

# Mallivastaukset Biokemian ja molekyylibiotieteiden valintakoe yhteistyön biokemian valintakoe 27.5.2022

Tehtävät perustuvat kokeessa annettuihin aineistoihin ja lukion biologian ja kemian oppimäärään.

Oikeat vastaukset ovat monivalintatehtävissä ja oikein-väärin -tehtävissä **lihavoituna**.

Esseetehtävien mallivastaukset ovat **lihavoituna**. Esseetehtävien vastauksissa tulee käsitellä riittäväällä tarkkuudella suurinta osaa mallivastauksessa esitettyjä asioita.

## Osa 1 mRNA-rokotteet

- Kysymykset perustuvat aineistoon Messenger RNA (mRNA)-based vaccines. CRISPR stops coronavirus replication in human cells.
- Osassa 1 on monivalintatehtäviä ja lyhyesti vastattavia esseetehtäviä. Osan 1 maksimipistemäärä on 25 p.

Tehtävä 1. Valitse yksi vaihtoehto alla olevista.

Translaation aloitus aitotumallisissa soluissa on riippuvainen mm. seuraavista tekijöistä (2 p)

- **tRNA<sub>i</sub><sup>Met</sup>, eIF4-initiaatiotekijästä ja lähetti-RNA:n 5'-m<sup>7</sup>G-cap-rakenteesta**
  - lähetti-RNA:n 5'-m<sup>7</sup>G-cap-rakenteesta ja 3'-UTR jaksosta sekä ribosomin 40S alayksiköstä
  - ribosomin 40S ja 60S alayksiköistä sekä eRF1-terminaatiotekijästä
  - tRNA<sub>i</sub><sup>Met</sup>, lähetti-RNA:n 3'-UTR-jaksosta ja ribosomin 40S-alayksiköstä

Tehtävä 2. Valitse yksi vaihtoehto alla olevista.

Lähetti-RNA teknologiaan pohjautuvissa rokotteissa soluun viedään (2 p)

- yhtä tai useampaa proteiinikomponenttia
- **proteiinisynteesissä toiminnallista lähetti-RNA:ta**
- bakteereissa tuotettua plasmidi-DNA:ta
- poly(A)-hännätöntä lähetti-RNA:ta

Tehtävä 3. Valitse yksi vaihtoehto alla olevista.

COVID-19 mRNA-rokotteissa käytetty nukleiinihappo suojataan hajoamiselta (2 p)

- paketoimalla se proteiiniinikuoreen
- poistamalla fosfaattirakenteet
- silikonipinnoittamalla
- **ympäröimällä se lipidipohjaisella nanorakenteella**

Tehtävä 4. Valitse yksi vaihtoehto alla olevista.

Monistuvalla lähetti-RNA-rokotteella tarkoitetaan (2 p)

- kaksijuosteista nukleiinihappoa, joka tuottaa ribosomin alayksiköitä
- yksijuosteista nukleiinihappoa, joka toimii proteiinisynteesin mallina vain kerran
- **yksijuosteista nukleiinihappoa, joka tuottaa myös itsensä monistamiseen tarvittavia entsyymejä**
- kaksijuosteista nukleiinihappoa, joka tuottaa myös itsensä monistamiseen tarvittavia entsyymejä

Tehtävä 5. Valitse yksi vaihtoehto alla olevista.

COVID-19 mRNA-rokotteet ohjeistavat solut tuottamaan SARS-CoV-2-viruksen piikkiproteiinia. Elimistön puolustusjärjestelmä tunnistaa piikkiproteiinin vieraaksi ja suojautuu sitä vastaan. Piikkiproteiini valittiin antigeeniksi, sillä se (2 p)

