



BIOLOGIAN KOE 26.9.2019 HYVÄN VASTAUKSEN PIIRTEITÄ

Tämä tiedosto ei välttämättä ole täysin saavutettava esimerkiksi ruudunlukuohjelman käyttäjille, koska tiedosto sisältää taulukoita (sivuilla 13 ja 17) ja kaavioita (sivuilla 4 ja 9).

Lopullisista hyvän vastauksen piirteistä ilmenevät perusteet, joiden mukaan koesuorituksen lopullinen arvostelu on suoritettu. Tieto siitä, miten arvosteluperusteita on sovellettu kokeeseen, 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 jäsenneilysti 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 mieliteiden varaan, samojen asioiden toistaminen tai aineistojen epätarkoituksenmukainen käyttö tai käyttämättä jättäminen.

OSA I

1. Yhdistelytehtävä biologian eri aihepiireistä (20 p.)

1.1. (5 p.)

Energian aerobinen vapautuminen tumallisessa solussa

- mitokondrio

Energian sitoutuminen kasvisoluissa

- viherhiukkanen

Kasvi-, bakteeri- ja sienisolujen solurakenteen tukeminen

- soluseinä

Aineiden soluun ja solusta kulkeutumisen säätely

- solukalvo

Proteiinien muokkaus käyttökelpoiseen muotoon

- Golgin laite

1.2. (5 p.)

Aiheuttaa kutinaa allergisissa reaktioissa

- histamiini

Nopeuttaa elimistön aineenvaihduntaa

- tyroksiini

Säätlee glukoosin siirtymistä soluihin

- insuliini

Saa synnytyksessä kohdun lihakset supistumaan

- oksitosiini

Ylläpitää raskautta

- progesteroni

1.3. (5 p.)

Fotosynteesin valoreaktioiden lähtöaine

- H₂O

Fotosynteesin pimeäreaktioiden lähtöaine

- CO₂

Syntyy fotosynteesin pimeäreaktioissa

- glukoosi

Syntyy fotosynteesin valoreaktioissa ja käytetään pimeäreaktioissa

- ATP

Vapautuu ilmaan fotosynteesin valoreaktioissa

- O₂

1.4. (5 p.)

Entsyymi, joka katkaisee DNA:n kaksoisjuosteen

- restriktioentsyymi

Entsyymi, joka liittää yhteen kaksi DNA-juostetta

- ligaasientsyymi

Entsyymi, joka kopioi DNA:n kaksoisjuosteen mallijuosteen mukaisesti

- DNA-polymeraasientsyymi

Entsyymi, joka tuottaa lähetti-RNA:n mallin mukaan kaksijuosteista vastin-DNA:ta

- käännteiskopioijaentsyymi

Entsyymi, joka tuottaa lähetti-RNA:ta DNA:n mallijuosteen mukaisesti

- RNA-polymeraasientsyymi

OSA II

2. Ravintoverkko (15 p.)

2.1 (3 p.)

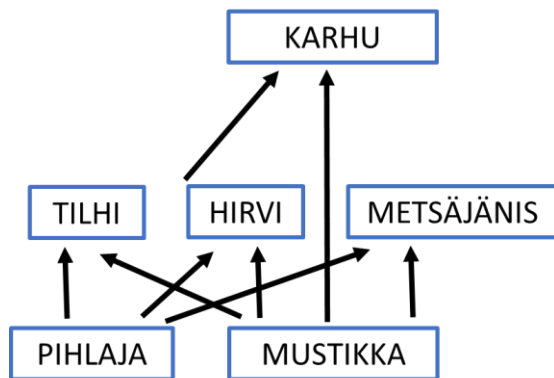
A–hirvi, B–tilhi, C–metsäjänis, D–mustikka, E–(koti)pihlaja, F–karhu

3 lajia tunnistettu: 1 p.

4–5 lajia tunnistettu: 2 p.

6 lajia tunnistettu: 3 p.

2.2 (6 p.)



