



## BIOLOGIAN KOE 21.3.2018 HYVÄN VASTAUKSEN PIIRTEITÄ

Tutkintoaineen sensorikokous on hyväksynyt seuraavat hyvän vastauksen piirteet.

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 kestäväen kehityksen edistämisessä.

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. Hyvä vastaus tarkastelee ilmiöitä monipuolisesti ja havainnollistaa niitä esimerkein. Hyvä vastaus perustuu faktoihin, ei perustelemattomiin mielipiteisiin. Hyvässä vastauksessa taulukot, kuvaajat ja piirrokset on esitetty selkeästi.

## OSA I

### **1. Monivalintatehtävä biologian eri aihepiireistä (20 p.)**

- 1 – ribosomit
  - 2 – Ensimmäiset putkilokasvit olivat hyönteispölytteisiä.
  - 3 – Kemosynteesiin tarvittava energia tulee hiilihydraateista.
  - 4 – 27 %
  - 5 – lokus
  - 6 – sisäinen kuormitus
  - 7 – energian ohivirtaus
  - 8 – Kilpirauhasen tuottama melaniini säätelee ihmisen vireystilaa.
  - 9 – neutrofiilien aktivoituminen
  - 10 – Geenikirjastoon on tallennettu digitaalisessa muodossa geenien emäsjärjestys.
- 

## OSA II

### **2. Mutaatioiden vaikutus kelpoisuuteen (15 p.)**

Kelpoisuudella tarkoitetaan yksilön kykyä tuottaa lisääntymiskykyisiä jälkeläisiä. Hyvässä vastauksessa kussakin kohdassa selitetään mutaation vaikutus kelpoisuuteen (1 p.) ja kerrotaan, periytyykö mutaatio jälkeläiselle (1 p.). Lisäksi mainitut asiat perustellaan (1 p.).

#### **2.1. 3 p.**

- Antibioottiresistenssin aiheuttava mutaatio lisää bakteerin kelpoisuutta.
- Haploidisen perimän vuoksi vastustuskyky antibioottia vastaan ilmenee heti.
- Bakteerit lisääntyvät suvuttomasti jakautumalla, joten ominaisuus siirtyy tytärsolulle.

#### **2.2. 3 p.**

- Syövän kehittyminen on yksilölle haitallista.
- Mutaatio ei kuitenkaan vaikuta kelpoisuuteen, sillä yksilö ei ole enää lisääntymisiässä.
- Niinpä mutaatio ei periydy jälkeläisille eikä vaikuta heidän kelpoisuuteensa.

#### **2.3. 3 p.**

- Mutaatio estää fotosynteesin toiminnan; siten se on haitallinen ja heikentää kelpoisuutta.
- Syanobakteerit lisääntyvät jakautumalla, joten haitallinen mutaatio siirtyy mahdollisille tytärsoluille.

### 2.4. 3 p.

- Sairauden aiheuttava mutaatio on sinänsä haitallinen, mutta resessiivisenä se ei aiheuta alkiorakkulasta kehittyvälle yksilölle sairautta.
- Koska mutaatio on ituradan solussa, se periytyy jälkeläisille.
- Seuraavan sukupolven yksilöt voivat sairastua (= heikentynyt kelpoisuus), mikäli saavat resessiivisen alleelin myös toiselta vanhemmaltaan.