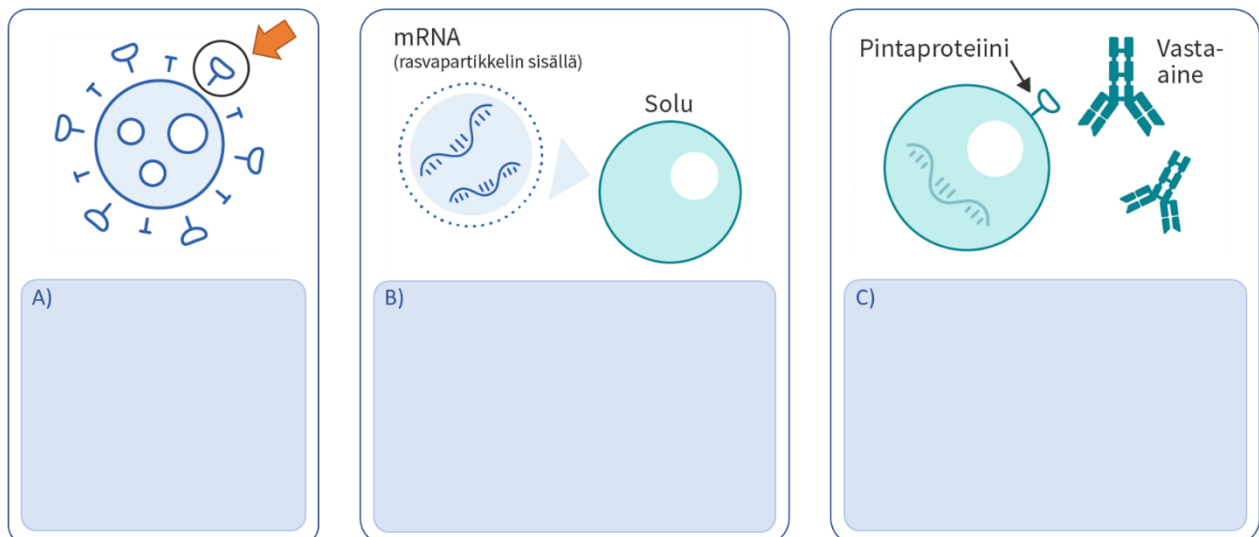
- pysyy muuntumattomana
- on välttämätön isäntäsoluun tunkeutumiselle**
- on piilossa viruksen lipidikalvon sisällä
- puuttuu kaikista koronaviruksista

Tehtävä 6. Valitse yksi vaihtoehto alla olevista.

Lähettilä-RNA:n poly(A)-hännän pituus vaikuttaa suotuisasti (2 p)

- ribosomin alayksiköiden synteesiin
- translaation tehokkuuteen**
- nukleotidien saatavuuteen
- transkription tehokkuuteen

## Miten COVID-19 lähetti-RNA rokote toimii?



Kuva: Muokattu THL:n materiaalista (<https://thl.fi/fi/web/infektiotaudit-ja-rokotukset/ajankohtaista/ajankohtaista-koronaviruksesta-covid-19/rokotteet-ja-koronavirus/mrna-rokotteet>)

Tehtävä 7. Yllä olevasta lähetti-RNA:n toimintaperiaatetta koskevasta tietoiskusta puuttuu selitetekstit. Kerro lyhyesti mitä kuvassa tapahtuu, miten se liittyy rokotteen toimintaan ja miten vastustuskyky muodostuu. (6 p)

**Vastaus:**

**a) mRNA-rokotteessa on koronaviruksen pintaproteiinia (ns. piikkiproteiinia) koodaavaa lähetti-RNA:ta.**

**b) Lähetti-RNA on pakattuna rasvapartikkelin (lipidipartikkelin) sisällä. Rasvapartikkeli suojaaa lähetti-RNA:ta hajoamiselta ja tehostaa sen pääsyä soluun.**

**c) Lähetti-RNA ohjeistaa solut tuottamaan koronaviruksen pintaproteiinia. Elimistön puolustusjärjestelmä tunnistaa pintaproteiinin vieraaksi ja suojautuu sitä vastaan mm. aktivoimalla puolustajasolut ja vasta-ainetuotannon.**

Tehtävä 8. Kerro lyhyesti millä eri keinoin lähetti-RNA:n stabiilisuutta voi muokata. (4 p)

Vastauksessa tulee mainita neljä seikkaa seuraavista:

**Poly(A)-häntä:** Pitkä poly(A)-häntä mahdollistaa poly(A)-sitoutuvien proteiinien ja translaation aloitustekijöiden sitoutumisen, muodostaen translaation aloitusta tehostavan polysomikompleksin. Liian lyhyt poly(A)-häntä altistaa lähetti-RNA:n entsyymaattiselle hajottamiselle.

**5'-cap-rakenne:** Luontaisessa eukaryoottisessa lähetti-RNA:ssa on 5'-m<sup>7</sup>Gppp-cap-rakenne, tarvitaan translaation aloitukseen sekä suojaa mRNA:ta eksonukleaaseilta ja solun immuunipuolustukselta. Synteettisesti tuotettuun lähetti-RNA:han on lisättävä 5'-cap-rakenne, jotta sillä voidaan tuottaa proteiinia eukaryoottisolussa.

**Ei-koodaava alue (UTR):** Lähetti-RNA:n stabiilisuutta voi parantaa lisäämällä koodaavan alueen jälkeen esim. alfaglobiinin 3'-pään ei-koodaava alue. Tämä pidentää lähetti-RNA:n elinkiertoa solussa ja mahdollistaa tehokkaamman proteiinituoton.