Hyvässä vastauksessa on piirretty yllä olevan kaavion kaltainen kuva ravintoverkosta.

Ravintoverkossa

- mustikka ja pihlaja ovat perustuottajia (1 p.)
- tilhi, hirvi ja metsäjänis ovat kasvinsyöjiä (3 x 1 p.)
- karhu on sekä peto (1 p.) että kasvinsyöjä (1 p.).

2.3. (6 p.)

Huippupedon (karhu) poistaminen voi vaikuttaa ravintoverkkoon seuraavasti:

- Tilhen ja metsäjäniksen kannoissa ei havaita suoria vaikutuksia. (2 p.)
- Hirvikannat kasvavat. (2 p.)
- Hirvikantojen kasvu voi kuitenkin heikentää muiden kasvinsyöjien (esim. tilhi) ravinnon saantia. (2 p.)

Huippupedon poistamisen vaikutuksien kuvaaminen arvioidaan huomioiden kokelaan vastauksessa kohdassa 2.2. piirtämä ravintoverkko. Jos esimerkiksi kohdassa 2.2. on piirretty nuoli metsäjäniksestä karhuun, pedon poistaminen vaikuttaa tällöin myös metsäjänikseen.

3. Luonnonvalinta (15 p.)

3.1. (5 p.)

Hyvässä vastauksessa käsitellään luonnonvalinnan keskeisiä periaatteita (1 p./kohta, yhteensä 5 p.):

- Populaatiossa on enemmän yksilöitä kuin mihin ympäristön resurssit riittävät.
- Populaatiossa on perinnöllistä muuntelua (eli samasta geenistä on erilaisia alleleja).
- Erilaisissa ympäristöolosuhteissa on hyötyä eri alleleista.
- Yksilöt, joilla on paljon hyödyllisiä alleleja, selviävät hengissä ja pääsevät lisääntymään, joten ne ovat kelpoisimpia.
- Kelpoisimmat yksilöt siirtävät geeninsä jälkeläisilleen.
- Vähitellen hyödylliset alleelit yleistyvät populaatiossa.

3.2. (6 p.)

Muuttumattomissa ympäristöolosuhteissa tapahtuu tasapainottavaa valintaa, jolloin keski-vertoyksilöiden alleelit runsastuvat. (2 p.)

Muuttuvissa ympäristöolosuhteissa tapahtuu suuntaavaa valintaa, joka suosii ääripään ominaisuuksia aiheuttavia alleleita. (2 p.)

Ympäristössä, joka pirstoutuu erilaisiksi laikuiksi, tapahtuu populaation hajottavaa valintaa. Pirstoutuneissa populaatioissa eri alleelit runsastuvat eri laikuilla. (2 p.)

3.3. (4 p.)

Suuntaava valinta suosii susien kevytrakenteisuutta aiheuttavia alleleita. Tällöin nämä alleelit runsastuvat. (2 p.)

Susien kevytrakenteisuus ja voimakkuus (kyky tappaa saalis) tasapainottavat toisiaan, joten suuntaava valinta voi toimia vain tiettyyn rajaan asti (ns. trade-off eli ristikkäinen valintapaine). (2 p.)

4. Hännättömät kissat (15 p.)

4.1. (4 p.)

Hännättömyys periytyy autosomaalisesti. (1 p.)

Tämän voi päätellä sukupuiden avulla seuraavasti:

- Hännättömyys ei voi periytyä Y-kromosomissa, sillä osa sekä uros- että naaras-kissoista on hännättömiä. (1 p.)
- Hännättömyys ei voi periytyä resessiivisesti X-kromosomissa, sillä hännällinen uroskissa (sukupuuta A, kissa 1) ja naaraskissa (kissa 2) ovat saaneet jälkeläisekseen hännättömän naaraskissan (kissa 6). (1 p.)
- Hännättömyys ei voi periytyä dominoivasti X-kromosomissa, sillä hännättömän uroskissan (sukupuuta B, kissa 1) jälkeläisissä on hännällinen naaraskissa (kissa 7). (Vastaavan voi päätellä sukupuussa B myös kissoista 11, 16 ja 17.) (1 p.)

