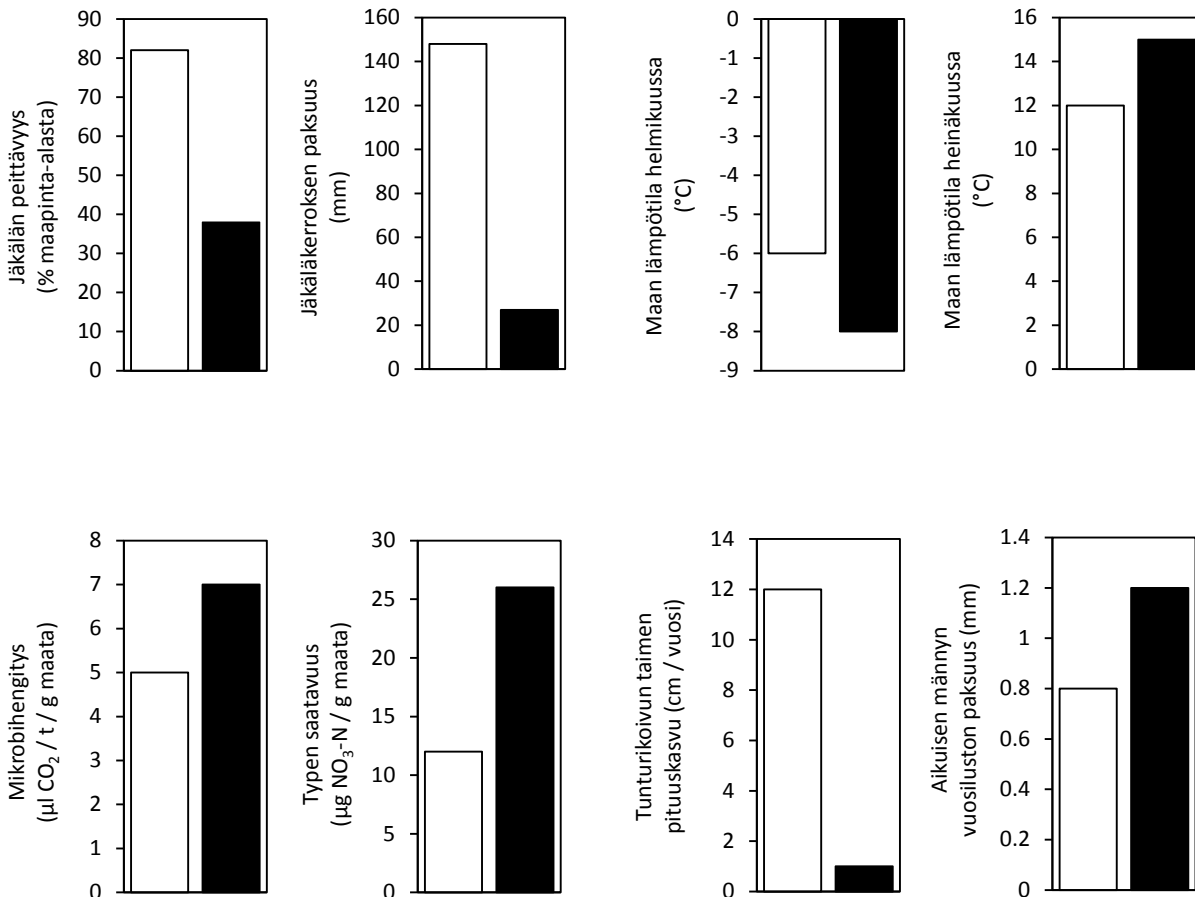


KYSYMYS 1

Fennoskandiassa porojen ruokavalio sisältää jäkälää, sammalia, heiniä ja varpuja mukaan lukien lehtipuiden lehvästön alaoksat ja taimet. Lapin poronhoitoalueella porojen laidunnuspaine on suuri. Tutkijat halusivat selvittää, miten laidunnus vaikuttaa pohjoisten metsäekosysteemien rakenteeseen ja toimintaan. He perustivat tunturikoivua ja mäntyä kasvavaan metsikköön tutkimusruutuja, joille porojen pääsy oli estetty aitaamalla, ja ruutuja, joilla porot saivat vapaasti laiduntaa. Viisitoista vuotta aitaamisen jälkeen tutkijat palasivat aidatuille (valkoiset pylväät) ja aitaamattomille (mustat pylväät) ruuduille ja mittasivat niillä kasvavan jäkäläkerroksen peittävyuden ja paksuuden, maan lämpötilan kesällä ja talvella sekä maan kesäaikaisen hajottajamikrobiston aktiivisuuden (mikrobien hengitys kuvastaa niiden aktiivisuutta) ja typen saatavuuden. Lopuksi he selvittivät ruuduilla kasvavien tunturikoivun taimien pituuskasvun ja aikuisten mäntyjen edellisen vuoden vuosiluston paksuuden. Tutkijoiden tulokset (Gornall ym. 2007 ja Fauria ym. 2008 vapaasti soveltaen) ovat seuraavat:



- (a) Mikä on todennäköisin syy maan lämpötilaeroihin aidattujen ja aitaamattomien ruutujen välillä? (7p)
- (b) Miten selität esitettyjen tulosten valossa ruutujen välisen eron typen saatavuudessa? (8p)
- (c) Miksi porojen vaikutus puun kasvuun näyttää eroavan puulajien välillä? (8p)
- (d) Voiko porolaidunnuksella olla myönteinen vaikutus tunturikoivun kasvuun? Perustele vastauksesi. (6p)
- (e) Miten ja miksi tutkittavan metsän kahden puulajin yksilömäärät tulevat muuttumaan seuraavan kahdensadan vuoden aikana, jos porojen laidunnuspaine pysyy ennallaan? (9p)

Vastauksen selkeydestä ja johdonmukaisuudesta saat lisäksi enintään 4 pistettä.

KYSYMYS 2

1980-luvulla Kary Mullis ymmärsi polymeraasiketjureaktion (polymerase chain reaction, PCR) tarpeellisuuden bioteknologiassa ja hän sai PCR tekniikan kehityksestä kemian Nobel-palkinnon vuonna 1993. PCR:n kehitystyössä yksi tärkeimmistä harppauksista otettiin, kun ymmärrettiin käyttää kuumissa lähteissä elävistä bakteereista eristettyjä lämmönkestäviä DNA-polymeraasientsyymejä.

- (a) Kuvaa PCR-tekniikan peruseriaate. Miksi lämmönkestävän DNA-polymeraasientsyymin käyttöönotto oli käännteentekevää PCR-tekniikan kehityksessä? (26 p)

- (b) PCR-reaktion suunnittelussa DNA-alkukkeen sulamislämpötila (T_m) tulee arvioida. Sulamislämpötila on se lämpötila, jossa puolet alukkeesta on paritunut vastinsekvenssiinsä ja puolet on yksijuosteista. Yksinkertaisimmillaan alukkeen sulamislämpötila (T_m) voidaan arvioida kaavalla:

$$T_m = [2 \cdot (A + T) + 4 \cdot (G + C)] \text{ } ^\circ\text{C}$$

, missä A, T, G ja C vastaavat kunkin nukleotidin lukumäärää sekvenssissä. Missä lämpötilassa kannattaa aluke-sekvenssi (AGCGATACCGCATGCA) yhdistää isäntäsekvenssiin? Miksi PCR-tuotteen DNA-juosteet eivät eroa samassa lämpötilassa kuin alukkeet irtoavat? (12 p)

Vastauksen selkeydestä ja johdonmukaisuudesta saat lisäksi enintään 4 pistettä.

KYSYMYKSI 3

Miten kalastus vaikuttaa kohdelajin populaatiodynamiikkaan ja ravintoverkkojen rakenteeseen? Määrittele keskeiset käsitteet ja erittele seuraukset sekä populaatiolle että eliöyhteisölle. (38 p)

Vastauksen selkeydestä ja johdonmukaisuudesta saat lisäksi enintään 4 pistettä.

KYSYMYKSI 4

Verenkierron tärkeä tehtävä on kuljettaa happea kudoksille ja poistaa syntyvää hiilidioksidia. Liikunnan aikana lihasten saamaan hapen määrään vaikuttaa suuresti sydämen minuuttitulavuus (*cardiac output*, CO). Se ilmaisee kuinka paljon sydän pystyy pumppaamaan verta minuutissa systeemiseen verenkiertoon ja lihasten käyttöön. Sydämen yhdellä supistuksella pumppaamaa verimäärää kutsutaan iskutilavuudeksi (*stroke volume*, SV). Jos iskutilavuus kerrotaan sykkeellä (*heart rate*, HR), saadaan sydämen minuuttitulavuus (CO). Jos iskutilavuus (SV) ja syke (HR) tiedetään, sydämen minuuttitulavuus (CO) voidaan laskea kaavalla