**Emäsmuokkaukset:** Yleisesti esiintyviä kemiallisia ryhmiä, löydetty kaikista tunnetuista RNA:sta. Vakauttavat RNA:n sekundäärirakennetta muokkaamalla vetysidoksia, emäs-emäs interaktioita ja nukleotidikonformaatioita. Emäsmuokkaukset voivat pidentää lähetti-RNA:n toimintaa solussa mm. estäen epäspesifistä katalyyttistä hajottamista ja säätelemällä lähetti-RNA:n silmukointia ja translokaatiota.

Tehtävä 9. Kerro lyhyesti, miten virukset hyödyntävät RNA-emäsmuokkauksia isäntäsolun immuunivasteen torjumiseksi. (3 p)

Vastauksessa tulee mainita kolme seikkaa seuraavista:

**Vastaus:**

Virukset hyödyntävät RNA-emäsmuokkauksia välttääkseen solun antiviraalisten vasteiden laukeamista.

Esim. m<sup>6</sup>A emäsmuokkauksen lisääminen *in vitro* tuotettuun RNA:han on todettu vähentävän RNA:ta tunnistavien TLR3 ja RIG-I reseptoreiden välittämää synnynnäisen immunitetin aktivaatiota.

Emäsmuokkausten läsnäolo virusperäisessä RNA:ssa muodostaa evolutiivisen sopeutumisen isäntäsolun immuunivasteiden kiertämiseen.

Virukset voivat tehostaa proteiinituottoaan muodostamalla oman 5'-cap-rakenteen virusperäiseen lähetti-RNA:han (aineistossa mainittu vacciniavirus) tai vaihtoehtoisesti käyttämällä 5'-cap-riippumatonta sisäistä ribosomin sitoutumiskohtaa (IRES; ei mainita aineistossa; IRES-rakenne stabiloidaan emäsmuokkauksilla, eli voi hyväksyä vastauksessa).

## Osa 2 mRNA-rokotteet ja CRISPR-tekniikka

- Tehtävät perustuvat lukion oppimäärään sekä valintakokeessa jaettuun aineistoon.
- Osa 2:n tehtävät 1-5 perustuvat aineistoon 1.1. "Messenger RNA (mRNA)-based vaccines", ja tehtävät 6-8 perustuvat aineistoon 1.2. "CRISPR stops coronavirus replication in human cells".
- Osassa 2 on monivalintatehtäviä ja lyhyesti vastattavia esseetehtäviä.
- Osan 2 maksimipistemäärä on 25 p.

### Tehtävä 1. *In vitro* tuotetun lähetti-RNA:n stabiilisuutta voi parantaa (2 p)

- poistamalla 5'- ja 3'-UTR-alueet
- polykistrisyydellä
- **lisäämällä emäsmuokkauksia**
- poistamalla m7G-cap-rakenteen

### Tehtävä 2. Lähetti-RNA teknologiaan pohjautuvien rokotteiden kehitystyö on komponenttirokotteita hitaampaa sillä sopivan antigeenin löytäminen ja lähetti-RNA-ketjun tuottaminen on työläämpää. (1 p)

- oikein
- **väärin**

### Tehtävä 3. Valitse yksi vaihtoehto alla olevista.

#### RNA editointi mahdollistaa (2 p)

- **geneettisen koodin laajentamisen mRNA:n emäsjärjestyksen pysyessä muuttumattomana**
- nukleiinihapposekvenssin muuttamisen
- muutokset aminohapporakenteissa
- useamman lukukehyksen samanaikaisen tunnistuksen mRNA:n emäsjärjestyksen pysyessä muuttumattomana

### Tehtävä 4. Valitse yksi vaihtoehto alla olevista.

#### Translationaalisesti aktiivisessa lähetti-RNA:ssa on (2 p)

- poly(A)-häntä
- 5'-m<sup>7</sup>G-cap-rakenne
- 5'- ja 3'-UTR-alueet
- **kaikki edellä mainituista**

### Tehtävä 5. Valitse yksi vaihtoehto alla olevista.

#### Viruksen muuntuminen vaikuttaa mRNA-rokotteen tehoon (2 p)

- myönteisesti, sillä rokote toimii useampaa kantaa vastaan
- myönteisesti, sillä rokote muuntuu kehossa
- **kielteisesti, sillä rokote on spesifinen tietyn viruskannan pintaproteiinille**
- kielteisesti, sillä viruksen pintaproteiinin muutokset inaktivoivat lähetti-RNA:n

### Tehtävä 6a. Merkitse, onko väittämä oikein vai väärin. (1 p)

CRISPR-tekniikan avulla DNA-juoste voidaan katkaista tarkalleen halutusta kohdasta.

- **Oikein**
- Väärin

Tehtävä 6b. Merkitse, onko väittämä oikein vai väärin. (1 p)

CRISPR-mekanismi löytyy kaikilta selkärangattomilta eläimiltä.

