

Biologian preliminäärikoe 2026 (BMOL)

Pisteytysohje

Osa 1

[1. Monivalintatehtävä biologian eri aihepiireistä 20 p.](#)

Osa 2

[2. Evoluution mekanismeja 15 p.](#)

[3. Vuosittain vietettäviä teemapäiviä 15 p.](#)

[4. Munuaisen rakenne ja toiminta 15 p.](#)

[5. Sairauksien diagnosointi 15 p.](#)

[6. Entsyymit 15 p.](#)

[7. Kemiallisen ja biologisen evoluution tapahtumia 15 p.](#)

[8. Ihmiskehon soluja 15 p.](#)

Osa 3

[9. Suomalainen luonto 20 p.](#)

[10. Mehiläisten ekologiaa ja perinnöllisyyttä 20 p.](#)

[11. Biotulostus 20 p.](#)

Osa 1

1. Monivalintatehtävä biologian eri aihepiireistä 20 p.

1.1. Liittyvätkö seuraavat väittämät bakteereihin, viruksiin vai molempiin?

- Ovat yksisoluisia ja tumattomia. (bakteerit)
- Voivat sisältää entsyymejä. (molemmat)
- Perimä voi olla DNA:ta tai RNA:ta. (virukset)
- Perimää voivat muuttaa geenimutaatit ja rekombinaatio. (molemmat)

1.2. Liittyvätkö seuraavat väittämät kasveihin, sieniin vai molempiin?

- Saavat energiaa soluhengityksen avulla. (molemmat)
- Soluseinä rakentuu kitiinistä (sienet)
- Hyötyvät sienijuuresta eli mykorritsasta. (molemmat)
- Voivat lisääntyä suvuttomasti itiöiden avulla. (molemmat)

1.3. Liittyvätkö seuraavat väittämät kaloihin, lintuihin vai molempiin?

- Ruumiinlämpötila vaihtelee ympäristön mukaan. (kalat)
- Ovat selkäjännteisiä. (molemmat)
- Lisääntyvät ulkoisella siitoksella. (kalat)
- Ovat kehittyneet matelijoista. (linnut)

1.4. Ovatko seuraavat eliöyhteisön vuorovaikutukset haitallisia molemmille osapuolille, hyödyllisiä molemmille osapuolille vai toiselle osapuolelle hyödyllinen ja toiselle haitallinen?

- Naali ja kettu samalla elinalueella. (haittasuhde molemmille)
- Peltomyyrä ylitieheässä populaatiossa. (haittasuhde molemmille)
- *Lactobacillus acidophilus* -bakteeri ihmisen suolistossa (hyötysuhde molemmille)
- Seitsenpistepirkko ja lehtikirva (toiselle hyödyllinen ja toiselle haitallinen)

1.5. Liittyvätkö seuraavat väittämät hormoneihin, hermostoon vai molempiin?

- Perustuu viestiaineiden kulkeutumiseen verenkierrossa. (hormonit)
- Viestiaineen sitoutuminen reseptoriin saa aikaan vasteen. (molemmat)
- Viestintä on nopeaa ja kohdennettua. (hermosto)
- Säätelee solujen aineenvaihduntaa. (molemmat)

Osa 2

2. Evoluution mekanismeja 15 p.

Selitä, miten seuraavat käsitteet liittyvät toisiinsa. Anna esimerkkejä.

2.1. elävä fossiili - tasapainottava valinta

- eläväksi fossiiliksi kutsutaan lajia, joka on pitkään pysynyt (ulkoisesti) samanlaisena (1 p.)
- elävien fossiilien säilymistä voidaan selittää tasapainottavan valinnan avulla (1 p.)
- ympäristön säilyminen samanlaisena / vähäinen muuttuminen ei aiheuta valintapainetta (1 p.)
- merkittävät poikkeamat nykyisistä yksilöistä heikentävät yksilön kelpoisuutta (*fitness*), ja luonnonvalinta karsii ne pois (1 p.)
- tällaisessa tilanteessa evoluutio ei pysähdy täysin — mutaatioita syntyy edelleen — mutta valinta poistaa ne, jos ne eivät paranna sopeutumista (1 p.)
- esimerkistä (1 p.)

2.2. teollisuusmelanismi - suuntaava valinta

- teollisuusmelanismi tarkoittaa ilmiötä, jossa tummien värimuotojen yleisyys populaatiossa kasvaa ympäristön tummumisen seurauksena (1 p.)
- esimerkki koivumittari Englannissa (1 p.). Ennen teollistumista vaalea värimuoto oli hallitseva, sillä se tarjosi hyvän suojaväriin vaaleaa jäkälää kasvavia puita vasten (1 p.). Teollistumisen myötä ilmansaasteiden happamoittavat yhdisteet tappoivat jäkälät ja toisaalta noki tummensi puiden pintoja (1 p.), jolloin tummat yksilöt saivat paremman suojan saalistajilta kuten linnuilta (1 p.)
- tässä tapauksessa vaikutti suuntaava valinta, joka on luonnonvalinnan muoto, jossa fenotyyppijakauma siirtyy kohti toista päätä (1 p.)
- Populaatiossa alleelifrekvenssit muuttuvat niin, että tummaa väriä aiheuttava alleeli yleistyy (1 p.)
- koska se lisää yksilöiden kelpoisuutta (*fitness*) (1 p.)

2.3. valtameren saarella elävä endeeminen laji - perustajavaikutus

- endeeminen eli kotoperäinen laji (1 p.), joka on kehittynyt tietyllä maantieteellisesti rajatulla alueella ja esiintyy vain siellä (1 p.)
- tällaisen lajin syntyyn liittyy usein perustajavaikutus, jolloin pieni joukko yksilöitä perustaa uuden populaation uuteen elinympäristöön (1 p.)
- koska perustajapopulaatiossa on vain pieni osa alkuperäisen populaation geneettisestä monimuotoisuudesta, seurauksena voi olla sattumanvarainen alleelifrekvenssien muutos (1 p.)
- luonnonvalinnan seuraksena perustajapopulaatio sopeutuu paikallisiin oloihin (1 p.)
- esimerkki Galápagossaarten darwininsirkut (1 p.)

3. Vuosittain vietettäviä teemapäiviä 15 p.

3.1. Kaksosten päivää vietetään 2.2. Kerro, miten identtisten ja ei-identtisten kaksosten syntyminen selitetään. (4 p.)

Täysiin pisteisiin vaaditaan identtisten ja ei-identtisten kaksosten selitys.

- Yksilönkehitys alkaa hedelmöittyneestä munasolusta (1 p.)
- Ei-identtiset kaksokset kehittyvät, kun kaksi munasolua hedelmöittyy (1 p.)
 - Yleensä ovulaatiossa vapautuu yksi munasolu munanjohtimeen, mutta nyt poikkeuksellisesti kaksi (1 p.)
 - Tällöin vähintään kaksi munarakkulaa ovuloi munasolun (1 p.)

- Molempiin munasoluihin siirtyy eri siittiösolun perimä (1 p.)
- Identtiset kaksoset kehittyvät samasta hedelmöittyneestä munasolusta (1 p.)
 - Varhaisen alkionkehityksen aikana alkio jakautuu kahdeksi yksilöksi (1 p.)
- Alkion- ja sikiön kehityksen jälkeen syntyy kaksi yksilöä (1 p.)

