

Teknisiä merkintöjä: MOLE
(KOKEEN TUNNISTE)

Sivu: 1 (13)

Nimi: _____

Henkilötunnus: _____

Hakukohteen nimi: Päähaku, molekyylibiotieteiden kandiohjelma

Kokeen päivämäärä ja aika: Valintakoe 25.4.2018 klo 14.00-18.00

Kirjoita henkilö- ja yhteystietosi tekstaamalla.

Kirjoita nimesi latinalaisilla kirjaimilla (abcd...), älä esimerkiksi kyrillisillä kirjaimilla (абгд...).

Jos sinulla ei ole suomalaista henkilötunnusta, kirjoita sen asemesta syntymäaikasi.

Kirjoita henkilötiedot kaikille sivuille.

Sukunimi	
Kaikki etunimet	
Henkilötunnus	
Sähköpostiosoite	
Puhelinnumero	

Tarkista sivunumeroiden avulla, että olet saanut kaikki sivut.

Kirjoita alla olevaan laatikkoon nimikirjoituksesi merkinä siitä, että olet tarkistanut edellä mainitut asiat.

Nimikirjoitus	
---------------	--

Jos haluat, että tehtäviin kirjoittamasi vastaukset arvostellaan, jätä alla oleva laatikko tyhjäksi.

Jos haluat, että tehtäviin kirjoittamiasi vastauksia ei arvostella, kirjoita alla olevaan laatikkoon teksti "*Haluan, että vastauksiani ei arvostella*". Tässä tapauksessa saat vastauksistasi nolla pistettä.

Arvostelusta luopuminen	
-------------------------	--

Teknisiä merkintöjä: MOLE
(KOEEN TUNNISTE)

Sivu: 2 (13)

Nimi: _____

Henkilötunnus: _____

wvc

Lue huolellisesti kaikki ohjeet

- Tarkista, että saamassasi koenipussa on kansilehden ja ohjesivujen (sivut 1-4) lisäksi:
 - kysymys- ja vastausosio (sivut 5-13)
 - erillinen liitteenä oleva taulukkoaineisto, liite 1 (sivu 14)
 - yksi ruutupaperiarkki omia muistiinpanoja varten (konseptipaperi)
 - laskin
- Tehtävien vastaukset kirjoitetaan kysymys- ja vastausosioon.
- Tarkista, että olet kirjoittanut nimesi ja henkilötunnuksesi kaikkiin vastauslomakkeisiin.
- Kirjoita vastauksesi
 - suomeksi. Valintakoetehtäviin tulee vastata sillä kielellä, jolla hakija on ilmoittanut haluavansa tehtävät. Muilla kielillä kirjoitettuja vastauksia ei huomioida arvostelussa.
 - koemonisteelle. Kirjoita kukin vastaus sille varattuun tilaan. Arvostelija ei huomioi merkintöjä, jotka ovat vastaukselle varatun tilan ulkopuolella.
 - lyijykynällä ja selvällä käsialalla. Arvostelija tulkitsee tulkinnanvaraiset merkinnät vähiten pisteitä tuottavan vaihtoehdon mukaisesti.
- Voit luonnostella vastauksiasi ruutupaperille. Ruutupaperille tekemiäsi merkintöjä ei huomioida arvostelussa. Olet saanut yhden arkin ruutupaperia. Voit tarvittaessa pyytää lisää ruutupaperia valvojalta.
- Pidä koemateriaalisi niin, että lähelläsi istuvat hakijat eivät pysty katsomaan vastauksiasi ja merkintöjäsä.

Pisteyttäminen

Valintakokeesta voi saada enintään 120 pistettä. Tehtävät pisteytetään vähintään yhden pisteen välein. Osa-/tehtäväkohtaiset pisteet on ilmoitettu osan/tehtävän kohdalla.

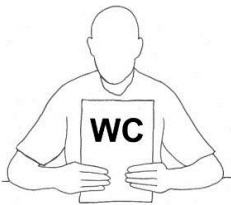
Hyväksyttävissä olevan hakijan on saatava vähintään 70 % kaikkien kokeeseen osallistuneiden saamien koepisteiden keskiarvosta.

Jos haluat valvojan huomion



Jos haluat valvojan huomion, nosta kätesi. Valvoja tulee luoksesi. Kerro asiasi valvojalle hiljaisella äänellä.

Jos haluat käydä vessassa



Voit käydä vessassa valvojan saattamana. Valvoja saattaa vessaan vain yhden kokelaan kerrallaan.

Useimpien koesalien läheisyydessä on vain kaksijakoisen sukupuolijärjestelmän mukaisia vessoja. Tämän vuoksi sinua vessaan saattavan valvojan on oltava miespuolinen, jos haluat käydä miehille tarkoitetussa vessassa, ja naispuolinen, jos haluat käydä naisille tarkoitetussa vessassa.