- Oikein
- **Väärin**

Tehtävä 6 c. Merkitse, onko väittämä oikein vai väärin. (1 p)

Cas13b-entsyymi pilkkoo kaksijuosteista RNA:ta.

- Oikein
- **Väärin**

Tehtävä 6d. Merkitse, onko väittämä oikein vai väärin. (1 p)

Cas9-entsyymi pilkkoo DNA:ta.

- **Oikein**
- Väärin

Tehtävä 7. Vastaa lyhyesti

a) Mitä tarkoitetaan ”geenisaksilla” CRISPR-tekniikasta puhuttaessa? (3 p)

**Vastaus:**

**Geenisaksilla viitataan siihen, että CRISPR-tekniikassa käytettävät entsyymit katkaisevat nukleiinihappoja / geenejä / kromosomia. Perinteisessä CRISPR-tekniikassa Cas9 entsyymit katkaisevat DNA:ta. Cas13b-entsyymi pilkkoo RNA:ta.**

b) Mikä on Cas13b-entsyymin tehtävä CRISPR-Cas13b -kompleksissa, kun tekniikkaa käytetään lääkekehityksessä SARS-CoV-2-virusta vastaan? (3 p)

**Vastaus:**

**Cas13b katkaisee RNA-molekyylejä. SARS-CoV-2-on RNA-virus, joten lääkekehityksessä SARS-CoV-2-virusta vastaan tarkoitus on saada Cas13b pilkkomaan viruksen RNA:ta.**

**Tutkijat kohdensivat CRISPR/Cas13b-tekniikalla viruksen alueita, jotka tarvitaan viruksen replikaatioon siten estäen viruksen monistumisen. Cas13b:n endonukleaasiaktiivisuus pilkkoo viruksen RNA-genomia palasiksi, jolloin virus tuhoutuu.**

Tehtävä 8. CRISPR-tekniikka mahdollistaa uudenlaisia täsmähoitoja sairauksia vastaan. Kerro lyhyesti mitä etua ajattelet CRISPR-tekniikasta olevan perinteisimpiin hoitomuotoihin verrattuna: a) SARS-CoV-2-virusta, b) HI-virusta tai c) syöpää vastaan.

Merkitse vastaukset tehtävänannon mukaisesti (a, b, c).

Tehtävän pisteytys: a) 2 p, b) 2 p, c) 2 p. Tehtävän kokonaispisteet 6 p.

Vastaus:

a) SARS-CoV-2: -> RNA-virus; aineistossa kuvatulla CRISPR-tekniikalla (jossa käytetään Cas13b-entsyymiä) saadaan kohdennettua lääke spesifisemmin kuin perinteisissä hoitomuodoissa. Usein perinteiset viruslääkkeet ovat hyvin epäspesifisiä. CRISPR-tekniikalla lääke voidaan kohdentaa juuri tähän virukseen.

b) HIV: HIV on retrovirus, eli viruksella on RNA-genomi, mutta infektoidessaan isäntäsolun se tekee itsestään DNA-kopion reverse transkriptaasilla (käänteiskopioijaentsyymillä) ja liittää sen osaksi isäntäsolun genomia. CRISPR/Cas9-tekniikalla voidaan esim. kohdentaa lääkehoito HI-viruksen isäntäsolua infektoivaan DNA-muotoon; hoito on spesifinen HI-virukselle. Tavanomainen HIV:n lääkehoito on retroviraalista hoitoa eikä se ole spesifi HI-virukselle.

c) Syöpä: CRISPR-tekniikalla voitaisiin kohdistaa syöpäsolujen kasvua edistävien mutatoituneiden onkogeneenien tai onkogeneenien fuusioiden (uniikki syöpäsoluille) pilkkomista. Tällöin CRISPR-lääkehoito voitaisiin kohdentaa spesifisesti tunnistamaan mutatoituneiden geenien DNA (Cas9-entsyymillä tai sen johdannaisen avulla), ja hajottamaan spesifisesti mutatoitunut DNA ja siten myös tätä DNA:ta sisältävät syöpäsolut.

### Osa 3 Proteiinien translaatio ja perinnöllisyys

- Tehtävät perustuvat lukion oppimäärään sekä valintakokeessa jaettuun aineistoon.
- Osan 3 tehtävät 1-5 perustuvat aineistoon 2 "Translation of the proteins" (2 sivua), sekä lukion biologian oppimäärään.
- Osan 3 tehtävät 6-8 perustuvat lukion biologian oppimäärään.
- Osassa 3 on monivalintatehtäviä ja lyhyesti vastattavia esseetehtäviä
- Osan 3 maksimipistemäärä on 25 p.

Tehtävä 1. Valitse yksi vaihtoehto alla olevista.

