



BIOLOGIAN KOE 14.9.2015 HYVÄN VASTAUKSEN PIIRTEITÄ

Alla oleva vastausten piirteiden, sisältöjen ja pisteitysten luonnehdinta ei sido ylioppilastutkintolautakunnan arvostelua. Lopullisessa arvostelussa käytettävistä kriteereistä päättää tutkintoaineen sensorikunta.

Biologia on luonnontiede, joka tutkii biosfäärin elollisen luonnon rakennetta, toimintaa ja vuorovaikutussuhteita ulottuen molekyyli- ja solutasolle. Keskeisellä sijalla on myös ihmisen biologiaan liittyvien asioiden ja ilmiöiden ymmärtäminen. Biologialle tieteenä on ominaista havainnointiin ja kokeellisuuteen perustuva tiedonhankinta. Biotieteet ovat nopeasti kehittyviä tiedonaloja, joiden sovelluksia hyödynnetään laajasti yhteiskunnassa. Biologia tuo esille uutta tietoa elollisen luonnon monimuotoisuudesta ja huomioi ihmisen toiminnan merkityksen ympäristössä, luonnon monimuotoisuuden turvaamisessa ja kestävän kehityksen edistämässä.

Biologian ylioppilaskokeessa arvioidaan kokelaan biologisen ajattelun ja tietämyksen kehittyneisyyttä, kykyä esittää vaadittavat asiat jäsenneilysti ja oikealla tavalla asiayhteyteen sidottuna. Kokeessa arvioidaan kokelaan kykyä tarkastella ilmiöiden vuorovaikutus- ja syyseuraussuhteita. Peruskäsitteiden ja -ilmiöiden hallinnan lisäksi arvioidaan kokelaan taitoa tulkita kuvia, kuvaajia, tilastoja ja ajankohtaista tietoa sekä perustella vastauksensa. Hyvä vastaus tarkastelee ilmiöitä monipuolisesti ja havainnollistaa niitä esimerkein. Hyvä vastaus perustuu faktoihin, ei perustelemattomiin mielipiteisiin. Hyvässä vastauksessa taulukot, kuvaajat ja piirroksot on esitetty selkeästi.

Tehtävä 1

a) 3 p.

Hyvältä vastaukselta edellytetään eläinsolun ominaisuuksien kuvaamista sekä riittävää vertaamista kasvi- ja bakteerisoluihin.

Solu on eläinsolu, koska sitä ympäröi ainoastaan solukalvo, eikä sillä ole kasvisoluille ominaista solukalvon ulkopuolella olevaa soluseinää, viherhiukkasia tai solunesterakkulaa (vakuoli, keskusvakuoli). Kasveilla Golgin laitetta vastaava rakenne on nimetty diktyosomiksi. Eläinsolussa on lysosomeja (tosin kasvisoluissakin on lysosomien kaltaisia kalvorakkuloita). (Osalla kasvilajeja ei ole sentrioleja.) Solu ei ole esitumallinen (prokaryootti) bakteerisolun, koska siinä on tuma (solu kuuluu eukaryooteihin). Bakteerilla on kasvisolua muistuttava solukalvo ympäröivä soluseinä/kapseli. Bakteereilta puuttuu valtaosa eukaryooteille ominaisista kalvorakenteisista soluelimistä, tosin niillä on soluhengitykseen erilaistuneita kalvostoja ja yhteyttävillä bakteereilla yhteyttämiskalvosto.

b) 3 p.

Kukin kohta 0,5 pistettä. Hyvältä vastaukselta edellytetään yhden keskeisen merkityksen perusteltua kuvaamista.

Solun osa	Merkitys solulle
Tuma	- Ohjaa solun toimintaa kromosomeissa olevien geenien avulla. - Tumahuokosten kautta aineet kulkevat tumaan ja tumasta solulimaan (esim. lähetti-RNA ja ribosomi-RNA).
Ribosomi	(- Ribosomi-RNA tuotetaan tumajyväsessä) - Proteiinisynteesin keskus; ribosomien pinnalla tapahtuu translaatio. - Translaatioissa muodostetaan lähetti-RNA emäsjärjestysmallin ja siirtäjä-RNA:n avulla aminohapoista polypeptidiketju.
Mitokondrio	(-Jakautuvat ja toimivat itsenäisesti; sisältävät DNA:ta ja ribosomeja) - Soluhengitys tapahtuu mitokondrioissa. - Soluhengityksessä tuotetaan solulle ATP-energiaa. - Mitokondriaalinen DNA periytyy äitilinjassa (ja sen mutaatiot liittyvät mitokondrioperäisiin aineenvaihduntasairauksiin).
Sentriolit	- Sentriolit (koostuvat mikroputkista, mikrotubuluksista) osallistuvat tumasukkulan muodostumiseen mitoosissa ja meioosissa. - Tumasukkula mahdollistaa vastinkromosomien (meioosi I) ja tytärkromosomien (mitoosi ja meioosi II) erkanemisen toisistaan.
Golgin laite	- Golgin laite on kalvorakenteinen soluelin, joka muokkaa solukalvolle, lysosomeihin ja solusta ulos siirrettäviä proteiineja lopulliseen muotoon. - Lajittelee aineita edellä mainituille kulkureiteille.
Lysosomi	- Lysosomit ovat pyöreitä, kalvon ympäröimiä soluelimiä, jotka osallistuvat aineiden (solun omat aineet/rakenneosat ja endosytoidut aineet) entsyymaattiseen hajottamiseen (alhaisessa pH:ssa). - Toimivat solussa ”kierrätyskeskuksina” vapauttaen käyttökelpoiset rakenneosat (esim. aminohapot) solun käyttöön.

Tehtävä 2

Yleistä (1 p.)

