

Bokmål

Eksamensinformasjon	
Eksamenstid	Eksamen varer i 5 timer. Del 1 skal leveres inn etter 2 timer. Del 2 skal leveres inn senest etter 5 timer. Du kan begynne å løse oppgavene i del 2 når som helst, men du kan ikke bruke hjelpemidler før etter 2 timer – etter at du har levert svarene for del 1.
Tillatte hjelpemidler under eksamen	Del 1: skrivesaker og linjal Del 2: Alle hjelpemidler er tillatt, bortsett fra åpent internett og andre verktøy som kan brukes til kommunikasjon. Når du bruker nettbaserte hjelpemidler under eksamen, har du ikke lov til å kommunisere med andre. Samskriving, chat og andre måter å utveksle informasjon med andre på er ikke tillatt. Du kan ikke bruke automatisk tekstgenerator som chatbot eller tilsvarende teknologi.
Bruk av kilder	Dersom du bruker kilder i svaret ditt, skal du alltid føre dem opp på en slik måte at leseren kan finne fram til dem. Du skal føre opp forfatter og fullstendig tittel på både lærebøker og annen litteratur. Dersom du bruker utskrifter eller sitater fra internett, skal du føre opp nøyaktig nettadresse og nedlastingsdato.
Vedlegg	Vedlegg 1 Kodon for de ulike aminosyrene Vedlegg 2 Eget svarskjema for oppgave 2
Vedlegg som skal leveres inn	Vedlegg 2 Eget svarskjema for oppgave 2 finner du bakerst i oppgavesettet.

Informasjon om flervalgsoppgaven	Oppgave 2 har 20 flervalgsoppgaver med fire svaralternativer: A, B, C og D. Det er bare ett riktig svaralternativ for hver flervalgsoppgave. Blankt svar teller som feil svar. Dersom du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du mener er mest korrekt. Du kan bare svare med ett svaralternativ: A, B, C eller D. Eksempel Her ser du fire ulike livsstrategier: 1 kort generasjonstid 2 ingen yngelpleie 3 få avkom 4 gjentatt reproduksjon Hvilke livsstrategier beskriver best en K-selektert art? - A strategi 1 og 2 - B strategi 1 og 4 - C strategi 2 og 3 - D strategi 3 og 4 Dersom du mener svaralternativ D er korrekt, skriver du «D» på svararket i vedlegg 2. Skriv svarene for oppgave 2 i svarskjemaet i vedlegg 2, som ligger helt til sist i oppgavesettet. Svarskjemaet skal rives løs fra oppgavesettet og leveres inn. Du skal altså ikke levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.
Informasjon om vurderingen	Karakteren ved sluttvurderingen blir fastsatt etter en helhetlig vurdering av besvarelsen. Del 1 vil telle omtrent 40 prosent, og del 2 vil telle omtrent 60 prosent. I del 1 teller oppgave 1 og oppgave 2 omtrent like mye. I del 2 teller hver deloppgave omtrent like mye. Se eksamensveiledningen med kjennetegn på måloppnåelse til sentralt gitt skriftlig eksamen. Eksamensveiledningen finner du på Utdanningsdirektoratets nettsider.
Kilder	Se kildelista på side 53. Figurene i oppgave 1d, flervalg 1, flervalg 6, flervalg 12, flervalg 16, oppgave 3 og oppgave 5 er laget i Biorender. Andre grafer, bilder og figurer: Utdanningsdirektoratet.