Mitkä seuraavista molekyyleistä tarvitaan translaatiossa? 2 p

- lähetti-RNA, siirtäjä-RNA, DNA, ja ribosomaalinen RNA
- lähetti-RNA, DNA, ja ribosomaalinen RNA
- **lähetti-RNA, siirtäjä-RNA, ja ribosomaalinen RNA**
- lähetti-RNA, siirtäjä-RNA, ja DNA

Tehtävä 2. Valitse oikea vaihtoehto. 2 p

- **Ison ribosomaalisen alayksikön ribosomaalinen RNA (rRNA) katalysoi peptidisidoksen muodostumisen kahden aminohapon välille.**
- translaatio tapahtuu tumakalvoon kiinnittyneissä ribosomeissa

- C)p eptidisidoksen muodostuessa edellinen ribosomiin tuotu aminohappo on ribosomin A-paikassa ja uusi aminohappo on ribosomin P-paikassa.
- ribosomin E-paikasta vapautunut siirtäjä-RNA hajoaa solulimassa
- Tehtävä 3. Translaation polypeptidin pidennysvaiheessa, mikä ribosomissa oleva paikka on se, jossa lähtetti-RNA:n kodoni tunnistetaan?

Tehtävä 3. Valitse yksi oikea vaihtoehto alla olevista.

Translaation polypeptidin pidennysvaiheessa, mikä ribosomissa oleva paikka on se, jossa lähtetti-RNA:n kodoni tunnistetaan? (2 p)

- E-paikka
- P-paikka
- **A-paikka**
- Pieni ribosomaalinen alayksikkö

Tehtävä 4. Valitse yksi oikea vaihtoehto alla olevista.

Kun peptidisidos on muodostunut ribosomin P-kohdassa sijaitsevan aminohapon ja ribosomin A-kohdassa sijaitsevan aminohapon välille, mikä prosessi tapahtuu seuraavaksi?

- **Ribosomi liikkuu siten, että siirtäjä-RNA siirtyy ribosomin E-paikkaan ja tästä kohdasta siirtäjä-RNA poistuu ribosomista.**
- Ribosomi liikkuu siten, että P-kohdassa oleva siirtäjä-RNA poistuu ribosomista aminohaposta irtoamisen jälkeen.
- Polypeptidin synteesi loppuu.
- Aminohappo ja siirtäjä-RNA siirtyvät ribosomin E-kohtaan ja muodostunut polypeptidiketju vapautuu solulimaan.

Tehtävä 5a. Merkitse onko väittämä oikein vai väärin. 0.5 p

Kun mRNA:ssa oleva STOP-kodoni tulee luettavaksi ribosomissa, ribosomin A-paikkaan sitoutuu lähtetti-RNA:ta muistuttava vapautustekijä.

- **Oikein**
- Väärin

Tehtävä 5b. Merkitse onko väittämä oikein vai väärin. 0.5 p

Vapautustekijä irrottaa P-paikassa olevan lähtetti-RNA:n ja polypeptidiketjun viimeisenä olevan aminohapon toisistaan.

- **Oikein**
- Väärin

Tehtävä 5c. Merkitse onko väittämä oikein vai väärin. 0.5 p

Ribosomin iso- ja pienialayksikkö irtoavat toisistaan reaktiossa, jossa vaaditaan GTP:n ja ATP:n hydrolyysissä vapautunutta energiaa.

- Oikein
- **Väärin**

Tehtävä 5d. Merkitse onko väittämä oikein vai väärin. 0.5p

Ribosomista vapautunutta lähetti-RNA:ta voidaan transloida tarvittaessa uudelleen.

- **Oikein**
- Väärin

Tehtävä 6. Määrittele yhdellä lauseella: (3p)

a) Geenimutaatio

**Vastaus:**

**Mutaatio on yhdessä geenissä. Mutaatio voi johtua vähintään yhden nukleotidin muutoksesta DNA-sekvenssissä.**

b) Kromosomimutaatio

**Vastaus:**

**Kromosomin rakenne on muuttunut.**

c) Kromosomistomutaatio

**Vastaus:**

**Yksittäisten kromosomien tai koko kromosomiston lukumäärä muuttuu**

Tehtävä 7.a) Geenit ja niiden säätely.

Merkitse onko väittämä oikein vai väärin. (2p)

Geenin sisältämän koodin muuttaminen proteiiniksi alkaa, kun RNA polymeeraasi aloittaa geenin

luennan ja RNA:n tuottamisen solulimassa.

- Oikein
- **Väärin**

Tehtävä 7. b) Geenit ja niiden säätely

Merkitse onko väittämä oikein vai väärin.(2 p)

Silmukoinnissa intronit poistetaan esiaste-RNA:sta.

- **Oikein**
- Väärin



Tehtävä 7. c) Geenit ja niiden säätely

Merkitse onko väittämä oikein vai väärin. (2 p)

Epigeneettinen säätely muuttaa DNA:n rakennetta.