4.2. (3 p.)

Jos alleeli olisi resessiivinen, sukupuun B kissat 1 ja 2 olisivat homotsygotteja resessiivisen alleelin suhteen. Tällöin kaikki näiden kissojen jälkeläiset olisivat hännättömiä. (2 p.)

Koska jälkeläisissä on myös hännällisiä kissoja, alleelin täytyy olla dominoiva. (Saman voi perustella myös sukupuun B kissojen 8 ja 9 jälkeläisillä.) (1 p.)

4.3. (8 p.)

Alleeli on homotsygotteisena letaali. Tämä selittää manx-kissojen jälkeläisten fenotyyppien poikkeavat lukusuhteet (aineisto 4.A). (2 p.)

Hyvässä vastauksessa pohditaan lisäksi risteyttämisen ongelmia ainakin kolmesta eri näkökulmasta (2 p./näkökulma):

Pennut, joilla on kaksi dominoivaa alleelia, kuolevat yleensä jo ennen syntymää. Jotta kaikki pennut syntyisivät elävinä, manx-kissoja pyritään risteyttämään vain pitkähäntäisten kissojen kanssa. Aineiston 4.A mukaan manx-kissoilla on anatomisia ja fysiologisia ongelmia, jotka

liittyvät hännättömyyteen. Koska pyritään tuottamaan pentuja, joilla olisi mahdollisimman vähän terveysongelmia, valitaan mahdollisimman terveitä hännättömiä yksilöitä jatkamaan sukua. Olisi epäeettistä tuottaa kissoja, joilla tiedetään olevan terveysongelmia. Vastauksessa voi myös pohtia, onko hännättömien kissojen tuottaminen ylipäänsä tarpeellista.

5. Lehtipuun lisääntyminen (15 p.)

5.1. (5 p.)

Kuvan puu on (metsä)haapa (*Populus tremula*). (1 p.)

Hyvässä vastauksessa käsitellään haavan suvullista ja suvutonta lisääntymistä (yhteensä 4 p.):

- Haapa lisääntyy suvullisesti (1 p.) pölytyksen ja hedelmöityksen jälkeen eminorkoissa kehittyvien siementen (1 p.) avulla.
- Haapa on tuulipölytteinen kasvi. (1 p.)
- Haavan emi- ja hedenorkot ovat eri kasveissa (kaksikotinen kasvi). (1 p.)
- Haivenelliset siemenet voivat kulkeutua tuulen mukana. (1 p.)
- Haapa lisääntyy suvuttomasti (1 p.) juurivesoista. (1 p.)
- Juurivesoista lisääntymisen seurauksena jälkeläiset ovat geneettisesti vanhempansa kopioita eli klooneja. (1 p.)

5.2. (10 p.)

Hyvässä vastauksessa käsitellään sekä suvullisen että suvuttoman lisääntymisen hyötyjä ja haittoja esimerkiksi seuraavista näkökulmista (2 p./kohta, yhteensä 10 p.):

Suvuttoman lisääntymisen hyödyt:

- Suvuton lisääntyminen antaa mahdollisuuden nopeaan leviämiseen paikallisesti edullisissa olosuhteissa.
- Suvuton lisääntyminen ei vaadi emopuulta suurta panostusta lisääntymiseen.
- Hyvissä olosuhteissa juurivesat voivat kehittyä nopeasti puiksi.
- Juurivesojen ansiosta yksilö ei kuole, vaikka päärunko kaadetaan.

Suvullisen lisääntymisen hyödyt:

- Suvullinen lisääntyminen antaa haavalle mahdollisuuden levitä kauas emopuusta uusille kasvupaikoille.
- Suvullinen lisääntyminen saa aikaan perinnöllistä muuntelua yksilöiden välillä.
- Perinnöllinen muuntelu antaa haapapuulle mahdollisuuden evoluutioon ja siten sopeutumiseen uusiin ja muuttuviin olosuhteisiin.