$$CO = SV \times HR$$

Sydämen minuuttitulavuuden määrittämiseksi voidaan käyttää myös ns. Fickin sääntöön perustuvaa menetelmää. Sääntöä sovellettaessa voidaan laskea minuuttitulavuus (CO), kun on määritetty elimistön hapenkulutus (VO_2) sekä valtimoveren ja laskimoveren happipitoisuuksien erotus ($AVDO_2$). Elimistön hapenkulutus (VO_2) kertoo, paljonko happea elimistö käyttää minuutissa. Happipitoisuuksien erotukseen ($AVDO_2$) vaikuttaa keuhkojen kautta kiertäneen veren määrä ja keuhkojen kaasujenvaihtokyky. Elimistön hapenkulutus (VO_2) määritetään yleensä hengityskaasuista ja veren happipitoisuus analysoidaan verinäytteistä. Sydämen minuuttitulavuus (CO) saadaan tämän jälkeen lasketuksi Fickin kaavalla:

$$CO = VO_2 / AVDO_2$$

Termi "maksimaalinen hapenkulutus" on otettu käyttöön 1920-luvulla. Maksimaalinen hapenkulutus kertoo elimistön kyvystä toimittaa kudokselle happea ja lihasten kyvystä käyttää sitä äärimmäisessä rasituksessa. Maksimaalinen hapenkulutus ilmaistaan usein suhteutettuna henkilön massaan eli suhteellisenä maksimaalisena hapenkulutuksena ($ml\ O_2\ per\ kg\ per\ min$). Tätä arvoa käytetään usein esimerkiksi urheilijoiden kestävyyskunnan arvioinnissa.

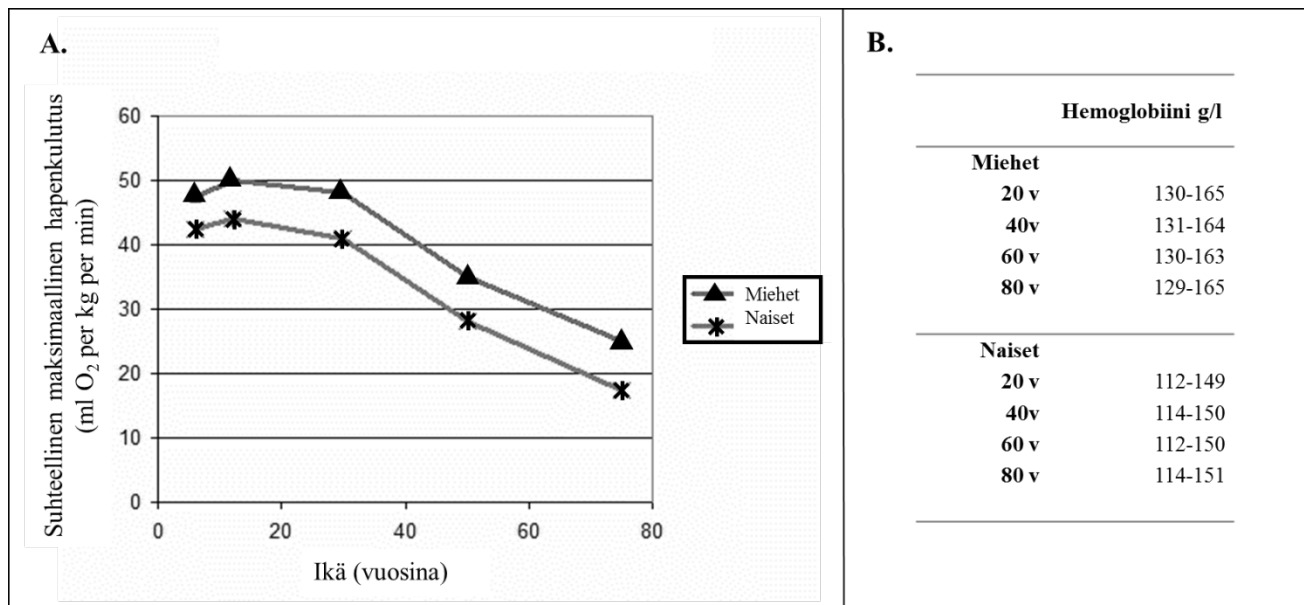
Koehenkilölle tehtiin fyysisen kunnon testirata, jonka aikana koehenkilöltä mitattiin hapenkulutus (VO_2), valtimoveren ja laskimoveren happipitoisuuksien erotus ($AVDO_2$) sekä syke (HR) levossa ja harjoituksen aikana (taulukko 1). Koehenkilöltä mitattiin myös paino ja pituus sekä juoksumatolla maksimaalinen hapenkulutus (taulukko 2).

Taulukko 1. Koehenkilön fyysisen kunnon mittaustulokset.

Parametrit	Levossa	Harjoituksen aikana
Hapen kulutus (VO_2)	250 ml O_2 per min	1500 ml O_2 per min
AVDO ₂	50 ml O_2 per litra verta	150 ml O_2 per litra verta
Syke (HR)	60 kertaa minuutissa	120 kertaa minuutissa

Taulukko 2. Koehenkilön tiedot ja juoksumattotestin tulokset.