- Oikein
- **Väärin**

Tehtävä 7. d) Geenit ja niiden säätely

Merkitse onko väittämä oikein vai väärin. (2 p)

Kaikki geenit sijaitsevat tuman kromosomeissa.

- Oikein
- **Väärin**

Tehtävä 8. Banaanikärpänen *Drosophila melanogaster*, on perinnöllisyystutkimuksissa paljon käytetty mallieläin. Sen etuja ovat mm. nopea yksilönkehitys, suuri jälkeläistuotanto, helppo kasvatusta ja lukuisat tunnetut ja helposti havaittavat mutanttialleelien aiheuttamat fenotyypit. Myös koiraan ja naaraan erottaminen toisistaan käy suhteellisen helposti.

Banaanikärpäsellä on mutanttialleeli *white*, joka ilmenee silmien valkoisena värinä. Geeni sijaitsee X-kromosomissa. Toinen tunnettu ja paljon tutkimuksissa käytetty mutaatio on kiharsiipisyys, *Curly*. *Curly*-geenin lokus sijaitsee autosomissa. *white* mutaatio on resessiivinen, kun taas *Curly* mutaatio on dominoiva letaali (alleeli tavataan vain heterotsygoottisilta yksilöiltä, koska se on homotsygoottisena letaali).

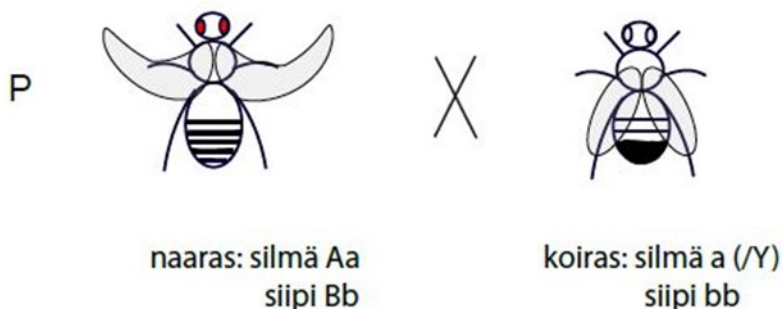
Kyseisessä risteytyksessä naaras on heterotsygootti silmänvärialleelien suhteen (*Aa*), sekä heterotsygootti kiharsiipisyysalleelin suhteen (*Bb*). Koiraalla on *white* mutanttialleeli (*a*), sekä normaalit siipigeenialleelit (*bb*). Genotyyppimerkinnässä:

*A* = normaali alleeli, joka aiheuttaa punaisen silmänvärin

*a* = *white* mutanttialleeli, aiheuttaa valkoisen silmänvärin

*B* = *Curly* mutanttialleeli, aiheuttaa kiharat siivet

*b* = normaali siipigeenialleeli, siivet ovat suorat



a) Kerro lyhyesti, mitä tarkoittaa alleelin resessiivisyys. (1p)

**Vastaus:**

Tarvitaan kaksi kopiota alleelistä, jotta fenotyyppi ilmenee.

b) Mitä tarkoittaa, että alleeli on dominoiva? (1p)

Vastaus:

Yksi kappale alleelia riittää fenotyypin ilmenemiseen

c) Mitä eroa on koirilla ja naarailla X-kromosomaalisten geenien suhteen? (2p)

Vastaus:

Naaraalla on 2 kpl X-kromosomeja (fenotyyppi XX), koirilla vain yksi (fenotyyppi XY). Siten koiraan X-kromosomissa oleva alleeli ilmentyy resessiivisenäkin, vaikka sitä on vain yksi kappale.

d) Kerro mitä jälkeläisyksilöitä syntyy silmän värin suhteen? (3 p)

Vastaus:

Jälkeläisiä syntyy silmänvärin suhteen:

1. Aa - naaras jolla punaiset silmät, 25%
2. A (/Y) – koiras, jolla punaiset silmät, 25%
3. aa – naaras, jolla valkoiset silmät, 25%
4. a (/Y) – koiras, jolla valkoiset silmät, 25%

Eli 50% punaiset silmät + 50% valkoiset silmät

e) Mitä jälkeläisyksilöitä syntyy siipifenotyypin suhteen? (3 p)

Vastaus:

Seuraavia jälkeläisiä syntyy siipifenotyypin suhteen – koiraat ja naaraat ovat samanlaisia, koska periytyminen autosomaalista:

1. Bb 50%, kiharat siivet
2. bb 50%, suorat siivet

## Osa 4 Proteiinien denaturaatio ja laskutehtävät

Tehtävät perustuvat lukion oppimäärään sekä valintakokeessa jaettuun aineistoon. Osan 4 tehtävät 1-4 perustuvat aineistoon 3 ”Protein denaturation”

Osan 4 tehtävät 5-9 perustuvat lukion kemian ja biologian oppimäärään.