Elävistä soluista keskimäärin 75–90 % on vettä. Solujen toiminta ja keskinäinen viestintä eivät olisi mahdollisia ilman vettä. Ihmisessä vettä on kaikkialla kudoksissa sekä solujen sisällä että vapaana solujen väleissä (kudosneste, veriplasma).

Veden fysikaalis-kemialliset ominaisuudet solujen toimintojen kannalta: (5 p.)

Hyvältä vastaukselta edellytetään 5 erillisen ominaisuuden käsittelyä, 1 p./kohta.

- Vesimolekyylit ovat kemiallisesti suhteellisen pysyviä.
 - Vesimolekyylit ovat lievästi polaarisia (bipolaarinen molekyyli), ja siksi esim. monet suolat ja sokerit liukenevat hyvin veteen.
 - Vesi toimii myös mm. valkuaisaineiden, aminohappojen ja joidenkin vitamiinien liuottimena.
 - Monet solun kemialliset reaktiot tapahtuvat vedessä. Vesi mahdollistaa entsyymien katalysoimat reaktiot (hydrolyysi) liukoisten substraattien kanssa.
 - Vesimolekyylit ovat joidenkin solun kemiallisten reaktioiden lähtöaine ja lopputuote, kuten fotosynteesissä ja solunhengityksessä.
 - Vesimolekyylien ionisoituminen vaikuttaa veden (solu- ja kudosnesteen) happamuuteen (pH), mikä on tärkeä seikka solujen ja elinten toimintojen kannalta.
 - Vesi pysyy nestemäisenä varsin laajan lämpötilaskaalan sisällä (0–100 °C).
 - Vesi osallistuu solujen lämmönsäätelyyn, sillä veden lämmönsitomiskyky on suuri.
 - Vesi mahdollistaa ravintoaineiden imeytymisen.
 - Vesi kuljettaa ravinnon ja hapen soluihin ja kuona-aineet pois soluista.
 - Vesiliuoksessa tapahtuu solujen toimintojen kannalta tärkeä diffuusio ja osmoosi.
 - Joillakin eliöillä jäätymisenestoaineena toimiva glyseroli liukenee veteen ja estää solurakenteita hajottavien jääkiteiden muodostuksen.
- (- Veden adheesio tai kapillaari-ilmiö ei korostu biologian oppikirjoissa tärkeänä ilmiönä solun kannalta, mutta perusteltuina ne hyväksytään.)

Tehtävä 3

a)

Sukupuolikromosomit määräävät sukupuolen ihmisellä (nisäkkäillä) (1 p.) ja linnuilla (1 p.)
Ihmisellä, kuten kaikilla muillakin nisäkkäillä, sukupuoli määräytyy hedelmöityksessä geneettisesti sukupuolikromosomikoostumuksen perusteella. Naiset ovat sukupuolikromosomistoltaan tyyppiä XX ja miehet tyyppiä XY. Miehet tuottavat kahdenlaisia sukusoluja (siittiöitä), joissa on joko X- tai Y-kromosomi (ts. mies on heterogameettinen sukupuoli, nainen homogameettinen sukupuoli). Näin ollen siittiön sukupuolikromosomi määrää ihmisellä jälkeläisen sukupuolen. Y-kromosomissa oleva SRY-geeni (Sex determining Region of Y-chromosome) käynnistää kiveksen kehityksen.

Linnuilla koiras on homogameettinen (ZZ) ja naaras heterogameettinen (ZW) sukupuoli, joten linnuilla sukupuoli määräytyy munasolun perusteella.

b)

Kaksineuvoisuus eli hermafroditismi (2 p.)

Kaksineuvoisuus liittyy suvulliseen lisääntymiseen. Kun yhdessä eläimessä on samanaikaisesti kaksi sukupuolta, ts. siittiöitä ja munasoluja tuottavat rauhaset (siittiö- ja munarauhaset), puhutaan kaksineuvoisista (hermafrodiiteista) eläimistä (1 p.). Näitä esiintyy esimerkiksi laakamadoissa, nivelmadoissa ja nilviäisiin kuuluvissa kotiloissa (1 p.).

(Vaikka monet kaksineuvoiset lajit voivat ainakin teoriassa hedelmöittää itse itsensä, ristisiitos on kuitenkin lähes sääntö. Kaksi yksilöä parittelee siten, että molemmat toimivat sekä koirana että naaraana. Ristisiitos mahdollistaa tekijäinvaihdunnan, geneettisen rekombinaation.)

c)

Ympäristötekijöiden määräämä sukupuoli (2 p.)

Hyvältä vastaukselta edellytetään kahden ympäristötekijän käsittelyä esimerkkeineen.

Ympäristötekijät vaikuttavat geenien säätelyyn, ja joillakin lajeilla sukupuolen määräävät geenit ovat erityisen herkkiä ulkoisille vaikutteille (kuten lämpötila, populaation sisäiset suhteet).

Jotkut eläimet, kuten tietyt kalalajit, vaihtavat sukupuolta sopivassa elämänvaiheessa tai populaatorakenteen muuttuessa. Esimerkiksi vuokkalaparvissa lisääntymiskykyinen naaras on kookkain ja kaikki syntyvät poikaset ovat aluksi koiraita. Jos naaras kuolee, muuttuu kookkain koiras naaraaksi. Miekkapyrstöllä on kuvattu vastaavantapainen kyky muuttaa olemassa olevaa sukupuolta.

Joillakin vesissä elävillä selkärangattomilla (niveljalkaisilla ja kotiloilla) nuoret yksilöt ovat koiraita ja muuttuvat ikääntyessään naaraiksi. Atlantin tähtimadon sukupuoleton toukka muuttuu koiraksi, jos se pääsee kiinnittymään naaraan kärsään; vapaana elävät toukat kehittyvät naaraiksi.

