



Biologia 26.3.2020

Koe pidettiin poikkeuksellisesti 19.3.2020

Lopulliset hyvän vastauksen piirteet 12.5.2020

Lopullisista hyvän vastauksen piirteistä ilmenevät perusteet, joiden mukaan koesuorituksen lopullinen arvostelu on suoritettu. Tieto siitä, miten arvosteluperusteita on sovellettu kokelaan koesuoritukseen, muodostuu kokelaan koesuorituksesta saamista pisteistä, lopullisista hyvän vastauksen piirteistä ja lautakunnan määräyksissä ja ohjeissa annetuista arvostelua koskevista määräyksistä. Lopulliset hyvän vastauksen piirteet eivät välttämättä sisällä ja kuvaa tehtävien kaikkia hyväksytyjä vastausvaihtoehtoja tai hyväksytyyn vastauksen kaikkia hyväksytyjä yksityiskohtia. Koesuorituksessa mahdollisesti olevat arvostelumerkinnot katsotaan muistiinpanoluonteisiksi, eivätkä ne tai niiden puuttuminen näin ollen suoraan kerro arvosteluperusteiden soveltamisesta koesuoritukseen.

Biologian ylioppilaskokeessa arvioidaan kokelaan biologisen ajattelun ja tietämyksen kehittyneisyyttä, kykyä esittää vaadittavat asiat jäsennellysti ja oikealla tavalla asiayhteyteen sidottuna. Kokeessa arvioidaan kokelaan kykyä tarkastella ilmiöiden vuorovaikutus- ja syy- seuraussuhteita. Peruskäsitteiden ja ilmiöiden hallinnan lisäksi arvioidaan kokelaan taitoa tulkita kuvia, kuvaajia, tilastoja ja ajankohtaista tietoa sekä perustella vastauksensa.

Vastauksissa tulee noudattaa tehtävänantoa. Vastauksen pituus ja tietosisältöjen määrä eivät sinänsä ole ansioita, erityisesti mikäli esitetyt tiedot ovat tehtävänannon kannalta epäolennaisia tai kokelas on käsittänyt tehtävän väärin. Vastauksen arvoa alentaa myös se, jos vastauksessa on selviä asiavirheitä tai ajatukset on ilmaistu epäselvästi tai epätarkasti. Käsitteiden epäjohdonmukainen tai virheellinen käyttö vähentää myös pisteitä. Niin ikään vastauksen arvoa alentavia tekijöitä ovat sen rakentuminen pelkästään tai pääsääntöisesti mielipiteiden varaan, samojen asioiden toistaminen tai aineistojen epätarkoituksenmukainen käyttö tai käyttämättä jättäminen.



Osa I: 20 pisteen tehtävä (20 p.)

1. Yhdistelytehtävä biologian eri aihepiireistä (20 p.)

1.1. Yhdistä kuhunkin biodiversiteettiin liittyvän käsitteen kuvaukseen yksi pudotusvalikon käsite. (5 p.)
(monivalintavastaus)

1. Laji, joka on levinnyt uudelle elinalueelle ihmisen vaikutuksesta

- vieraslaji (1 p.)

2. Laji, jolla on keskeinen merkitys ekosysteemin toiminnan kannalta

- avainlaji (1 p.)

3. Laji, jonka esiintymisen perusteella voidaan tehdä päätelmiä ympäristön tilasta

- ilmentäjä- eli indikaattorilaji (1 p.)

4. Laji, jonka suojele edistää myös muiden lajien elämää

- sateenvarjolaji (1 p.)

5. Laji, jota tavataan vain lajin alkuperäisellä, suppealla esiintymisalueella

- kotoperäinen eli endeeminen laji (1 p.)

1.2. Eliökunnan historiaa voidaan tutkia esimerkiksi määrittämällä fossiilien ikä. Yhdistä seuraavat eliöryhmien arvioidut syntyajankohdat niitä vastaaviin pudotusvalikon eliöryhmiin. (5 p.)
(monivalintavastaus)

1. Noin 4 000–3 500 miljoonaa vuotta sitten

- ensimmäiset fotosynteesiin kykenevät eliöt (1 p.)

2. Noin 1 500–1 000 miljoonaa vuotta sitten

- ensimmäiset monisoluiset eliöt (1 p.)

3. Noin 600–550 miljoonaa vuotta sitten

- ensimmäiset eläimet (1 p.)

4. Noin 200–150 miljoonaa vuotta sitten

- ensimmäiset nisäkkäät (1 p.)

5. Noin 2,5–1,5 miljoonaa vuotta sitten

- ensimmäiset ihmiset (*Homo*-suvun lajit) (1 p.)

1.3. Oheisessa sukupuussa on esitetty erään autosomaalisen dominoivan sairauden periytyminen tietyssä suvussa. Musta väri tarkoittaa, että yksilöllä on kyseinen sairaus. Valkoinen väri tarkoittaa, että yksilö on



terve. Harmaa väri tarkoittaa, että yksilön fenotyyppiä ei tiedetä. Yhdistä genotyyppi tai genotyyppien yhdistelmä sitä vastaavaan sukuuun yksilöön. Voit yhdistää kunkin vaihtoehdon vain kerran. (5 p.)