Suvuttoman lisääntymisen haitat:

- Olosuhteiden muuttuessa samaa genotyyppiä olevat yksilöt eivät pysty sopeutumaan samalla tavalla kuin suvullisesti syntyneet jälkeläiset, koska perinnöllistä muuntelua ei ole.
- Huonoissa olosuhteissa kaikki kloonin yksilöt voivat kärsiä samalla tavoin esimerkiksi kuivuudesta, kasvitaudeista tai tuholaisista.
- Juurivesoista haapa voi levitä suvuttomasti vain emopuun ympäristöön.

Suvullisen lisääntymisen haitat:

- Suvullinen lisääntyminen vaatii emopuulta suurta panostusta, sillä emi- ja heddenorkkojen kasvattaminen vie paljon fotosynteesituotteita.
- Epäsuotuisat olosuhteet kukkimisen aikana voivat haitata siementuottoa.

6. Bakteerien kasvu (15 p.)**6.1. (5 p.)**

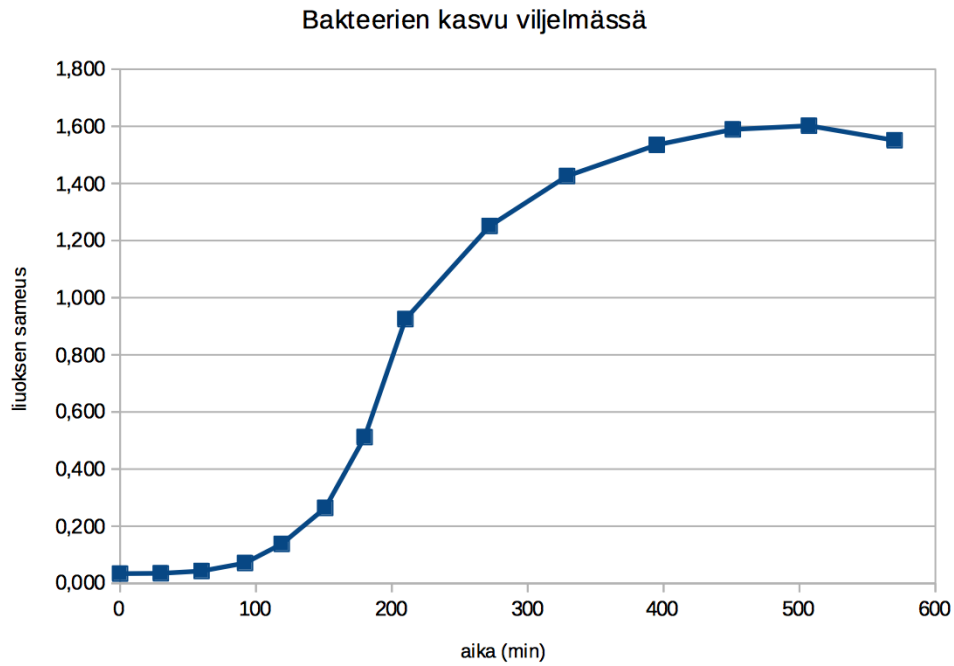
Kaaviotyyppi on viivadiagrammi, joka esittää havainnollisesti tehtävän aineistoa. (1 p.)

Havainnollisessa kuvassa:

Diagrammilla on kuvaava otsikko. (1 p.)

Vaaka-akselilla aika on esitetty jatkuvalla asteikolla minuutteina. (1 p.)

Akselit on nimetty. (1 + 1 p.)



6.2. (8 p.)