Monilla matelijoilla (kilpikonnat, liskot, alligaattorit ja krokotiilit) sukupuoli määräytyy muni-
en haudontalämpötilan perusteella. Joillakin lajeilla korkeammassa lämpötilassa kehittyvä
pääosin koiraita, joillakin lajeilla vastaavasti naaraita.

(On mahdollista, että partenogeneettisesti lisääntyvillä kirvoilla vähäinen valon määrä ja alhaiset lämpötilat suosivat XO-koiraiden kehittymistä.)

Vastauksessa voi arvioida myös ympäristömyrkkujen (kuten DDT, PCB, TCDD) osuutta eläinten sukupuolen määräytymiseen, vaikkakin kemikaalit vaikuttavat yleensä haitallisesti vain sukupuolielimistön rakenteelliseen erilaistumiseen.

Tehtävä 4

Kukin kasvi (A–F) ja esimerkki, 1 p.

A.

Joillakin varpukasveilla talvehtivat osat ovat, samoin kuin puilla, juuret ja versot (joillain lajeilla myös maavarret). Joidenkin lajien lehdet putoavat syksyllä, joillakin ovat ainavihantia. Varret talvehtivat lumen alla ja niissä on myös haihtumista estäviä rakenteita. Esimerkkejä: lehtensä pudottavat: mustikka, juolukka; ikivihreitä: puolukka, sianpuolukka, variksenmarja.

B.

Lehtipuilla talvehtivat osat ovat juuret, runko, oksat ja silmut. Lehdet putoavat syksyllä todennäköisesti kahdesta syystä: talvella fotosynteesi olisi heikkoa valonpuutteen ja veden jäätyamisen takia ja toisaalta suuret lehdet aiheuttavat pakkaskuivumisen riskin. Silmuissa on tukevat ja vahapeitteiset silmusuomut, jotka estävät haihtumista. Jäätyminen on vähäistä, koska silmut ovat suhteellisen kuivia, mutta kestävät myös jäätymistä. Esimerkkejä: rauduskoivu, haapa, harmaaleppä, tervaleppä, pihlaja, tammi.

C.

Monilla ruohoilla ja heinillä talvehtivat osat, juuret, maavarret ja silmut ovat maan pinnassa. Maanpäälliset osat kuihtuvat osin talveksi. Maanpinnan alla lämpötila laskee harvoin alle -4 °C lumisuojan vuoksi, siksi talvehtiminen on helpompaa kuin maan pinnalla. Esimerkkejä: rönssyleinikki, metsäkastikka, kylänurmikka, koiranheinä; myös monet sarat talvehtivat samoin.

D.

Ruohokasveista monivuotiset perennat talvehtivat usein juurten ja maavarsien avulla maassa suojassa kovimmilta pakkasilta lumen alla. Maanpäälliset osat kuihtuvat syksyllä (tai jo alkukesällä). Esimerkkejä: valkovuokko, keltavuokko, koiranputki.

E.

Monet perennat talvehtivat sipuleina maanpinnan alla, jolloin ne ovat suojassa pakkasilta. Maanpäälliset osat kuihtuvat syksyllä tai jo kesällä (kevätaspektin sipulikasvit). Esimerkkejä: tulppaanit, krookukset, pääsiäisliljat, käenrieska.

F.

Monet yksivuotiset kasvit talvehtivat vain siemeninä. Koko muu kasvi kuihtuu syksyllä. Siemenissä on suojana kova ja haihtumista estävä siemenkuori. Siemenet ovat kuivia ja kestävät veden jäätymistä. Nekin talvehtivat maanpinnassa lumisuojan alla. Esimerkkejä: silkkiunikko, kangasmaitikka, kehäkukka.

Tehtävä 5

Tehtävässä vastataan kolmeen alakohtaan, 2 p./kohta.

a)

Ihonväri on periytyvä ominaisuus, johon vaikuttaa usea geenipari, eli se on polygeeninen ominaisuus. Ihonväri on sopeuma Maan erilaisiin säteilyvyöhykkeisiin (auringon lyhytaaltoinen UV-säteily on voimakkainta päiväntasaajalla, heikointa napa-alueilla). Voimakas pigmentaatio suojaa parhaiten auringon UV-säteilyä vastaan. UV-säteily edistää ruskettumista (joka suojaa ihoa palamiselta ja siitä aiheutuvilta haittavaikutuksilta, kuten ihosyövältä). Valkoinen (vaalea) ihonväri tuottaa D-vitamiinia suhteellisen vähäisessä auringonvalossa. (D-vitamiini edistää elimistön kalsium- ja fosfaattiaineenvaihduntaa ja vaikuttaa siten esim. luustoon.)

b)

Vasenkätisyys on perinnöllinen ominaisuus ja johtuu isoavopuoliskoille tyypillisestä epäsymmetriasta. Vasen aivopuolisko on yleisemmin vallitseva tarkkojen liikkeiden koordinoimisissa. Koska liike- ja tuntoradat risteävät, ohjaa vasen aivopuolisko oikean käden koordinaatiota.

c)

Ihmisen solut tarvitsevat energiantuotantoon (soluhengitys) sisäänhengityksessä saatavaa happea. Keuhkorakkuloista (alveoleista) diffuusion (osapaine-eron) avulla verenkiertoon ja punasolujen hemoglobiiniin sitoutunut happi kuljetetaan solujen saataville. Soluhengityksessä muodostunut hiilidioksidi siirtyy verenkiertoon (CO_2 ja bikarbonaatti-ionit), ja se poistuu alveoleissa tapahtuvassa keuhkotuuletuksessa (hengityslihasten avustamana) hiilidioksidin osapaine-eron ohjaamana uloshengitysilmaan. Hiilidioksidi osallistuu veren pH:n säätelyyn.

d)

Ääni on aaltoliikettä, joka tarvitsee edetäkseen väliaineen, kuten ilman. Rock-yhtyeen jäsenet suojaavat korvansa kovalta melulta, eritoten huomattavalta äänenvoimakkuudelta (korkeilta desibelitasoilta). Äänenvoimakkuuden nousun mukaan voimistuvat paineaallot vaurioittavat sisäkorvan simpukassa (simpukkatiehyessä) olevien kuuloaistinsolujen (karvasolujen) värekarvoja. Vaurioituneet värekarvat eivät pysty reagoimaan paineaallon aikaansaamiin katekalvon liikkeisiin. Värekarvavauriot johtavat kuulon heikkenemiseen, jopa kuuroutumiseen.

e)

Hyönteiset viestivät keskenään kuulo-, näkö-, haju-, maku- ja tuntoaistin avulla.