(monivalintavastaus)

1. Henkilö 1

- vain Aa (1 p.)

2. Henkilö 2

- Aa tai aa (1 p.)

3. Henkilö 3

- AA tai Aa (1 p.)

4. Henkilö 4

- AA tai Aa tai aa (1 p.)

5. Henkilö 5

- vain aa (1 p.)

1.4. Erilaiset tieteelliset havainnot, mallit ja teoriat ovat vieneet biologiaa tieteenä eteenpäin. Yhdistä seuraavat biologiaan liittyvät tieteelliset edistysaskeleet pudotusvalikossa oleviin tutkijoihin. (5 p.)

(monivalintavastaus)

1. DNA:n kolmiulotteisen rakenteen selvittäminen

- Francis Crick, James Watson ja Rosalind Franklin (1 p.)

2. Eliöiden evoluution selittäminen luonnonvalinnan kautta

- Charles Darwin (1 p.)

3. Eliöiden tieteellisten nimien järjestelmän kehittäminen ja eliökunnan luokittelu

- Carl von Linné (1 p.)

4. Mikrobin toiminnan ymmärtäminen sairauksien ja käymisreaktion aiheuttajana

- Louis Pasteur (1 p.)

5. Perintötekijöiden löytäminen ja perinnöllisyyden lainalaisuuksien havaitseminen

- Gregor Mendel (1 p.)



Osa II: 15 pisteen tehtävät

2. Matelijan evoluutio (15 p.)

2.1. (10 p.)

Hyvässä vastauksessa pohditaan esimerkiksi seuraavia seikkoja (enintään 10 p.):

Matelijoiden lisääntymiseen liittyvät seuraavat keskeiset seikat:

- Matelijat ovat **vaihtolämpöisiä** (1 p.), joten munien kehittyminen vaatii ulkopuolista **lämpöä**. (1 p.)
- Matelijoiden lisääntymistapa on todennäköisesti **perinnöllinen ominaisuus**, sillä ominaisuus eroaa selvästi populaatioiden välillä. (2 p.)
- Matelijat lisääntyvät suvullisesti, mikä tuottaa muuntelua (2 p.)

Matelijoiden ympäristöolosuhteisiin liittyvät etenkin seuraavat seikat:

- Korkealla vuoristossa **lämpötila on alhaisempi** (1 p.), joten ulkoilmassa munat kehittyvät **hitaammin** verrattuna merenpinnan tasolla eläviin populaatioihin. (1 p.)

Matelijoiden lisääntymistavan kehittymiseen liittyviä evoluutiobiologisia seikkoja esimerkiksi seuraavista:

- Matalamman lämpötilan vuoksi elävien poikasten synnyttäminen on ollut vuoristossa **valintaetu**. (1 p.) Eläviä poikasia synnyttävät matelijat ovat saaneet enemmän elinkelpoisia jälkeläisiä, joten niiden **kelpoisuus** on ollut korkeampi. (1 p.) Näin ominaisuus on yleistynyt populaatiossa. (1 p.)
- Merenpinnan tasolla on lämpimämpää, elävien poikasten synnyttämisestä ei ole ollut vastaavaa hyötyä. (1 p.) Elävien poikasten synnyttäminen kuluttaa emon resursseja, joten näissä ympäristöolosuhteissa ominaisuus ei ole yleistynyt (trade-off eli ristikkäinen valintapaine). (1 p.)
- Vuoriston populaatiossa elävien poikasten synnyttäminen on yleistynyt, joten on tapahtunut **mikroevoluutiota**. (1 p.)
- Lisääntymistapaan on voinut vaikuttaa myös **satunnaisajautuminen** (perustajavaikutus tai pullonkaulailmiö). (1–2 p.)

2.2. (5 p.)

Hyvässä vastauksessa pohditaan esimerkiksi seuraavia seikkoja (yhteensä enintään 5 p.):



- Geenivirran lakkaaminen tarkoittaa sitä, että populaatioiden välillä yksilöt eivät pääse lisääntymään keskenään. (1 p.)
- Eri populaatioissa ympäristöolosuhteet ovat erilaiset (1 p.), joten vuoristossa elävien poikasten synnyttäminen yleistyy (1 p.) ja vastaavasti lähellä merenpinnan tasoa emot munivat edelleen kalkkikuoriaisia munia (1 p.).
- Myös muut vuoristossa ja lähellä merenpinnan tasoa kelpoisuutta nostavat perinnölliset ominaisuudet voivat yleistyä (esimerkeistä enintään 2 x 1 p.).
- Vähitellen populaatiot eroavat niin paljon toisistaan, että voidaan katsoa, että niistä on muodostunut kaksi eri lajia (1 p.) eli on tapahtunut makroevoluutiota (1 p.).