3.2. Kansainvälinen Downin syndrooman päivä on 21.3. Kerro, millaisesta perimän virheestä Downin syndroomassa on kyse. (4 p.)

- Kromosomistomutaatio eli kromosomien lukumäärän muutos (1 p.)
- Tarkemmin aneuploidia (1 p.)
- Trisomia kromosomiparissa 21 (1 p.),
- Toiseen hedelmöitykseen osallistuvista sukusoluista on jäänyt yksi kromosomi liikaa (1 p.)
- Syynä virhe meiosissa (1 p.)
 - virheiden todennäköisyys kasvaa iän myötä (1 p.)
- Kun tumasukkula/sukkularihmasto (1 p.) ei muodostu/toimi oikein, kromosomien erottaminen tytärsoluihin tapahtuu virheellisesti (1 p.)

3.3. Vuonna 2025 Suomen ylikulutuspäivä oli 6.4. ja koko maailman ylikulutuspäivä 24.7. Kerro, mitä ylikulutuspäivällä tarkoitetaan. Pohdi, miksi Suomen ylikulutuspäivä on aiemmin kuin maailman ylikulutuspäivä. (4 p.)

Täysiin pisteisiin vaaditaan ylikulutuspäivän selittäminen.

- Laskennallinen mittari sille, kuinka paljon ihmiskunta kuluttaa luonnonvaroja, joita maapallo voi tuottaa vuosittain. (1 p.)
- Ekologinen jalanjälki ylittää biokapasiteetin. (1 p.)
- Biokapasiteetti tarkoittaa valtion ekosysteemin kykyä tuottaa luonnonvaroja ja sitoa päästöjä. (1 p.)
- Metsien hakkuut vähentävät mahdollisuutta sitoa hiilidioksidipäästöjä (1 p.)
- Suomessa tarvitaan energiaa lämmitykseen (1 p.) etenkin talvisin.
- Suomessa kuljettavat välimatkat ovat pitkiä, mikä lisää liikenteestä tulevia päästöjä. (1 p.)
- Suomalaisten ruokavalioissa on runsaasti liha- ja maitotuotteita. (1 p.)
- Suomalaisten kulutustottumukset vaativat runsaasti luonnonvaroja. (1 p.)

3.4. Syyskuun 7. päivä vietetään uhanalaisten lajien päivää. Nimeä yksi uhanalainen laji ja esittele kaksi erilaista syytä sen uhanalaisuudelle. (3 p.)

- Lajin nimeäminen (1 p.)

- Elinympäristön laatuun tai kokoon kohdistuneet muutokset: pirstoutuminen / muuttuminen / tuhoutuminen. (1 p.) esim. ilmastonmuutos, rehevöityminen, metsien hakkuut, rakentaminen, merten happamoituminen, muoviroskat
- Lajin ominaisuudet, esim. endeemisyys / kapea-alainen ekolokero / K-lajin hidas lisääntyminen ja levittäytyminen / huippupetoon kertyvät ympäristömyrkyt (1 p.)
- Ihmisestä johtuvat syyt, esim. salametsästys / ylikalastus / kilpailu vieraslajien kanssa / eläinten pyydystäminen lemmikeiksi tai kasvien kerääminen (1 p.)

4. Munuaisen rakenne ja toiminta 15 p.

4.1. Aineiston 4.A kuvassa on ihmisen munuainen. Valitse osatehtävissä 4.1.1–4.1.6, onko väite kuvan ja muiden tietojesi perusteella oikein vai väärin. Oikea vastaus 1 p., väärä vastaus 0 p.

Jos olet aloittanut tehtävään vastaamisen, mutta et haluakaan jättää tehtävää arvosteltavaksi, poista vastauksesi valitsemalla pudotusvalikosta tyhjä rivi.

4.1.1. Kuvan rakenne 1. on munuaisen lihaksikas kotelo, jonka supistelu edistää munuaisen toimintaa. (V)

4.1.2. Kuvan rakenteet 4. ja 5. muodostavat munuaiskeräsen, jonka suodatustoiminta kuluttaa ATP-energiaa. (V)

4.1.3. Kuvan rakenne 2. on munuaisen keskellä oleva virtsarakko, johon valmista virtsaa varastoidaan. (V)

4.1.4. Kuvaan suurennettu munuaisen toiminnallinen osa, nefroni, sijoittuu sekä munuaisen kuoriosaan että ydinosaan. (O)

4.1.5. Aivolisäkkeen takalohkon erittämä ADH vaikuttaa kuvaan osoitettujen rakenteiden 6. alueella. (O)

4.1.6. Kuvan rakenne 3. on virtsaputki, jota pitkin virtsa poistuu munuaisesta. (V)

Kuvan lähde: Wikimedia Commons. OpenStax college. Muokkaus Miia Aaltonen [File:2611 Blood Flow in the Nephron.jpg - Wikimedia Commons](#)

4.2. Selitä, miten ja miksi veren koostumus eroaa munuaisiin verta tuovan ja munuaisista verta vievän verisuonen välillä. (9 p.)

- Munuaiseen verta tuo (aortasta haarautuva) munuaisvaltimo. (1 p.)
- Munuaisvaltimoveressä on monenlaisia kuona-aineita (1 p.),
- joita poistetaan virtsan mukana kehosta (1 p.).
- Munuaisen tehtävä on poistaa verestä esim. typpipitoisia kuona-aineita (1 p.),

- joita on urea, virtsahappo ja kreatiniini (1 p. esimerkistä) sekä ylimääräinen vesi, natrium ja kalium. (1 p. esimerkistä)
- Munuaisvaltimo haarautuu pienemmiksi valtimoiksi ja lopulta kuhunkin nefroniin tulee pieni valtimon haara, jota kutsutaan tuojasuoneksi / tuojavaltimoksi. (1 p.)
- Se haarautuu hiussuonikeräseksi (1 p.),
- jossa on hiussuoneksi korkea (noin kolminkertainen / 60 mmHg) verenpaine. (1 p.)
- Korkeasta verenpaineesta johtuen veri plasmaa suodattuu (1 p.)
- alkuvirtsaksi keräsen koteloon. (1 p.)
- Alkuvirtsa on muuten kuin veri plasmaa, mutta siitä puuttuu verisolut ja isokokoiset proteiinit. (1 p.)
- Hiussuonikeräsen jälkeen verisuonet kokoontuvat pieneksi viejäsuoneksi / viejävaltimoksi, joka haarautuu uudelleen hiussuoniverkostoksi (1 p.)
- nefronin munuaistiehyen ympärille. (1 p.)
- Munuaistiehyessä tapahtuu takaisinimeytymistä (1 p.),
- kun alkuvirtsasta imeytyy kehon tarvitsemia aineita, kuten glukoosia, natriumia ja aminohappoja (esimerkistä 1 p.) takaisin verenkiertoon aineesta ja pitoisuuksista riippuen passiivisesti tai aktiivisesti. (1 p.)
- Näin alkuvirtsasta väkevöityy varsinaista virtsaa. (1 p.)
- Munuaistiehyeen myös eritetään aktiivisesti hiussuonista isokokoisia kuona-aineita (1 p.), esimerkiksi lääkaineiden ja hormonien aineenvaihduntatuotteita. (esimerkistä 1 p.)
- Munuaisesta puhdistettua verta vie pois (alaonttolaskimoon) munuaislaskimo. (1 p.)

