

1. Miten lehtopöllön ruskean muodon osuus populaatiossa on muuttunut vuosina 1981-2008 (kuva 1)? Milloin ruskean muodon osuus oli pienin ja milloin suurin? Mikä oli harmaan muodon osuus vastaavina ajanjaksoina? (8 p)

- ruskea muoto on runsastunut tutkimusjaksolla (**A 2 p**)
- ruskean muodon osuus oli pienin jaksolla 1985-90 ja suurin jaksolla 2005-10 (**B 2 p**)
- jaksolla 1985-90 harmaan muodon osuus oli noin 0,87 (tai n. 87 %) (**C 2 p**) ja jaksolla 2005-10 noin 0,55 (tai n. 55 %) (**D 2 p**)

2. Miten lumen syvyys näyttäisi vaikuttavan harmaiden ja ruskeiden pöllöjen eloonjäämiseen (kuva 2a) (8 p)

- kun lunta ei ole tai sitä on vähän, harmaat ja ruskeat pöllöt säilyvät hengissä yhtä hyvin (**E 2 p**)
- molempien muotojen eloonjääminen pienenee lumipeitteen kasvaessa (**F 3 p**)
- ruskean värimuodon eloonjääminen pienenee enemmän kuin harmaan muodon lumen syvyyden kasvaessa (**G 3 p**)

3. Luonnehdi lumen syvyyttä läpi tutkimusajanjakson 1981-2008 (kuva 2b)? Mikä voisi selittää kuvassa näkyvän lumen syvyyden vaihtelun? (4 p)

- lumen syvyys on vaihdellut paljon koko tutkimusajanjakson (**I 1 p**)
- havaittavissa on kuitenkin selvä muutos (kuten regressiosuora antaa ymmärtää) tutkimusajanjakson alun usein runsaslumisista talvista loppuvuosien vähälumisiin talviin (**J 1 p**)
- lumen syvyyden vaihtelua selittävät sään/lämpötilan vaihtelut (**K 1 p**)
- laskeva trendi saattaa olla seurausta ilmaston muutoksesta/lämpenemisestä (**L 1 p**)

4. Mitä voit päätellä lehtopöllön värimuodoista tutkimusajanjaksolla (kuva 2c)? (8 p)

- harmaan muodon selviäminen on pysynyt lähes samana (tai noussut vähän) koko jakson (**M 2 p**)
- jakson alussa ruskean muodon eloonjääminen (n. 0,5) oli harmaata (n. 0,8) pienempi (**N 2 p**)
- jakson edetessä ruskea muoto on selvinnyt yhä paremmin (**O 2 p**)
- jakson viimeisinä vuosina värimuotojen eloonjäämisessä ei enää ole eroa (**P 2 p**)

5. Mistä evoluutiobiologisesti keskeisistä ilmiöistä lehtopöllöesimerkissä on kyse? 16 p

- tutkimusjakson loppupuolella entistä suurempi osuus myös ruskeista pöllöistä on pystynyt lisääntymään/niillä on parempi lisääntymismenestys/kelpoisuus (**Q 2 p**)
- väri on periytyvä ominaisuus/populaatiossa on muuntelua (**R 1 p**)
- kyseessä on suuntaava (**S 3 p**) (luonnon)valinta (**T 3 p**)
- kyseessä on mikroevolutiivinen muutos/alleelifrekvenssien (= lukumääräsuhteiden) muutos (**V 4 p**) ilmeisesti vasteena ilmaston/ympäristön muutokseen (**X 2 p**)
- se näkyy ruskean värimuodon runsastumisena populaatiossa tutkimusjakson aikana (**Y 1 p**)

- 44 p vastaukset

- 4 p selkeys ja loogisuus

GENETIIKAN VALINTAKOEKYSYMYKSET

Kysymys 2: Kesämökkisi lähellä olevan hakkuuaukon maitohorsmapopulaatioon ilmestyy valkokukkaisia yksilöitä. Olettaen että kukkien värin määrää yksi geeni, miten selvittäisit onko ominaisuus dominoiva vai resessiivinen? Kirjoita auki vaadittavat risteytykset. Huomaa, että luonnonpopulaatiot eivät välttämättä ole puhtaslinjaisia ja huomio kaikki eri genotyypimahdollisuudet.