Jos haluat käydä vessassa, toimi seuraavasti:

1. Tarkista, että koesalissa on vähintään kaksi valvojaa ja että vähintään yksi valvojista on sellainen, joka voi saattaa sinut vessaan. Jos nämä ehdot eivät täyty, odota, että tilanne muuttuu.
2. Käännä esiin tämän kansilehti- ja ohjesivun sivu 2, jossa on isolla fontilla merkintä WC, ja nosta sitten nippu pystyyn teksti itsestäsi pois päin siten, että valvoja huomaa sinut ja tulee luoksesi. Odota kärsivällisesti. Valvoja ei välttämättä voi saattaa sinua vessaan heti. Valvoja ei myöskään välttämättä vie kokelaita vessaan samassa järjestyksessä, jossa kokelaat ilmoittivat tarpeestaan käydä vessassa.
3. Kun valvoja antaa sinulle merkin, kerää koepaperisi konseptiarkin sisälle ja jätä nippu pöydälle ja seuraa valvojaa vessaan.

Kun aiot palauttaa koepaperit

Kun aiot palauttaa koepaperit, järjestä paperit konseptiarkin sisälle samaan järjestykseen, jossa paperit sait. Palauta myös laskin.

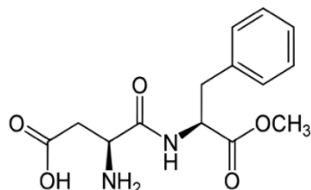
Kun lähdet palauttamaan koepapereita, ota mukaasi kaikki tavarat, jotka olet istumapaikalle vienyt, jotta sinun ei tarvitsisi palata noutamaan kyseisiä tavaroita.

Palauta kaikki saamasi koepaperit, myös suttupaperit, salin etuosassa olevalle valvojalle.

Palauta kaikki paperit, vaikket olisikaan tehnyt joitakin tehtäviä tai mitään tehtäviä. Todista henkilöllisyytesi, kun palautat paperit. Muista koepaperinipun kansilehden allekirjoitus. Kokeen valvoja merkitsee kokeeseen osallistumisen ja koepapereiden palautuksen osallistujalistaan. Tarvittaessa saat kokeen valvojalta erillisen todistuksen valintakokeeseen osallistumisesta.

Tehtävä 1 (30 pistettä)

Keinotekoinen makeutusaine aspartaami on rakenteeltaan metyloitu dipeptidi (kuva), jonka hydrolyysi tuottaa kaksi aminohappoa, asparagiinihapon ja fenyylialaniinin, ja metanolia.

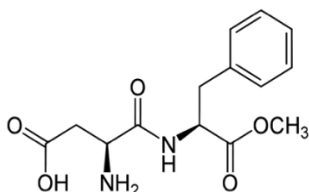


a. Piirrä aspartaamin hydrolyysituotteiden rakenteet ionisoitumattomassa muodossa (4 p)

b. Nimeä hydrolyysissä purkautuvat sidokset/sidostyytit (2 p)

c. Nimeä neljä aspartaamimolekyylissä olevaa funktionaalista ryhmää (4 p)

d. Rengasta aspartaamin rakennekaavaan ne vetyatomit, jotka voivat osallistua vetysidoksiin. Montako niitä on? (4 p)



e. Kuinka monta sp -, sp^2 - ja sp^3 -hybridisoitunutta hiiliatomia on aspartaamimolekyylissä (4 p)

Teknisiä merkintöjä: MOLE
(KOKKEEN TUNNISTE)

Sivu: 7 (13)

Nimi: _____

Henkilötunnus: _____

Tehtävä 2 (30 pistettä)

a. Diabetes on yleistynyt sairaus. Ihmisen insuliinia tarvitaan yhä suurempia määriä lääkkeeksi. Sitä tuotetaan yhdistelmä-DNA-tekniikan avulla mm. hiivassa (*Saccharomyces cerevisiae*). Kerro, miksi insuliinin tuotosta vastaavan yhdistelmä-DNA-molekyylin pitää sisältää promoottorialue, aloituskodoni (kodoni = emästripletti) ja koodaava alue. (3 p)

b. Tässä on pieni jakso lähetti-RNA:n sekvenssiä: 5'-gagaacuacugcaac-3'. Kerro, mitä aminohappoja tämä jakso voi koodata. (3 p)

c. Proteiinia koodaavassa geenissä tapahtuu sattumanvarainen pistemutaatio. Kuvaa minkälaisia vaikutuksia tällä mutaatiolla voi olla geenien ilmentymisen eri tasoilla ja proteiinien rakenteessa ja toiminnassa silloin, kun

- yksi nukleotidi korvautuu toisella nukleotidilla eksonin alueella
- yksi nukleotidi deletoituu eksonin alueella
- mutaatio tapahtuu eksonin ja intronin rajapinnassa
- mutaatio tapahtuu promoottorin alueella