5. Sairauksien diagnosointi 15 p.

Kerro, miten geneettistä tietoa ja geenitekniikan menetelmiä hyödynnetään lääketieteessä sairauksien diagnosoinnissa. (15 p.)

- Diagnosoinnin määritelmä: Diagnosointi on sairauksien tunnistamista (1 p.)
- Geenien ja alleelien tunnistaminen mahdollistaa yksilöllisen (räätälöidyn) sairauksien hoidon (1 p.).

Sairautta aiheuttavan alleelin löytäminen yksilön perimästä

- Mikäli henkilön epäillään kantavan/sairastavan geneettistä sairautta, voidaan alleelin olemassaolo selvittää...

- Leimatulla yksijuosteisella koettimella (1 p.), joka hybridisoituu/sitoutuu etsittävän alleelin emäsjärjestykseen (1 p.).
 - DNA-sirulla (1 p.), jossa on useita koettimia eri sairausalleeleille (1 p.) esim. suomalaisen tautiperinnön sairauksia selvittävä DNA-siru ns. Suomi-siru (1 p.).
 - PCR-reaktiolla (1 p.), jossa käytetään spesifejä alukkeita (1 p.) rajamaan monistaminen vain etsittyyn alleeliin (1 p.). Tämän jälkeen tehtävässä elektroforeesissa (1 p.) pystytään havaitsemaan PCR-reaktiossa etsityn alleelin monistumisen onnistuminen.
 - Reaaliaikaisella-PCR:lla / Kvantitatiivisella-PCR:lla (1 p.), jossa PCR-reaktiossa on spesifien alukkeiden lisäksi leimattu koetin (1 p.). Leimattu koetin osoittaa alleelin olemassaolon värireaktiolla, kun DNA-juoste, johon koetin on sitoutunut, monistetaan (1 p.).
- Geneettisten sairauksien diagnosoinnissa voidaan hyödyntää geenien sekvensointia (1 p.)
 - Kun epäillään, että tietty sairaus voisi johtua tietyistä alleelistista tai sille voisi altistaa yksi tai useampi alleelimuoto, voidaan sairailta henkilöiltä selvittää tutkittavan DNA-jakson emäsjärjestys ja vertailla sitä terveisiin henkilöihin (1 p.).
 - Sekvensoinnissa hyödynnetään mm. biopankeista (1 p.) saatavia näytteitä ja tietoja vertailuaineistoksi.
 - Sekvensoinnin toimintaperiaatteen selittäminen (1 p.).
- Alkion ja sikiön terveydentilan selvittäminen
 - Mikäli tulevista vanhemmista toinen tai molemmat kantavat tai ilmentävät samaa vakavaa sairausalleelia, voidaan munasolun hedelmöitys tehdä koeputkessa (1 p.).
 - Muodostuneista alkioista irrotetaan solu/soluja (1 p.), joista selvittää esim. koettimilla (tai muilla edellä mainituilla tavoilla) sairausalleelin olemassaolo alkiossa.
 - Mikäli sikiön terveydentilasta herää epäily geneettisestä sairaudesta tai kromosomipoikkeavuudesta, voidaan...
 - Ottaa lapsivesinäyte tai istukkanäyte (maininta jommastakummasta riittää 1 p.). Lapsivesi- ja istukkanäyte sisältää sikiön omia soluja, joista voidaan selvittää geneettinen sairaus tai kromosomipoikkeavuus (1 p.).
 - Ottaa äidistä verinäyte ja selvittää verinäytteessä olevan DNA:n määriä (NIPT) (1 p.). Istukasta pääsee äidin verenkiertoon sikiön DNA:ta ja verinäytteestä voidaan rinnakkaissekvensoinnilla (1 p.)

selvittää DNA:n suhteellisia määriä. Mikäli jonkin kromosomin DNA:n määrä korostuu näytteessä, viittaa tämä kromosomipoikkeavuuteen (1 p.).

Mikrobien aiheuttamien sairauksien diagnosointi ja monoklonaaliset vasta-aineet

- Useimmat mikrobit, jotka aiheuttavat sairauksia, tunnistetaan potilaasta reaaliaikaisella-PCR:lla / kvantitatiivisella-PCR:lla (1 p.).
- Viruksissa muodostuvat uudet variantit tunnistetaan genomien sekvensoinnilla (1 p.).
- (Monoklonaaliset) vasta-aineet (1 p.) ovat proteiineja, jotka sitoutuvat yhteen tiettyyn antigeenin osaan (1 p.). Monoklonaalisiin vasta-aineisiin liitetään tyypillisesti väriaine, joka aktivoituu, kun monoklonaalinen vasta-aine sitoutuu antigeeniin (1 p.).
 - Opiskelija voi käyttää vastauksessa käsitteitä vasta-aine tai monoklonaalinen vasta-aine.
- Monoklonaalisia vasta-aineita käytetään mm. antigeenitesteissä (1 p.), joilla voidaan selvittää mikrobi-infektioita (1 p.).
- Monoklonaalisia vasta-aineita voidaan hyödyntää syövän etäpesäkkeiden etsimisessä (1 p.). Tällöin vasta-aine sitoutuu syöpäsolun pintaproteiineihin ja vasta-aineeseen on liitetty radioaktiivinen merkkiaine (1 p.), joka voidaan havaita kuvantamislaitteella.

6. Entsyymit 15 p.

6.1. Selitä, millainen on entsyymin rakenne ja toimintatapa. (8 p.)

Rakenne

- Entsyymi on (useimmiten) proteiini (1 p.),
- joka on kiertynyt / laskostunut oikeaan kolmiulotteiseen rakenteeseen (tertiääri- tai kvartaarirakenteeseen) (1 p.),
- jolloin siihen muodostuu tietynlainen aktiivinen kohta / keskus (1 p.).
- Proteiiniin (apoenzyymiin) voi olla liittynyt entsyymin toiminnalle välttämätön kofaktori (1 p.),
- joka voi olla epäorgaaninen kuten metalli-ioni tai orgaaninen kuten vitamiini (tällöin kutsutaan koentsyymiksi) (1 p.).
- On myös ribosyymejä eli katalyyttisiä RNA-molekyylejä. (1 p.)

Toimintatapa

- Entsyymi nopeuttaa, mahdollistaa tai säätelee kemiallisia reaktioita itse muuttumatta reaktioissa. / Entsyymit nopeuttavat kemiallisia reaktioita, koska ne alentavat reaktioon tarvittavaa aktivaatioenergiaa. / Entsyymit toimivat kemiallisten reaktioiden katalyyteinä itse kulumatta tai muuttumatta reaktiossa. (1 p.)
- Aktiivisen keskuksen spesifisyydestä / muodosta johtuen kukin entsyymi katalysoi vain tiettyä kemiallista reaktiota. (1 p.)
- Käsiteltävä aine, johon entsyymi vaikuttaa, on substraatti. (1 p.)
- Reaktion ajaksi substraatti liittyy / substraatit liittyvät entsyymiin aktiiviseen kohtaan ja entsyymien katalysoima reaktio tapahtuu (1 p.)
- Reaktion jälkeen reaktiotuote / reaktiotuotteet irtoavat entsyymistä. (1 p.)
- Entsyymit toimivat anabolisissa, eli rakentavissa ja energiaa vaativissa / katabolisissa, eli hajottavissa ja energiaa vapauttavissa reaktioissa. (1 p.)
- Entsyymien toimintatehoon vaikuttavat esimerkiksi entsyymien ja substraatin konsentraatio, lämpötila, pH ja inhibiittorien läsnäolo. (esimerkistä 1 p.)
- Lisäansio: induced fit -ilmiön selittäminen (1 p.)