Mallivastaus

Valkokukkaisuus voi olla joko yksilön perimä ominaisuus tai yksilönkehityksen aikana tapahtuneen mutaation tulos. Lisäksi valkokukkainen yksilö voi saapua hakkuuaukolle muualta siementen kulkeutumisen myötä. Siten ominaisuuden dominoivuutta ei voi selvittää vertaamalla kukan värinen yleisyyttä kukkapopulaatioissa.

Ominaisuuden dominoivuus voidaan testata risteytyskokeilla, joissa valkokukkainen yksilö risteytetään villityypin horsman kanssa ja tarkastellaan jälkeläisten (F1- ja F2-sukupolven) kukan väriä (4 p). Valkokukkaisuus voi olla joko dominoiva ominaisuus, jolloin se ilmenee sekä homo (AA) että heterotsygooteilla (Aa) (2 p), tai resessiivinen ominaisuus, jolloin se ilmenee ainoastaan homotsygooteilla (aa) (2 p).

Selvitettäessä ominaisuuden periytyvyyttä on yksinkertaisinta risteyttää valkokukkainen horsma villityypin yksilön kanssa. Mikäli valkokukkaisuus on dominoiva, saadaan F1 sukupolvesta joko 50% tai 100% valkokukkaisia, riippuen oliko parentaali valkokukkainen hetero- vai homotsygootti. Villityyppi olisi tällöin ollut automaattisesti homotsygootti:

	homotsygootti villityyppi ja dominoiva valkoinen heterotsygootti	homotsygootti villityyppi ja dominoiva valkoinen homotsygootti
P	aa x Aa	aa x AA
F1	aa ja Aa	Aa
suhde	1 : 1	1
kukkien väri	puolet valkoisia (6 p)	kaikki valkoisia (6 p)

Mikäli kaikki jälkeläiset ovat valkokukkaisia, on periytyvyys pääteltävissä dominoivaksi. On kuitenkin huomattava, että myös resessiivinen ominaisuus antaa heterotsygootin kanssa risteytettäessä suhteen 1:1:

	heterotsygootti villityyppi ja resessiivinen valkoinen homotsygootti
P	Aa x aa
F1	aa ja Aa
suhde	1 : 1
kukkien väri	puolet valkoisia (6 p)

Tällöin F1 sukupolvesta ei voida suoraan päätellä ominaisuuden dominoivuutta vaan tarvitaan F1 polven risteytys samanvärisistä kukista. Edellisen esimerkin mukaan resessiivisen valkoisen ominaisuuden tapauksessa (6 p):

	valkoiset keskenään	villityypit keskenään
F1	aa x aa	Aa x Aa
F2	aa	AA, Aa, aa
suhde	1	1: 2: 1
kukkien väri	kaikki valkoisia (6 p)	3 villityyppiä, 1 valkoinen (6 p)

Tehtävässä ei ole merkitystä kumpaa väriä käyttää esimerkkinä ja millä symboleilla kukan väriä merkitään. Yht. 44p + 4 p vastauksen loogisuudesta ja selkeydestä

3. Bakteerien evoluutio on hyvin nopeaa. Millä mekanismeilla bakteereissa tapahtuu geneettistä rekombinaatiota? Miksi muutokset ilmenevät nopeasti bakteeripopulaation ominaisuuksissa?

Geneettinen rekombinaatio on uusien geeniyhdistelmien ilmenemistä jälkeläisissä (2). Rekombinaatiossa bakteereihin siirtyy uusia geenejä bakteerin ulkopuolelta (2) plasmideina (1) ja kromosomaalisena DNA:na (1). Plasmidi on kromosomien ulkopuolella oleva periytyvä tekijä (1).

Transformaatiossa (2) bakteeri ottaa ympäristöstä (1) sisäänsä kuolleen bakteerin geenejä (2). Bakteerin kuollessa sen geneettinen aines vapautuu ympäristöön (1). Plasmidit säilyvät ehjinä ja siirtyvät uuteen isäntään kokonaisina (1). Kromosomaalinen DNA hajoaa (1) ja DNA jakso hakeutuu vastaanottajabakteerin genomissa vastinkohtaan korvaten sen (2).

Konjugaatiossa (2) luovuttajabakteeri kasvattaa ulokkeen/piluksen/silan/karvan (1) jolla se yhdistyy vastaanottajabakteeriin (2) ja siirtää siihen plasmidin (2).