(8 p)

Teknisiä merkintöjä: MOLE
(KOKKEEN TUNNISTE)

Sivu: 8 (13)

Nimi: _____

Henkilötunnus: _____

d. PCR on tärkeä menetelmä tarvittavien DNA-fragmenttien tuottamiseksi. Kuvaa PCR-reaktion (polymeraasiketjureaktio) toimintaperiaate ja vaiheet. (4 p)

e. Kuinka valmistat 100 μ M liuoksen PCR alukkeesta, joka toimitetaan kuivana 432 nmol:n eränä? (2 p)

f. Haluat PCR-reaktioosi alukkeen lopulliseksi konsentraatioksi 0,3 μ M. Reaktiutilavuus on 50 μ l. Paljonko pipetoit 10 μ M alukeliuosta reaktioon? (3 p)

Teknisiä merkintöjä: MOLE
(KOKKEEN TUNNISTE)

Sivu: 9 (13)

Nimi: _____

Henkilötunnus: _____

g. Hiivasolun tilavuus on noin $30 \mu\text{m}^3$. Proteiinien koko on keskimäärin 400 aminohappoa. Aminohapon keskimääräinen moolimassa on 110 g/mol , kun se on osana proteiiniirakennetta. Proteiinimolekyylien massa millilitrassa hiivan solunestettä on $0,18 \text{ g/ml}$. Avogadron vakio on noin $6,022 \cdot 10^{23} /\text{mol}$. Arvioi tämän perusteella proteiinimolekyylien lukumäärä hiivasolussa. (7 p)

Teknisiä merkintöjä: MOLE
(KOKKEEN TUNNISTE)

Sivu: 11 (13)

Nimi: _____

Henkilötunnus: _____

c. Kuvassa on beta-glukoosi tuolikonformaatioissa. Montako kiraalista keskusta on glukoosimolekyylissä? Merkitse ne kuvaan nuolella tai renkaalla. (2 p)



d. Miksi tuolimuoto on glukoosin energettisesti edullisin konformaatio? (4 p)

e. Mainitse kaksi disakkaridia ja kaksi polysakkaridia, jotka sisältävät rakenteessaan glukoosin. (4 p)

f. Määrittele elektronegatiivisuus (2 p)

g. Aseta seuraavat atomit kasvavan elektronegatiivisuuden mukaiseen järjestykseen: fluori, happi, litium, typpi. Perustele vastauksesi. (2 p)

Teknisiä merkintöjä: MOLE
(KOKEEN TUNNISTE)

Sivu: 12 (13)

Nimi: _____

Henkilötunnus: _____

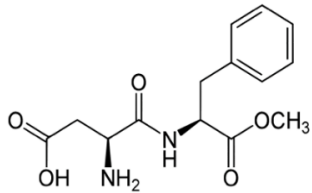
Tehtävä 4 (30 pistettä)

a. Määrittele lyhyesti, mitä on aiotumallisten eliöiden geneettinen rekombinaatio? Miten se eroaa mutaatioista? Mikä merkitys rekombinaatiolla ja mutaatioilla on evoluutiolle? (7 p)

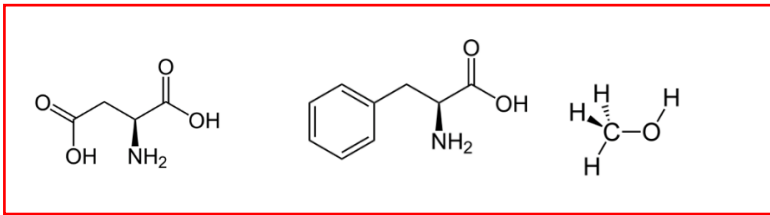
b. Mistä tiedät, ovatko kaksi samassa kromosomissa olevaa geeniä vahvasti vai heikosti kytkeytyneitä? Risteytettävien hiirien genotyypit ovat AaBb (toisessa kromosomissa alleelit AB ja toisessa ab) ja aabb (molemmissa kromosomeissa alleelit ab). Esitä risteytyskaavio, kun kytkentä on täydellinen ja toisaalta kun kytkentää ei ole (vapaa segregatio). Selitä lyhyesti, mitä tarkoittaa kytkentäanalyysi esimerkiksi sairausgeenin paikantamiseksi. (9 p)

Kysymys 1

Keinotekoinen makeutusaine aspartaami on rakenteeltaan metyloitu dipeptidi (kuva), jonka hydrolyysi tuottaa kaksi aminohappoa, asparagiinihapon ja fenyylialaniinin, ja metanolia.



a. Piirrä aspartaamin hydrolyysituotteiden rakenteet ionisoitumattomassa muodossa (4 p)



