



Biologia 24.9.2020

Alustavat hyvän vastauksen piirteet 24.9.2020

Alustavat hyvän vastauksen piirteet on suuntaa-antava kuvaus kokeen tehtäviin odotetuista vastauksista ja tarkoitettu ensisijaisesti tueksi alustavaa arvostelua varten. Alustavat hyvän vastauksen piirteet eivät välttämättä sisällä ja kuvaa tehtävien kaikkia hyväksytyjä vastauksia. Alustavat hyvän vastauksen piirteet eivät ole osa Ylioppilastutkintolautakunnan yleisissä määräyksissä ja ohjeissa tarkoitettua tietoa siitä, miten arvosteluperusteita on sovellettu yksittäisen kokelaan koesuoritukseen. Alustavat hyvän vastauksen piirteet eivät sido Ylioppilastutkintolautakuntaa lopullisen arvostelun perusteiden laadinnassa.

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

Biologian ylioppilaskokeessa arvioidaan kokelaan biologisen ajattelun ja tietämyksen kehittyneisyyttä, kykyä esittää vaadittavat asiat 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: 20 pisteen tehtävä

1. Monivalintatehtävä (20 p.)

1.1. Päivällä kasvin lehtien ilmaraot (2 p.) (monivalintavastaus)

- vapauttavat ulospäin vettä. (2 p.)

1.2. Sammalet ottavat vettä pääasiassa (2 p.) (monivalintavastaus)

- lehdillään. (2 p.)

1.3. Kun punasolu laitetaan 0,9-prosenttiseen suolaliuokseen (fysiologinen suolaliuos), (2 p.) (monivalintavastaus)

- solu säilyy entisellään. (2 p.)

1.4. Eläinsolujen sisälle kulkee glukoosia (2 p.) (monivalintavastaus)

- kantajaproteiinien avulla. (2 p.)

1.5. Mikä seuraavista soluhengitykseen liittyvistä väitteistä on väärin? (2 p.) (monivalintavastaus)

- Sitruunahappokierrossa sitoutuu hiilidioksidia. (2 p.)

1.6. Proteiinisynteesiin osallistuva siirtäjä-RNA (2 p.) (monivalintavastaus)

- tuo translaatiossa tietyn aminohapon ribosomille. (2 p.)

1.7. Pistemutaatiossa (2 p.) (monivalintavastaus)

- yksi geenin nukleotideista muuttuu toiseksi. (2 p.)

1.8. Perheessä molemmat vanhemmat ovat autosomaalisesti ja resessiivisesti periytyvän taudin terveitä kantajia. Perinnöllisyyden periaatteiden mukaisesti lapset ovat (2 p.) (monivalintavastaus)

- terveitä, sairaita ja kantajia suhteessa $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}$ ja $\frac{1}{2}$. (2 p.)

1.9. Mehiläiskoiraalla eli kuhnurilla on autosomaalisesti periytyvä dominoiva alleeli, joka aiheuttaa erään sairauden. Kuhnurit ovat aina haploideja. Mehiläiskuningattarella ei ole kyseistä sairausalleelia. Se munii tuhat tämän koiraan siittiöiden hedelmöittämää munaa. Kuinka suuri osuus syntyvistä työläismehiläisistä sairastuu? (2 p.) (monivalintavastaus)

- Kaikki työläiset ovat sairaita. (2 p.)

1.10. Puna-vihersokeuden aiheuttaa ihmisen X-kromosomissa sijaitseva resessiivinen alleeli. Mikä seuraavista väittämistä on oikein? (2 p.) (monivalintavastaus)

- Puna-vihersokean naisen isä on aina puna-vihersokea. (2 p.)



Osa II: 15 pisteen tehtävät

2. Eliölajit ja solutyypit (15 p.)

2.1. (5 p.)

Laji 1: palokärki

Laji 2: kielo

Laji 3: seinäsammal

Laji 4: valkokärpässieni

Laji 5: ahma

2.2. (10 p.)