Pituus	174 cm
Paino	80 kg
Maksimiarvot äärimmäisessä rasituksessa	
Hapen kulutus VO2	4000 ml O ₂ per min
Syke (HR)	192 kertaa minuutissa



Kuva 1. Suhteellinen maksimaalinen hapenkulutus (A) ja veren hemoglobiinipitoisuudet (B) eri ikäryhmissä miehillä ja naisilla.

KYSYMYKSET

Kysymyksissä 1-4 on viisi vastausvaihtoehtoa (a-e), joista yksi on oikein. Merkitse vastauspaperiin oikea vastaus. Oikeasta vastauksesta saa +4 pistettä, väärästä -1 pistettä ja vastaamatta jättämisestä 0 pistettä. Kysymyksissä 5 ja 6 kirjoita vastaus annettuun tilaan vastauspaperille.

Vastauksen selkeydestä ja johdonmukaisuudesta saat lisäksi enintään 4 pistettä.

1. Taulukossa 1 kuvatun harjoituksen aikana sydämen minuuttitilavuus (CO) kasvaa kertoimella

- a. 1.2
- b. 2
- c. 3
- d. 6
- e. 10

2. Mikä seuraavista kuvaa parhaiten sitä, mitä tapahtuu sydämen iskutilavuudelle (SV) harjoituksen aikana (taulukko 1)?

- a. Se laskee neljäsosaan
- b. Se laskee puoleen
- c. Se kasvaa nelinkertaiseksi
- d. Se kasvaa kaksinkertaiseksi
- e. Se pysyy muuttumattomana.

3. Tuloksista (taulukko 1) voidaan päätellä, että harjoituksen aikana lisääntynyt minuuttitilavuus (CO) on pääasiallisesti seurausta

- I. Sydämen sykkeen (HR)
- II. Iskuttilavuuden (SV)
- III. Verisuonten vastuksen muutoksesta.

- a. Ainoastaan kohta I
- b. Ainoastaan kohta II
- c. Ainoastaan kohta III
- d. Kohdat II ja III
- e. Kohdat I, II ja III.

4. Kun koehenkilön juoksumattotestin tuloksia verrataan kuvaan 1, voidaan päätellä että koehenkilö on

- a. Alle 30-vuotias mies
- b. Alle 30-vuotias nainen
- c. Noin 40 -vuotias mies
- d. Noin 40 -vuotias nainen
- e. Ei mikään edellisistä

5. Selitä kuvan 1 tietojen perusteella, mitkä tekijät vaikuttavat maksimaaliseen hapenottokykyyn ja miksi? (7 p)

6. Lisääntynyt hapentarve harjoituksen aikana johtaa myös lisääntyneeseen CO₂ tuotantoon. Kerro miten veren kohonnut CO₂ pitoisuus havaitaan elimistössä ja mitä vaikutuksia sillä on. (15 p)

KYSYMYS 5

Tutkit kasvilajia, jossa eräs geeni saa aikaan kukan muodostumisen. Dominoiva alleeli **K** estää kukkimisen ja ainoastaan resessiivinen homotsygootti **kk** kukkii normaalioloissa. Kaikki kasvit saadaan kuitenkin haluttaessa tietyllä lämpötilakäsittelyllä kukkimaan. Tässä samassa kasvilajissa eräässä toisessa kromosomissa sijaitseva geeni vaikuttaa kukan väriin. Dominoiva alleeli **R** saa aikaan punaisen kukan ja genotyyppi **rr** tuottaa valkoisen kukan. Risteytät genotyyppejä

KKrr (lämpökäsittely) x **kkRR**

(a) Mitkä ovat näiden vanhempaiskasvien fenotyypit ilman lämpötilakäsittelyä? (4 p)

Saat risteytyksen tuloksena F1-polven, jolle teet lämpötilakäsittelyn ja risteytät käsiteltyjä yksilöitä keskenään saaden lopuksi F2-polven.

(b) Mikä on F1-kasvien genotyyppi ja fenotyyppi ilman lämpötilakäsittelyä? (2 p)

(c) Esitä taulukko, josta näkyvät F1-polven tuottaman siitepölyn ja munasolujen (eli koiras- ja naarasgameettien) genotyypit ja F2-polven genotyypit (16 p). Esitä myös, mitkä ovat fenotyypit ilman lämpötilakäsittelyä ja missä lukusuhteissa niitä syntyy. (16 p)

Vastauksen selkeydestä ja johdonmukaisuudesta saat lisäksi enintään 4 pistettä