- Hyönteiset tuottavat ja kuulevat ääniä. Esimerkiksi heinäsiirkkojen sirtitys on viesti oman lajin jäsenille, varoitusääni muille lajeille.
- Esimerkiksi mehiläiset viestivät keskenään näköaistin avulla; nk. mehiläisten tanssilla ilmoitetaan lajitovereille ravintopaikan sijainti.
- Hyönteiset käyttävät hajuaistiin perustuvia viestimolekyyliä, kuten tuottamiaan feromoneja, yhteisön sisäiseen ja sukupuolten väliseen viestintään. Myös makuaistilla on tärkeä rooli hyönteisyhteisöissä.
- Tuntosarvilla on keskeinen rooli hyönteisten (esim. muurahaiset ja mehiläiset) välisessä kommunikoinnissa (esim. haju, kosketus, lämpö).

f)

Fossiili on jäännös ennen eläinistä eliöistä. Fossiililla tarkoitetaan kiveytymää, painannetta (jalanjälki), valemää tai sellaisenaan säilynyttä eliötä tai eliön osaa. Fossiileja löytyy etenkin entisistä merenpohjista, ikeroudasta ja soista.

- Eliö on joutunut nopeasti hapettomiin olosuhteisiin, esim. meren pohjaliejuun, jolloin hajotustoiminta on ollut hidasta tai hajotusta ei ole tapahtunut ollenkaan.
- Eliön orgaaniset aineet ovat lienneet ja korvautuneet maaperän mineraaleilla, jolloin on syntynyt kiveytymiä. (Esimerkiksi kiveytyneessä puussa selluloosa on korvautunut piin johdannaisilla.)
- Sedimenttikerrokseen hautautuneista eliöistä jää valemää. Tyhjä tila on täyttynyt lietteellä, joka on myöhemmin kovettunut.
- Eliö voi säilyä sellaisenaan esim. jäätyneellä tai meripihkassa.

Tehtävä 6

Kukin oikein valittu yhdistelmä ja sen perustelu 0,5 p.

- 1L.** Muovautumismuuntelu on yleistä kasveilla, joiden kasvu riippuu voimakkaasti ympäristökäijöistä (esim. valo, kosteus, jne.).
- 2A.** Sukusolujen yhteensopimattomuus liittyy lajiutumiseen, sillä se toimii lajien välisenä lisääntymisestä (isolaatiomekanismina).
- 3J.** Synteettinen evoluutioteoria (uusdarwinismi) huomioi Darwinin luonnonvalintaa korostavan evoluutioteorian lisäksi populaatioon vaikuttavat monet muut, etenkin geneettiset, tekijät.
- 4E.** Nivelmadoilla on vartalon jaokkeiden mukaisesti kehittynyt tikapuuhermosto, joka kuljettaa aistimuksia eläimen pääpuolelle kehittyneisiin aivoihin ja liikekäskyjä aivoista lihaksiin.
- 5B.** Perustuotanto käsittää kaiken ekosysteemissä tapahtuvan fotosynteesin (ja kemosynteesin).
- 6C.** Estrogeeni on sukupuolihormoni, jonka perusrakenteena on (nelirenkainen) rasva- eli lipidimolekyylä (kolesteroli), steroidi.
- 7D.** Kodoni on kolmen emäksen muodostama ketju, joka DNA- ja RNA-tasolla vastaa yhtä aminohappoa.
- 8F.** Kiasman kohdalla tapahtuu sukusolujen meiosisin ensimmäisessä jaossa vastinkromosomien kromatidien katkeaminen ja uudelleen yhdistyminen (crossing over), tekijäinvaihdos.
- 9H.** Translaation jälkeen tuotettu lähetti-RNA voidaan pilkkoa eripituisiksi jaksoiksi (eksonikoosteeksi), jolloin yhdestä geenistä voidaan tuottaa useita keskenään erilaisia proteiineja.
- 10G.** Stratosfääri sijaitsee ilmakehässä noin 20–50 km:n korkeudella, missä muodostuu maapallon pintaa auringon UV-säteilyltä suojaava otsonikerros.
- 11I.** Nisäkkäillä alkiorakkulan solut (sisämäärän solut) voivat erilaistua lähes kaikkiksi elimistön solutyypeiksi (ei kuitenkaan istukan soluiksi).
- 12K.** (Kalsiumin vaikutuksesta) lomittain liukuvat myosiini- ja aktiinisäikeet saavat aikaan lihassolujen supistumisen.

Tehtävä 7

Alla oleva vastaus käsittelee tehtävänantoa laajasti. Hyvässä vastauksessa edellytetään käsiteltävän eri mutaatiotyyppejä ja muutamien esimerkein niiden vaikutuksia fenotyyppiin sekä yksilön kelpoisuuteen.

Mutaatiot (3 p.)