6.2. Tutkiakseen suolen entsyymien toimintaa opiskelija teki aineiston 6A kuvan A. mukaisen koejärjestelyn. Perustele, mitkä kaksi korjausta kuvan A. mukaiseen koejärjestelyyn tulisi tehdä, jotta kokeesta saataisiin vertailukelpoisia ja luotettavia tuloksia. (2 p.)

Tutkimuksessa tulee olla vain yksi muuttuja kerrallaan, joten

- suolen palasia tulisi olla yhtä paljon, jotta entsyymien määrä olisi mahdollisimman sama (1 p.)
- tärkkelysliuosta tulisi olla yhtä paljon, jotta lähtöaineen (substraatin) määrä olisi sama (1 p.)

Mikäli on vain todettu korjaustarpeet (suolen palasia ja tärkkelysliuosta on eri määrä): 1 p.

6.3. Kun kohdassa 6.2 esille tulleet korjaukset oli tehty, koe suoritettiin. Kokeen alussa ja 30 minuutin kuluttua indikaattoriliuoksella testattiin koeputkien tärkkelyspitoisuus ja glukoosipitoisuus (sokeripitoisuus). Tulokset on kirjattu aineiston 6A taulukkoon B. Selitä perustellen kokeen tulokset. (5 p.)

Täysiin pisteisiin tulee selittää kummankin koeputken tulos.

- Aluksi molemmissa koeputkissa on tärkkelystä, joka on pitkäketjuinen glukoosista (monosakkarideista) muodostuva polysakkaridi / hiilihydraatti. (1 p.)
- Koeputkessa A on tuoretta suolen seinämää, joten entsyymit ovat toimintakykyisiä. (1 p.)
- Siten tärkkelystä pilkkoutuu vaiheittain glukoosimolekyyleiksi. (1 p.)
- Amylaasi pilkkoo tärkkelystä maltooseiksi (disakkarideiksi). (1 p.)
- Maltaasi pilkkoo maltoosia glukooseiksi. (1 p.)
- Koeputkessa B entsyymit tuhoutuvat / denaturoituvat suolen palasia keitetessä, koska lämpötila on liian korkea. (1 p.)
- Proteiinien tuhoutuessa / denaturoituessa niiden kolmiulotteinen rakenne hajoaa. (1 p.)
- Toimivien entsyymien puuttuessa tärkkelystä ei pilkkoudu sokeriksi. (1 p.)

Lisätietoa: Tärkkelyksen läsnäolon voi osoittaa jodi-kaliumjodidilla. Glukoosin läsnäolon voi osoittaa esim. Benedictin liuoksella.

7. Kemiallisen ja biologisen evoluution tapahtumia 15 p.

Kemiallinen evoluutio tapahtui maapallon varhaisessa historiassa, ennen biologista evoluutiota. Tällöin yksinkertaiset kemialliset yhdisteet kehittyvät monimutkaisemmiksi molekyyleiksi, jotka ovat elämän perusta. Molekyylien syntyä alkumaapallon olosuhteissa kuvasivat ensimmäisinä Stanley Miller ja Harold Urey vuonna 1953.

7.1. Tarkastele aineiston kaaviota. Nimeä, mitä kaikille eliöille yhteisiä alkuaineita alkumaapallon kaasukehä sisälsi. (2 p.)

Neljä oikein 2 p., kolme oikein 1 p. Kaksi-yksi oikein 0 p.

- Vety, hiili, happi ja typpi

7.2. Alkuaineista muodostui vähitellen isompia molekyylejä. Kuvaile aminohapoista ja nukleotideista muodostuvien makromolekyylien rakennetta solussa. (10 p.)

- Aminohapoista
 - muodostuu proteiineja (1 p.)
 - Aminohapoista muodostuva polypeptidiketju on proteiinin primaarirakenne (1 p.)

- Aminohapot kiinnittyvät toisiinsa peptidisidoksilla (1 p.)
- Primaarirakenne laskostuu / kiertyy sekundaarirakenteeksi (1 p. rakenteen selitys tarvitaan), jossa atomien välillä on vetysidoksia (1 p.)
- Tertiaarirakenne on molekyylin kolmiulotteinen rakenne (1 p. rakenteen selitys tarvitaan), joka aiheutuu rikkisidoksista (1 p.)
- Kvartaarirakenteessa on useita tertiaarirakenteisia proteiineja kiinni toisissaan (1 p.)
- Nukleotideista rakentuvia makromolekyylejä ovat DNA ja RNA
 - DNA-nukleotideista rakentuu deoksiribonukleiinihappo (1 p.)
 - DNA on kaksijuosteinen molekyyli (1 p.)
 - Vastakkaisten juosteiden emästen välille muodostuu vetysidoksia (1 p.), jotka muodostuvat emäsparisäännön mukaisesti adeniinin-tymiinin ja sytosiinin-guaaniinin välille (1 p.)
 - Juosteet ovat vastakkaissuuntaiset (1 p.)
 - DNA kiertyy pituusakselinsa ympäri (1 p.)
 - RNA-nukleotideista rakentuu erilaisia ribonukleiinihappoja (1 p.)
 - RNA-nukleotidissa tymiinin tilalla on urasiili (1 p.)
 - RNA on pääosin yksijuosteista (1 p.)
 - L-RNA eli lähetti-RNA on pitkä yksijuosteinen molekyyli (1 p.)
 - S-RNA:t eli siirtäjä-RNA-molekyylit ovat pieniä ja osin itsensä ympärille kiertyneitä (1 p.)
 - Mikro-RNA ja DNA:n kahdentumisen alukkeet ovat hyvin lyhyitä (noin 20 nukleotidia) yksijuosteisia RNA-molekyylejä (1 p. toinen esimerkeistä riittää)

Vastauksessa tulee käsitellä kaikkien kolmen makromolekyylin rakennetta.

7.3. Alkusolusta alkoi biologinen evoluutio. Sijoita seuraavat elämän kehityksen tapahtumat aikajanelle. Valitse sopiva vaihtoehto pudotusvalikosta.

Oikea vastaus 1 p., väärä vastaus 0 p. Jos olet aloittanut tehtävään vastaamisen, mutta et haluakaan jättää tehtävää arvosteltavaksi, poista vastauksesi valitsemalla pudotusvalikosta tyhjä rivi.(3 p.)

- Tarkkoja tapahtumien ajankohtia ei vaadita, tapahtumien järjestys on tärkein.
 - Ajankohta A: Ensimmäinen fotosynteesiin kykenevä eliö
 - Ajankohta B: Soluhengitys
 - Ajankohta C: Endosymbioosi

8. Ihmiskehon soluja 15 p.

Ihmisen kehossa on yhteensä noin 37 biljoonaa solua, joilla on erilaisia tehtäviä ja joissa tapahtuu monenlaisia ilmiöitä.

8.1. Valitse pudotusvalikosta oikea pari kullekin solutyypille.

Oikea vastaus 1 p., väärä vastaus 0 p. Jos olet aloittanut tehtävään vastaamisen, mutta et haluakaan jättää tehtävää arvosteltavaksi, poista vastauksesi valitsemalla pudotusvalikosta tyhjä rivi. (6 p.)