Kussakin kohdassa oikea yhdistäminen 1 p. ja perustelu 1 p.

Kuva A – laji 1 tai laji 5

Kuva B – laji 2

Kuva C – laji 4

Kuva D – laji 1 tai laji 5

Kuva E – laji 3 (Myös laji 2 hyväksytään. Tällöin yhdistämisestä voi saada enintään 4 pistettä, koska kunkin kuvan voi yhdistää vain kerran.)

Kuvassa A on lihassoluja, joita on selkärangaisilla. Tehtävän lajeista näitä ovat palokärki ja ahma.

Kuvassa B näkyy kasvin varren poikkileikkaus ja siinä johtosolukkoa. Tehtävän lajeista kielo on putkilokasvi, jolle johtosolukko on ominaista.

Kuvassa C on sienirihmaston soluja. Sienet, esimerkiksi valkokärpässieni, rakentuvat sienirihmastosta.

Kuvassa D on hermosolu. Hermosoluja on palokärjellä ja ahmalla.

Kuvassa E on kasvisoluja, joissa näkyy viherhiukkasia. Tällaiset solut ovat tyypillisiä esimerkiksi sammalille (tehtävässä seinäsammal).

3. Elämän siirtyminen maalle (15 p.)

Hyvässä vastauksessa kohdissa 3.1.–3.3. käsitellään sekä kasveja että eläimiä.

3.1. (4 p.)

Kasvien joukossa ensimmäisiä vedestä maalle siirtyneitä ryhmiä olivat levien ohella sammalet (1 p.) ja sanikkaiset (1 p.). Eläinten joukossa ensimmäisiä maalle siirtyneitä ryhmiä olivat selkärangattomat, kuten niveljalkaiset (1 p.), ja selkärangaisiin kuuluvat, kaloista kehittyneet sammakkoeläimet (1 p.).



3.2. (7 p.)

Yhteensä 7 pistettä esimerkiksi seuraavista:

Maakasvien varsiin kehittyi vankempaa solukkoa (tukisolukko, puutunut soluseinä), jotta ne pystyivät pystyssä ilman veden tukea ja kestäisivät paremmin kuivuutta (2 p.). Sanikkaiselle kehittyi juuret, jotka edistävät veden ja ravinteiden ottamista (1 p.). Ensimmäisten maakasvien oli myös sopeuduttava levittämään itiöitään tuulen välityksellä (1 p.). Sammalet ja sanikkaiset tarvitsevat tosin edelleen jonkin verran kosteutta kyetäkseen lisääntymään (1 p.). Eläimille kehittyi raajat, joilla ne pystyivät liikkumaan maalla (1 p.). Eläinten ihon oli sopeuduttava kestämään kuivumista (1 p.), ja niille kehittyi hengitystä varten keuhkot (1 p.) kidusten sijaan. Maaeläimet sopeutuivat myös lisääntymään kuivalla maalla (1 p.), vaikka sammakkoeläimet ovatkin edelleen osittain vedestä riippuvaisia lisääntyessään (1 p.). Myöhemmin kehittyneet matelijat ja linnut lisääntyvät kovakuoristen munien avulla (1 p.).

3.3. (4 p.)

Yhteensä 4 pistettä esimerkiksi seuraavista:

Maalle siirtyneet eliöt välttivät vedessä elävät saalistajat (1 p.). Aluksi, kun maalla eli vielä vain vähän eliöitä, myös kilpailijoita oli vähemmän (1 p.). Kuivalla maalla eläimet ja kasvit pystyivät valloittamaan uusia elinympäristöjä (1 p.). Myöhemmin, kun kuivalle maalle oli muodostunut monimutkaisia ekosysteemejä, maaeläimet pystyivät hyödyntämään uusia ravinnonlähteitä, kuten kasveja ja muita maaeläimiä (1 p.). Kasvit saivat maalla enemmän valoa kuin vedessä (1 p.).