### 2.5. 3 p.

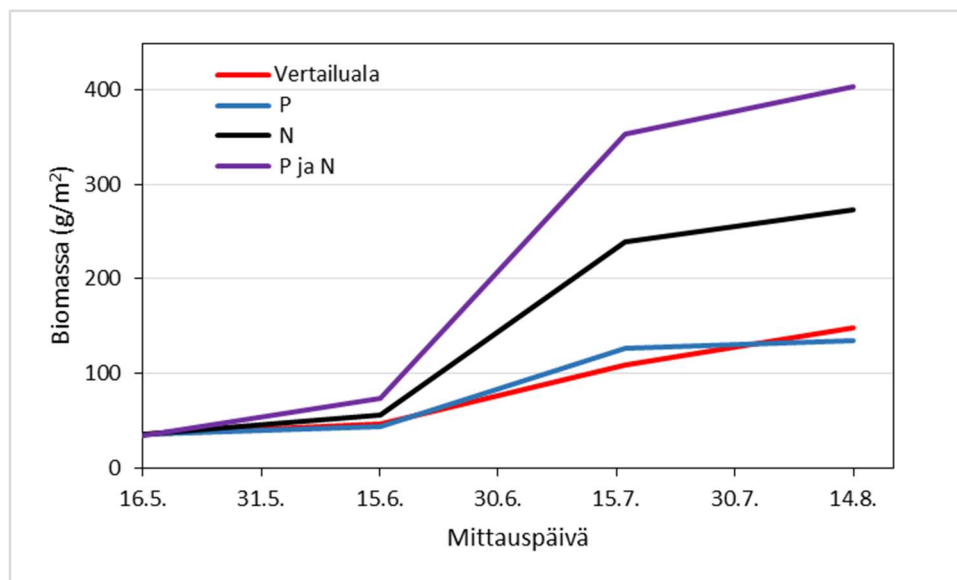
- Vakava sairaus heikentää lisääntymiskäisen yksilön kelpoisuutta.
- Koska sairaus ei aiheudu sukusolulinjan mutaatiosta, se ei myöskään periidy jälkeläisille.
- Niinpä mutaatio ei vaikuta jälkeläisten kelpoisuuteen.

## 3. Lannoituskoe (15 p.)

### 3.1. 7 p.

#### Viivadiagrammi lannoituskokeen tuloksista 3 p.

Kuva on selkeä, ja x- ja y-akseleilla on otsikot ja viivatyypeillä selite.



#### Tulosten kuvaaminen 4 p.

- Kokeen tuloksista näkyy, että fosforilannoitteen lisääminen ei lisännyt lainkaan kasvua vertailualueen nähden. Fosfori ei siten ollut minimiravinne kyseisessä kokeessa.
- Typen lisääminen lisäsi kasvua, joten typpi oli kasvua rajoittava tekijä.

- Typpilannoituksella oli selvä yhdysvaikutus fosforilannoituksen kanssa, koska biomas-  
san kasvu oli suurinta, kun käytettiin sekä fosfori- että typpilannoitetta.
- Yhdysvaikutus johtuu siitä, että typpilannoitteen lisääminen tekee fosforista kasvua ra-  
joittavan tekijän.

### **3.2. 4 p.**

- Kokeen tulos olisi ollut sama, jos fosforia olisi lisätty enemmän.
- Koska fosfori ei ole minimiravinne, sen määrän kaksinkertaistaminen ei olisi vaikutta-  
nut kasvuun.

### **3.3. 4 p.**

- Kaksinkertaisen fosforilannoituksen fosfori ei olisi sitoutunut biomassaan, vaan se olisi  
huuhtoutunut pellolta valuvan veden mukana.
- Mikäli lähistöllä on järviä, se olisi lisännyt niiden ulkoista kuormitusta / hajakuormi-  
tusta ja edistänyt järvien rehevöitymistä.

## **4. Suot ja turve (15 p.)**

### **4.1. 4 p.**

- Turvetta syntyy kasvimateriaalista kosteassa tai märässä ja happamassa ympäristössä,  
jossa on vähän happea. Prosessi on hidas.
- Viileä ilmasto edistää turpeen kertymistä, sillä viileässä veden haihtuminen on vähäistä  
ja hajoaminen hidasta.

### **4.2. 6 p.**

- Turpeen nosto hävittää suoluonnon kokonaan kyseiseltä paikalta, jolloin suolle tyypil-  
liset rahkasammalet, putkilokasvit ja linnusto taantuvat. Suoluonnolle tyypillisiä kasvi-  
ja eläinlajeja voi joutua sukupuuton partaalle.
- Läheiset vesiekosysteemit kärsivät happamasta suovedestä. Se tuo myös mukanaan  
huomattavan määrän humusta, joka värjää veden ruskeaksi.
- Suolta tulevien vesien mukana vesistöihin siirtyy myös elohopeaa.
- Luonnontilaiset suot toimivat vesivarastoina, jotka tasaavat keväisiä tulvahuippuja.

### **4.3. 5 p.**

- Luonnontilaiset suot toimivat hiilinieluinä, sillä turpeeseen varastoituu huomattavat  
määrät suokasvien sitomaa hiilidioksidia.
- Turpeen nosto lisää hiilidioksidin vapautumista, mikä kiihdyttää ilmastonmuutosta.