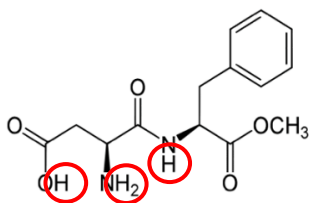
b. Nimeä hydrolyysissä purkautuvat sidokset/sidostyyppit (2 p)

Peptidisidos (amidisidos) ja esterisidos (1 p/oikein nimetty sidos)

c. Nimeä neljä aspartaamimolekyylissä olevaa funktionaalista ryhmää (4 p)

Aminoryhmä, karboksyylihapporyhmä, metyyliryhmä, fenyyliryhmä (ja amidiryhmä) (1 p/oikein nimetty ryhmä)

d. Rengasta aspartaamin rakennekaavaan ne vetyatomit, jotka voivat osallistua vetysidoksiin. Montako niitä on? (4 p)



4 kpl (1 p/oikein tunnistettu vetyatomi)

e. Kuinka monta sp^- , sp^2 - ja sp^3 -hybridisoitunutta hiiliatomia on aspartaamimolekyylissä (4 p)

sp : 0, sp^2 : 9, sp^3 : 5 (1 p/oikea $sp/sp^2/sp^3$ -hiilien lukumäärä, 1 p hiilien oikeasta kokonaislukumäärästä)

f. Mikä on aspartaamimolekyylin keskimääräinen sähkövaraus virvoitusjuomassa, jonka pH on 3? Asparagiinihapon α -aminoryhmän $pK_a = 9,33$, α -karboksyyliiryhmän $pK_a = 1,99$ ja sivuketjun karboksyyliiryhmän $pK_a = 3,90$.

Rengasta lähinnä oikea vaihtoehto ja perustele vastauksesi (6 p)

- i. -2
- ii. -1
- iii. 0
- iv. +1
- v. +2

Aspartaamissa on kaksi ionisoituvaa ryhmää: asparagiinihapon aminoryhmä ja sivuketjun karboksyylihapporyhmä. Aminoryhmä on tunnetusti emäksinen ja sillä on positiivinen varaus (+1) happamassa pH:ssa. Fenyylialaniinin karboksyylihapporyhmä muodostaa esterin metanolin kanssa eikä ionisoidu.

Asparagiinihapon karboksyylihapporyhmän $pK_a = 3,9$. Kun $pH = 3 (< 3,9)$ karboksyylihapporyhmä on valtaosin protonoituneessa eli ei-dissosioituneessa, sähköisesti neutraalissa muodossa.

Ainoaksi varaukseksi jää tällöin aminoryhmän positiivinen varaus.

Oikeasta vastauksesta 2 p, perusteluista 4 op (2 p varautuneiden ryhmien tunnistamisesta; 2 p pH:n ja pK_a :n välisen suhteen huomioimisesta).

g. Laske aspartaamin moolimassa ja kuinka monta grammaa vettä kuluu kun 0,4 moolia aspartaamia hydrolysoituu asparagiinihapoksi, fenyylialaniiniksi ja metanoliksi (6 p)

Atomipainot saadaan liitteenä olevasta jaksollisesta järjestelmästä ja moolimassa lasketaan rakenteesta: $14 \times C (12.011) + 18 \times H (1.008) + 2 \times N (14.007) + 5 \times O (15.999) = \underline{294.307} \text{ g/mol}$ (2 p)

Hydrolyysin reaktioyhtälö: $\text{aspartaami} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Asp} + \text{Phe} + \text{MeOH}$

0.4 moolin aspartaamia hydrolyysissä vettä kuluu siis 0.8 moolia vettä

Veden moolimassaksi (M) lasketaan (jaksollisen järjestelmän tietojen avulla) 18.015 g/mol.

$m = n \times M = 0.8 \text{ mol} \times 18.015 \text{ g/mol} = \underline{14.412} \text{ g}$

(4 p oikeasta vastauksesta; 2 p jos itse vastaus on väärä, mutta reaktion stökiometria on selvästi oivallettu)

Kysymys 2_mallivastaus

- a. Diabetes on yleistyvä sairaus. Ihmisen insuliinia tarvitaan yhä suurempia määriä lääkkeeksi. Sitä tuotetaan yhdistelmä-DNA-tekniikan avulla mm. hiivassa (*Saccharomyces cerevisiae*). Kerro, miksi insuliinin tuotosta vastaavan yhdistelmä-DNA-molekyylin pitää sisältää promoottorialue, aloituskodoni ja koodaava alue (3 p).

Määrittelyt voivat olla seuraavan kaltaisia. Jos vastaus on joku tai jokin kombinaatio seuraavista, niin voi antaa 1 pisteen per määrittely.