Mutaatioilla tarkoitetaan geneettisessä materiaalissa (perintöaines, DNA, geenit) tapahtuvaa pysyvää muutosta. Mutaatiot voivat syntyä spontaanisti, tai ne voivat olla mutageenien aiheuttamia. Suvullisesti lisääntyvillä lajeilla vain sukusolulinjassa muodostuvat mutaatiot pe-riytyvät (sattumanvarainen mendelöinti, rekombinaatio, sukusolujen sattumanvarainen yh-distyminen) jälkeläisille.

1. Geenimutaatiot tuottavat suurimman osan populaation alleelimuuntelusta. Geenimutaatioissa DNA:n emäsjärjestys on muuttunut (nukleotidin kahdentuminen, häviäminen, korvautuminen toisella nukleotidilla; nk. pistemutaatiot). Emäsmuutoksista tulee pysyviä, jos niiden korjaus solutasolla ei onnistu.

2. Kromosomimutaatiot ovat useimmiten haitallisia, ja ne aiheuttavat vakavia kehityshäiriöitä ja menehtymistä jo alkiovaiheessa. Osa kromosomista voi hävitä (deleetio), kahdentua (duplikaatio), siirtyä toiseen kromosomiin (translokaatio, insertio) tai kääntyä ympäri (inversio). Kromosomimutaatiot tapahtuvat yleensä meioosissa.

3. Kromosomistomutaatioissa yksittäisen kromosomin lukumäärä (aneuploidia) tai koko kromosomiston lukumäärä muuttuu poikkeavaksi. Muutos tapahtuu yleensä meioosissa ja heijastuu solujen jakaantumisongelmina (kromosomien epäsuhtana) seuraavissa solusykleissä. Monosomiassa toinen vastinkromosomi on kadonnut, trisomiassa kromosomista on kolme kopiota.

Kun koko kromosomisto on kaksin- tai moninkertaistunut, on kyseessä polyploidia (esim. triploidia, $3n$). Jos yksilön oma kromosomisto on monistunut, puhutaan autopolyploidiaasta. Lajien välillä tapahtunut kromosomiston monistuminen edustaa allopolyploidiaa.

Mutaatioiden vaikutus fenotyyppiin ja yksilön kelpoisuuteen

Mutaatiot tuottavat uusia alleelejä ja ominaisuuksia populaation geenivarastoon, mikä tarjoaa materiaalia luonnonvalinnalle. Uudet alleelit vaikuttavat yksilön kelpoisuuteen (fitness). Tällä tarkoitetaan yksilön kykyä säilyä elossa lisääntymisikään saakka ja kykyä tuottaa (mahdollisimman paljon) lisääntymiskykyisiä jälkeläisiä. (1 p.)

Vastauksen tulisi sisältää neljä seuraavista seikoista:

Kelpoisuutta heikentävät alleelit yleensä karsiutuvat, ja kelpoisuutta lisäävät alleelit yleistyvät populaatiossa. Populaation alleelijakauma noudattaa yleensä normaalijakaumaa. Olosuhteiden muuttuessa äkillisesti voivat esimerkiksi jompaakumpaa ääripäätä edustavat alleelilyhdistelmät osoittautua hyödyllisiksi (hajottava/suuntaava valinta).

Geenimutaatioista monet ovat neutraaleja, eivätkä ne muuta proteiinin rakennetta tai toimintaa, eivätkä ne vaikuta fenotyyppiin tai yksilön kelpoisuuteen. Kelpoisuutta heikentäviä muutoksia (kuten epämuodostumia, sairastumista) voivat aiheuttaa esimerkiksi geenimutaatiot, joissa emäsmuutos tuottaa ylimääräisen (ennenaikaisen) lopetuskodonin tärkeää proteiinia koodaavassa geenissä. Proteiinin tuotanto voi häiriintyä yhdenkin emäs- ja aminohappomuutoksen seurauksena. Myös nk. hyppivät geenit voivat muuttaa geenien normaalia ilmenemistä.

Kromosomi- ja kromosomistomutaatiot aiheuttavat useimmiten kehittyvän yksilön (alkio, sikiö) kuoleman tai vakavan kehityshäiriön, joten ne eivät vakiinnu populaatiossa. Kasveilla tosin polyploidia on yleistä, ja se tuottaa useissa tapauksissa aiempaa elinkelpoisempia yksilöitä, jopa uusia lajeja (allopolyploidia).

Hyödylliset, jopa lajiutumista edistävät mutaatiot ovat harvinaisia. Ne liittyvät useimmiten geneihin, jotka koodaavat geenien aktiivisuutta sääteleviä proteiineja (transkriptiofaktorit, kuten erilaiset reseptorit) ja viestimolekyylejä tai lähetti-RNA:n vaihtoehtoista silmukointia sääteleviä tekijöitä.

Suurin osa mutaatioista, myös haitallisista, ilmenee resessiivisinä, minkä vuoksi niiden vaikutukset tulevat esiin vain kyseisen alleelin suhteen homotsygoottisissa yksilöissä. Sisäsiittoisuus lisää homotsygotiaa ja heikentää jälkeläisten kelpoisuutta. Populaatioiden geenivaras-tossa suhteellisen yleisinä esiintyvät letaali alleelit aiheuttavat homotsygoottisina yksilön kuoleman.

Nk. multippelialleelit ovat yhdestä geenistä mutaatioiden tuloksena syntyneitä alleelimuotoja, joiden yhdistelmät heijastuvat yksilöiden fenotyyppi- ja kelpoisuusmuunteluna (esim. turkin väri).

Välimuotoisessa periytymisessä molemmat alleelit vaikuttavat tiettyyn ominaisuuteen (esim. kukan väriin) siten, että jälkeläisessä ominaisuus ilmenee vanhemmista poikkeavana välimuotona, joka voi olla eduksi tai haitaksi yksilölle (esim. hyönteispölytys).