- Mikäli turve käytetään energiantuotantoon, sen sisältämä hiili vapautuu hiilidioksidina ilmakehään.
- Jos turve käytetään kasvuturpeena, se alkaa lahota (korkean pH:n ja happipitoisuuden seurauksena) ja hiili vapautuu hiilidioksidina ilmakehään.
- Kuivatus ja turpeen nosto vähentävät metaanin vapautumista suosta ilmakehään.
- Mikäli ojitettu suo metsitetään, puut sitovat hiilidioksidia, jolloin alue voi kääntyä taas hiiltä sitovaksi ekosysteemiksi.

## **5. Prokaryoottisolun ja eukaryoottisolun erot (15 p.)**

### **5.1. 4 p.**

- Prokaryoottisolut tuottavat ATP:tä hapellisissa olosuhteissa solukalvolla tai sen pöimissa. Kuvakaappauksessa nuoli osoittaa solukalvoa.
- Eukaryoottisolut tuottavat vastaavasti tarvitsemansa ATP:n mitokondrioissa sisäkalvolla. Kuvakaappauksessa nuoli osoittaa mitokondriota (sisäkalvostoa).

### **5.2. 6 p.**

- Molemmissa solutyypeissä glukoosin hajotus alkaa glykolyysillä, jossa tuotetaan kaksi ATP-molekyyliä hajotettavaa glukoosimolekyyliä kohti. Glykolyysi tapahtuu solulimassa, ja sen lopputuotteena syntyy palorypälehappo. Glykolyysi ei tarvitse happea.
- Palorypälehappo hajoaa hapellisissa olosuhteissa sitruunahappokierrossa, ja energiasisältö muuttuu ATP:ksi prokaryoottisolun solukalvolla ja eukaryoottisolun mitokondrion sisäkalvon elektroninsiirtoketjussa.

### **5.3. 5 p.**

- Hapettomissa olosuhteissa sekä prokaryootit että eukaryootit tuottavat tarvitsemansa ATP:n käymisreaktioiden avulla. Käymisreaktioissa ATP-tuotos on huomattavasti pienempi kuin soluhengityksessä.
- Soluissa ATP tuotetaan glykolyysissä, jota seuraa maitohappokäyminen tai etanolikäyminen.
- Käymisreaktiossa ATP-tuotos on huomattavasti pienempi kuin soluhengityksessä (Rikkibakteerit käyttävät hapen tilalla jotain muuta alkuainetta tai yhdistettä, kuten rikkiä tai sen yhdistettä.)

## **6. Kasvutekijät ja soluviestintä (15 p.)**

### **6.1. 10 p.**

- Kasvutekijä sitoutuu sille spesifiin, solukalvolla sijaitsevaan reseptoriin.
- Sitoutuminen käynnistää viestintäketjun (toisiohänttiketju), joka etenee solulimasta tumaan.
- Tumassa toisiohänttiketjun viimeinen molekyyli sitoutuu geenin säätelyalueelle, joka aktivoituessaan käynnistää geenin ilmentymisen.
- Transkriptiossa tuotettu lähetti-RNA (joko sellaisenaan tai muokattuna) siirtyy solulimaan, jossa se ribosomien pinnalla tapahtuvassa translaatiossa koodaa solujakoa (mitoosi) stimuloivan proteiinin tuotantoa.

### **6.2. 5 p.**

- Yksilönkehitys on voimakkaan elinaiheiden muodostuksen ja kasvun aikaa, mikä edellyttää solulukumäärän nopeaa, kontrolloitua lisääntymistä.
- Kontrollointi tapahtuu pääosin solujen mitoottista jakautumista säätelevien kasvutekijöiden välityksellä.
- Aikuisiällä elimistömme soluja (pois lukien hermosolut) kuolee jatkuvasti ja niiden tilalle syntyy mitoottisesti uusia korvaavia soluja.
- Solujen uudismuodostus on erityisen voimakasta ihossa, limakalvoissa ja luuytimessä.
- Myös kudosaaurioiden, kuten haavan tai murtuman, paraneminen edellyttää solujen uudismuodostusta.