Del 1

Oppgave 1

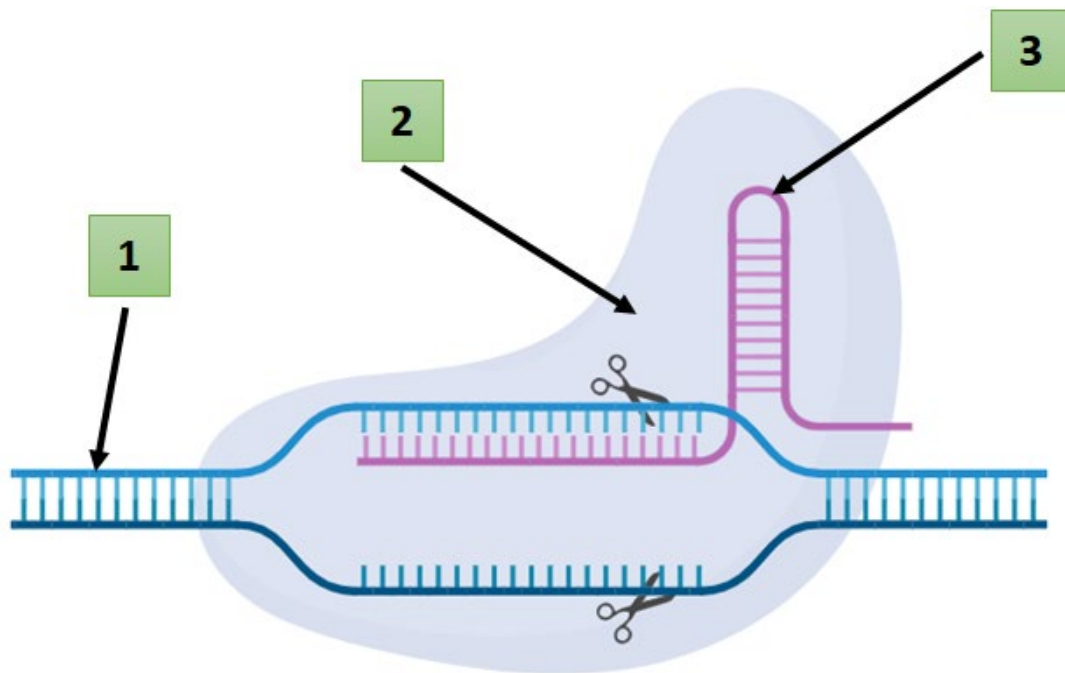
**Skriv korte svar på oppgave 1a, 1b, 1c og 1d.
Hvert svar skal ikke være på mer enn én A4-side.**

- a) Ta utgangspunkt i feltarbeidet ditt. Beskriv en metode du brukte for å utforske artsmangfoldet i økosystemet, og gjør rede for resultatene.
- b) Noen elever utforsket virkemåten til et enzym. Fire reagensglass ble tilsatt lik mengde substrat og lik mengde enzym. Innholdet i glassene hadde ulik pH-verdi. Elevene målte konsentrasjonen av produktet, og de gjennomførte forsøket fire ganger. Tabellen viser resultatene.

Reagensglass	pH	Konsentrasjonen av produktet (mg/mL)				
		Forsøk 1	Forsøk 2	Forsøk 3	Forsøk 4	Gjennomsnitt forsøk 1–4
1	6,5	298	287	290	301	294
2	6,7	349	356	352	359	354
3	6,9	356	370	365	369	365
4	7,1	351	371	366	364	363

- 1 Formuler en hypotese som kan testes med dataene fra forsøket.
 - 2 Elevene vil finne ut mer om virkemåten til dette enzymet. Foreslå hvordan de kan utvide forsøket med fire glass. Begrunn svaret.
- c) Drøft en interessekonflikt som har å gjøre med forvaltningen av en populasjon.

d) Figuren illustrerer deler av CRISPR-metoden.