Promoottorialue (1 p): DNA-sekvenssi, joka toimii sitoutumisalueena RNA-polymeraasille ja mahdollistaa insuliinigeenin ilmentymisen

Aloituskodoni (1p): translaation eli proteiinisynteesin aloituksen mahdollistava kodoni, tyypillisesti koodaa metioniinia

Koodaava alue (1p): sekvenssi, jossa on aloituskodonista alkava ja lopetuskodoniin päättyvä avoin lukukehys, joka sisältää insuliinia koodaavat emästripletit, kodonit

- b. Tässä on pieni jakso lähetti-RNA:n sekvenssiä: 5'-gagaacuacugcaac-3'. Kerro, mitä aminohappoja tämä jakso voi koodata. (3 p)

Sekvenssiä voidaan lukea kolmella tavalla. Eri lukukehyksistä tulee erilaiset aminohapot. (1p/lukukehys).

1. gag aac uac ugc aac
Glu Asn Tyr Cys Asn

2. aga acu acu gca
Arg Thr Thr Ala

3. gaa cua cug caa
Glu Leu Leu Gln

c. Proteiinia koodaavassa geenissä tapahtuu sattumanvarainen pistemutaatio. Kuvaa minkälaisia vaikutuksia tällä mutaatiolla voi olla geenien ilmentymisen eri tasoilla ja proteiinien rakenteessa ja toiminnassa silloin, kun

- yksi nukleotidi korvautuu toisella nukleotidilla eksonin alueella
- yksi nukleotidi deletoituu eksonin alueella
- mutaatio tapahtuu eksonin ja intronin rajapinnassa
- mutaatio tapahtuu promoottorin alueella

(8 p)

1 p siitä, että ymmärtää vaikutuksen DNA/RNA-tasolla ja 1 p siitä, että ymmärtää vaikutuksen proteiinin rakenteeseen/toimintaan

Yksi nukleotidi korvautuu toisella nukleotidilla eksonin alueella:

- voi olla, että mutaatio näkyy vain nukleinihappotasolla

- voi olla, että mutaatio näkyy myös proteiinitasolla vaihtuneena aminohappona
- voi olla että on tai ei ole vaikutusta proteiinin rakenteeseen tai toimintaan
- vaikutus toimintaan voi olla positiivinen tai negatiivinen

Yksi nukleotidi deletoituu eksonin alueella:

- nukleinihappotasolla näkyy yhden nukleotidin deleetiona
- proteiinitasolla näkyy siten, että proteiinisynteesi jatkaa väärästä lukukehyksestä deleetion jälkeen, eli kasvavaan polypeptidiketjuun liitetään mutaatiokohdan jälkeen vääriä aminohappoja ja synteesi loppuu, kun ensimmäinen lopetuskodoni saavutetaan
- proteiinin toiminta ja rakenne tuhoutuvat suurella todennäköisyydellä

Mutaatio tapahtuu eksonin ja intronin rajapinnassa:

- vaikutus todennäköisesti näkyy silmukoinnin estymisenä tai heikentymisenä
- intronisekvenssin jääminen lähetti-RNA:han näkyy proteiinitasolla suurena insertiona (ylimääräisinä aminohappoina) tai jos intronissa on lopetuskodoni, lyhentyneenä proteiinituotteena
- tuhoaa tuotettavan proteiinin toiminnan ja rakenteen suurella todennäköisyydellä

Mutaatio tapahtuu promoottorialueella:

- voi vaikuttaa RNA-polymeraasin sitoutumiseen ja RNA-synteesin (transkription) aloitukseen
- jos heikentää/estää promoottorin toimintaa, vaikuttaa mahdollisesti siihen, että proteiinia tuotetaan tavallista vähemmän tai ei ollenkaan

d. PCR on tärkeä menetelmä tarvittavien DNA-fragmenttien tuottamiseksi. Kuvaa PCR-reaktion (polymeraasiketjureaktio) toimintaperiaate ja vaiheet. (4 p)

Reaktio perustuu DNA-polymeraasin toimintaan. Reaktio tarvitsee toimiakseen templaatin, alukkeet, nukleotidejä ja puskuriliuoksen. DNA-polymeraasi liittyy uusia nukleotidejä kasvavaan DNA-ketjuun siten, että muodostuu fosfodiesterisidos 3' hydroksyyli-ryhmän ja 5' fosfaattiryhmän välille. Templaatti määrää, mikä nukleotidi milloinkin liitetään (1p) ja alukkeet rajaavat monistettavan alueen. Reaktio on kolmivaiheinen – denaturaatio, alukkeiden kiinnittyminen ja DNA-synteesi. Jokainen reaktiovaihe tarvitsee sopivan lämpötilan. Kolmivaiheista reaktiota tehdään useita syklejä, jolloin päästään lähes eksponentiaaliseen DNA:n monistumiseen.