3. Puron ennallistaminen (15 p.)

3.1. (3 p.)

Hyvässä vastauksessa luonnehditaan purotaimenen elinympäristöä (1 p./kohta, yhteensä enintään 3 p.):

- Elinympäristössä on hapekasta vettä.
- Veden virtaama on riittävä.
- Purossa on suojapaikkoja kutua ja poikasia varten.
- Purossa on lisääntymiseen sopiva sorapohja.
- Ravintoa on riittävästi (esimerkiksi puron ylle yltävistä kasveista putoilee hyönteisiä ja pohjalla on vesihyönteisten toukkia)
- Puroa varjostava kasvillisuus suojaa saalistajilta.

3.2. (6 p.)

Ihmisen toiminta on heikentänyt purotaimenen elinympäristöä esimerkiksi seuraavin tavoin (1 p./kohta, yhteensä enintään 6 p.):

- Rakennustoiminta on muokannut purojen reittejä ja muotoja.
- Monet purot kulkevat nykyisin, varsinkin kaupunkialueilla, putkissa ja kanavissa tai keinotekoisessa uomassa.
- Tämä vaikuttaa purojen virtaamiin.
- Puroihin virtaa myös ympäristöstä haitallisia aineita (esim. öljyä) hulevesien mukana.
- Metsien hakkuut tai soiden ojitus voivat samentaa purojen vettä.
- Maan muokkaus ja pelloilta tuleva ravinnekuormitus voivat heikentää veden laatua.
- Rehevöitymisen seurauksena sorapohja voi liettyä, mikä vaikeuttaa lisääntymistä.



- Vieraslajit voivat saalistaa purotaimenia tai kilpailla resursseista purotaimenen kanssa.

3.3. (6 p.)

Hyvässä vastauksessa tarkastellaan biodiversiteetin säilyttämistä kolmella tasolla (enintään 2 p./taso):

Lajin sisäinen monimuotoisuus

- Jos elinympäristö on suotuisa, populaatioiden koot ja geneettinen muuntelu säilyvät suurina. (2 p.)
- Erillisten populaatioiden säilyttäminen ylläpitää lajien sisäistä monimuotoisuutta. (2 p.)

Lajidiversiteetti

- Ennallistaminen mahdollistaa suuren lajimäärän, mikä ylläpitää lajien monimuotoisuutta. (2 p.)
- Purojen ja niiden lähiympäristön säilyttäminen ylläpitää reunavaikutusta, mikä lisää lajien määrää. (2 p.)

Ekosysteemien monimuotoisuus

- Puro on itsessään ekosysteemi, joten purojen säilyttäminen ylläpitää ekosysteemien monimuotoisuutta. (2 p.)
- Purot ovat keskenään erilaisia, joten erilaisten purojen säilyttäminen lisää ekosysteemien monimuotoisuutta. (2 p.)

Monimuotoisuuden tasojen nimeäminen ei kerrytä pisteitä.

4. Solun rakenteet (15 p.)

4.1. (4 p.)

Rakenne 1 on soluseinä (1 p.). Hyvässä vastauksessa käsitellään esimerkiksi seuraavia seikkoja (1 p./ kohta, yhteensä enintään 3 p.):

- Kasvisolun soluseinä antaa kasvisolulle tukea.
- Soluseinän huokosten kautta on yhteys solujen välillä (plasmodesmit).
- Ohutkin soluseinä yhdistettynä nestejännitykseen tekee kasvisolusta tukevan rakenteen, ja siten hentokin kasvi voi pysyä pystyssä.



- Soluseinä voi myös paksuuntua ja puuttua, jolloin muodostuu esimerkiksi puiden rungoille tai siemenkuorelle tyypillinen kova rakenne.
- Koska kasvien liikkeet johtuvat nestejäännityksen muutoksista tai kasvusta, kasvien rakenteiden ei tarvitse olla yhtä joustavia kuin eläinten, jotka liikkuvat lihasten voimalla.
- Soluseinä suojaa kasveja taudinaiheuttajilta.

4.2. (6 p.)

Rakenne 2 on mitokondrio (1 p.). Hyvässä vastauksessa käsitellään esimerkiksi seuraavia seikkoja (yhteensä enintään 5 p.):

- Kasvit ja eläimet ovat eukaryootteja, joten ne ovat evoluution kuluessa saaneet mitokondriot (endosymbioositeoria). (1–2 p.)
- Mitokondrioissa muodostetaan ADP:stä ja fosfaatista ATP:tä. (1 p.)
- ATP:tä muodostetaan sitruunahappokierrossa ja elektroninsiirtoketjussa. (2 p.)
- Elektroninsiirtoketjussa syntyy protonigradietti, jota ATP-syntaasientsyymi käyttää ATP:n tuottoon. (2 p.)
- ATP:tä tarvitaan solujen biokemiallisissa reaktioissa ja homeostasian ylläpidossa. (1 p.)
- Myös kasvisolut saavat tarvitsemansa energian mitokondriossa tuotetuista ATP-molekyyleistä. (1 p.)
- Mitokondriossa on DNA:ta (1 p.), ja niissä tapahtuu proteiinisynteesiä (1 p.).