## **7. Metapopulaatiot ja monimuotoisuus (15 p.)**

### **7.1. 4 p.**

- Metapopulaatio on pienten, saman lajin samanlaista ympäristöä tarvitsevien paikallispopulaatioiden muodostama verkosto.
- Metapopulaatioita esiintyy sekä luonnollisesti että ihmisen toiminnan tuloksena syntyneissä pirstoutuneissa ympäristöissä.
- (Metapopulaatiossa paikallispopulaatioiden välillä on muuttoliikettä/geenivirtaa.
- Eristyneet paikallispopulaatiot voivat hävitä kokonaan.
- Lajille soveltuville ”tyhjille laikuille” voi syntyä uusia paikallispopulaatioita migraation seurauksena.
- Metapopulaation selviytyminen edellyttää elinympäristön säilymistä ja uusien paikallispopulaatioiden syntymistä hävinneiden tilalle.)

### **7.2. 5 p.**

- Täpläverkkoperhosen toukat elävät kasveilla (heinäratamo ja tähkätädyke), jotka viihtyvät kuivilla kedoilla.
- Tiheässä ketoverkostossa on runsaasti erilaisia ”laikkuja”, joiden olosuhteet eroavat hieman toisistaan.
- Kuivana kesänä kuivimpien laikkujen populaatiot voivat kadota, jos ravintokasvit kuolevat kuivuuteen liian aikaisin.
- Kedoilla on runsaasti kukkivia kasveja, joita hyönteiset, mm. perhoset, hyödyntävät ja samalla pölyttävät.
- Osa kedoista on luonnontilaisia: ne ovat syntyneet kuiville kallioisille tai hiekkaisille alueille, joissa ei kasva puita.
- Laidunnuksen seurauksena on syntynyt ketoja. Laidunnus pitää puuston, pensaikon ja korkeat kasvit poissa.
- (Hoitotoimenpiteillä, esim. niittämällä, voidaan ennallistaa ja säilyttää ketoja, joiden laidunnus on loppunut.)
- (Ketoja on mahdollista ennallistaa myös tuomalla sinne laiduntavaa karjaa.)

### 7.3.6 p.

- Hallitulla hoitamattomuudella pyritään lisäämään tai palauttamaan biodiversiteettiä tai lajistoa ihmisen luomille alhaisen biodiversiteetin alueille (esimerkiksi puistoihin ja talousmetsiin).
- Hallittu hoitamattomuus tarkoittaa hoitotoimenpiteiden vähentämistä.
- Luonnontilaisen kaltaisten ympäristöjen säilyttäminen ja pirstoutumisen estäminen lisäävät biodiversiteettiä.
- Mitä enemmän esimerkiksi pihalla on kasvilajeja ja luonnontilaisuutta, sitä useammat eliölajit voivat hyödyntää pihapiiriä.
- Luonnontilaisille laikuille muodostuu metapopulaation osapopulaatioita.
- Mitä enemmän on erilaisia osapopulaatioita, sitä suurempi on biodiversiteetti.
- Ravintoverkoista tulee monimuotoisempia, ja avainlajit säilyvät paremmin.
- Monet eliölajit sopeutuvat ihmisen asuinympäristöön melko nopeasti ja oppivat hyödyntämään sen tarjoamia mahdollisuuksia.
- Elinvoimaisessa (meta)yhteisössä säilyvät eläimet, niiden ravintokasvit ja yhteisön lajeissa elävät loiset.
- Monimuotoinen ympäristö ylläpitää ekosysteemipalveluita.
- Elinympäristön biodiversiteetillä on myös tärkeä osuus ihmisen immuunivasteen kehittämisessä ensimmäisinä elinvuosina.

Esimerkkejä monimuotoisuutta ja lajien säilymistä edistävästä ympäristöistä voivat olla

- entiset puutarhapihat, jotka ovat muuttuneet lähes luonnontilaisiksi säännöllisen hoidon loputtua
- piennarten kedot
- kaupunkialueille rakennettavat luonnontilaiset viherkatot
- pihojen ”hyönteishotellit” ja lahoavat puupinot