- tappisolun - **verkkokalvo** / maha / linssi / suuontelo
- melanosyytti - **iho** / käpyrauhanen / keskushermosto / ääreishermosto
- osteosyytti - **luukudos** / iho / lihas / veri
- tärykalvon sidekudossolu - **välikorva** / sisäkorvan simpukka / ulkokorva / välikorva / kaarikäytävän laajentuma
- nukkalisäkkeen epiteelisolun - **ohutsuoli** / maha / keuhkot / kieli
- Langerhansin saarekkeen β -solun - **haima** / munuaiset / maksa / kilpirauhanen

8.2. Valitse kolme seuraavista ilmiöistä. Selitä, mistä kussakin valitsemassasi ilmiössä on kyse. Anna kustakin ilmiöstä yksi todellinen ihmiskehon toimintaan liittyvä esimerkki. (9 p.)

Pisteytys: Enintään 2 p. ilmiön selittämisestä, 1 p. esimerkistä.

- Apoptoosi
 - Tarkoittaa ohjelmoitua / ohjelmoitunutta solukuolemaa (1 p.), jossa yksittäinen solu kuolee aktiivisesti joko ulkoisten ärsykkeiden käynnistämänä tai sisäisen vaurion (esim. DNA-vaurion) seurauksena (1 p.). Apoptoosi on geneettisesti säädelty tapahtuma. (1 p.) Apoptoosi ei synnytä immuunivastetta / aiheuta tulehdusta. (1 p.)
 - Esimerkistä 1 p.
 - Yksilönkehityksen aikana sormien ja varpaiden muodostuminen, kun raajasilmuissa sormien ja varpaiden välisten ihopoimujen soluja kuolee apoptoottisesti.
 - Kudosten uusiutuessa vanhat solut kuolevat apoptoottisesti uusien tieltä.
 - Imusolujen kypsyessä niistä eliminoidaan apoptoottisesti sellaiset, joiden reseptori tunnistaa jonkin kehon oman rakenteen.
- Diffuusio
 - Tarkoittaa lämpöliikkeeseen perustuvaa aineiden passiivista sekoittumista nesteessä tai kaasussa, solun tapauksessa nesteessä (1 p.), tapahtuu suuremmasta pitoisuudesta pienempään (väkevämmästä liuoksesta laimeampaan) (1 p.). Diffuusiolla solukalvon puolelta toiselle voi siirtyä rasvaliukoinen tai pienikokoinen ja varaukseton aine. (1 p.) Avustetussa

diffuusiosta hyödynnetään solukalvolla olevia kanava- ja kantajaproteiineja. (1 p.) Veden diffuusiota kutsutaan osmoosiksi. (1 p.)

- Esimerkistä 1 p.
 - Keuhkoissa happea diffundoituu keuhkorakkulailmasta vereen.
 - Hiussuonista happea diffundoituu kudospainepaineeseen ja edelleen soluihin, joissa sitä tarvitaan soluhengityksessä.
 - Soluhengityksen kuona-aineena syntynyttä hiilidioksidia diffundoituu hiussuonista keuhkorakkulailmaan poistettavaksi kehosta.
 - Vettä diffundoituu eri puolilla kehoa kohti pienempää vesipitoisuutta solukalvon läpi tai akvaporiinien kautta.
 - Ohutsuolessa pilkkoutuneista ravintoaineista esim. glukoosia ja aminohappoja siirtyy verenkiertoon avustetun diffuusion avulla.
- DNA:n metylaatio
 - Tarkoittaa metyyliiryhmän kiinnittymistä DNA:han (1 p.) (sytosiiniemäkseen CpG-kohdassa), mikä tyypillisesti estää geenin aktivoitumisen / hiljentää geenin (1 p.). On yksi epigeneettisen säätelyn mekanismeista (1 p.), joissa on kyse siitä, että ympäristötekijät vaikuttavat geenien ilmenemiseen. (1 p.)
 - Esimerkistä 1 p.
 - Geenitoiminnan säätely yksilönkehityksen aikana.
 - Varhaisvaiheen tyttöalkiolla toisen X-kromosomin inaktivointi kussakin solussa.
 - Syöpäsolussa voi olla normaaliin soluun verrattuna poikkeava metylaatioprofiili, mikä on johtanut esisyöpägeenin aktivoitumiseen syöpägeeniksi tai kasvurajoitegeenin hiljenemiseen.
 - Sikiöaikainen alkoholi-altistus muuttaa DNA:n metyyliiryhmiä, mikä mahdollisesti vaikuttaa mm. hermoston kehitykseen.
 - Geneettinen leimautuminen, jossa tietty geeni ilmenee vain isältä tai äidiltä peritystä alleelistä, toisen ollessa hiljennetty.
- Endosytoosi
 - Tarkoittaa kappaleen tai aineen ottamista soluun solukalvosta kuroutuvan rakkulan avulla (1 p.), on aktiivista eli energiaa vaativaa toimintaa (1 p.). Solun sisällä rakkula sulautuu lysosomiin, jolloin sen sisältö hajotetaan entsyymien avulla. (1 p.) Jaetaan fagosytoosiin eli kiinteän materiaalin ottamiseen ja pinosytoosiin eli nesteen ja siihen liuenneiden aineiden ottamiseen. (1 p.)
 - Esimerkistä 1 p.
 - Syöjäsoluna toimiva valkosolu (kuten makrofagi, neutrofiili tai dendriittisolun) ottaa vieraan kappaleen, kuten bakteerin sisäänsä

- Kolesterolin ottaminen soluun
 - Raudan ottaminen soluun
 - Virukset hyödyntävät endosytoosia päästäkseen soluun
- Mitoosi
 - Tarkoittaa tumän jakautumista (1 p.), jota yleensä seuraa koko solun jakautuminen. Tapahtuu tiettyjen vaiheiden kautta (esivaihe, keskivaihe, jälkivaihe ja loppuvaihe / profaasi, metafasi, anafasi ja telofasi). (1 p.) Johtaa kahden perimältään identtisen tytärsolun syntyyn (mikäli ei tapahdu mutaatioita). (1 p.) DNA on kahdennettu ennen mitoosia, välivaiheen aikana. (1 p.)
 - Esimerkistä 1 p.
 - Kudokset uusiutuvat kantasolujen jakautuessa mitoottisesti, esimerkiksi orvaskeden tyvikerroksen solut
 - Yksilönkehityksen aikana uusia soluja syntyy mitoottisesti
 - Kasvu perustuu solujen määrän lisääntymiseen, kun solut jakautuvat mitoottisesti

Osa 3

9. Suomalainen luonto 20 p.

9.1. Tunnista ja nimeä aineiston videon neljä ekosysteemiä. (4 p.)

1. Perinnemaisema/perinnebiotooppi/keto/niitty/katajaketo (ei laidun tai pelto) (1 p.)
2. Vanha metsä/aarniometsä/tuore kangas (ei kuusimetsä tai kuiva kangas) (1 p.)
3. Rämme/mäntyä kasvava suo (ei pelkkä suo) (1 p.)
4. Tundra/tundurikoivikko/tundurikasvillisuus (ei tunturi tai tunturipuro/puro/joki) (1 p.)

9.2. Valitse aineiston videolta kaksi ekosysteemiä. Kuvaile valitsemiesi ekosysteemien abioottisia ominaispiirteitä ja ekosysteemin kehittymiseen vaikuttaneita tekijöitä. Voit nimetä valitsemiesi ekosysteemien esimerkkilajeja. (8 p.)