4.3. (5 p.)

Rakenne 3 on vakuoli (solunesterakkula) (1 p.). Hyvässä vastauksessa käsitellään esimerkiksi seuraavia seikkoja (1 p./ kohta, yhteensä enintään 4 p.):

- Kasvisolun vakuoli toimii veden ja siihen liuenneiden suolojen varastona.
- Vakuoli mahdollistaa kasvisolujen suuren koon.
- Vakuolin ansiosta soluliman diffuusiomatkat lyhenevät, jolloin aineenvaihdunta on mahdollista.
- Ruohovartiset kasvit pysyvät pystyssä vakuolin nestejäännityksen avulla.
- Vakuoliin voi myös kerääntyä vesiliukoisia väriaineita, jotka antavat esimerkiksi punaisille ja sinisille kukille niiden värin.
- Vakuoli toimii aineenvaihdunnan sivutuotteena syntyvien jätteiden varastona.
- Vakuoliin voidaan varastoida esimerkiksi hiilihydraatteja tai muita orgaanisia yhdisteitä.
- Kasvisolujen vakuoleissa on vastaavia toimintoja kuin eläinsolujen lysosomeissa.



5. Simulaatio entsyymin toiminnasta (15 p.)

5.1. (4 p.)

Entsyymin optimilämpötila on 37,5 °C (hyväksytään arvot väliltä 36–39 °C). (2 p.)

Entsyymin toiminnalle optimaalinen pH-arvo on 1,5 (hyväksytään arvot väliltä 1,0–2,0). (2 p.)

Lämpötilasta ja pH:sta voi kummastakin saada joko 2 tai 0 pistettä.

5.2. (5 p.)

Kyseessä on happamassa ympäristössä toimiva entsyymi (1 p.), joten esimerkiksi mahanesteen pH on lähellä optimaalista pH-arvoa (1 p.). Entsyymin optimilämpötila on lähellä ihmisen ruumiinlämpötilaa, joten kyseessä voisi olla esimerkiksi mahalaukussa toimiva entsyymi (1 p.). Näin ollen kyseessä oleva entsyymi voisi olla esimerkiksi mahalaukun pepsiini (2 p.).

Myös jokin muu entsyymi käy perusteluineen vastaukseksi (esim. lysosomin entsyymit).

5.3. (6 p.)

Hyvässä vastauksessa pohditaan esimerkiksi seuraavia seikkoja (yhteensä enintään 6 p.):

- Liian korkea lämpötila denaturoi proteiinin eli muuttaa proteiinin sekundaari- ja tertiaarirakenteita (1 p.). Tällöin proteiini päätyy virheelliseen kolmiulotteiseen muotoon eikä se pysty enää toimimaan entsyyminä tai entsyymiaktiivisuus alenee. (1 p.)
- Myös liian alhainen lämpötila hidastaa entsyymin toimintaa (molekyylien lämpöliike on vähäisempää). (1 p.)
- Optimista poikkeava pH-arvo muuttaa proteiinin aminohappojen kemiallista rakennetta (esim. aminoryhmät ja karboksyyliiryhmät) siten, että proteiinin kolmiulotteinen rakenne muuttuu. Myös tällöin entsyymin toiminta häiriintyy. (2 p.)
- Myös erilaiset inhibiittorit voivat estää entsyymin toiminnan tai hidastaa sitä. (1 p.)
- Sekä substraatin saatavuus että lopputuotteen kertyminen voivat vaikuttaa entsyymin toimintaan (1 p.)
- Entsyymin toimintaa voivat hidastaa myös monet kemikaalit, esimerkiksi raskasmetallit. (1 p.)



6. Miehen sukupuolihormonit (15 p.)

6.1. (6 p.)

Hormoni/ rakenne	
A	FSH/LH (follitropiini/lutropiini)
B	LH/FSH (lutropiini/follitropiini)
C	Testosteroni
1	Hypotalamus / väliaivojen pohja
2	Aivolisäke (etulohko)
3	Kivekset (kiveksen välisolut)

Jos kirjaimet ja numerot ovat vastauksessa sekaisin, kohdasta 6.1. voi saada enintään 3 pistettä.

6.2. (9 p.)