Osassa 4 on monivalintatehtäviä, lyhyesti vastattavia esseetehtäviä ja laskutehtäviä

Laskutehtävissä pelkkä vastaus riittää.

Osan 4 maksimipistemäärä on 25 p.

Tehtävä 1. Valitse yksi oikea vaihtoehto alla olevista.

Mikä väite ei pidä paikkaansa? (2 p)

- Proteiinin denaturoituessa sen rakenne järjestäytyy useaan kertaan
- Denaturoituneen proteiinin alkuperäistä rakennetta ei voida palauttaa**
- Denaturoituneessa proteiinissa voi olla alkuperäisiä sekundaärirakenteita (esim. alfaheliksi) jäljellä
- Denaturoituneen proteiinin rakenne voi palautua alkuperäiseksi

Tehtävä 2. Miten proteiinien ominaisuudet muuttuvat niiden denaturoituessa? (2 p)

Vastaus:

**1. Denaturoidut proteiinit ovat liukenemattomia veteen. 2. Denaturoituneella proteiinilla on suurempi viskositeetti verrattuna natiivin tilan proteiiniin. 3. Denaturoituneet proteiinit menettävät biologisen aktiivisuutensa. 4. Denaturaatio parantaa proteiinien pilkkoutuvuutta.**

Tehtävä 3. Kuumennettaessa ruoan proteiinit denaturoituvat. Millaista hyötyä denaturaatiosta on? (3 p)

Vastaus:

**Denaturaation seurauksen ruuan turvallisuus paranee ja sen ravinnollinen arvo kasvaa koska proteiineista tulee helpommin pilkkoutuvia. Kuumennus parantaa myös makua ja miellyttävyyttä; tämä johtuu proteiinien ja hiilihydraattien välillä tapahtuvasta Mallardin reaktioista.**

Tehtävä 4. Millaisia kemiallisia muutoksia kuumennetun kananmunan proteiineissa tapahtuu? (4 p)

Vastaus:

**Kuumennettaessa kananmunaa proteiinien vetysidokset katkeavat (rakenne hajoaa), hydrofobiset vuorovaikutukset kasvavat ja uusia disulfididoksia muodostuu (aiheuttaa munan proteiinien aggregoitumista ja sakkaantumista).**

Tehtävä 5. Valitse yksi vaihtoehto alla olevista.

Entsyymi X noudattaa Michaelis-Menten yhtälöä  $v_0 = V_{\max}/(1+K_m/[S])$ , jossa  $v_0$  on mitattu alkunopeus. Entsyymin Michaelis-vakio  $K_m=10$  mM ja entsyymin maksiminopeus  $V_{\max}=100$  mmol/min. Jos  $[S]=100$  mM, niin mikä seuraavista vaihtoehdoista on oikein? (3 p)

- **Vmax-arvon kasvattaminen kymmenkertaiseksi nostaa mitatun alkunopeuden nopeuden kymmenkertaiseksi**
- Km-arvon laskeminen kymmenesosaan nostaa mitatun alkunopeuden kaksinkertaiseksi
- Km-arvon nostaminen kymmenkertaiseksi nostaa mitatun alkunopeuden kaksinkertaiseksi
- Vmax-arvon kasvattaminen kymmenkertaiseksi laskee mitattua alkunopeutta 20-kertaisesti

**Vastaus:** alkunopeus tehtävässä annetuilla arvoilla on

$$v_0 = 100 \text{ mmolmin}^{-1} / (1+10 \text{ mM}/100 \text{ mM}) = 100 \text{ mmolmin}^{-1} / 1,1 = \underline{90,9 \text{ mmolmin}^{-1}}$$

Tehtävän 5. ratkaisumalli:

**väite 1.** Vmax-arvon kasvattaminen kymmenkertaiseksi nostaa mitatun alkunopeuden nopeuden kymmenkertaiseksi:

$$v_0 = 1000 \text{ mmolmin}^{-1} / (1+10 \text{ mM}/100 \text{ mM}) = 1000 \text{ mmolmin}^{-1} / 1,1 = \underline{909 \text{ mmolmin}^{-1}} \text{ eli väite pitää paikkaansa}$$

**väite 2.** Km-arvon laskeminen kymmenesosaan nostaa mitatun alkunopeuden kaksinkertaiseksi:

$$v_0 = 100 \text{ mmolmin}^{-1} / (1+1 \text{ mM}/100 \text{ mM}) = 100 \text{ mmolmin}^{-1} / 1,01 = \underline{99 \text{ mmolmin}^{-1}} \text{ eli väite ei pidä paikkaansa, vaan alkunopeus kasvaa noin 1,1-kertaiseksi}$$

