaalne tähtsus; parasvöötme okasmetsa kui ökosüsteem.

Füüsika. I kursus: looduse struktuuritasemetega skeemil makro-, mikro- ja megamaailma määratlus.

Keemia. I kursus: happed ja nende omadused selgitavad keemilisel tasandil happevihmade olemust.

Lõiming põhikooli õppekavadega

Bioloogia. 8. klass: eluta ja eluslooduse tegurid ning nende mõju eri organismirühmadele.

3. Keskkonnakaitse (u 7 tundi)

Õpetamise eesmärgid ja teema olulisus

Keskkonnatingimustest sõltub aineringe, kohastumused, looduslik tasakaal, energia tarbimine ja ka inimtegevus. Keskkonnakaitse õpe on aluseks õpilase elukestvale väärtuskasvatusele, andes teadmised ning juhtides teda mõtlema, kuidas plaanida tegevusi, pidades silmas jätkusuutlikku tarbimist ning keskkonna- ja liigirikust nii kohalikul kui ka globaalsel tasandil.

Õpitulemused

Õpilane:

- 1) analüüsib inimtegevuse osa liikide hävimises ning suhtub vastutustundlikult enda tegevusesse looduskeskkonnas;
- 2) selgitab bioloogilise mitmekesisuse kaitse olulisust;
- 3) väärtustab bioloogilist mitmekesisust ning teadvustab iga inimese vastutust selle kaitseks;

- 4) teadvustab looduse, tehnoloogia ja ühiskonna vastastikuseid seoseid ning põhjendab säästva arengu tähtsust isiklikul, kohalikul, riiklikul ja rahvusvahelisel tasandil;
- 5) selgitab Eesti looduskaitse seaduses esitatud kaitstavate loodusobjektide jaotust ning toob nende kohta näiteid;
- 6) väärtustab loodus- ja keskkonnahoidu kui kultuurinähtust;
- 7) lahendab kohalikele näidetele tuginevaid keskkonnavalaseid dilemmaprobleeme, arvestades teaduslike, majanduslike ja eetilisi seisukohti ning õigusakte;
- 8) analüüsib kriitiliselt kodanikuaktiivsusele tuginevaid loodus- ja keskkonnakaitse suundumusi ja meetmeid ning kujundab isiklike väärtushinnanguid.

Õppesisu

Liikide hävimist põhjustavad antropogeensed tegurid ning liikide kaitse võimalused. Bioloogilise mitmekesisuse kaitse vajadus ja meetmed. Loodus- ja keskkonnakaitse nüüdisaegsed suunad Eestis ning maailmas. Eesti keskkonnapoliitikat kujundavad riiklikud kokkulepped ja riigisisised meetmed. Säästva arengu strateegia rakendumine isiklikul, kohalikul, riiklikul ja rahvusvahelisel tasandil. Looduskaitse seadusandlus ja korraldus Eestis. Teaduslike, seadusandlike, majanduslike ja eetilisi-moraalsete seisukohtade arvestamine, lahendades keskkonnavalaseid dilemmaprobleeme ning langetades otsuseid. Kodanikuaktiivsusele tuginevad loodus- ja keskkonnakaitse suundumused ning meetmed. Liikide hävimist põhjustavad antropogeensed tegurid ning liikide kaitse võimalused. Bioloogilise mitmekesisuse kaitse vajadus ja meetmed. Loodus- ja keskkonnakaitse nüüdisaegsed suunad Eestis ning maailmas. Eesti keskkonnapoliitikat kujundavad riiklikud kokkulepped ja riigisisised meetmed. Säästva arengu strateegia rakendumine isiklikul, kohalikul, riiklikul ja rahvusvahelisel tasandil.

Põhimõisted: bioloogiline mitmekesisus ehk elurikkus, looduskaitse, pärandkooslus, loodusreservaat, sihtkaitsevöönd, keskkonnakaitse, populatsioon, kooslus, ökosüsteem, kaitseala, säästev ehk jätkusuutlik areng, punane raamat, kõrbestumine, eutrofeerumine, võõrliik, invasiivne liik, pestitsiidid, taaskasutamine, konventsioon.

Praktilised tööd ja IKT rakendamine

1. Väikesemahuline uuring säästva arengu strateegia rakendamisest kohalikul tasandil (nt keskkonna saastatuse uurimine samblike indikaatorliikide põhjal ning saastatuse põhjuste väljaselgitamine).

Õhu saastatuse hindamine samblike leviku alusel ning vee saastatuse hindamine selgrootute populatsioonide arvukuse alusel on põhikooli ainekavas kirjeldatud tööd. Sel juhul uuritakse, kuidas oleneb teatud ainete kontsentratsioonist vees või õhus ökosüsteemi liigiline koosseis ja liikide populatsioonide arvukus. Kui neid töid gümnaasiumis teha, saab hästi arendada andmete analüüsi ja tulemuste visualiseerimise oskust. Tulemuste usaldusvääruse suurendamiseks tuleb teha korduskatseid, leida keskmised ning õpet diferentseerides liikuda tulemuste varieeruvust ja seoseid iseloomustavate statistiliste analüüside tegemise juurde. Tulemusi visualiseerides saab koostada joondiagramme, ent ka kartogramme. Samuti saab tulemusi ja teooriat sünteesides koostada skeeme erinevate keskkonnategurite ning populatsioonide arvukuse seostest loodusliku tasakaaluga.