Joidenkin alleelien ilmeneminen riippuu ympäristöolosuhteista (kuten lämpötila), mikä voi parantaa yksilöiden selvitysmahdollisuuksia (muovautumismuuntelu).

Yhteisvallitsevasti periytyvät alleelit, esimerkiksi ihmisen ABO-veriryhmägeenit, heijastuvat omalla tavallaan yksilön fenotyyppiin ja kelpoisuuteen. (ABO-veriryhmien ei tosin tiedetä vaikuttavan yksilön kelpoisuuteen.)

Tehtävä 8

a) 3 p.

Auringon ultraviolettisäteily (UV-säteily) on näkyvää valoa lyhytaaltoisempaa säteilyä. UVC-säteily (100–280 nm) pidättyy ilmakehään, mutta osa UVB- (280–315 nm) ja UVA-säteilystä (315–380 nm) päätyy maan pintaan. Ihmisen altistuessa ultraviolettisäteilylle ihon orvaskeiden melanosyytit alkavat tuottaa melaniinia. Tämä suojaa UV-säteilyn haitallisilta vaikutuksilta ja saa aikaan ihon ruskettumisen. Liiallinen altistuminen saa aikaan ihon palamisen: iho alkaa punoittaa ja solut voivat kuolla. UV-säteily saa aikaan soluissa mutaatioita ja voi siten aiheuttaa ihosyöpää. UV-säteily myös vaurioittaa ihon säiemäistä kollageeniproteiinia ja siten vanhentaa ihoa. Pitkäaikainen altistuminen UV-säteilylle voi lisätä harmaakaihin riskiä. Kesällä ihossa syntyy runsaasti D-vitamiinin esiastetta UV-säteilyn vaikutuksesta.

b) 2 p.

Silmän verkkokalvon tappi- ja sauvasoluissa oleva rodopsiini absorboi näkyvää valoa (n. 380–700 nm), mihin perustuu näköaisti. Värikalvo eli iiris säätelee silmään pääsevän valon määrää. Altistuminen auringonvalolle vaikuttaa käpyrauhasen tuottaman melatoniinin tuotantoon. Esimerkiksi uni-valvetrytmiä/vuorokausirytmisiä säätelevän melatoniinin erityks lisääntyy vasta pimeän tulon jälkeen.

c) 1 p.

Pitkäaaltoinen infrapunasäteily (700 nm – 1 mm, ”lämpösäteily”) nostaa kehon lämpötilaa. Ihon hikirauhasista erittyvä hiki osallistuu lämmönsäätelyyn, sillä haihtuessaan iholta hiki sitoo lämpöenergiaa. Hien erittyminen vaikuttaa ihmisen nestetasapainoon ja janon tunteeseen.

Tehtävä 9

Symbioosin määritelmä eroaa jonkin verran lukion biologian oppikirjoissa, mikä huomioidaan arvostelussa. Symbioosiin voidaan katsoa kuuluvan seuraavat eliöiden väliset yhteiselämän muodot: mutualismi, kommensalismi ja parasitismi.

a) (2 p.)

Humalanvieraan ja nokkosen välillä vallitsee **loissuhde**, jossa humalanvieras (loinen) elää täysin nokkosen (isäntä) kustannuksella. Loinen vahingoittaa, mutta ei yleensä tapa isäntää. Humalanvieras saa kaiken ravintonsa nokkosesta, mikä mahdollistaa mm. humalanvieraan lisääntymisen. Koska humalanvieraalla ei ole lehtivihreää, se ei pysty yhteyttämään eikä siten tuottamaan glukoosia.

b) (4 p.)

Jäkälässä ilmenee kaksi yhteiselämän muotoa:

b.1.) 2 p.

Molempia osapuolia hyödyttävä **mutualistinen suhde** sienen ja syanobakteerin/viherlevän välillä. Syanobakteerit/viherlevät ovat yhteyttäviä eliöitä, jotka tuottavat auringonvalon energian, veden ja hiilidioksidin avulla orgaanisia ravinteita itselleen ja sieniosakkaalle. Sieni puolestaan suojelee levää kuivumiselta ja kuljettaa sille veden mukana kasvualustasta hankkimiaan mineraaleja.

(Syanobakteerit pystyvät sitomaan ilmasta typpeä, mikä tarjoaa jäkälälle merkittävän kilpailuedun. Mutualismi tekee jäkälästä autotrofisia eli omavaraisia, ja ne pystyvät kasvamaan ympäristössä, jossa ei ole lainkaan muita orgaanisia aineksia.)

b.2.) 2 p.

Puun ja jäkälän välinen suhde edustaa **kommensalismia eli pöytävierassuhdetta**, jossa epifyyttinä kasvava jäkälä hyötyy puusta kasvupaikkana (esim. valo), mutta ei ota ravintoa puusta eikä oleellisesti haittaa puun elämää.

Tehtävä 10

Hyvältä vastaukselta edellytetään kuvausta spesifin geenin eristämisestä, geenin monistavoista, siirtogeenin rakenteesta, geenin saattamisesta hedelmöittyneeseen seeprakalan munasoluun sekä sitä, millä tavoin geeni saadaan ilmenemään (ekspressoitumaan) nimenomaan lihassoluissa.