## 8. Ihmisen aineenvaihdunta (15 p.)

### Hiilidioksidi (9 p.)

- Hiilidioksidia (CO<sub>2</sub>) syntyy **aerobisessa soluhengityksessä**, jonka päätehtävä on tuottaa ravinnosta saadusta glukoosista ATP-energiaa.
- Hiilidioksidia muodostuu glukoosista peräisin olevien hiiliatomien hapettuessa mitokondrioiden **sitruunahappokierrossa**, joka sinällään vastaa vain pienestä osasta ATP:n kokonaistuotantoa.
- Soluista hiilidioksidi poistuu **diffuusiolla** pitoisuusgradientin mukaisesti ympäröivään **kudosnesteeseen**.
- Kudosnesteestä hiilidioksidi poistuu ohutseinäisten hiussuonten kautta **laskimoverenkiertoon**. (Veressä suurin osa (n. 80 %) hiilidioksidista kulkeutuu (hiilihappona) neste-mäisessä veriplasmassa, osa sitoutuneena punasolujen hemoglobiiniin.)
- Keuhkoissa hiilidioksidin **siirtyminen uloshengitysilmaan** perustuu **hiilidioksidipitoisuuseroon** keuhkorakkuloissa olevan ilman ja veren välillä.  
(Veren hiilidioksidipitoisuuden suurentuminen (pH:n pienentyminen) laukaisee auto-maattisen hengitysrefleksin.)

### Urea (6 p.)

- Ylimääräiset typpipitoiset aineenvaihduntatuotteet päätyvät **maksaan**, joka valmistaa niistä vesiliukoista virtsa-ainetta, **ureaa**.
- Urea on haitallinen kuona-aine, joka poistuu maksasta **verenkierron** välityksellä **munuaisiin**.
- Munuaisissa **urea suodattuu** munuaiskeräissä alkuvirtsaan ja siirtyy edelleen munuaistiehyitten ja kokoojatiehyitten kautta virtsanjohtimeen, joka avautuu virtsarakkoon.
- **Virtsarakosta** ja elimistöstä virtsa poistuu virtsaputkea pitkin.  
(Luustolihassolujen energia-aineenvaihdunnassa syntyy myös typpipitoista kreatiniinia, joka sek in poistuu munuaisten välityksellä.)

Vastauksessa voi käsitellä hiilidioksidin ja urean lisäksi myös muita kuona-aineita (esimerkiksi bilirubiini).

---

## OSA III

### 9. Sienet ja niiden merkitys (20 p.)

#### 9.1. 8 p.

Hyvässä vastauksessa luonnehditaan sienten asemaa eliökunnassa ja sienille ominaisia rakenteita huomioiden esimerkiksi seuraavia seikkoja:



- Sienet muodostavat oman kuntansa.
- Sienet ovat aiotumallisia.
- Useimmat sienet ovat monisoluisia ja rihmamaisia.
- Jotkin sienet ovat yksisoluisia (hiivat).
- Sienten soluseinä on usein kitiiniä.
- Sienet ovat toisenvaraisia (viherhiukkaset puuttuvat).
- Suurin osa lajeista on mikrosieniä (eivät erotu paljain silmin).
- Joillakin lajeilla sienirihmasto tuottaa itiöemän.
- Itiöemän osat ovat jalka, lakki ja heltat tai pillit.
- Monet lajit lisääntyvät sekä suvullisesti että suvuttomasti.

### 9.2. 5 p.

Hyvässä vastauksessa pohditaan sienten vaikutusta muihin eliöihin huomioiden esimerkiksi seuraavia seikkoja:

- Useat sienet ovat saprotrofeja (marraseliöitä), jotka hajottavat kuollutta orgaanista ainesta.
- Sienet osallistuvat siten ravinteiden kiertoon ekosysteemissä.
- Elävällä puulla loisivat käyvät vahingoittavat puuta.
- Sienet voivat muodostaa mutualistisen suhteen kasvien kanssa (symbioosi).
- Symbioosissa sienet luovuttavat kasveille vettä ja ravinteita.
- Sienet aiheuttavat tauteja kasveille (esimerkiksi härmät sekä noki- ja ruostesienet).
- Sienet aiheuttavat tauteja eläimille.