Hyvässä vastauksessa pohditaan esimerkiksi seuraavia seikkoja (yhteensä enintään 9 p.):

- Negatiivinen palautesäätely ylläpitää hormonitasapainoa. (1 p.)
- Kun testosteronitasot nousevat, GnRH:n tuotannon pitäisi normaalitilanteessa laskea. (1 p.)
- Jos testosteroni ei enää vaikuta GnRH:n tuotantoon hypotalamuksessa, GnRH:ta erittyy edelleen korkeista testosteronitasoista huolimatta. (1 p.)
- GnRH:n lisääntynyt erityis saa aikaan sen, että aivolisäkkeen etulohkosta vapautuu enemmän LH:ta ja FSH:ta. (2 p.)
- LH stimuloi testosteronin tuotantoa kiveksissä (kiveksen välisoluisissa). (1 p.)
- Jos LH:ta on enemmän, myös testosteronituotanto kiihtyy. (1 p.)
- Tämä voi johtaa siihen, että testosteronia tuotetaan kiveksissä liian suuria määriä. (1 p.) Tällöin veren testosteronipitoisuus kohoaa. (1 p.)
- Kohonneet testosteronipitoisuudet voivat johtaa esimerkiksi lisääntymishäiriöihin (1 p.) tai aggressiivisuuteen. (1 p.)

Korvaavaa tietoa: Testosteroni säätelee myös suoraan aivolisäkkeen toimintaa, jolloin kohonneet testosteronitasot laskevat LH:n ja FSH:n tuotantoa. (2 p.)



7. Verenkierto (15 p.)

7.1. (7. p.)

Pieni verenkierto kuljettaa sydämen **oikeasta kammiosta** (kuvassa numero 1; 1 p.) **hiilidioksidipitoista verta** (1 p.) **keuhkovaltimoihin** (numero 2; 1 p.) ja edelleen keuhkoihin (kuvassa numero 3). **Keuhkorakkuloissa** (alveoleissa) (1 p.) tapahtuu kaasujenvaihto: veri luovuttaa hiilidioksidia ja ottaa happea. Keuhkoista **happipitoinen veri** (1 p.) palaa **keuhkolaskimoita** (numero 4; 1 p.) pitkin takaisin sydämen **vasempaan eteiseen** (numero 5; 1 p.).

Hyvässä vastauksessa tulee viitata kuvassa oleviin rakenteiden numeroihin.

7.2. (8 p.)

Maksaan tulee verta ruoansulatuselimistöstä **porttilaskimoa** (kuvassa numero 12; 1 p.) pitkin. Lisäksi maksaan tulee happipitoista verta **maksavaltimoa** (numero 13; 1 p.) pitkin. Veri poistuu maksasta **maksalaskimoa** (numero 14; 1 p.) pitkin **alaonttolaskimoon** (numero 9; 1 p.). (Sitä pitkin veri kulkeutuu sydämen oikeaan eteiseen (numero 10).)

Hyvässä vastauksessa tulee viitata kuvassa oleviin rakenteiden numeroihin.

Hyvässä vastauksessa tarkastellaan verenkiertoon liittyviä maksan toimintoja esimerkiksi seuraavasti (1 p./kohta, yhteensä enintään 4 p.):

- Maksa hajottaa veressä olevia haitallisia aineita, esimerkiksi alkoholia.
- Maksa varastoi verenkierrosta ylimääräistä glukoosia glykokeenina.
- Maksa vapauttaa tarpeen mukaan glykokeenivarastoista glukoosia verenkiertoon.
- Maksa valmistaa veressä olevista typpipitoisista yhdisteistä ureaa.
- Maksa voi muodostaa veren rasvoista ketoaineita, joita hyödynnetään solujen energialähteenä.
- Maksa tuottaa veren hyytymistekijöitä ja kolesterolia.
- Hemoglobiinin hajoamistuote bilirubiini poistuu maksan muodostaman sappinesteen mukana.

Vastauksessa voidaan käsitellä myös muita verenkiertoon liittyviä maksan toimintoja.

8. Biotekniikan menetelmät (15 p.)

Pisteitys: kussakin kohdassa piste neljästä käsitteen selittämiseen liittyvästä seikasta (4 x 1 p.) ja hyödyntämiseen liittyvästä esimerkistä (1 p.)



8.1. (5 p.)

DNA:n toistojaksot

- Toistojaksot ovat lyhyitä, yleensä muutaman emäsparin mittaisia DNA:ssa toistuvia jaksoja.
- Toistojaksoja on pääasiassa aitotumaisilla eliöillä.
- Toistojaksot sijaitsevat ei-koodaavalla alueella.
- Toistojaksojen määrässä ja pituudessa on yksilöiden välistä perinnöllistä muuntelua.
- Toistojaksoja voidaan käyttää esimerkiksi yksilöiden tunnistamisessa (isyystutkimuksissa tai rikostutkinnassa), lajien tunnistamisessa (viivakoodit) ja eliöiden sukulaisuuden tutkimuksissa.

8.2. (5 p.)