4. Puun rungon rakennusaineet (15 p.)

4.1. (12 p.)

Hiilihydraattien sisältämä energia, yhteensä 9 pistettä seuraavista:

Koivupuun on saanut hiilihydraattien sidosenergian fotosynteesin tuloksena näkyvän valon sisältämästä energiasta (2 p.). Viherhiukkasissa sijaitsevat klorofyllimolekyylit kaappaavat fotosynteesin valoreaktioissa valoenergiaa (2 p.). Se on tarpeen veden fotolyysissa, jossa vesimolekyylit hajoavat (1 p.) ja niistä irtoaa protoneja, elektroneja ja happiatomeja. Veden protonit kulkeutuvat kloroplasteissa lopulta NADP:lle, josta muodostuu NADPH:ta (1 p.). Vedestä irtoavat elektronit siirtyvät elektroninsiirtoketjussa (1 p.) kloroplastin kalvorakenteissa, ja niiden energiasisältö kanavoituu protonigradiettiin (1 p.). Energia käytetään ATP:n valmistukseen (1 p.), ja ATP välittää energian pimeäreaktioihin (1 p.) ja glukoosin muodostukseen (1 p.).



Hiilihydraattien vety, happi ja hiili, yhteensä 3 pistettä seuraavista:

Fotosynteesin pimeäreaktioissa ilmakehän hiilidioksidia (CO₂) sitoutuu orgaaniseksi yhdisteiksi, viime kädessä glukoosiksi, joka toimii selluloosan, hemiselluloosan ja ligniinin lähtöaineena. Hiilihydraattien hiili- ja happiatomit ovat siten peräisin hiilidioksidista. (2 p.)

Hiilihydraattien vety on irronnut vedestä fotolyysin seurauksena ja viime kädessä valoreaktioiden lopputuotteena syntyneestä vedynsiirtäjästä, NADH:sta. (1 p.)

Korvaavaa tietoa: Vedestä irronnut happi vapautuu ilmakehään, eikä sitä siis ole hiilihydraateissa. (1 p.)

4.2. (3 p.)

Yhteensä 3 pistettä seuraavista:

Puusolukon soluseinissä (1 p.) on paljon selluloosaa. Soluseinä tukee kasvisolua (1 p.). Soluseinä yhdessä turgoripaineen kanssa saa aikaan kestävästä rakenteesta (1 p.). Rungon paksuuskasvu perustuu selluloosaa sisältävien solukoiden muodostumiseen jälsikerroksen jakautuessa. (1 p.)

5. Suojelualueet (15 p.)

5.1. (5 p.)

Hyvässä vastauksessa käsitellään sekä kansallis- että luonnonpuistoja, yhteensä 5 pistettä seuraavista:

Kansallispuistot ovat yleisölle avoimia, joten ne palvelevat luonnonsuojelun lisäksi virkistyskäytössä (1 p.). Kansallispuistoissa saa liikkua (1 p.) lihasvoimin rajoitusosia lukuun ottamatta. Marjastus ja sienestys (1 p.) sekä onkiminen ja pilkkiminen (1 p.) on yleensä sallittua kansallispuistoissa. Kansallispuistot ovat usein pinta-alaltaan suuria (1 p.).

Luonnonpuistot ovat pääosin yleisöltä suljettuja (1 p.), tai liikkuminen niissä on rajoitettua. Ne palvelevat ensisijaisesti tutkimusta ja luonnonsuojelua (1 p.). Luonnonpuistojen pinta-ala on keskimäärin pienempi kuin kansallispuistojen (1 p.).

5.2. (10 p.)

Yhteensä 10 pistettä seuraavista:

Kansallispuistot 1 ja 2 ovat pinta-alaltaan pieniä ja kansallispuisto 3 on suuri (1 p.). Suuressa kansallispuistossa voi olla suuri määrä saman lajin populaatioita (1 p.) tai populaatioiden yksilömäärät saattavat olla suuria (1 p.). Suuressa kansallispuistossa voi olla paljon erilaisia elinympäristöjä (1 p.) ja niissä lukuisia uhanalaisia lajeja (1 p.).