e. Kuinka valmistat 100 µM liuoksen PCR alukkeesta, joka toimitetaan kuivana 432 nmol:n eränä? (2 p)

$$c = 100 \text{ } \mu\text{mol/l}$$

$$n = 432 \text{ nmol} = 0,432 \text{ } \mu\text{mol}$$

$$c = n/V \rightarrow V = n/c$$

$$V = 0,432 \text{ } \mu\text{mol} / 100 \text{ } \mu\text{mol/l} = 0,00432 \text{ l} = 4,32 \text{ ml}$$

PCR aluke liuotetaan 4,32 ml:aan nestettä (vettä).

f. Haluat PCR-reaktioosi alukkeen lopulliseksi konsentraatioksi 0,3 μM . Reaktiotilavuus on 50 μl . Paljonko pipetoit 10 μM alukeliuosta reaktioon? (3 p)

Lasketaan laimennoskerroin: $10 \mu\text{M} / 0,3\mu\text{M} = 33.3$
 $50 \mu\text{l} / 33.3 = 1,5 \mu\text{l}$

Aluketta pipetoidaan reaktioon 1,5 μl .

g. Hiivasolun tilavuus on noin $30 \mu\text{m}^3$. Proteiinien koko on keskimäärin 400 aminohappoa. Aminohapon keskimääräinen moolimassa on 110 g/mol, kun se on osana proteiinin rakennetta. Proteiinimolekyylien massa millilitrassa hiivan solunestettä on 0,18 g/ml. Avogadron vakio on noin $6,022 \cdot 10^{23}$ /mol. Arvioi tämän perusteella proteiinimolekyylien lukumäärä hiivasolussa. (7 p)

Lasketaan aluksi hiivasolun sisältämän proteiinin (P) massa (m_P)

Proteiinin konsentraatio $c_P = 0,18 \text{ g/ml}$

$c_P = m_P/V \Rightarrow m_P = c_P \times V = (0.18 \text{ g/ml}) / 30 \mu\text{m}^3$

Yhtenäistetään tilavuusyksiköt (esim. litroiksi):

$1 \text{ ml} = 10^{-3} \text{ l}$

$30 \mu\text{m}^3 = 30 \times 10^{-15} \text{ l}$

$c_P = 180 \text{ g/l}$

$\Rightarrow m_P = 180 \text{ g l}^{-1} \times 30 \times 10^{-15} \text{ l} = 5.4 \times 10^{-12} \text{ g}$

Seuraavaksi lasketaan proteiinin ainemäärä (mooleina) hiivasolussa

$n = m/M$

M (keskimääräisen proteiinin moolimassa) = $400 \times 110 \text{ g/mol} = 44000 \text{ g} \times \text{mol}^{-1}$

$n = 5.4 \times 10^{-12} \text{ g} / 44000 \text{ g} \times \text{mol}^{-1} = 122,72 \times 10^{-18} \text{ mol}$

Tästä saadaan proteiinimolekyylien lukumäärä hiivasolussa kertomalla moolimäärä Avogadron luvulla:

$122,72 \times 10^{-18} \text{ mol} \times 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 73\,906\,364 = \underline{\underline{74 \text{ miljoonaa proteiinimolekyyliä}}}$

Vaihtoehtoinen laskutapa vähemmällä välivaiheilla: lasketaan suoraan yhden kuutiomikrometrin sisältämän proteiinimolekyylien lukumäärä

$$\left(\frac{N}{V}\right)_{\text{yeast}} = \frac{0.18 \text{ g/mL} \times 6 \times 10^{23} \text{ Da/g} \times 10^{-12} \text{ mL}/\mu\text{m}^3}{400 \text{ aa/protein} \times 110 \text{ Da/aa}} \approx 2.5 \times 10^6 \text{ proteins}/\mu\text{m}^3$$

ja kerrotaan tulos hiivasolun tilavuudella: $30 \mu\text{m}^3 \times 2.5 \times 10^6 \text{ proteiinimolekyyliä}/\mu\text{m}^3$
 $= 75 \times 10^6 \text{ proteiinimolekyyliä}$ (pieni ero johtuu pyöristämisestä)

Pisteytys:

Ratkaisun logiikasta 1-4 p, 2-3 p oikein laskemisesta ja muuntamisesta.

Kysymys 3_mallivastaus

a. Olet vastaanottanut postipaketin, jossa on Internet-kaupasta tilaamiasi kemikaaleja. Lähetyslistan mukaan paketissa on pussillinen natriumhydroksidia, pussillinen glukoosia, pussillinen steariinihappoa ja pussillinen titaanidioksidia. Paketissa on neljä pussia, joissa on kaikissa samannäköistä valkoista jauhetta. Pusseissa ei ole etikettejä tai mitään muita tunnistetietoja. Olettakaamme, että lähetyslista pitää paikkansa. Miten määrität kotikeittiössä, missä pussissa on mitäkin yhdistettä? (yhteensä 14 p, joista 6 p tulee yhdisteiden tunnistamisesta ja 8 p perusteluista)

Tiedetään, että

- natriumhydroksidi on vesiliukoinen, epäorgaaninen suola
- glukoosi on vesiliukoinen, orgaaninen yhdiste
- steariinihappo on veteen liukenematon, orgaaninen yhdiste
- titaanidioksidi on veteen liukenematon, epäorgaaninen suola

Nimetään yhdisteitä sisältävät pussit : A, B, C, D.