Polymeraasiketjureaktio (PCR)

- Polymeraasiketjureaktio on menetelmä, jonka avulla monistetaan DNA-pätkiä.
- Se perustuu kuumuutta kestävään DNA-polymeraasientsyymiin.
- PCR koostuu kolmesta vaiheesta. Kun vaiheita toistetaan, kopioiden määrä kasvaa eksponentiaalisesti.
- Denaturaatiovaiheessa vastinjuosteet irrotetaan korkean lämpötilan avulla.
- Kun lämpötilaa lasketaan, alukkeet kiinnittyvät yksijuosteiseen DNA:han ja rajaavat monistettavan alueen.
- Pidentymisvaiheessa polymeraasientsyymi kopioi vastinjuosteen yksijuosteiselle DNA:lle.
- PCR-menetelmää käytetään mm. perinnöllisten sairauksien tutkimuksissa, tautidiagnostiikassa, yksilöiden tunnistamiseen liittyvissä tutkimuksissa ja geenien kloonaukseen.

8.3. (5 p.)

Plasmidi

- Plasmidit ovat kromosomien ulkopuolella sijaitsevia kaksijuosteisesta DNA:sta muodostuvia rakenteita, jotka ovat yleensä rengasmaisia.
- Plasmideja on pääasiassa bakteereilla.
- Myös joillakin aitotumaisilla, esimerkiksi hiivoilla, on plasmideja.
- Plasmidit kahdentuvat itsenäisesti.
- Plasmideissa voi sijaita geenejä, jotka vaikuttavat kelpoisuuteen (esimerkiksi antibioottiresistenssi).
- Plasmidit voivat siirtyä bakteerilta toiselle (transformaatio, konjugaatio).
- Plasmideja hyödynnetään geenitekniikassa geenin kuljettajana (vektorina).



- Plasmideja on hyödynnetty esimerkiksi insuliinia tuottavan bakteerikannan valmistamisessa tai agrobakteerin avulla kasveihin tehtävissä geenisiirroissa.

Osa III: 20 pisteen tehtävät

9. Genomien vertailu (20 p.)

9.1. (3 p.)

Ihminen ja esitumaiset polveutuvat yhteisestä kantamuodosta (LUCA, Last Universal Common Ancestor) (1 p.). Ihmisen ja esitumaisten yhteiset geenit liittyvät suurelta osin solun peruselintoimintoihin (1 p.), jotka ovat evoluution seurauksena ominaisia kaikille eläville soluille (1 p.). Tällaisia peruselintoimintoja ovat esimerkiksi RNA:n ja DNA:n synteesi, glykolyysi ja sitruunahappokierto sekä proteiinien, rasvahappojen ja hiilihydraattien biosynteesi, joissa on paljon samanlaisia piirteitä (yksi esimerkki, 1 p.).

9.2. (3 p.)

Vain selkärangaisille tyypilliset geenit liittyvät sellaisiin rakenteisiin tai elintoimintoihin, joita ei ole kaikilla aitotumaisilla (1 p.). Sellaisia ovat esimerkiksi luusto ja lihaksisto sekä hermosto ja niiden kehittymiseen ja säätelyyn liittyvät geenit (2 esimerkkiä, 2 x 1 p.).

9.3. (6 p.)

Kolme seikkaa esimerkiksi seuraavista (1–2 p./kohta, yhteensä enintään 6 p.):

Eroja:

- Esitumaisilla perimä on solulimassa, aitotumaisilla tumassa. (2 p.)
- Esitumaisilla on usein vain yksi kromosomi, aitotumaisilla useita kromosomeja. (2 p.)
- Esitumaisilla on yleensä rengasmainen kromosomi (+ plasmidit), aitotumaisilla kromosomit ovat suoraketjuisia. (2 p.)
- Esitumaiset ovat haploideja, aitotumaiset yleensä diploideja. (2 p.)
- Aitotumaisilla DNA pakataan histonien ympärille. Esitumaisilta histonit puuttuvat (poikkeuksena arkeonit). (2 p.)
- Aitotumaisilla on paljon geenien ulkopuolisia alueita: säätelyalueita, introneja ja toistojaksoja. (1 p.)
- Esitumaisilla on genomien kokoon nähden paljon geenejä. (1 p.)



- Esitumaisten genomi on yleensä pienempi kuin aitotumaisten (esitumaisilla on vähemmän geenejä kuin aitotumaisilla). (2 p.)
- Aitotumaisilla on DNA:ta myös mitokondrioissa (1 p.) ja viherhiukkasissa (1 p.).
- Esitumaisilla ei ole kalvollisia soluelimiä, joissa on perimää (1 p.)

9.4. (8 p.)

Neljä seikkaa seuraavista (2 p./kohta, yhteensä enintään 8 p.):

- Esitumaisilla lähetti-RNA-synteesi on yksinkertaisempaa kuin aitotumaisilla, mutta niilläkin on transkriptiota voimistavia tai estäviä DNA-jaksoja tai proteiineja.
- Esitumaisilla translaatio voi lähteä käyntiin jo ennen kuin transkriptio on päättynyt, koska esitumaisilla ei ole tumakalvoa. Aitotumaisilla lähetti-RNA kuljetetaan ulos tumasta ennen translaation aloittamista.
- Esitumaisilla samaan toimintoon liittyvät geenit ovat järjestäytyneet operoneiksi. (Myös joiltakin aitotumaisilta on löydetty operoneja).
- Operonien ansiosta on mahdollista, että monen proteiinin koodi on peräkkäin samassa lähetti-RNA:ssa.
- Aitotumaisilla intronien poistaminen eri tavoin antaa mahdollisuuden erilaisiin lopputuotteisiin.
- Aitotumaisilla on suuri määrä erilaisia säätelyproteiineja (transkriptiofaktoreita), jotka kiinnittyvät tumaan DNA:han ja edistävät tai estävät transkription eli toimivat geenien säätelyssä.
- Esitumaisilla ympäristökijät voivat säädellä geenien toimintaa suoraan, mutta aitotumaisilla geenien säätely tapahtuu säätelyproteiinien avulla.