Kansallispuistot 1 ja 3 ovat muodoltaan yhtenäisiä ja kansallispuisto 2 on sirpaleinen (1 p.). Kun alue on yhtenäinen, yksilöiden siirtyminen populaatiosta toiseen on helppoa (1 p.). Sirpaleisella alueella yksilöiden siirtyminen on vähäisempää, mikä vähentää geenivirtaa populaatioiden välillä (1 p.). Sirpaleiselle alueelle on ominaista metapopulaatiot (1 p.), jotka ovat toisiinsa vuorovaikutuksessa olevia osapopulaatioita (1 p.). Sirpaleisten laikkujen välillä olevat ekologiset käytävät voivat edistää yksilöiden siirtymistä (1 p.).

Kansallispuiston ympärillä olevien elinympäristöjen yhtenäisyys ja monimuotoisuus vaikuttavat uhanalaisen lajin populaatioiden elinvoimaisuuteen (1 p.). Hyvässä vastauksessa voidaan käsitellä myös Pohjois- ja Etelä-Suomen kansallispuistojen eroja pinta-alan ja yhtenäisyyden näkökulmasta. (1 p.).

6. Solubiologia (15 p.)

6.1. (4 p.)

Kyseessä on mitoosi (1 p.). Vaiheet etenevät järjestyksessä 3, 4, 2, 1. (3 p.)

Pisteytys: 2 vaihetta oikeassa järjestyksessä tuottaa yhden pisteen ja kaikki 4 vaihetta oikeassa järjestyksessä tuottaa 3 pistettä.

6.2. (6 p.)

Kuva esittää mitoosin metafaasia eli keskivaihetta. (1 p.)

Rakenne 1: keskusjyvänen eli sentrioli (1 p.)

Rakenne 2: sukkularihma (1 p.)

Rakenne 3: Sisarkromatidi (kahdentunut kromosomi) (1 p.)

Sukkularihmat kiinnittyvät sentrioliin ja toisissaan kiinni oleviin sisarkromatidien sentromeereihin. (1 p.)

Keskusjyväseen kiinnittyneet sukkularihmat vetävät sisarkromatidit erilleen. (1 p.)

6.3. (5 p.)

Yhteensä 5 pistettä seuraavista:

Kuvassa 6.A esitetyn tapahtumaketjun jälkeen solu jakautuu (1 p.). Solukalvo ympäröi jakautuvan soluliman, jolloin muodostuu kaksi solua (1 p.). Kumpaankin soluun jää omia soluelimiä (1 p.). Muodostuneet solut ovat perimältään samanlaisia tytärsoluja (1 p.). Muodostuneet solut ovat välivaiheessa (1 p.). Välivaiheen aikana soluelimiä rakentuu (1 p.), ja ennen seuraavaa mitoosia DNA kahdentuu (1 p.).



7. Siitepöly ja allergia (15 p.)

7.1. (3 p.)

Siitepöly on putkilokasvin koiraspuolisia haploideja sukusoluja (2 p.), jotka syntyvät kukan heteissä (hedelehdissä) (1 p.).

7.2. (4 p.)

Yhteensä 4 pistettä seuraavista:

Koivu on tuulipölytteinen kasvi (1 p.). Tuulen mukana siitepöly voi levitä kauas (1 p.) puusta toiseen, jolloin tapahtuu ristipölytys (1 p.). Koivun koiraspuolisissa kukinnoissa eli hedenorkoissa syntyy valtavia määriä siitepölyhiukkasia, jotka leviävät tuulen mukana eminorkkoihin (1 p.). Siitepölyhiukkaset hedelmöittävät eminorkon munasoluja (1 p.). Tämän jälkeen kehittyy siemeniä (1 p.).

7.3. (6 p.)