8 pistettä seuraavista:

- Kokeen alussa bakteerien kasvu on hidasta, sillä bakteerien kestää hetki tottua uuteen ympäristöön / bakteerien määrä on vähäinen. (2 p.)
- Kun bakteerien määrä kasvaa, kasvu kiihtyy eksponentiaalisesti. (2 p.)
- Eksponentiaalisen kasvun vaiheessa kasvu on nopeimmillaan. Tällöin bakteerien kahdentumisaika on lyhyt. (2 p.)
- Eksponentiaalisen kasvun aikana ravinnon määrä ei rajoita kasvua. (2 p.)
- Kasvu alkaa hidastua 3,5 tunnin jälkeen, sillä ravinnon määrä vähenee ja kilpailu lisääntyy. (2 p.)
- Lopuksi kasvu lakkaa / bakteereita alkaa kuolla, sillä ravinto on lopussa ja sitä ei riitä jakautumiseen. (2 p.)

6.3. (2 p.)

Kuvaajalta voidaan määrittää, että nopeimman kasvuvaiheen aikana bakteerien määrä kaksinkertaistuu noin 30 minuutissa (± 10 min:n vaihteluväli hyväksytään).

7. Kudostyyppi (15 p.)

7.1. (4 p.)

Kuva 1 esittää sylkirauhasta (1 p.), kuva 2 keuhkorakkulaa eli alveolia (1 p.) ja kuva 3 ohutsuolen nukkalisäkkeitä (villuksia) (1 p.).

Nuolet osoittavat epiteeliä eli pintakudosta. (1 p.)

7.2. (6 p.)

Hyvässä vastauksessa tarkastellaan kohdassa 7.1. nimettyjen rakenteiden toimintoja ihmisen aineenvaihdunnassa (2 p. / rakenne):

- Sylkirauhanen erittää vettä ja limaa sisältävää sylkeä (1 p.), joka auttaa ravinnon jauhamisessa ja nielemisessä (1 p.). Sylki sisältää myös ruuansulatusentsyymejä (amylaasi) (1 p., vaaditaan).
- Keuhkojen alveoleilla on tärkeä tehtävä hapen ja hiilidioksidin vaihdossa (1 p.). Kaasujenvaihto tapahtuu alveolien hiussuonten veren ja alveolien ilmatilan välillä (1 p.) Happea tarvitaan elimistössä soluhengitykseen (1 p., vaaditaan).
- Ohutsuolen epiteeli erittää suolinestettä, joka sisältää ruuansulatusentsyymejä (1 p.). Ravintoaineet imeytyvät nukkalisäkkeiden kautta verenkiertoon ja imusuoniin. (1 p., vaaditaan). Nukkalisäkkeet lisäävät pinta-alaa, jonka kautta imeytyminen tapahtuu (1 p.).

7.3. (5 p.)

Muita ihmisruumiin epiteelikudostyyppiin kuuluvia kudoksia ovat esimerkiksi ihon ulkopinta, ruuansulatuselimistön sisäpinnan epiteeli, hengitysteiden, virtsateiden ja sukupuolielinten limakalvojen epiteeli, ja rauhasien eritysepiteeli sekä verisuonten sisäpinta. (1 p./kudos).

Jos kudostyyppi on nimetty väärin kohdassa 7.1., kohdasta 7.3. ei anneta pisteitä.

8. Hapankaalin valmistus (15 p.)

8.1. (10 p.)

Hapankaalin valmistusvaiheilla on seuraavia merkityksiä (2 p./kohta):

- Kaalin survomisella saadaan kaalin solurakenne ja soluseinät rikki ja solujen sisällä olevat ravintoaineet mikrobien ulottuville.
- Suolan lisäämisen seurauksena kaalista poistuu nestettä osmoosin vaikutuksesta. (Suola myös parantaa hapankaalin makua.)
- Valmiin hapankaalin nesteestä saadaan maitohappobakteereja, jotka käynnistävät käymisprosessin.
- Kaalin pitäminen nesteen pinnan alapuolella ylläpitää vähähappisia olosuhteita, joita tarvitaan käymisreaktion ylläpitämiseen.
- Astian seisottaminen huoneenlämmössä mahdollistaa nopean entsyymitoiminnan/mikrobitoiminnan, jolloin käymisprosessi nopeutuu.

8.2. (5 p.)