Käsiteltävä sekä ominaispiirteitä että kehitykseen vaikuttavia tekijöitä. 1 piste / kuvailtu asia. Lajiesimerkeistä enintään 2 pistettä.

Suomalainen perinnemaisema (keto, niitty)

Abioottiset ominaispiirteet 1-2 p.

- Avoin ympäristö, puustoa on vähän tai ei lainkaan
 - suuri valon määrä (1 p.)
 - vaihtelevat lämpötilat (1 p.)
- Maaperä:
 - maaperän kosteus vaihtelee (1 p.): kedot tyypillisesti kuivia, niityt kosteampia.
 - ravinteikkaus vaihtelee (1 p.): kedot niukkaravinteisia, niityt reheviä
 - maalajina multa, savi tai muu hienojakoinen maa-aines (1 p.)

Kehittymiseen vaikuttaneet tekijät 1-2 p.

- syntynyt (pitkään kestäneen) ihmistoiminnan seurauksena (1 p.)
- niitto / laidunnus (1 p.)
- ovat estäneet metsittymisen (1 p.),
- jolloin alue on pysyvästi sukcession pioneerivaiheessa (1 p.)

Esimerkkilajeja 0-2 p.

- Esim. kissankäpälä, keltamatara, mäkitervakko, ketoneilikka, ketokultasiipi, pensastasku

Vanha metsä

Abioottiset ominaispiirteet 1-2 p.

- Pienipiirteinen/laikuttainen/mosaiikkimainen vaihtelevuus (1 p.)
 - Tyypillisesti varjoisa ja kosteahko (1 p.)
 - Kaatuneiden puiden muodostamissa aukoissa ja rinteillä valoisaa sekä kuivaa (1 p.)
- Maaperä:
 - Karikkeen määrä suuri (1 p.)
 - Havumetsissä hapan podsolimaannos (1 p.). Lehtimetsissä happamuudeltaan neutraali ruskomaannos (1 p.)
 - Podsolimaannos on vähäravinteinen ja ruskomaannos ravinteikas (1 p.)

Kehittymiseen vaikuttaneet tekijät 1-2 p.

- Pitkä häiriöttömyys, jolloin metsä ehtii saavuttaa sukcession viimeisen vaiheen (1 p.) eli kliimaksivaiheen (1 p.)
- Luonnolliset häiriöt (myrskyt, metsäpalot, hyönteiset) muokkaavat metsän rakennetta (1 p.),

- jolloin metsässä on pienipiirteisesti eri sukcession vaiheita (1 p.)
- Lahopuun määrä ylläpitää sitä vaativaa lajistoa (1 p.).

Esimerkkilajeja 0-2 p.

- esim. kuusi, mänty, haapa, aarnisammal, mustikka, pohjantikka, varpuspöllö, hömötiainen

Räme

Abioottiset ominaispiirteet 1-2 p.

- Kasvualusta on kostea (1 p.),
- esim. maaperän painanne, jonne vesi kerääntyy (1 p.)
- Hapan (1 p.),
- karu/niukkaravinteinen kasvualusta. (1 p.)
- Suotyypistä riippuen hapeton tai vähähappinen kasvualusta (1 p.)
- Valoisa, koska puusto on harvaa. (1 p.)
- Lämpötilat vaihtelevia/paahteisia laikkuja (1 p.)

Kehittymiseen vaikuttaneet tekijät 1-2 p.

- Veden pysyvyys ja hapen niukkuus hidastavat hajotusta (1 p.),
- jolloin syntyy turvetta (1 p.)
- Kosteuden määrä vaikuttaa puiden määrään ja puulajistoon. (1 p.)
- Ravinteiden niukkuus rajoittaa lajistoa (1 p.)
- ja suosii erikoistuneita lajeja, esim. hyönteissyöntejä. (1 p.)
- ekosysteemin kehitys viimeisimmän jäätiköitymiskauden jälkeen (1 p.) Painanne, johon vettä on kerääntynyt.

Esimerkkilajeja 0-2 p.

- esim. mänty, suopursu, rahkasammalet, karpalo, pyöreälehtikihokki, liro

Tundra

Abioottiset ominaispiirteet 1-2 p.

- Ilmasto:
 - lämpimimmän kuukauden keskilämpötila alle +10 astetta (1 p.)
 - pieni sademäärä, talvella lumena (1 p.)
 - tuulista (1 p.)
 - lyhyt kasvukausi (1 p.)

- valon määrän vaihtelu vuodenajasta riippuen (yötön yö, kaamos) (1 p.)
- Maaperä:
 - karu/vähäravinteinen (1 p.)
 - ohut maannos (1 p.)
 - maaperä jäässä, ikirouta (1 p.)

Kehittymiseen vaikuttaneet tekijät 1-2 p.

- pohjoinen sijainti/kaukana päiväntasaajalta/vähäinen auringon säteilyn määrä (1 p.)
- eliöt ovat sopeutuneet kylmiin/kuiviin oloihin (1 p.)
- eläimet ovat sopeutuneet vähäiseen ravinnon määrään ja sen kausittaiseen vaihteluun (1 p.)
- korkeus meren pinnasta, ylänköä (Suomen tundra) (1 p.)
- hidas hajotustoiminta kylmyydestä johtuen (1 p.)
- ekosysteemin kehitys viimeisimmän jäätiköitymiskauden jälkeen (1 p.)

Esimerkkilajeja 0-2 p.

- esim. poronjäkälä, riekonmarja, tunturikoivu, poro, naali, tunturisopuli, riekko

9.3. Valitse aineiston videolta kaksi ekosysteemiä. Arvioi valitsemiisi ekosysteemeihin kohdistuvia uhkia. (8 p.)

1 piste uhka lyhyesti käsiteltynä ja 2 pistettä laajemmin selostettuna. Jokaisesta ekosysteemistä tulee käsitellä vähintään kahta uhkaa. Samanlaisesta uhkan käsittelystä pisteet vain yhden ekosysteemin kohdalta.

Esimerkkisisältöjä

Perinnebiotooppi (niitty, keto, laidun)

- **Laidunnuksen ja niiton loppuminen, maatalouden muuttuminen.** Niityt kasvavat umpeen ja perinnebiotoopin lajit syrjäytyvät.
- **Rakentaminen.** Niittyjä tuhoutuu, elinalueet pienenevät ja pirstoutuvat, eliöstö katoaa.
- **Vieraslajit.** Esim. komealupiini ja kurturuusu syrjäyttävät alkuperäisiä kasveja.
- **Peltoviljelyn lopettaminen.** Hylätyt pellot metsittyvät, avoimen maaston lajit menettävät elinympäristönsä.
- **Ilmastonmuutos.** Kasvukausi pitenee, osa lajeista ei sopeudu, lajisto muuttuu.

- **Taloudellisten tukien/vapaaehtoisten talkoolaisten puute.** Niittyjen hoito loppuu, perinnebiotoopit häviävät vähitellen.

Vanha metsä

- **Hakkuut ja metsätalous.** Lahopuun määrä vähenee, kolopesijät ja lahottajasienet kärsivät. Lajisto muuttuu.
- **Ilmastonmuutos.** Metsäpalot, myrskyt ja vieraslajit/tulokaslajit muuttavat ekosysteemiä, esim. metsätuholaiset.
- **Pirstoutuminen esim. rakentamisen seurauksena.** Metsäalaa häviää, elinympäristöt pienenevät, ekologiset käytävät katkeavat, metsät eristäytyvät, reunavaikutus voimistuu.
- **Happamoituminen.** Puiden kunnon heikkeneminen ja harsuuntuminen maaperän happamoitumisen ja suoran happaman kuormituksen kautta. Jäkälämuutokset. Monistressiteoria.