Yhteensä 6 pistettä seuraavista:

Allergisessa reaktiossa jokin normaalisti vaaraton, mutta yliherkkyyttä aiheuttava aine eli allergeeni (1 p.), kuten koivun siitepölyn pintarakenteet (1 p.), saa aikaan voimakkaan antigeeni-reaktion (1 p.).

Allergian taustalla on B- tai T-imusolujen virheellinen aktivoituminen (1 p.) ja immunoglobuliini E -vasta-aineiden (IgE) tuotto (1 p.). Näiden reaktioiden avulla elimistö yrittää puolustautua väärin tunnistettua tunkeutujaa vastaan (1 p.).

B-imusolujen välittämää allergiaa kutsutaan välittömäksi allergiaksi, koska se puhkeaa heti (1 p.). T-imusolujen toiminnan seurauksena syntyvät allergiset oireet ilmenevät vasta muutaman päivän päästä, joten sitä kutsutaan viivästyneeksi allergiaksi (1 p.).

Allerginen reaktio ja IgE edistävät histamiinin vapautumista (1 p.), mikä taas lisää veren virtausta tulehdusalueelle ja edistää valkosolujen pääsyä kudokseen. Tästä aiheutuu turvotusta, punoitusta ja kutinaa.

Korvaavaa tietoa: Histamiineja on runsaasti ihossa, ruoansulatuskanavassa ja hengitysteissä ja myös aivoissa (1 p.).



7.4. (2 p.)

Yhteensä 2 pistettä seuraavista:

Antihistamiinit toimivat solukalvolla sijaitsevien histamiinireseptorien salpaajina (1 p.) ja siten estävät histamiinien toiminnan (1 p.). Antihistamiinit ehkäisevät tulehdusreaktiota ja muita allergiaoireita (1 p.).

8. Vesi ihmisen elimistössä (15 p.)

8.1. (3 p.)

Yhteensä 3 pistettä seuraavista:

Vettä tarvitaan ravintoaineiden, hormonien ja vitamiinien kuljetukseen (1 p.). Vesi laimentaa verta ja auttaa elimistön homeostaasin säilyttämisessä (1 p.). Aineenvaihduntareaktiot tapahtuvat vesiympäristössä (1 p.).

8.2. (6 p.)

Yhteensä 6 pistettä seuraavista:

Hypotalamus seuraa veren suolapitoisuutta ja säätelee janon tunnetta (1 p.). Antidiureettinen hormoni (ADH aivolisäkkeestä) (1 p.) lisää veden talteenottoa, jolloin veri laimenee (1 p.) ja verenpaine nousee (veren tilavuus kasvaa) (1 p.). Jos elimistössä on runsaasti vettä, ADH:n erityis vähenee ja elimistöstä poistuu paljon laimeaa virtsaa (1 p.). Jos vettä ei ole riittävästi, ADH:n erityis lisääntyy (1 p.). Virtsa on tällöin erittäin väkevää, koska vettä imeytyy munuaistiehyissä takaisin verenkiertoon (1 p.). Suolan puutteessa aldosteroni (1 p.) lisää natriumin talteenottoa munuaisissa (1 p.) ja verenpaine kohoaa, kun vettä imeytyy takaisin elimistöön (1 p.).

8.3. (6 p.)

Yhteensä 6 pistettä seuraavista:

Liiallinen vesi poistuu munuaisissa muodostuvana virtsana virtsarakon ja virtsaputken kautta (2 p.). Vettä poistuu myös hikirauhasten kautta erityisesti fyysisen rasituksen yhteydessä (1 p.). Ravinnon laatu vaikuttaa virtsan ja hikoilun mukana poistuvien aineiden määrään (1 p.). Esimerkiksi 10 g ruokasuolaa vaatii 3 dl vettä poistuakseen elimistöstä. Diureetit, mm. alkoholi ja kofeiini, lisäävät virtsan eritystä (1 p.), ja oksentaminen tai ripuli voivat vähentää nopeasti elimistön veden määrää (1 p.). Uloshengityksessä vettä poistuu suun ja nenän kautta (1 p.). Esimerkiksi kuivassa ilmastossa tai talvella pakkasessa vettä voi poistua 300–400 ml vuorokaudessa hengitysilman mukana. Pieniä määriä vettä poistuu myös kyynelnesteen mukana (1 p.).