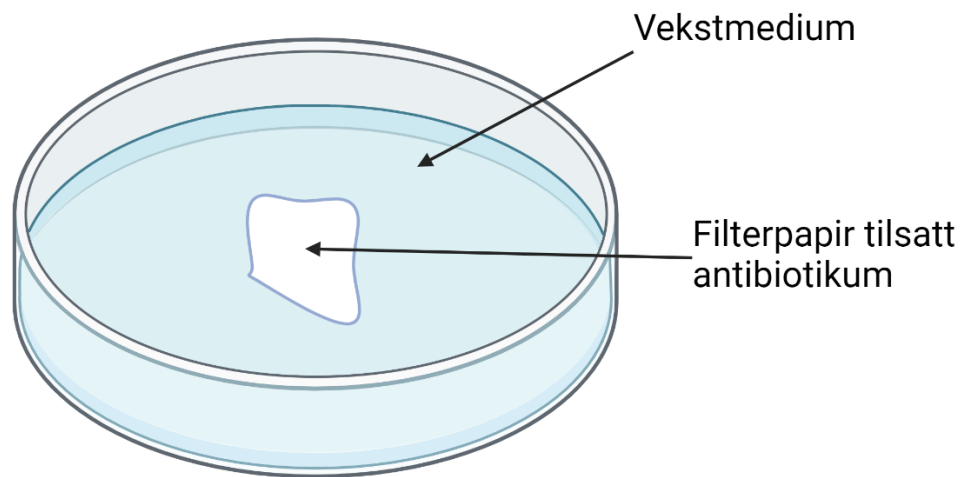
Gjør rede for CRISPR-metoden, og nevnt hva pilene 1–3 peker på.

Oppgave 2 Flervalgsoppgaver

Skriv svarene for oppgave 2 på eget svarskjema i vedlegg 2.

(Du skal altså *ikke* levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.)

- 1 I et forsøk ble virkningen av et antibiotikum undersøkt. Petriskåler med samme vekstmedium og samme bakteriekultur ble tilsatt samme antibiotikum. Figuren illustrerer en av skålene.



Hvilket kontrollforsøk bør vi gjennomføre?

- A Vi bør gjenta forsøket, men uten bakterier.
- B Vi bør gjenta forsøket, men uten antibiotikum.
- C Vi bør gjenta forsøket, men bruke et annet antibiotikum.
- D Vi bør gjenta forsøket, men bruke et annet vekstmedium.

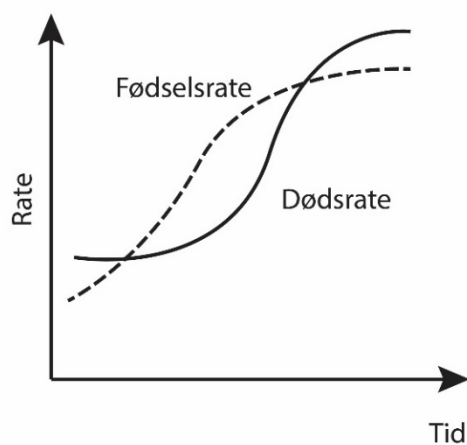
- 2 I et forsøk ble produksjonen av melkesyre i dyreceller undersøkt. Det ble brukt fire reagensglass med likt antall dyreceller og lik konsentrasjon av glukose. Temperaturen og oksygeninnholdet varierte slik tabellen viser.