Hyvässä vastauksessa arvioidaan hapankaalin säilymistä edistäviä tekijöitä (tekijän nimeäminen 1 p./kohta ja perustelu 1 p./kohta, yhteensä enintään 5 p.):

- Hapankaali tulee valmistaa puhtaisiin, keitettyihin astioihin, jotta hapankaaliin ei pääse sitä pilaavia mikrobeja.
- Hapankaaliin on syntynyt maitohappokäymisen seurauksena luontaisesti alhainen pH, mikä hidastaa ja estää mikrobien toimintaa ja estää tuotteen pilaantumisen.
- Hapankaalia säilytetään kylmässä, sillä tällöin mikrobitoiminta on hitaampaa kuin huoneenlämmössä eikä kaali pilaannu yhtä nopeasti.
- Hapankaalia säilytetään pimeässä, jotta valon vaikutuksesta tuotteessa ei tapahtuisi sen koostumukseen tai makuun vaikuttavia kemiallisia reaktioita.
- Hapankaalia säilytetään ilmatiiviissä astioissa, jotta haitalliset mikrobit eivät pääse pilaamaan elintarviketta.

OSA III

9. Maapallon biomit (20 p.)

9.1. (2 p.)

Karttaan merkityt biomit ovat (1) tundra ja (2) Välimeren kasvillisuus (nahkealehtinen kasvillisuus).

9.2. (6 p.)

Hyvässä vastauksessa tarkastellaan sekä ilmastollisia että maaperään liittyviä tekijöitä kyseisissä biomeissa.

Tundra (1 p./kohta, yhteensä 3 p.)

- Kasvukausi on lyhyt.
- Alhaiset lämpötilat rajoittavat kasvua (kesälläkin lämpötila yleensä alle +10 °C).
- Talvella lumi on keskeinen ympäristötekijä.
- Kesäyön aurinko ("yötön yö") on tundralle ominaista.
- Talvella kaamoksen aikana aurinko ei nouse lainkaan.
- Maaperä voi olla ikiroudassa (vain pinta sulaa kesällä).
- Routa muokkaa maaperää.
- Orgaanisen aineen hajoaminen maaperässä on alhaisen lämpötilan vuoksi hidasta.
- Hitaan hajotustoiminnan vuoksi ravinteita vapautuu hitaasti.

Välimeren kasvillisuus (1 p./kohta, yhteensä 3 p.)

- Kesät ovat kuumia ja kuivia.
- Talvet ovat viileitä ja sateisia.
- Pakkaset ja lumisade ovat harvinaisia.
- Kasveille suotuisinta aikaa on kevät ja alkukesä.
- Kesän kuivuuden vuoksi metsä- ja pensastopalot ovat yleisiä.
- Maannostyyppi on hyvin vettä läpäisevä terra rossa.

9.3. (4 p.)

Hyvässä vastauksessa vertaillaan biomeille ominaista kasvillisuutta esimerkiksi seuraavista näkökulmista:

Ominaisuus	Tundra (1 p./kohta, yhteensä 2 p.)	Välimeren kasvillisuus (1 p./kohta, yhteensä 2 p.)
Puusto	- Tundran kasvillisuus on puutonta.	- Puustoa on paikoin. - Puulajeina on esimerkiksi mäntyjä ja muita ainavihantia puita, esimerkiksi tammi-lajeja.
Pensas- ja kenttäkerros	- Kenttäkerroksen kasvillisuus on matalaa ja harvaa. - Varvut, matalat pensaat ja ruohovartiset lajit vallitsevat.	- Pensaikkokasvillisuus (macchia) on yleistä.
Sopeutuminen	- Lajit kestävät hyvin kylmää talvea ja suuria lämpötilavaihteluita. - Kasvillisuuden korkeuden määrää lumipeite.	- Lajit kestävät hyvin kuivuutta ja tulta. - Nahkealehtisyys on sopeuma kuivaan ilmastoon.

9.4. (8 p.)

Hyvässä vastauksessa analysoidaan eliöstön monimuotoisuutta uhkaavia tekijöitä huomioiden esimerkiksi seuraavia seikkoja:

Tundra (2 p./kohta perusteltuna, yhteensä 4 p.)