Transduktiossa (2) geenit siirtyvät virusten/bakteriofagien (2) mukana. Viruksen lisääntyessä solussa, voi sen sisälle joutua isäntäbakteerin DNA:ta (2). Kun tällainen virus infektoi uuden isäntäbakteerin, siirtyy vanhasta bakteerista peräisin oleva DNA-jakso uuteen isäntäbakteeriin (2).

Muutokset bakteerin genomissa ilmenevät helposti, koska bakteerit ovat haploideja (2) eikä niillä siten ole peittyviä ominaisuuksia (2).

Bakteerit lisääntyvät suvuttomasti/jakautumalla (2) joten uusi ominaisuus periytyy kaikille jälkeläisille (2). Koska bakteerien jakautumisnopeus on suuri (2), uusi ominaisuus yleistyy nopeasti jos se auttaa bakteeria sopeutumaan paremmin ympäristöönsä (2).

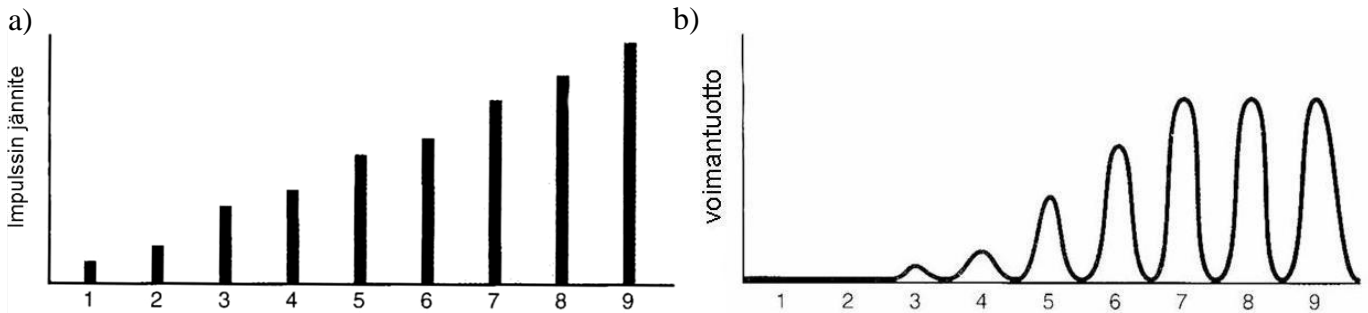
4 pistettä yleisestä selkeydestä.

JOHDANTO

Luustolihasen ja sen solujen toimintaa voidaan tutkia käyttämällä eristettyä lihasta, esim. pohjelihasta (*musculus gastrocnemius*). Tuore, irti preparoitu lihas, jossa solut ovat yhä toimintakykyisiä, kiinnitetään toisesta päästä koukulla kiinteään ja liikkumattomaan alustaan sekä toisesta päästä anturiin, joka mittaa supistuvan lihaksen voimantuottoa. Eristetty lihas saadaan supistumaan tuomalla lihaksen päihin kiinnitettyihin neulaelektrodeihin sähköimpulsseja. Sähköimpulssien suuruutta (jännite) ja kestoaikaa voidaan säädellä. Lihas reagoi lyhyeen, yksittäiseen sähköimpulssiin kuten hermon kautta tulevaan hermoimpulssiinkin: supistamalla nopeasti ja relaksoitumalla. Lihas koostuu tuhansista lihassoluista ja impulssin voimakkuuden kasvaessa yhä suurempi määrä lihassoluja aktivoituu. Lihaksen supistusvoiman muutos ajan funktiona voidaan esittää kuvaajana, ns. myogrammina.