GloFish-seeprakalat ovat siirtogeenisiä eliöitä, jotka on tuotettu yhdistelmä-DNA-tekniikalla. Fluoresoivaa valkuaisainetta koodaava geeni eristetään ja puhdistetaan kyseisestä meduusa- tai korallilajista. Geeni erotellaan elektroforeettisesti muista geneistä. Valittu geeni voidaan kloonata joko perinteisesti plasmidivektorissa bakteereissa käyttäen käänteiskopioijaentsyymillä tuotettua cDNA:ta tai monistamalla geeni alukkeiden avulla PCR-menetelmällä. Eristetyn geenin siirtäminen seeprakalaan voidaan tehdä vektorin avulla tai saattamalla geeniyhdistelmä (promootori + geeni) suoraan hedelmöittyneen munasolun (esi)tumaan. Vektori on käsitelty samoilla restriktioentsyymeillä, joita käytettiin geenin eristämisessä, ja geeni liitetään vektoriin ligaasientsyymien avulla. Siirtogeenissä oleva promootori (sääntelyalue) saa aikaan geenin ilmenemisen lihassoluissa. Geenin tulee liittyä osaksi seeprakalan genomia. Kehittyvistä seeprakaloista valitaan ne yksilöt, joissa fenotyypin perusteella geenisiirto oli onnistunut. Genomiin siirtynyt uusi geeni siirtyy näiden kalojen jälkeläisille.

Tehtävä +11

Hyvässä vastauksessa voidaan käsitellä esimerkiksi seuraavia asioita:

Esitumallisten määritelmä (1 p.)

Esitumalliset (prokaryootit) ovat yksisoluisia, tumattomia eliöitä. Niihin kuuluvat bakteerit ja arkkieliöt/arkit.

Esitumalliset ekosysteemeissä (2–3 p.)

- Monet bakteerit ovat toisenvaarisia, ja ne toimivat ekosysteemissä hajottajina. Niillä on siten keskeinen merkitys ekosysteemien ainekiertoissa.
- Eräät arkkieliöt tuottavat hapettomissa oloissa (esimerkiksi kosteikot, märehitjoiden ruuansulatus) metaania, joka on ilmakehässä kasvihuoneilmiötä voimistava kaasu.
- Syanobakteerit ovat tuottajia: ne syntetoivat auringon säteilyenergian avulla vedestä ja hiilidioksidista sokereita ja vapauttavat samalla happea.
- Eräät bakteerit pystyvät sitomaan ilmakehästä typpeä, mikä voi edistää vesistöjen rehevöitymistä.
- Nitrifikaatio- ja denitrifikaatiobakteerit ylläpitävät typen kiertoa.
- Esimerkiksi valtamerien pohjassa kuumissa lähteissä elävät kemotsynteesiset bakteerit syntetoivat orgaanisia yhdisteitä käyttäen energianlähteenään epäorgaanisten yhdisteiden hapettamista.

Esitumallisten vuorovaikutus muiden eliöiden kanssa (2–3 p.)

- Typensitojabakteerit pystyvät sitomaan ilmakehästä typpeä. Typensitojabakteereita elää symbioosissa esimerkiksi hernekasvien ja lepän juurinystryöissä, mutta myös vapaana maaperässä ja vedessä.
- Syanobakteereja elää symbioosissa jäkälissä, jotka koostuvat sieniosakkaasta ja levä- tai syanobakteeriosakkaasta.
- Monet bakteerit ovat merkittäviä taudinaiheuttajia. Patogeeniset bakteerit aiheuttavat sairauksia sekä eläimille että kasveille.

Esitumalliset ja ihminen (2–3 p.)

- Ihmisen iholla ja limakalvoissa elää bakteereita, jotka auttavat puolustautumaan taudinaiheuttajia vastaan.
- Suolistossa elää suuria määriä bakteereita. Suolistossa elävät bakteerit mm. tuottavat ihmiselle välttämätöntä K-vitamiinia.
- Suoliston normaali (oma) bakteerikanta (floora) suojaaa taudinaiheuttajabakteereilta.
- Maitohappobakteereita on pitkään hyödynnetty esimerkiksi piimän, jogurtin, viilin, juustojen ja hapankaalin valmistuksessa (perinteinen biotekniikka).
- Modernissa biotekniikassa siirtogeenisiä bakteereita käytetään esimerkiksi lääkkeiden tai entsyymien tuotannossa.
- Bakteereita hyödynnetään myös bioreaktoreissa ja biologisessa jäteveden puhdistuksessa.
- Vesistöissä syanobakteerit voivat tuottaa ihmiselle haitallisia yhdisteitä.

Tehtävä +12

Määritelmä, 1 p.

Ekologien kestävyys on yksi kestävän kehityksen periaatteista.

Ekologinen kestävyys tarkoittaa seuraavaa ja siihen liittyy seuraavia asioita:

- luonnon monimuotoisuuden (tunteminen ja) säilyttäminen
- ekosysteemien toiminnan (tunteminen ja) turvaaminen
- luonnon kestokyvyn huomioiminen:
 - saastumisen estäminen
 - luonnonvarojen liikkäytön estäminen
 - ekologisesti kestävät tuotantomenetelmät

Sekajätejakeet ja niiden kierrättämisen yhteys ekologiseen kestävyteen, 8 p.

Hyvässä vastauksessa edellytetään kaikkien kahdeksan jätejakeen käsittelyä huomioiden jakeisiin sitoutuneet luonnonvarat sekä niiden kierrätys- ja uusiokäyttömahdollisuudet (7 p.). Vastauksessa tulee myös arvioida kuvan B keskeinen sisältö ja muutosten vaikutukset kierrätettävän ja kaatopaikkajätteen osalta (1 p.).

Kuva A.

1. Biojäte koostuu orgaanisesta aineksestä, kuten ruokajätteistä. Biojäte muodostaa kuvajan mukaan merkittävimmän osan kotitalouksien sekajätteestä (n. 35 %), ja se voidaan kierrättää kompostoimalla siitä aerobisissa oloissa multaa/maannosta (+ vesi ja hiilidioksidi). Multaa voidaan hyödyntää kasvintuotannossa ja maanparannuksessa. Anaerobisessa mädätyksessä biojätteestä saadaan biopolttoainetta, kuten metaania ja käymisreaktioissa bioetanolia. Metaania ja etanolia voidaan hyödyntää lämmön ja sähkön tuotannossa tai käyttää polttomoottoreissa, mikä vähentää öljyn käyttötarvetta.