- Ilmaston lämpeneminen uhkaa erityisesti pohjoisten alueiden kylmään sopeutunutta lajistoa.
- Tundran pinta-ala pienenee, kun metsänraja siirtyy lämpenemisen vuoksi kohti pohjoista.
- Lämpenemisen vuoksi pensaikot runsastuvat ja muu kasvillisuus vastaavasti taantuu.

- Ilmaston lämpenemisen myötä arktisten alueiden luonnonvaroja hyödynnetään nykyistä enemmän (öljynporaus, kaivosteollisuus, ylilaidunnus).
- Ikiroudan sulaminen muuttaa kasvilajistoa.

Välimeren kasvillisuus (2 p./kohta perusteltuna, yhteensä 4 p.)

- Ihmisen vaikutus on jatkunut Välimeren alueella jo tuhansia vuosia.
- Pitkään jatkuneet hakkuut ovat pienentäneet metsien pinta-alaa.
- Metsien tilalle on tullut pensaikkokasvillisuutta.
- Eroosio on voimakasta.
- Rakentaminen, maanviljely ja turismi uhkaavat alkuperäistä kasvillisuutta.
- Ilmaston lämpenemisen myötä kesän kuumenevat ja kuivat kaudet voimistuvat.

10. Biologinen tutkimus (20 p.)

10.1. (10 p.)

Hyvässä vastauksessa aineiston pohjalta on tunnistettu tutkimuksen vaiheita (5 kohtaa, 2 p./kohta):

- Tutkimus pohjautuu olemassa olevaan tietoon ja aiempiin tutkimuksiin.
 - *Lehdistötiedotteessa viitataan aiempiin tutkimuksiin, joiden mukaan tundralajiston monimuotoisuus vähenee lämpenemisen seurauksena.*
- Tutkijat ovat muotoilleet tutkimuskysymykset.
 - *Tutkittiin lämpenemisen, laidunnuksen ja ravinteiden vaikutuksia tundran lajistoon.*
- Tutkijat ovat muotoilleet hypoteesit.
 - *Hypoteeseja ei ole tehtävän aineistossa kuvattu, mutta niitä voi kuitenkin vastauksessa pohtia.*
- Koejärjestely on suunniteltu tutkimuskysymyksien/hypoteesien mukaisesti.
 - *Näytealoja on riittävä määrä, ja koejärjestelyssä huomioidaan käsittelyjen yhdysvaikutukset.*
- Tutkimus on toteutettu ja aineisto kerätty maastossa.

- *Havainnot lajimäärien muutoksista näytealoilla tehtiin viiden vuoden aikana.*
- Kerätty aineisto on käsitelty tilastollisesti.
 - *Esimerkiksi tulokuvassa (aineisto 10.D) on keskiarvoja ja hajontalukuja.*
- Tuloksista on tehty päätelmät.
 - *Todettiin esimerkiksi, että laidunnus voi yhdessä lämpenemisen kanssa lisätä lajimäärää.*
- Tulokset on julkaistu ja niistä on tiedotettu.
 - *Tulokset on julkaisu Nature Communications -sarjassa, ja tuloksista on myös laadittu lehdistötiedote.*

10.2. (6 p.)

Näytealat, joilla ei tehty mitään käsittelyä, olivat tutkimuksen vertailualoja (kontrollialoja).

Tutkittaessa lajimäärän muutoksia käsiteltyjä aloja vertailtiin vertailualoihin. (2 p.)

Käsittelyjen vaikutuksia tutkittiin usealla näytealalla, sillä näytealojen välillä on satunnaista vaihtelua. Luotettavien tulosten saaminen edellyttää rinnakkaisia näytealoja tai toistoja.

(2 p.)

Käsittelyjä tehtiin näytealoilla sekä yksittäin että erilaisina yhdistelminä, sillä tutkijat halusivat tarkastella käsittelyjen yhdysvaikutuksia. (2 p.)