Osa III: 20 pisteen tehtävät

9. Luonnon monimuotoisuus (20 p.)

9.1. (6 p.)

Geneettinen monimuotoisuus ilmenee lajinsisäisenä perinnöllisenä muunteluna populaatioissa. (2 p.)

Lajien monimuotoisuus tarkoittaa eri lajien määrää ja yksilöiden runsautta erilaisissa elinympäristöissä. (2 p.)

Ekosysteemien monimuotoisuus perustuu abioottisten ja bioottisten tekijöiden vaihteluun eri alueilla, mikä saa aikaan erilaisia ekosysteemejä. (2 p.)

9.2. (8 p.)

Hyvässä vastauksessa käsitellään metsiä (4 p.) sekä vähintään yhtä muuta elinympäristöä (yhteensä enintään 4 p.). Pisteytys: 1 p./seikka.

Metsien monimuotoisuutta heikentäviä tekijöitä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavista näkökulmista: liialliset hakkuut, metsäautotiet, vanhojen metsien väheneminen, suometsien ojitus ja metsäpalot.

Vesien, rantojen ja soiden monimuotoisuutta heikentäviä tekijöitä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavista näkökulmista: rehevöityminen, kosteikkojen kuivatus, umpeenkasvu, soiden ojitus, voimalaitosten rakentaminen sekä purojen ja koskien ruoppaus. Vastauksessa voidaan käsitellä myös Itämereen liittyviä asioita.

Perinneympäristöjen monimuotoisuutta heikentäviä tekijöitä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavista näkökulmista: umpeenkasvu, salaojitus, laidunnus ja vieraslajit.

Tunturipaljakoiden monimuotoisuutta heikentäviä tekijöitä voidaan tarkastella esimerkiksi seuraavista näkökulmista: ilmaston lämpeneminen ja metsänrajan siirtyminen sekä porojen laidunnus.

9.3. (6 p.)

Hyvässä vastauksessa arvioidaan luonnon monimuotoisuuden vähenemisestä ravinnontuotannolle ja ihmisen terveydelle aiheutuvia ongelmia eri näkökulmista. Pisteytys: 1 p./seikka.

Ravinnontuotannolle aiheutuvia ongelmia voidaan käsitellä esimerkiksi seuraavista näkökulmista: pölyttäjien määrä, geenivarat ja jalostaminen, ilmaston lämpeneminen, ravinteiden huuhtoutuminen



viljelymailta, maaperän saastuminen, kalalajiston yksipuolistuminen ja saaliin pieneneminen sekä tehomaatalouden harjoittaminen.

Ihmisen terveydelle aiheutuvia ongelmia voidaan käsitellä esimerkiksi seuraavista näkökulmista: lääkekasvien hyödyntäminen, immuunivaste ja altistuminen mikrobeille sekä luonnon virkistyskäyttö.

10. Kuuloaisti (20 p.)

10.1. (10 p.)

Vaihe A: Ääniaallot ohjautuvat korvakäytävän kautta tärykalvolle, joka alkaa tämän seurauksena värähdellä. (2 p.)

Vaihe B: Tärykalvoon yhteydessä olevat välikorvan kuuloluut välittävät värähtelyn edelleen (1 p.). Viimeinen kuuloluu, jalustin, on yhteydessä eteisikkunaan (1 p.), jonka kautta värähtely siirtyy sisäkorvaan (1 p.).

Vaihe C: Simpukassa sijaitsevat kuuloaistinsolujen karvat taipuvat katekalvon värähtelyjen vaikutuksesta. (3 p.)