### 9.3. 7 p.

Hyvässä vastauksessa arvioidaan sekä sienten aiheuttamia hyötyjä että haittoja ihmiselle huomioiden esimerkiksi seuraavia seikkoja:

- Sienet aiheuttavat ihmiselle tauteja (esimerkiksi kynsisieni ja silsat) ja allergioita.
- Sienet vaurioittavat rakennuksia (esimerkiksi lattiasieni).
- Homeet aiheuttavat elintarvikkeiden pilaantumista.
- Luonnosta kerätään sieniä ravinnoksi (kauppasienet).
- Osa lajeista on myrkyllisiä (sienimyrkytykset).
- Useita sienilajeja viljellään ravinnoksi.
- Sienistä saatavilla väriaineilla värjätään lankoja.
- Hiivoja käytetään elintarvikkeiden valmistuksessa (leipominen, käyminen, viilin valmistus, homejuustot).
- Sienten tuottamia antibiootteja käytetään lääkeaineena.
- Sieniä hyödynnetään bioteknologiassa (esimerkiksi entsyymien tuottamiseen pesuaineita varten).

## **10. Geenihoito (20 p.)**

### **10.1. 10 p.**

Geenihoidon eli geeniterapian tarkoituksena on geenivirheestä johtuvan sairauden parantaminen tai ennalta ehkäisy. Geenihoidon periaatteena on se, että viallisen geenin alleeli tai kokonaan puuttuva tai toimimaton alleeli pyritään korvaamaan, tai sen rinnalle asettamaan, normaalisti toimiva geeni. Geenihoidon tavoitteena on saada viallinen proteiini tai proteiinin määrä normaaliksi.

Koska geenien säätelyosat vaikuttavat voimakkaasti geenin ilmenemiseen ja syntyneen proteiinin määrään, geenien säätelyn muokkaaminen voi olla tärkeä geenihoidon kohde. Kudosspesifiset promoottorit ovat tärkeitä.

Geenihoito voidaan tehdä viljelemällä potilaan soluja, joihin siirretään oikein toimiva geeni, ja siirtämällä geenimuunnellut solut takaisin potilaaseen (epäsuora geeninsiirto). Oikein toimiva geeni voidaan myös pyrkiä siirtämään suoraan potilaan soluihin viemällä vektoriin si-dottu geeni potilaaseen (suora geeninsiirto).

Geenin monistamiseksi se siirretään ensin bakteerin plasmidiin, jolloin bakteerien jakautu-essa myös ko. geeni kopioituu. Plasmidi voidaan sulkea liposomeihin, jotka räätälöityjen pin-taominaisuuksien ohjaamina liittyvät kohdesolujen solukalvoon vapauttaen plasmidin solun sisään. Haluttu geeni voi siirtyä osaksi genomia. Geeninsiirtoon voidaan käyttää myös virus-vektoreita, jotka pystyvät siirtämään geenin osaksi isäntäsolun genomia. (Halutun geenin si-sältäviä plasmideja voidaan siirtää eristettyihin soluihin myös elektroporaation eli sähkö-käsittelyn avulla, jolloin solukalvon läpäisevyys kasvaa hetkellisesti.)

### **10.2. 5 p.**

Nyky menetelmin siirretty geeni ei poista perityn, viallisen alleelin vaikutusta. (Antisense-me-netelmällä viallisen alleelin tuottamat lähetti-RNA:t voitaisiin vaimentaa. Voi olla vaikeaa saa-vuttaa sopiva tasapaino virheellisen ja virheettömän geenituotteen välillä.)

Geeninsiirto haluttuun kudokseen ei aina onnistu. Geeni voi siirtyä sellaiseen paikkaan geno-missa, että se häiritsee jonkin muun geenin toimintaa. Siirretty geeni voi aiheuttaa syövän muodostusta tai muita vakavia haittavaikutuksia.

Vektorit voivat olla tehottomia, jolloin geeniä ei saada siirrettyä tarpeeksi suureen määrään soluja. Siirretyn geenin toiminta saattaa loppua vähitellen.

### **10.3. 5 p.**

Geenihoito on osittain siirtogeenisten ihmisten tekemistä. Lainsäädännöllä on puututtu Suo-messa siihen, että sukusoluja tuottaviin soluihin (sukusolulinjaan) geenihoidolla ei saa kajota. Siten geenihoidon vaikutukset eivät periydy seuraavaan sukupolveen.

Geenihoidon avulla ei vielä voida eliminoida ko. geeniä, vaan viedä soluihin oikein toimiva geeni. Siten vanhempien soluihin voitaisiin periaatteessa viedä oikein toimiva periytyvä geeni, mutta myös viallinen geeni periytyy.