**väite 3.** Km-arvon nostaminen kymmenkertaiseksi nostaa mitatun alkunopeuden kaksinkertaiseksi:

$$v_0 = 100 \text{ mmolmin}^{-1} / (1+100 \text{ mM}/100 \text{ mM}) = 100 \text{ mmolmin}^{-1} / 2 = \underline{50 \text{ mmolmin}^{-1}} \text{ eli väite ei pidä paikkaansa, vaan alkunopeus laskee noin 1,8-kertaisesti}$$

**väite 4.** Vmax-arvon kasvattaminen kymmenkertaiseksi laskee mitattua alkunopeutta 20-kertaisesti:

$$v_0 = 1000 \text{ mmolmin}^{-1} / (1+10 \text{ mM}/100 \text{ mM}) = 1000 \text{ mmolmin}^{-1} / 1,1 = \underline{909 \text{ mmolmin}^{-1}} \text{ eli väite ei pidä paikkaansa, vaan alkunopeus kasvaa noin kymmenkertaiseksi}$$

Tehtävä 6. Hiilihappoanhydraasi on entsyymi, joka katalysoi hiilidioksidin ja veden muuttumista hiilihapoksi, josta puolestaan syntyy bikarbonaatti- vetyioneja. Entsyymi on varsin nopea ja sen  $k_{\text{cat}}$  on  $4,0 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$  (reaktiota sekunnissa). Kuinka kauan entsyymiltä kestää prosessoida yksi substraattimolekyylit? (2 p)

**Vastaus:**

$$t = 1/k_{\text{cat}} = 1/4 \times 10^5 \text{ s}^{-1} = 2,5 \times 10^{-6} \text{ s} = 2,5 \mu\text{s}$$

Tehtävä 7. Askorbiinihapon eli vitamiini C:n massasta noin 54,50 % on happea, 40,92 % hiiltä ja 4,580 % vetyä. Määritä askorbiinihapon empiirinen kaava. (5 p)

$$M(\text{C})=12,01 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{H})= 1,008 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{O})= 16,00 \text{ g mol}^{-1}$$

**Vastaus:**

Empiirinen kaava on  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$  tai  $(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3)_n$

**Ratkaisumalli:**

Oletetaan, että on 100 g askorbiinihappoa, jolloin

$$m(\text{O})= 54,50 \text{ g}$$

$$m(\text{C})= 40,92 \text{ g}$$

$$m(\text{H})= 4,58 \text{ g}$$

$$n(\text{O}) = 54,50 \text{ g} / 16,00 \text{ g mol}^{-1} = 3,406 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}) = 40,92 \text{ g} / 12,01 \text{ g mol}^{-1} = 3,407 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = 4,58 \text{ g} / 1,008 \text{ g mol}^{-1} = 4,54 \text{ mol}$$

Etsitään kokonaisluku kertoimet ainemäärille.

Jaetaan ensin ainemäärät pienimmällä ainemäärällä.

$$n(\text{C})/n(\text{O}) = 1,000$$

$$n(\text{H})/n(\text{O}) = 1,333$$

$$n(\text{O})/n(\text{O}) = 1,000$$

$$\text{C:H:O} = (1:1,333:1)$$

Kertomalla luvulla 3 päästään kokonaislukukertoimiin

$$\text{C:H:O} = (3:4:3)$$

Eli empiirinen kaava on  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$  tai  $(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3)_n$

Tehtävä 8. Geeninsiirtotyössä tarvitaan solujen kasvattamiseen maljoja, joissa on geelimäistä kasvatusliuosta ja antibioottia. Haluat valmistaa maljoja, joissa on antibioottia 100  $\mu\text{g/ml}$ .

Antibiootin varastoliuoksen vahvuus on 25 mg/ml. Paljonko tarvitset antibioottivarastoliuosta, jos valmistat kasvatusliuosta 500 ml? (2 p)

**Vastaus:**

$$(V_2 = (C_1 \times V_1) / C_2 = (0,1 \text{ mg/ml} \times 500 \text{ ml}) / (25 \text{ mg/ml}) = 50 \text{ mg} / (25 \text{ mg/ml}) = 2 \text{ ml})$$

Tehtävä 9. Valitse yksi vaihtoehto alla olevista.

Kuinka paljon entsyymiä kuluu alla esitettyssä reaktiossa, kun reaktio on edennyt 5 min?

Substraatin määrä on 100 mg. Fruktosi 1,6-bisfosfaatin moolimassa on 340,116 g/mol.

Entsyymiä on lisätty reaktioon 5  $\mu\text{g}$ . Valitse oikea vastaus. (2 p)

- 2  $\mu\text{g}$
- 0,2  $\mu\text{g}$
- ei yhtään**
- 0,02  $\mu\text{g}$