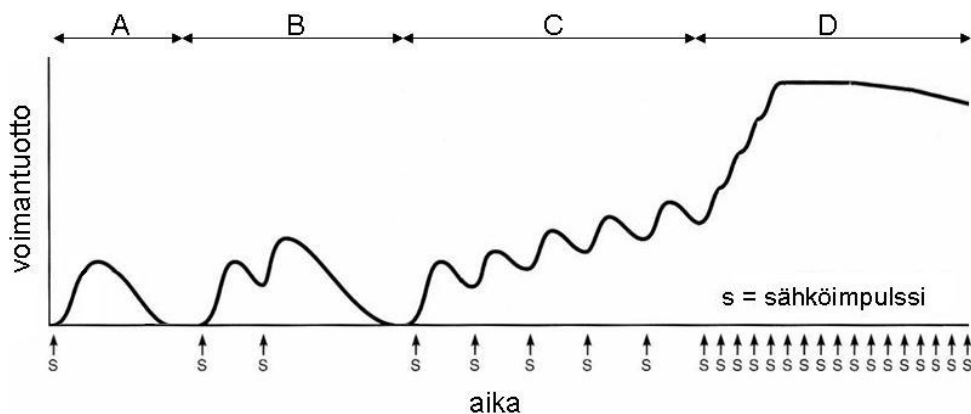
TEHTÄVÄ

Lihasta stimuloitiin yksittäisillä sähköimpulsseilla, joiden suuruutta kasvatettiin portaittain (kuva 1a). Kuvan 1b) myogrammi esittää mitattua voimantuottoa kullekin sähköimpulssille. Lihas sai levätä sähköimpulssien välillä, joten lihaksen supistumiset eivät ole toisistaan riippuvaisia. Mistä lihaksen voimantuotto riippuu? Selitä mitä kussakin kohdassa 1-9 tapahtuu. Miten sähköimpulssien aikaansaamat lihaksen voimantuotossa tapahtuneet muutokset selittyvät lihassolujen toiminnalla kohdissa 1-9?



Kuva 1. a) sähköimpulssit b) sähköimpulsseja vastaavat lihaksen voimantuotot

Toisessa kokeessa lihasta stimuloitiin jännitteeltään muuttumattomilla, sähköimpulsseilla (jännite sama kuin kuvan 1a) kohdassa 8). Sähköimpulsseja annettiin seuraavasti: yksittäinen (kuva 2, A-kohta), kaksi peräkkäin (B), useita peräkkäin tasaisin aikaväleillä matalalla taajuudella (C) ja useita peräkkäin tasaisin aikaväleillä korkealla taajuudella (D). Selitä mitä kohdissa A, B, C ja D tapahtuu. Miten sähköimpulssien aikaansaamat muutokset koko lihaksen voimantuotossa selittyvät lihassolujen toiminnalla?



Kuva 2. Lihaksen voimantuotot peräkkäisten sähköimpulssien aikana

Mallivastaus

1. Lihaksen voimantuotto riippuu siitä, kuinka moni lihassolu on samanaikaisesti supistuneena. (5 p)
2. Sähköimpulssit 1-2. Voimakkuus liian pieni, ei saa aikaan lihassolujen supistumista, lihas ei tuota voimaa. (3 p).
3. Sähköimpulssi 3. Sähköimpulssi ylittää minimijännitteen, joka vaaditaan lihaksen supistumiselle. Osa lihassoluista supistuu, lihaksen voimantuotto on mitattavissa. (3 p)
4. Sähköimpulssit 4-6. Impulssi edellistä impulssia voimakkaampi, suurempi määrä lihassoluja supistuu, lihaksen voimantuotto edellistä suurempi. (3 p)
5. Sähköimpulssit 7-9. Impulssit voimakkaampia kuin kohdassa 6, maksimaalinen määrä lihassoluja, joita yksittäinen sähköimpulssi voi saada supistumaan, on samaan aikaan supistuneena, lihaksen voimantuotto maksimaalista yksittäiselle sähköimpulssille. Voimantuotto ei kasva, vaikka impulssi voimistuu (3 p)

- A. Sähköimpulssi saa aikaan lihassupistuksen, jossa samanaikaisesti supistuvien lihassolujen määrä on suurin mahdollinen mitä yksittäisellä sähköimpulssilla voi saada aikaan. (3 p)
- B. Lihas ei ole ehtinyt täysin relaksoitua toisen sähköimpulssin antohetkellä (3 p). Lihassupistukset summautuvat yhteen ja voimantuotto on suurempi kuin yksittäisellä lihassupistuksella (5 p).
- C. Lihas ehtii vain hieman relaksoitua ennen kuin sähköimpulssi toistuu. Jokaisen toistuvan sähköimpulssin seurauksena lihaksen voimantuotto kasvaa portaittain (3 p). Vapautuneen kalsiumin määrä lihassolussa kasvaa ja mahdollistaa useiden lihassolujen samanaikaisen supistumisen (3 p).
- D. Lihas ei ehdi relaksoitua ennen kuin sähköimpulssi toistuu. Jokaisen toistuvan sähköimpulssin seurauksena lihaksen voimantuotto kasvaa ja saavuttaa lopulta maksimaalisen voimantuoton (3 p). Vapautuneen kalsiumin määrä lihassolussa kasvaa edelleen ja mahdollistaa useiden lihassolujen samanaikaisen supistumisen (2 p). Lihas pystyy hetken ylläpitämään maksimaalista voimantuottoa, mutta alkaa pian väsyä (5 p).