10.3. (4 p.)

1. Laiduntaminen lisäsi lajien monimuotoisuutta lannoittamattomilla näytealoilla, joiden lämpötilaa oli nostettu.

- Oikein

2. Laiduntaminen vähensi lajien monimuotoisuutta niillä näytealoilla, joita oli lannoitettu.

- Väärin

3. Tuloksissa on havaittavissa käsittelyjen välisiä yhdysvaikutuksia.

- Oikein

4. Lannoitus lisäsi lajien monimuotoisuutta sekä laidunnetuilla että laiduntamattomilla näytealoilla.

- Väärin

11. Favismi (20 p.)

11.1. (4 p.)

Hyvässä vastauksessa käsitellään seuraavia asioita:

- Geenissä on tapahtunut pistemutaatio (geenimutaatio). (1 p.)
- Pistemutaatio johtuu todennäköisesti siitä, että seriiniä koodaavan emäskolmikodon TCT tai TCC keskimäinen C-emäs on muuttunut T-emäkseksi. (2 p.)
- (On myös mahdollista, että seriiniä koodaavasta emäskolmikodista AGT tai AGC on mutatoitunut kaksi emästä.)
- Muuttunut emäskolmikko TTT tai TTC koodaa fenyylialaniinia. (1 p.)

11.2. (4 p.)

Hyvässä vastauksessa käsitellään seuraavia asioita:

- Aminohapon muuttuminen toiseksi vaikuttaa proteiinin primaarirakenteeseen. (1 p.)
- Kun primaarirakenne muuttuu, myös proteiinin sekundaari- ja tertiaarirakenne saattaa muuttua. (1 p.)
- Tällöin proteiini laskostuu virheelliseen kolmiulotteiseen rakenteeseen. (1 p.)
- Kolmiulotteisen rakenteen muututtua proteiinin kyky toimia entsyyminä heikenee. (1 p.)

11.3. (4 p.)

Periytymistavan päättely (4 pistettä seuraavista):

- Aineiston perusteella sairautta esiintyy enemmän miehillä kuin naisilla, mikä viittaa X-kromosomaaliseen resessiiviseen periytymistapaan. (2 p., vaaditaan)
- Koska miehillä on vain yksi X-kromosomi, yksi resessiivinen alleeli riittää sairauden ilmenemiseen. (2 p.)
- Autosomaalinen resessiivinen tai dominoiva periytyminen on epätodennäköistä, sillä nämä periytymistavat eivät selittäisi sitä, miksi miehillä esiintyy enemmän sairautta kuin naisilla. (2 p.)
- Aineiston perusteella sairautta esiintyy sekä miehillä että naisilla, joten se ei voi periytyä Y-kromosomaalisesti. (1 p.)

11.4. (8 p.)

- Miehet eivät voi olla taudin (entsyymin puutosta aiheuttavan mutaation) kantajia, sillä heillä on vain yksi X-kromosomi. Isän genotyyppi on siis X^AY . (1 p.)
- Äiti on kantaja, joten hänen genotyyppinsä on X^AX^a . (1 p.)

P-polvi: äiti kantaja, isä terve

Genotyypit: X^AX^a X^AY

Sukusolut: X^A, X^a / X^A, Y

F1-polvi:

	X^A	X^a
X^A	X^AX^A (terve)	X^AX^a (terve kantaja)
Y	X^AY (terve)	X^aY (sairas)

Risteytyskaavio tai muu perustelu 4 p.

Päätelmä (yhteensä 2 p.): Lapsella on 25 % todennäköisyydellä entsyymin puutos (1 p.). Jos lapsi on poika, hänellä on 50 % todennäköisyydellä entsyymin puutos (1 p.). Jos lapsi on tyttö, hän on terve (1 p.).

(Taudin puhkeamiseen vaikuttaa myös ympäristö: jos ravinnossa ei ole esimerkiksi härkäpapuja, entsyymin puutos ei välttämättä aiheuta oireita.)