Pieni määrä yhdisteitä sekoitetaan veteen vesiliukoisuuden määrittämiseksi. Esimerkiksi orgaanisen luonteen osoittaminen voidaan tehdä (a) polttamalla tulitikun liekissä tai (b) kuumentamalla kuumentamalla pientä määrää yhdistettä varovasti pannulla: steariinihappo sulaa ensin, glukoosi karamellisoituu, pannu otetaan pois levyltä kun kaksi ensimmäistä yhdistettä ovat muuttaneet olomuotoaan.

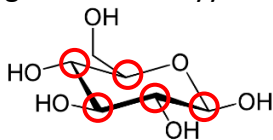
Havaitaan, että yhdisteet A ja B ovat vesiliukoisia ja B ja C ovat orgaanisia. Vesiliukoisuuden ja orgaanisen luonteen perusteella yhdisteet voidaan yksiselitteisesti tunnistaa.

Pisteytys: toimiva koesuunnitelma, joka jakaa yhdisteet k ryhmään antaa $2 \cdot (k-1)$ pistettä (kaksi ryhmää antaa 2 p, kolme ryhmää antaa 4 p, neljä ryhmää antaa 6 p). Miinuspisteitä epäeettisistä tai vaarallisista koejärjestelyistä (koe-eläin, maistaminen). Ominaisuuksien (vesiliukoisuus, palaminen/lämpöstabiilisuus) johtaminen molekyylin rakenteesta +2 p/yhdiste.

b. Määrittele kiraalinen keskus. (2 p)

Kiraalinen keskus on hiiliatomi, jolla on neljä eri substituenttia (asymmetrinen hiili)

c. Kuvassa on beta-glukoosi tuolikongformaatiossa. Montako kiraalista keskusta on glukoosimolekyylissä? Merkitse ne kuvaan nuolella tai renkaalla. (2 p)



Kiraalisia keskuksia on 5. Merkitty kuvaan.

d. Miksi tuolimuoto on glukoosin energettisesti edullisin konformaatio? (4 p)

Ekvatoriaalisilla ryhmillä on suurin liikkumisen vapaus. Beta-glukoosin tuolimuodossa kaikki renkaaseen kiinnittyvät hydroksyylioryhmät ja isokokoinen hydroksimetyylioryhmä ovat ekvatoriaalisia; ts. ne ovat mahdollisimman kaukana toisistaan, mikä minimoi yhteentörmäykset.

e. Mainitse kaksi disakkaridia ja kaksi polysakkaridia, jotka sisältävät rakenteessaan glukoosin (4 p)

Disakkarideja mm. laktoosi, fruktoosi, sellobioosi, maltoosi (1 p/disakkaridi).

Polysakkarideja mm. tärkkelys, glykogeeni ja selluloosa (1 p/polysakkaridi)

f. Määrittele elektronegatiivisuus (2 p)

Elektronegatiivisuus on mitta atomin kyvylle vetää puoleensa kovalenttisen sidoksen sidoselektroneja. Mitä voimakkaammin atomi vetää sidoselektroneja, sen korkeampi on sen elektronegatiivisuus (sen suurempi elektroniaffiniteetti).

g. Aseta seuraavat atomit kasvavan elektronegatiivisuuden mukaiseen järjestykseen: fluori, happi, litium, typpi. Perustele vastauksesi. (2 p)

Li (vähiten elektronegatiivinen) < N < O < F (1 p)

Elektronegatiivisuus kasvaa alkuaineiden jaksollisessa järjestelmässä alkuainejaksoissa yleisesti vasemmalta oikealle ja saman alkuaineryhmän sisällä alhaalta ylös. (1 p)

Kysymys 4_mallivastaus

a. Määrittele lyhyesti, mitä on aiotumallisten eliöiden geneettinen rekombinaatio? Miten se eroaa mutaatioista? Mikä merkitys rekombinaatiolla ja mutaatioilla on evoluutiolle? (7 p)

Geneettinen rekombinaatio aiheutuu vastinkromosomien satunnaisesta asettumisesta jakotasoon meioosissa (mendelistinen rekombinaatio), tekijäinvaihdunnasta eli geenienvaihdunnasta vastinkromosomien ollessa konjugoituneina eli asettuneina rinnakkain meioosissa (crossing over) ja sukusolujen sattumanvaraisesta kohtaamisesta. (3 p)

Rekombinaatio yhdistelee alleeleja eri tavoin, mutta mutaatiot tuottavat uusia alleelityyppejä (2 p).