Uuden CRISPR-CAS menetelmän avulla voitaisiin periaatteessa poistaa viallinen geeni ja korvata se oikein toimivalla geenillä.

## **11. Eliöiden luokittelu (20 p.)**

### **11.1. 9 p.**

Laji A = kyykäärme, luokka matelijat

Laji B = (rusko)sammakko, luokka sammakkoeläimet

Laji C = kurki, luokka linnut

Kaikki matelijat ovat vaihtolämpöisiä, ja niiden kehoa suojaa sarveistunut, usein suomumainen iho.

Sammakkoeläimille on tyypillistä vaihtolämpöisyyden lisäksi se, että ne toukkavaiheessa hengittävät vedessä kiduksilla mutta aikuisiällä keuhkojen ja ohuen ihon (ihoverenkierron) avulla. Sammakoeläimet käyvät läpi muodonvaihdoksen eli metamorfoosin.

Linnuille on ominaista tasalämpöisyys ja lentokyky, joka perustuu eturaajoista erilaistuneisiin siipiin (onttoihin luhin ja keuhkoihin liittyviin ilmapusseihin). Lentämiseen liittyvät ja ulkoista vaikutelmaa luonnehtivat myös ihon johdannaisina kehittyneet sulat ja höyhenet.

Vastauksessa voi käsitellä myös ko. lajien verenkierron ja muiden keskeisten toimintojen eroja.

### **11.2. 5 p.**

Lajien A–C välisiä lisääntymiseen liittyviä yhtäläisyyksiä ovat mm.

- yksineuvoisuus
- suvullinen lisääntyminen hedelmöittyneestä munasolusta
- lisääntyminen tiettyinä vuodenaikana (Suomessa keväällä tai kesällä).

Lajien A–C välisiä lisääntymiseen liittyviä eroja ovat mm. seuraavat seikat:

- Kyykäärmeet synnyttävät eläviä poikasia ohutkuorisista munista, joita ne ”hautovat” kehonsa sisällä.
- Lintujen munat ovat kovakuorisia (kalkkikuori), ja naaras/koiras hautoo niitä lajille ominaisessa pesässä.
- Toisin kuin matelijoilla ja linnuilla, sammakoilla on nk. ulkoinen hedelmöitys. Koiraat ja naaraat laskevat veteen suuren määrän sulusoluja, ja hedelmöityminen tapahtuu vedessä.

- Sammakot kehittyvät aluksi vesiympäristöstä riippuvaisiksi kiduksilla hengittäviksi toukiksi. Toukkavaiheen jälkeen elävät yksilöt voivat liikkua vedessä ja riittävän kosteassa maaperässä.

### **11.3. 6 p.**

Käärmeet hakeutuvat viimeistään syksyllä lämpötilojen laskiessa maakoloihin, joissa ne vai-  
puvat kylmähorrokseen. Siinä kehon lämpötila laskee lähelle nollaa ja aineenvaihdunta hi-  
dastuu merkittävästi. Lauhat talvet ja lumipeitteen oheneminen voivat haitata kyyn talvehti-  
mista, koska lämpimät jaksot katkaisevat kyyn horroksen. Jos talven ajan vesisateet yleisty-  
vät, vettä voi kertyä talvehtimiskoloihin.

Myös sammakko talvehtii ulkoisiin ärsykeisiin reagoimattomana kylmähorroksessa mm.  
lampien ja järvien pohjassa. Siellä lämpötila vaihtelee vähän, joten talven lyhyet lämpimät  
jaksot eivät vaikuta sammakoihin yhtä nopeasti kuin esimerkiksi käärmeisiin. Lyhenevät tal-  
vet kuitenkin lyhentävät kylmähorroksen pituutta.

Kurjet ovat muuttolintuja, jotka saapuvat Suomeen huhti–toukokuussa ja palaavat Etelä-Eu-  
rooppaan, Afrikkaan ja Aasiaan ilmojen alkaessa Suomessa viilentyä. Ilmaston lämmitessä  
muuttolintujen kevätmuutto aikaistuu. Tämän lisäksi talvehtimisalueilla tapahtuvat muutok-  
set vaikuttavat talvehtimismenestykseen.