Loogisuus ja selkeys 1-4 p

KYSYMYS 5:

Kuvaa suomalaisen kangasmetsän kasvillisuuden luonnollisen sukcession pääpiirteet mainiten neljä eri sukcessiovaiheille tyypillistä kasvilajia. Miten metsänhoitotavat 1950-luvulta lähtien ovat muuttaneet metsiä ja niiden lajistoa ja miten on tämän muutoksen vastustamisen tarve otettu huomioon uusimmissa metsänhoitosuosituksissa?

Sukcessio on kehityskulku, jossa jokin häiriö hävittää paikan alkuperäisen lajijyhteisön ja vähittäisten muutosten kautta paikalle syntyy käytännössä muuttumaton kliimaksilajijyhteisö (2 p). Kangasmetsän luonnollisessa sukcessiossa metsäpalon tai muun tekijän (2 p) hävittäneen metsän paikalle saapuvat ensimmäisenä nopeasti leviävät (1 p) ja runsastuvat (1 p) pioneerikasvit (1 p) kuten maitohorsma. Monivuotiset ruohovartiset kasvit, esim. vadelma, parempina kilpailijoina (2 p) syrjäyttävät pioneerit. Vähitellen alueen valtaavat pensaat ja puut, esim. koivu, joiden varjostuksessa aluskasvillisuus vähitellen harvenee (1 p) ja puuston varttuessa sekametsäksi jäljelle jää varjoa sietäviä lajeja kuten kielo ja mustikka. Vähitellen lehtipuiden osuus vähenee kuusen runsastuessa (2 p) ja kenttäkerroksessa esim. seinä- ja kerrossammal runsastuvat. Noin 200 vuodessa (100 vuoden ylittävä ikäarvio tuo 1 p) saavutetun kliimaksivaiheen metsässä biomassa ja lahoppuun määrä ovat suurimmillaan (2 p), nuoressa metsässä lajimäärä ja perustuotanto ovat huipussaan (1 p). (Mikäli vähintään kolme eri sukcessiovaihetta on kuvattu oikein saa vastauksesta lisäksi 2 p, sekä 4 p, mikäli on mainittu neljä esimerkkilajia, jotka edustavat vähintään kahta eri sukcessiovaihetta.) Metsänhoito on lisännyt metsien puumäärää (1 p), mutta ihmisen kannalta haitallisena asiana voi nähdä esim. (mikä tahansa seuraavista esimerkeistä tuo 1 p) juurikäävän tai muiden tautien runsastumisen, ravinteiden huuhtoutumisen tuoreilta hakkuualoilta ja maiseman yksipuolistumisen. Elinympäristönä metsät ovat yksipuolistuneet (2 p). Monet lajit ovat harvinaistuneet tai kuolleet sukupuuttoon (2 p) kliimaksimetsien vähenemisen (2 p), havupuiden suosinnan (1 p), lahoppuun poistamisen (1 p), metsäpalojen ehkäisyn tai metsien pirstaloitumisen (jomman kumman mainitseminen tuo 1 p) takia. Uusien metsänhoitosuositusten periaatteena on metsien monimuotoisuuden lisääminen (2 p) esim. (yksi piste kustakin esimerkistä, maksimissaan 4 p) pienempien ja paremmin maaston muotoja seurailevien uudistusalojen, säästöpuiden ja pötkelöiden jättämisen, luontaisen uudistamisen suosimisen ja monen puulajin metsiköiden kasvattamisen avulla. Lisäksi hakkuiden ulkopuolelle jätetään uhanalaisille lajeille tärkeitä avainbiotooppeja (2 p), kuten (yksi piste per esimerkki, kolme esimerkkiä tuo maksimipistemäärän 3 p) lehtolaikut, vanhojen puiden saarekkeet, lähteet, purot, rotkot jyrkänteet, kalliot ja rannat.

Vastauksen sujuvuus ja loogisuus: 4 p