Rekombinaation kautta muodostuu uusia alleeliyhdistelmiä (genotyyppisiä), mikä lisää populaatioiden joustavuutta ja sopeutumiskykyä. Mutaatiot tuottavat uusia alleelityyppejä ja aiheuttavat pysyvämpiä muutoksia populaatioiden geneettiseen koostumukseen. (2 p)

b. Mistä tiedät, ovatko kaksi samassa kromosomissa olevaa geeniä vahvasti vai heikosti kytkeytyneitä? Risteytettävien hiirien genotyypit ovat AaBb (toisessa kromosomissa alleelit AB ja toisessa ab) ja aabb (molemmilla kromosomeilla alleelit ab). Esitä risteytyskaavio, kun kytkentä on täydellinen ja toisaalta kun kytkentää ei ole (vapaa segregatio). Selitä lyhyesti, mitä tarkoittaa kytkentäanalyysi esimerkiksi sairausgeenin paikantamiseksi. (9 p)

Kun kytkentä on vahva, saadaan vain (tai enimmäkseen) vanhempaistyyppisiä jälkeläisiä. Kun kytkentä on heikko, saadaan myös rekombinanttityyppejä jälkeläisiä. (2 p)

Kytkentä:	risteytys	AaBb	x	aabb
	sukusolut	AB, ab		ab
	jälkeläiset	AaBb, aabb (suhteissa 1:1)		

Ei kytkentää:	risteytys	AaBb	x	aabb
	sukusolut	AB, Ab, aB, ab		ab
	jälkeläiset	AaBb, Aabb, aaBb, aabb (suhteissa 1:1:1:1) (4 p)		

Kytkentäanalyysissä pyritään selvittämään tiettyyn ominaisuuteen vaikuttavan geenin paikka genomissa. Etsitään merkigeneeni (lokuksen tietty alleeli), jonka sijainti tiedetään ja joka periytyy yhdessä tutkittavan ominaisuuden (esim. sairaus) kanssa. Tautigeneeni sijaitsee todennäköisesti kyseisellä alueella. (3 p)

c. Monet kasvit lisääntyvät sekä suvullisesti siementen avulla että kasvullisesti esimerkiksi rönsyjen avulla. Mitä etuja ja haittoja on suvullisesta ja suvuttomasta lisääntymisjärjestelmästä? (6 p)

Suvuttoman lisääntymisen etuja: tarvitaan vähemmän energiaa/materiaalia, kun ei tarvita erillisiä lisääntymisrakenteita. Jokainen yksilö voi saada jälkeläisiä, kun ei ole hedelmöitystä.

Lisääntymiskyky on usein jo nuorena. Mikäli yksilöt ovat hyvin ympäristöönsä sopeutuneita, kasvit voivat runsastua nopeasti (maininta ainakin kahdesta edusta, 2 p). Riskinä on samankaltaisuus ja tuhoutuminen ympäristön muuttuessa (1 p).

Suvullisen lisääntymisen etuna on rekombinaatio, joka saa aikaan laajan kirjon jälkeläisgenotyyppisiä, mikä edistää sopeutumista/evoluutiota (1 p). Suvullinen lisääntymisen haittoja: se on hitaampaa sekä vaatii paljon energiaa tarvittavien lisääntymisrakenteiden takia ja sukusolujen kohtaamisen hedelmöittymisen onnistumiseksi (maininta ainakin kahdesta haitasta, 2 p).

d. Vertaile lyhyesti perinteistä ja geenitekniikkaan perustuvaa kasvinjalostusta (menetelmät, tehokkuus). (8 p)

Kasvinjalostuksessa parannetaan kasvin ominaisuuksia, ja lopputuloksena syntyy uusi lajike. Perinteinen kasvinjalostus perustuu kasvien perinnöllisen vaihtelun hyödyntämiseen ja parhaiden yksilöiden valintaan (1 p) ja tuotetaan puhtaita (homotsygoottisia) linjoja. Vaihtelun määrää voidaan lisätä risteyttämällä kasveja keskenään ja näin tuottamalla uusia perintötekijäyhdistelmiä (myös heteroosijalostus) (1 p). Silti perinteisen kasvinjalostuksen mahdollisuudet ovat rajalliset, koska voidaan käyttää vain luonnossa esiintyvää vaihtelua (1 p).

Maininta ainakin neljästä geeniteknisestä menetelmästä, kuten polyploidisaatio, mutaatiojalostus, haploidiatekniikka, solukkoviljely, merkkiavusteinen valinta, geeninsiirto (4 p). Geenitekniset menetelmät säästävät aikaa/ovat täsmällisempiä (1).

Muu lisätieto 1-2 p; koko kysymyksen maksimipistemäärä silti 8 p.