2. Muovijätteen osuus kotitalouksien sekajätteestä on noin 18 %. Muovijätteen kirjo on laaja, ja lähinnä siksi sen kierrätys on vaikeaa. Suurin osa muoveista tuotetaan uusiutumattomasta luonnonvarasta, öljystä. Öljyntuotantoon liittyy monia ympäristöongelmia ja ympäristön saastumista sekä kilpailua öljyvarannoista. Muovituotteet ovat hyvin pysyviä, joten luonnossa ne aiheuttavat merkittäviä roskaamiongelmiä. Lisäksi hienot muovihiukkaset häiritsevät mm. valtamerissä eläinten elintoimintoja.

Kierrätetystä muovista voidaan valmistaa erilaisia uusiotuotteita, kuten pakkaus- ja rakennusmateriaaleja. Valtakunnallisesti muovipullojen palautusjärjestelmä on hyvin kehittynyt. Suurin osa muovijätteestä voidaan käyttää energijätteenä sähkön- ja lämmöntuotannossa. Ekologisen kestävyden kannalta on tärkeää vähentää tarpeetonta muovien käyttöä ja korvata muovi biopohjaisilla uusiutuvilla ja kierrätettävillä materiaaleilla.

3. Paperi- ja kartonkijätteen osuus kotitaloussekajätteestä on noin 15 %. Paperi- ja kartonkijätteeseen on sitoutuneena lähinnä orgaanista puuainesta, selluloosaa, mutta siinä on myös liima- ja väriaineita, minkä vuoksi esim. kompostointi ei ole mahdollista. Paperin ja kartongin kierrätyksellä säästetään puuraaka-aineen keräykseen ja jalostukseen kuluva energiaa. Kierrätettävästä paperista ja kartongista voidaan valmistaa uusiopaperia ja uusiokartonkia ja muovia korvaavia tuotteita. Vaha- ja muovipinnoitettu paperi ja kartonki voidaan hyödyntää energijätteenä.

4. Asukasta kohden metallijätettä syntyy noin 3 % koko sekajätteen määrästä. Metallituotteiden valmistukseen liittyy runsaasti energiaa kuluttava kaivos- ja jalostustoiminta. Kaivos-toiminnan ympäristövaikutukset ovat alueellisia, mutta voivat haitata ympäristöä myös päästöinä (mm. raskasmetallit) vesistöissä, maaperässä ja ilmassa. Monet raskasmetallit ovat haitallisia eliöille ja rikastuvat ravintoketjuissa. Metalliteollisuuden aiheuttamat päästöt heijastuvat myös vesistöissä, maaperässä ja ilmassa. Metallijätteen kierrätyksellä vähennetään edellä kuvattuja haittavaikutuksia, kuten maaperän ja ilmaan saastumista. Kierrätyksellä voidaan myös vähentää energiankulutusta.

5. Lasin osuus kotitalouksien sekajätteessä on noin 2 %. Lasia voidaan kierrättää lähes rajattomasti esim. uusien pakkausten ja lasivillan valmistukseen. Tällä tavoin säästetään luonnonvaroja ja energiaa sekä vähennetään hiilidioksidipäästöjä ja kaatopaikkojen kuormitusta.

6. Puujätteen osuus kotitalouksien sekajätteessä on noin 2 %. Puuta voidaan kierrättää rakennusaineena. Haketettuna puuta voidaan käyttää kompostoinnissa, jolloin osa puuaineksesta palautuu luontoon. Puuta voidaan uusiokäyttää energiantuotannossa. Puun käyttöä rakennusaineena puoltaa se, että puu on uusiutuva luonnonvara ja metsien säilyttäminen on keskeinen osa kestävästä kehityksestä.

7. Sähkö- ja elektroniikkaromun osuus kotitalouksien sekajätteessä on noin 0,5 %. Kyseisiin jätteisiin on sitoutuneena varsinkin muovivaatteita ja kallisarvoisia metalleja, joiden alkuperää on kuvattu edellä kohdissa 2 ja 4.

EU:ssa sähkö- ja elektroniikkaromun kierrätys on järjestetty nk. tuottajavastuulla. Sähkölaitteissa on useita ympäristölle haitallisia yhdisteitä (kuten raskasmetalleja).

8. Muu sekajäte käsittää kotitalousjätteestä noin 25 %. Tässä jättejakeessa on paljon kierrätyskelpoista jätettä, jonka hyödyntämisellä voidaan tukea ekologista kestävyttä. Kaatopaikalle sijoittamisen sijaan voidaan tehostaa monien tuotteiden lajittelua, kierrätystä sekä uusio- tai energiakäyttöä (esimerkiksi vaatteet, kengät, keramiikkatuotteet, käyttökelpoinen lasi, vaipat, pölypussit, toimistotarvikkeet).

Kuva B.

Kierrätykseen päätyvän jätteen määrän osuus kasvaa vuoden 2012 tasosta (n. 30 %) puoleen kaikista jätteistä. Muutos on myönteinen ekologisen kestävyden kannalta. Sen toteuttaminen edellyttää kuitenkin jätteen entistä huolellisempaa lajittelua ja kierrätystä varsinkin muun sekajätteen (kuva A) osalta.

Toinen keskeinen muutos ympäristöministeriön tavoitteessa koskee kaatopaikalle päätyvän jätteen vähentämistä noin 30 %:sta 20 %:iin. Tämä muutos vähentää kaatopaikkasijoituksesta johtuvia ongelmia, kuten pinta- ja pohjaveden saastumista, metaanin (kasvihuonekaasun) vapautumista, hajuhaittoja, kuljetuskustannuksia, materiaalin hukkakäyttöä, ongelmajätteen päätymistä kaatopaikoille, jne.