2. Isikliku igapäevase tegevuse analüüs seoses vastutustundliku ja säästva eluviisiga (nt vastutustundlikust ning säästvast eluviisist lähtuvate otsuste tegemine toitu pakendades ning säilitades).

See töö võimaldab pöörata põhitähelepanu uuringu kavandamisele. Kavandades on esmalt vaja läbi töötada säästvat eluviisi kujundavad dokumendid ning täpsustada uuringu fookust. Seejärel tuleb koostada uuringu instrumendid, millega hakatakse koguma andmeid. Näiteks võib koostada küsimustiku, millega hinnatakse tootjate eelistusi toodete pakendamisel või tarbijate käitumist toodete valikul. Samuti saab selgitada, kui säästvalt kasutatakse koolis või õpilaste kodudes igapäevaseid ressursse, nt vett, elektrit ja soojusenergiat. Selliste tööde tegemine võimaldab ühelt poolt mõista, kuidas ja miks on kujundatud keskkonnakaitsemeetmed (nt seadused), ning õppida koostama ja tegema küsitlusi, kuid teiselt poolt kujundada ka hoiakuid säästva eluviisi suhtes.

Ökoloogia ja keskkonnakaitse seaduspärasusi on võimalik avastada simulatsioonide rakendamisega. Keskkonnakaitseteemade käsitlemist toetab ka dilemmaprobleemide lahendamine. Praktilise tööna saab analüüsida inimeste käitumist lähtuvalt säästva arengu põhimõttest.

Soovitavad veebilehed

Ökoloogilise jalajälje kalkulaator, <http://kesa.edu.ee/kalkulaator/index.php>

Ökoloogiline jalajalg ja seljakott, <http://www.maailmakool.ee/oppematerjalid/saastev-areng/okoloogiline-jalajalg-ja-seljakott/>

Näidisjuhendid õpetajale, <http://lemill.net/content/webpages/sinu-okoloogiline-jalajalg/>

Kasvuhooneefekti simuleerimine ja uurimine, <http://concord.org/stem-resources/radiant-energy-flow>

Video kasvuhooneefektist (pikkus 2 min 3 sek), http://www.youtube.com/watch?v=BPJMM_hCFj0

Video bioloogilisest mitmekesisusest ja kliimamuutustest (pikkus 7 min 43 s), <http://video.nationalgeographic.com/video/way-forward-climate>

Säästev jaekaubandus, tarbimisjuhised, õiglase kaubandus jm, <http://www.roheline24.ee/et/>

Lõiming

Geograafia. I kursus: õpilane analüüsib teabeallikate, sh kaartide, järgi etteantud piirkonna loodusolusid, rahvastikku, majandust ja inimtegevuse võimalikke tagajärgi ning turismimajanduse arengu mõju keskkonnale. II kursus: kasvuhooneefekti kirjeldamine; kliima mõju analüüs looduskomponentidele; näited inimtegevuse mõju kohta atmosfääri koostisele. III kursus: põllumajanduse mõju analüüs keskkonnale; mullaviljakuse ja muldade hävimise tegurid ning mullakaitse võimalused; vee ja veekogude kasutamise tekkinud probleemide analüüs; maailma tähtsamad kalapüügi- ja vesiviljeluspiirkonnad; maailmamere majandusliku kasutamise seotud keskkonnaprobleemide analüüs ning maailmamere kaitse vajalikkus; põhjavee kujunemine (infiltratsioon) erinevate tegurite mõjul ning põhjavee alanemise ja reostumise põhjused ning tagajärjed; niisutus põllundusega kaasnevad probleemid; metsamajanduse ja puidutööstusega seotud keskkonnaprobleemid; vihmametsa ja parasvöötme okasmetsa keskkonnaprobleemide analüüs; energiamajandusega kaasnevate keskkonnaprobleemide analüüs ning võimalused jätkusuutlikuks arenguks; alternatiivsed energiaallikad, nende kasutamise võimalused ning keskkonnamõju analüüs.

Keemia. I kursus: fenoolidega seotud keskkonnaprobleemid Eestis; analüüsiva essee koostamine halogeeniühenditega (nt dioksiinidega) ja/või fenoolidega (valikuliselt) seotud probleemidest Eestis ja/või Läänemeres teabeallikatest leitud materjalide põhjal. II kursusel käsitletud polüestrite ja polüamiidide omadused, kasutamine ning võrdlus looduslike materjalidega;

pesuvahendite mõju keskkonnale; kütuste, sh autokütuste, koostise erinevused, efektiivsus ja keskkonnaohtlikkus. III kursus: metallide tootmisega kaasnevad keskkonnaprobleemid.

Kunst. Kunstiprojekt taaskasutuse teemal.

Lõiming põhikooli õppekavadega

Loodusõpetus. 7. klass: elus- ja eluta looduse seosed.