Vaihe D. Kuuloaistinsoluissa syntyvä hermoimpulssi siirtyy kuulohermoa pitkin isoivojen kuuloalueelle ohimolohkoon. (2 p.)

10.2. (10 p.)

Yhteensä 10 pistettä seuraavista:

Ikääntyminen heikentää kuuloa vähitellen, kun sisäkorva ja kuulohermo rappeutuvat (3 p.). Myös tärykalvon jäykistyminen voi heikentää kuuloa (1 p.). Kovien äänten aiheuttama kuulon heikkeneminen voi olla väliaikaista, mutta se voi jäädä pysyväksi, jos liian koville äänille altistuu liian pitkäksi aikaa (3 p.). Kovat äänet saavat aikaan sisäkorvan aistinkarvasolujen vaurioitumisen (1 p.). Meluallistumisen seurauksena saattaa myös syntyä tinnitus eli jatkuva korvien soiminen (1 p.). Lisäksi kuuloa voivat heikentää taudit, kuten väli- tai sisäkorvan tulehdus ja liiallinen luukudoksen muodostuminen kuuloluihin eli otoskleroosi (2 p.). Myös aivokasvain voi aiheuttaa kuulon heikkenemistä, jos sellainen muodostuu aivojen kuuloalueelle ohimolohkossa (1 p.).



11. Bioteknologian sovellukset (20 p.)

11.1. (8 p.)

Elintarviketeollisuus

Hyvässä vastauksessa arvioidaan esimerkkien avulla bioteknologian hyödyntämistä elintarviketeollisuudessa. Käsiteltäviä aiheita voivat olla esimerkiksi hiivojen käyttö, alkoholi- ja maitohappokäyminen, entsyymien käyttö ja makeutusaineet. Pisteytys: 1 p. / hyvin käsitelty seikka.

11.2. (6 p.)

Metsäteollisuus

Hyvässä vastauksessa arvioidaan esimerkkien avulla bioteknologian hyödyntämistä metsäteollisuudessa. Käsiteltäviä aiheita voivat olla esimerkiksi mikrobien hyödyntäminen metsäteollisuudessa, biopohjaisten materiaalien tuotanto, metsäteollisuuden sivutuotteiden käyttö esimerkiksi energialähteenä ja nanoselluloosan tuotanto. Pisteytys: 2 p. / hyvin käsitelty seikka.

11.3. (6 p.)

Jätevesien puhdistus

Yhteensä 6 p. esimerkiksi seuraavista:

Kotitalouksien ja teollisuuden jätevedet sisältävät runsaasti orgaanista ainesta ja ravinteita. Mekaanisen jätevedenpuhdistuksen jälkeen seuraa biologinen jätevedenpuhdistus (1 p.). Siinä valinnan avulla jalostetut hajottajamikrobit käyttävät ravintonaan veteen ja aktiivilietteeseen liuenneita orgaanisia aineita (1 p.). Bakteerit pystyvät käyttämään osittain myös typen ja fosforin yhdisteitä (1 p.). (Ammoniumtypen poistossa *Nitrosomonas*-bakteerit hajottavat ammoniumtypen nitriitiksi. Tämän jälkeen ko. bakteerit hapettavat nitriitti-ionit nitraatti-ioneiksi ja typen poisto viimeistellään jälkisuodattamalla aktiiviliete kasvualustaan kiinnittyneiden denitrifikaatiobakteerien kautta, jotka muuttavat nitraatti-ionit typpikaasuksi.) Kemiallisessa puhdistuksessa jäteveden fosfori saostetaan ferrosulfaatilla. Tämän jälkeen vesi johdetaan jälkiselkiytysaltaaseen (1 p.), jossa liete, mikrobit ja saostunut fosfori painuvat pohjaan (1 p.). Sitten vesi voidaan johtaa edelleen vesistöön (1 p.). Jätevesien puhdistuksesta jäävää lietettä käytetään maanparannuksessa (1 p.).