10. Ekosysteemin energiatalous (20 p.)

10.1. (6 p.)

Numero 2: Kuluttajat (1 p.) ovat toisenvaraisia (heterotrofeja): ne käyttävät ravintonaan toisia eliöitä (1 p.).

Numero 3: Hajottajat (1 p.) käyttävät ravinnokseen kuollutta biomassaa (saavat energiansa kuolleesta biomassasta). (1 p.)

Numero 4: Energian ohivirtaus (1 p.) on se osa energiasta, joka ei ole seuraavan trofiatason käytössä (Kukin trofiataso käyttää osan ravinnosta saamastaan energiasta omiin elintoimintoihinsa ja lämmön tuottoon.) (1 p.)



Vastauksessa tulee viitata kuvassa oleviin numeroihin.

10.2. (8 p.)

Tuottajat sitovat fotosynteesissä auringon säteilyenergiaa orgaanisiin yhdisteisiin. Hyvässä vastauksessa käsitellään seuraavia seikkoja (yhteensä enintään 8 p.):

- Fotosynteesi tapahtuu vihreiden kasvien solujen **viherhiukkasissa** (1 p.) kahdessa vaiheessa.
- Fotosynteesin ensimmäisessä vaiheessa eli **valoreaktioiden** (1 p.) aikana auringon säteilyenergia **absorboituu pigmentteihin** (1 p.) **kloroplastien tylakoidikalvostossa / yhteyttämiskalvostoissa** (1 p.).
- Valoreaktioissa tapahtuu **veden hajoaminen** eli fotolyysi. (1 p.)
- Reaktiossa muodostuu happea, **ATP:tä** ja pelkistyneitä elektroninsiirtäjiä. (1 p.)
- Fotosynteesin toisessa vaiheessa eli **valosta riippumattomissa reaktioissa** (1 p.) (hiilen sitomisreaktioissa / pimeäreaktioissa / Calvinin kierrossa) sidotaan hiilidioksidia (1 p., vaaditaan)
- Valosta riippumattomissa reaktioissa valmistetaan **hiilihydraatteja/glukoosia** ja muita orgaanisia yhdisteitä (1 p.) **käyttäen ATP:hen ja pelkistyneisiin elektroninsiirtäjiin varastoitunutta energiaa** (1 p.).
- Pimeäreaktiot tapahtuvat kloroplastin **stroomassa/välitilassa**. (1 p.)
- Lopputuotteessa energia on **sitoutuneena kemiallisena energiana**. (1 p.)
- Kokonaisreaktio: $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$ (1 p.)

10.3. (6 p.)

Hyvässä vastauksessa käsitellään seuraavia seikkoja:

- Ekologinen tehokkuus on hyötysuhde, jolla energiapyramidin (ravintopyramidin) jokin trofiataso sitoo ottamaansa energiaa biomassaansa (1 p.). Tämä energiamäärä on ravintoketjussa seuraavan trofiatason käytössä. (1 p.)
- Hiilinielut ovat ekosysteemejä, joihin varastoituu hiiltä. (1 p.)
- Tuoreessa kangasmetsässä tuottajat sitovat fotosynteesissä hiiltä orgaanisiin yhdisteisiin, jotka ovat muiden eliöiden käytössä. (1 p.)
- Nuoren tai keski-ikäisen tuoreen metsän hiilen sitomiskyky on korkea, koska siellä on runsaasti tuottajia. (1 p.)
- Se osa eliöihin sitoutuneista orgaanisista yhdisteistä, jota muut trofiatasot (kuluttajat ja hajottajat) eivät käytä, varastoituu ekosysteemiin. (1 p.)

Korvaavaa tietoa (1 p./kohta):



- Mitä monimuotoisempi metsäekosysteemi on, sitä enemmän se pystyy sitomaan hiilidioksidia (hiiltä) puustoon, muihin kasveihin ja maaperään eri muodoissa.
- Metsässä hiiltä varastoituu biomassan lisäksi maaperään.

11. Tuhkarokko (20 p.)

11.1. (7 p.)