Suo (räme)

- **Ojitus ja kuivatus.** Pohjaveden pinta laskee, lajisto muuttuu, suon ekosysteemi muuttuu metsämäiseksi. Hiiltä vapautuu ilmakehään.
- **Turpeenotto.** Suon ekosysteemi tuhoutuu, vesistöihin päätyy humusta ja ravinteita. Hiiltä vapautuu ilmakehään.
- **Kaivostoiminta.** Avolouhos tuhoaa ekosysteemin. Tunnelikaivos vaikuttaa suon vesitalouteen, jolloin lajisto muuttuu.
- **Ilmastonmuutos.** Keskilämpötilan nousu ja sateisuuden muutokset muuttavat suoekosysteemiä, esim. hajotustoiminta kiihtyy tai suo kuivuu. Lajisto muuttuu esim. vieraslajien/tulokaslajien leviämisen seurauksena.
- **Pirstoutuminen.** Ekologiset käytävät katkeavat.

Tundra

- **Ilmastonmuutos.** Ikirouta sulaa, palsat häviävät, metaania vapautuu, lajisto muuttuu, pensastuminen ja metsittyminen, tulokaslajit, esim. kettu.
- **Kaivostoiminta, öljynporaaminen.** Maaperä tuhoutuu, haitallisten aineiden leviäminen, elinympäristöt häviävät.
- **Ylilaidunnus, porotalous.** Kasvillisuus vähenee, maaperän eroosio voimistuu, kasvillisuus ei uusiudu.
- **Matkailu.** Roskaantuminen, maaperän kuluminen, rakentaminen, esim. laskettelukeskukset, retkeilyreitit, valosaaste. Moottorikelkailu.

10. Mehiläisten ekologiaa ja perinnöllisyyttä 20 p.

Aineistossa 10.A kerrotaan tarhamehiläisistä. Hyödynnä aineistoa vastauksissasi.

10.1. Kuhnurit syntyvät hedelmöittymättömistä munasoluista. Perustele, ovatko kuhnurit geneettisesti identtisiä toisiinsa nähden. (5 p.)

- Kuhnurit syntyvät partenogeneettisesti (1 p.) eli ne eivät ole geneettisesti identtisiä / klooneja toisiinsa nähden (1 p.).
- Munasolut muodostuvat meioosissa (1 p.),
- jossa tapahtuu rekombinaatiota (1 p.) eli alleelien uudelleen järjestäytyminen.
- Rekombinaatio tapahtuu meioosin vähennysjaossa (1 p.),
- jolloin on mahdollista tapahtua mendelististä rekombinaatiota (1 p.),
- jossa vastinkromosomiparin kromosomit jakautuvat sattumanvaraisesti jakautuviin sukusoluihin (1 p. määritelmästä).
- sekä tekijäinvaihduntaa (crossing-over) (1 p.),
- jossa vastinkromosomit kulkeutuvat jakautumistasoon pareittain / konjugoituneina. Kiasmakohdissa vastinkromosomit voivat vaihtaa kromosomin osia keskenään (1 p. määritelmästä).

10.2. Mehiläiset ovat tärkeitä kasvien pölyttäjiä. Kerro, mitä pölytyksessä tapahtuu. Pohdi lisäksi Suomessa elävien tarhamehiläisten vaikutusta eliöyhteisöön. (10 p.)

Pölytys (enintään 6 p.)

- Pölytys on siemenkasvien (1 p.) lisääntymiseen liittyvä tapahtuma,
- jota seuraa hedelmöitys (1 p.)
- Kasvien heteissä (1 p.) muodostuu siitepölyä (1 p.).
- Siitepöly on kuivuutta kestävä koiraspuolinen sukusolu (1 p.).
- Siitepölyn pitää kulkeutua kasvin emin (1 p.) luotille,
- josta se muodostaa siiteputken (1 p.) emin vartalon läpi.
- Siiteputken kautta kulkeutuvat siitepölyn tumat, jotka hedelmöittävät sikiäimen sisällä munasolun ja keskussolun (kaksoishedelmöitys) (1 p.).
- Hedelmöittyneestä munasolusta muodostuu alkio (1 p.)
- ja hedelmöittyneestä keskussolusta muodostuu siemenvalkuainen (1 p.).

Lisäansioita

- Kasvit, joita mehiläiset pölyttävät, ovat eläinpölytteisiä (1 p.)
- Kasvit houkuttelevat kukkien ulkonäöllä, tuoksulla ja / tai medellä pölyttäjiä pölyttämään (1 p.).

- Emin rakenteen tarkempi kuvailu (luotti, vartalo, sikiäin) (1 p.)
- Heteen rakenteen tarkempi kuvailu (ponsi, palho) (1 p.)
- Tarhamehiläisten vaikutus eliöyhteisöön (enintään 6 p.)
 - Tarhamehiläisten suorittama ristipölytys (1 p.) lisää kasvilajien sisäistä monimuotoisuutta (1 p.).
 - Pölytys lisää eläinpölytystä vaativien kasvien siementen tuotantoa (1 p.) ja täten myös niiden määrää elinympäristössä (1 p.).
 - Tarhamehiläisten tekemä pölytys osaltaan lisää eliöyhteisön lajimonimuotoisuutta (1 p.). Lajimonimuotoisuuden lisääntyminen johtuu kasvilajiston runsastumisesta. Useat eri kasvilajit tarjoavat ravintoa eri laiduntajille, erityisesti hyönteisten toukille, jolloin myös eläinlajisto runsastuu. (Lajimonimuotoisuuden runsastumiseen vaikuttavasta esimerkistä 1 p.)
 - Tarhamehiläiset ovat Suomessa vieraslaji (1 p.).
 - Tarhamehiläiset kilpailevat (1 p.) muiden, alkuperäislajistoon kuuluvien pölyttäjien, kuten kimalaisten, kanssa kukissa olevasta medestä ja siitepölystä (1 p.).
 - Tarhamehiläiset (tai niiden tuottama hunaja) voivat toimia myös ravintona alueen pedoille. (1 p.)
 - Muu perusteltu vuorovaikutus (1 p.)

10.3. Tarhamehiläisten väritykseen vaikuttaa CD-niminen geeni. Geenin resessiivinen alleeli aiheuttaa mehiläisessä ruskean värityksen (cordova-värityksen) normaalin, raidallisen, värityksen sijaan. Mehiläisten kasvattajat ovat jalostaneet ruskeaa värimuotoa Pohjois-Amerikassa.

Millaisia jälkeläisiä syntyy, kun heterotsygoottinen raidallinen kuningatar lisääntyy raidallisten kuhnurien kanssa? Perustele vastauksesi risteytyskaaviolla ja käytä geenin tunnuksena kirjainta a. (5 p.).

Huom! Mikäli kuhnureiden haploidisuutta ei ole huomioitu, voi tehtävästä saada enintään kolme pistettä.

- Käytettävien kirjainten merkityksen selittäminen (1 p.)
 - a: ruskea (cordova)
 - A: raidallinen
 - Kirjaimet voivat erota mallivastauksesta, kunhan ne ovat selitetty ja dominoiva ja resessiivinen ominaisuus on merkitty oikein.

- Lisääntyvien yksilöiden genotyypit ja selitys genotyypille
 - Kuningatar Aa (1 p.), sillä kuningatar on ominaisuuden suhteen heterotsygootti.
 - Kuhnurit A (1 p.), sillä niiden genomi on haploidi ja niillä on vain yksi alleeli geenistä (1 p.).

Muodostuvat sukusolut (1 p.):

Kuningatar: A ja a

Kuhnurit: A

P-sukupolvi

Fenotyypit	raidallinen naaras	raidallinen koiras
Genotyypit	Aa	A
Sukusolut	A ja a	A

Risteytyskaavio (1 p.), mikäli hedelmöitys tapahtuu :

F1- sukupolvi

		Siittiösolut
		A
Muna- solut	A	AA
	a	Aa

Mikäli hedelmöitys tapahtuu, ovat kaikki jälkeläiset raidallisia naaraita (1 p.).

Mikäli hedelmöitystä ei tapahdu, syntyy munasoluista, joissa on A-alleeli, raidallisia kuhnureita. Jos munasoluissa on a-alleeli, syntyy ruskeita kuhnureita. Kuhnureita syntyy värityksen suhteen 1:1 (1 p.)

Myös oheinen risteytyskaavio hyväksytään:

		Siittiösolut	
		A	ei siittiösolua
Munasolut	A	AA	A
	a	Aa	a

F1-polvi	Naaraat	Kuhnurit
Genotyypit	Joko AA tai Aa	Joko A tai a
Fenotyypit	raidallinen	raidallinen tai ruskea

11. Biotulostus 20 p.

Kudosteknologia käyttää soluja, kudosten kasvua edistäviä tekijöitä ja biomateriaaleja vaurioituneiden kudosten hoitoon ja korvaamiseen. 3D-biotulostus on kudosteknologian uusimpia ja nopeimmin kehittyviä menetelmiä. Sen avulla soluista ja biomateriaaleista voidaan tulostaa monimutkaisia kolmiulotteisia rakenteita, jotka jäljittelevät tarkasti luonnollisten kudosten ja elinten toimintaa ja rakennetta.

11.1.

Perinteisesti kudosis- ja elinsiirteitä saadaan joko potilaalta itseltään tai elinluovuttajalta. Pohdi, mitä ongelmia luovuttajilta saataviin elinsiirteisiin voi liittyä. (5 p.)

- Johtuen eri yksilöiden erilaisista kudosten pintaproteiineista (1 p.)
- on luovuttajalta saatavassa siirteessä ongelmana hylkimisreaktio (1 p.),
- jolloin immuunipuolustuksen solut muodostavat immuunivasteen elinsiirrettä vastaan (1 p.).
- HLA-geenien (1 p.) tuottamat solujen pintaproteiinit ovat yksilöllisiä, ja on hankala löytää pintaproteiineiltaan yhteensopivaa luovuttajaa (1 p.).
- Elinsiirteen saaja joutuu syömään hylkimisenestolääkitystä koko elinikänsä (1 p.).
 - Lääkityksen mahdolliset haitalliset sivuvaikutukset (1 p.).
- Luovuttaja on ylipäättään vaikea löytää ja elinsiirteen odotusaika voi venyä pitkäksi (1 p.).
- Mahdolliset sairaudet, jotka siirtyvät elinsiirteen mukana (1 p.).

11.2.

3D-biotulostuksessa kudoksia ja elimiä vastaavia rakenteita tulostetaan kolmiulotteisina biomusteita hyödyntäen. Biomusteet sisältävät aina eläviä soluja. Soluina käytetään usein kantasoluja. Selitä, mitä ihmisen kantasolut ovat ja mistä niitä voidaan saada. (8 p.)

Mitä ihmisen kantasolut ovat 2-4 p.

- Kantasolut ovat erilaistumattomia soluja, jotka voivat jakautua / erilaistua tietyn kudostyyppin soluiksi / muodostaa uusia kantasoluja (2 p., kahden ominaisuuden mainitseminen riittää).
- Kantasolut erilaistuvat erilaisten viestiaineiden, kuten kasvutekijöiden, seurauksena (1 p.).
- Kantasoluissa on telomeraasientsyymiä (1 p.), jolloin niiden kromosomien telomeerialueet eivät lyhene solujen jakautuessa (1 p.).
- Erilaisten kantasolutyyppien tarkempi nimeäminen (täyskykyiset/totipotetit, erittäin monikykyiset/pluripotetit, monikykyiset/multipotentit ja aikuisen kantasolut) (2 p., kahden kantasolutyyppin nimeäminen riittää)

Kantasoluja voidaan saada 4-6 p.

- Alkioista (1 p.). Alkiorakkulassa olevat kantasolut (sisäsolumassan solut) ovat erittäin monikykyisiä (1 p.) Kantasolut ovat peräisin hedelmöityshoitojen tarpeettomista alkioista. (1 p.)
- Aikuisista yksilöistä (1 p.). Aikuisten kantasolut voivat erilaistua vain tietyn kudoksen soluiksi (1 p.). Aikuisten kantasoluja voidaan saada mm. ihosta, rasvakudoksesta luuytimeistä, verestä (1 p., yhden maininta riittää).
- Ohjelmoimalla erilaistuneista soluista (1 p.). Indusoidut pluripotentit solut (iPS-solut) (1 p.) on tuotettu erilaistuneista soluista (esim. ihosoluista) siirtämällä soluihin geenejä, jotka ilmenevät tyypillisesti alkiovaiheessa (1 p.). Näiden geenien ilmeneminen muuttaa erilaistuneen solun erittäin monikykyiseksi kantasoluksi.
- Napanuorasta (1 p.), jossa olevia kantasoluja saa syntyneen lapsen napanuoran kudoksesta ja verestä (1 p.).

11.3.

Muutamana vuoden kuluttua käytössä uskotaan olevan jo 3D-biotulostettu sarveiskalvo, mutta pidemmän aikavälin tavoitteena voisi olla esimerkiksi täysin toiminnallisesti ja rakenteellisesti aitoa ihmisen sydäntä vastaava rakenne. Arvioi, miksi sarveiskalvo on helpommin biotulostettavissa kuin sydän. (7 p.).

- Sarveiskalvo on sydäntä pienempi rakenne (1 p.). Sydämessä on enemmän soluja kuin sarveiskalvossa (1 p.)
- Sarveiskalvo on rakenteeltaan yksinkertainen verrattuna sydämeen (1 p.) Sydän rakentuu kahdesta eteisestä ja kahdesta kammiosta (1 p.)
- Sydänlihaskudoksen solut muodostavat verkkomaisen/monimutkaisen rakenteen (1 p.)
- Sarveiskalvo on epiteelikudosta (1 p.) ja sidekudosta (1 p.), kun taas sydämessä on useita/kaikkia eri kudostyyppisiä (1 p.).
- Sydämessä on runsaasti (motorisia) hermosoluja (1 p.), jotka saavat aikaa sydämen supistumisen (1 p.). Hermosto pitää myös biotulostaa sydämeen.
- Sarveiskalvossa vapaita tuntohermopäätteitä (1 p.) ja hermosolut ovat vain sensorisia (1 p.)
- Sydämessä on runsaasti verisuonia, jotka pitää biotulostaa sydämeen. Sarveiskalvossa ei ole verisuonia. (1 p.)