Hyvässä vastauksessa käsitellään seuraavia asioita (1 p./kohta, yhteensä enintään 7 p.):

- Viruksen kapsidin /vaipan proteiini reseptorit kiinnittyvät solukalvoon.
- Virus pääsee soluun sulautumalla solukalvoon (vaipalliset virukset) tai endosytoosilla (vaipattomat virukset).
- Viruksen RNA ja entsyymit siirtyvät solun sisälle.
- Solun sisällä virus monistaa omaa perimäänsä.
- Viruksen RNA-perimä voi toimia lähetti-RNA:na, joka ohjaa translaatiossa uusien proteiinien tuottamista.
- Translaatiossa syntyy viruksen partikkeleita (proteiineja, proteaaseja), joista syntyy viruksen sisältö.
- Viruksen kuori proteiinit (kapsidimonomeerit) liittyvät toisiinsa muodostaen kapsidin viruksen perimän ympärille.
- Solukalvo voi kuroutua partikkelien ympärille ja muodostaa virusta ympäröivän kalvon. / Virukset vapautuvat solun hajotessa. / Virukset vapautuvat eksosytoosilla.
- Virukset vapautuvat solusta ja tartuttavat ympärillä olevia soluja.

Vastauksessa voidaan käsitellä myös retrovirusten lisääntymistä, sillä niidenkin perimä on RNA:ta.

- Viruksen vaipan proteiini reseptorit kiinnittyvät solukalvoon.
- Viruksen RNA ja entsyymit siirtyvät solun sisälle.
- Käänteiskopioijaentsyymi tuottaa viruksen RNA:n perusteella komplementaarisen DNA:n (cDNA).
- Komplementaarinen DNA siirtyy solun tumaan ja liittyy osaksi tumän perimää.
- Virus tuottaa transkription avulla perimästään RNA:ta, jonka avulla tuotetaan viruksen tarvitsemat proteiinit.
- Lisäksi RNA toimii viruksen perinnöllisenä materiaalina.



- Viruksen kuoriproteiinit (kapsidimonomeerit) liittyvät toisiinsa muodostaen kapsidin, jonka keskelle asettuu viruksen RNA.
- Solukalvo voi kuroutua partikkelien ympärille ja muodostaa virusta ympäröivän kalvon.
- Virukset vapautuvat solusta ja tartuttavat ympärillä olevia soluja.

Jos vastauksessa on kuvattu viruksen lisääntyminen yllä olevan mukaisesti mainitsematta että kyseessä on retrovirus, kohdasta 11.1. voi saada enintään 6 pistettä.

11.2. (6 p.)

Hyvässä vastauksessa käsitellään seuraavia asioita (1 p./kohta, yhteensä enintään 6 p.):

- Rokotuksessa elimistöön siirretään tapettua tai heikennettyä taudinaiheuttajaa tai sen osaa.
- Elimistössä käynnistyy tämän seurauksena immuunivaste, joka aktivoi elimistön puolustusjärjestelmän.
- B-soluilla on pinnallaan vasta-aineita, jotka tunnistavat taudinaiheuttajien antigeenejä.
- Sellaiset B-solut, jotka tunnistavat taudinaiheuttajan, alkavat monistua ja muuttuvat plasmak soluiksi.
- Tämän jälkeen plasmak solut aloittavat vasta-ainetuotannon.
- B-imusolut tuottavat muistisoluja.
- Myös T-soluista muodostuu muistisoluja.
- Seuraavalla saman taudinaiheuttajan tartuntakerralla vasta-ainetuotanto käynnistyy nopeasti.
- Muistisolut aktivoituvat nopeasti ja alkavat tuottamaan vasta-aineita.
- Vasta-aineet tarttuvat taudinaiheuttajaan.
- Näin syöjäsolut tunnistavat helposti taudinaiheuttajat ja tuhoavat ne.
- Kyseessä on aktiivinen immunisaatio.

11.3. (7 p.)

Yhteensä enintään 7 p. seuraavista (kukin kohta 1 p.):

Suhteellisen korkea rokotuskattavuus tarvitaan, koska:

- kun tarpeeksi suuri osa väestöstä on rokotettu, rokottamattomienkin sairastumisriski pienenee
- osaa väestöstä ei voida rokottaa lääketieteellisen esteen vuoksi (esimerkiksi allergia)
- tällöin saavutetaan ns. laumasuoja
- laumasuojaan tarvittava rokotettujen osuus riippuu taudin leviämisherkyydestä
- tuhkarokko on herkästi leviävä.



Hyvässä vastauksessa pohditaan tuhkarokkon herkän leviämisen syitä:

- Tuhkarokko aiheuttaa herkästi epidemian.
- Tuhkarokkon itämisaika on pitkä.
- Myös oireeton kantaja voi levittää sairautta: esimerkiksi 10 päivässä viruksen saaneita tai sille altistuneita voi olla satoja tai tuhansia.
- Tuhkarokko leviää ilmateitse, jolloin samassa tilassa olleet rokottamattomat saavat sen helposti.
- Esimerkiksi päiväkodissa, koulussa tai terveyskeskuksessa samaan aikaan olleet altistuvat virukselle.