Reagensglass	Temperatur (°C)	Oksygeninnhold (%)
1	18	20
2	37	20
3	37	5
4	75	5

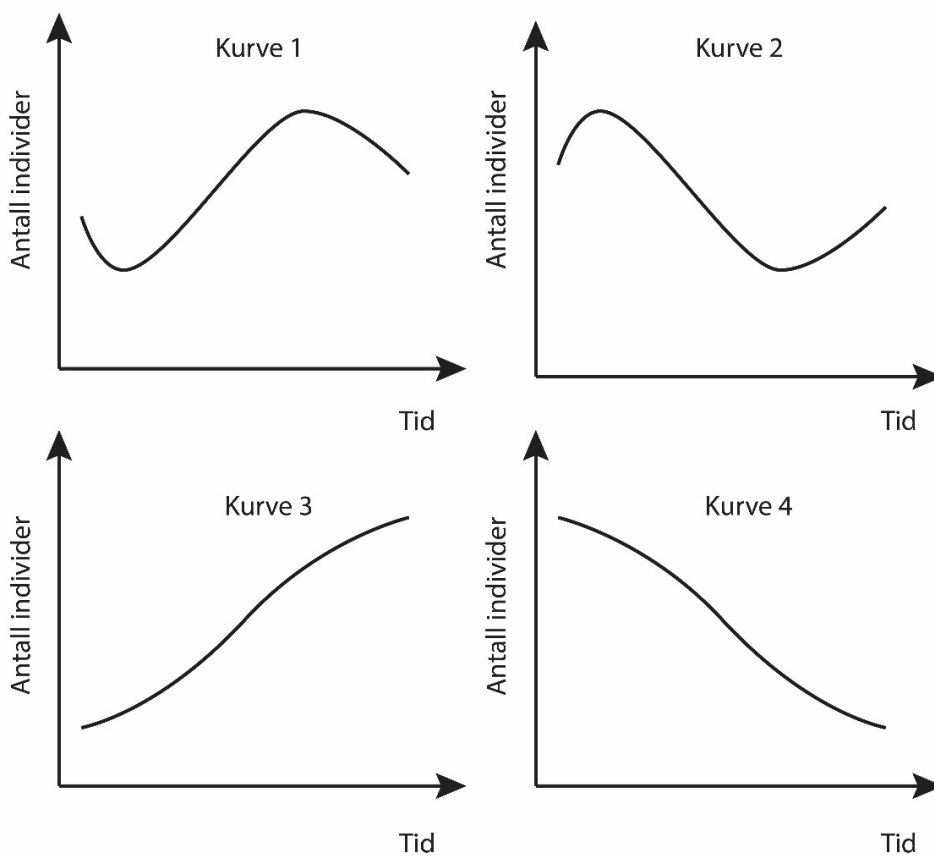
Hvilket reagensglass hadde høyest konsentrasjon av melkesyre?

- A reagensglass 1
- B reagensglass 2
- C reagensglass 3
- D reagensglass 4

3 Kurvene viser hvordan fødsels- og dødsraten endres over tid i en populasjon.



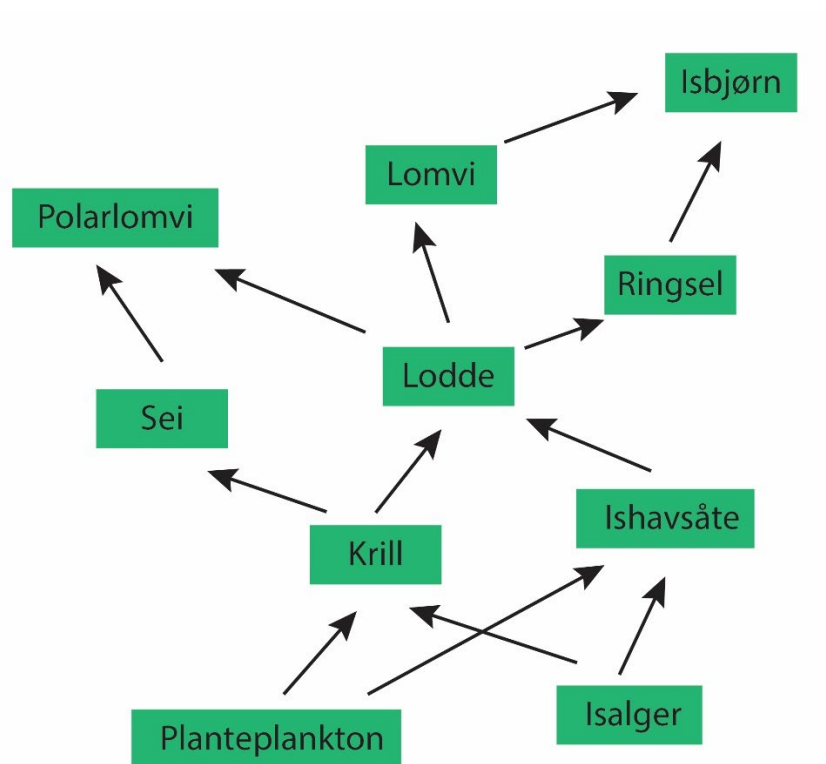
Nedenfor ser du fire mulige vekstkurver for populasjonen.



Hvilken kurve viser best hvordan populasjonsstørrelsen endres over tid?

- A kurve 1
- B kurve 2
- C kurve 3
- D kurve 4

4 Figuren illustrerer et næringsnett.



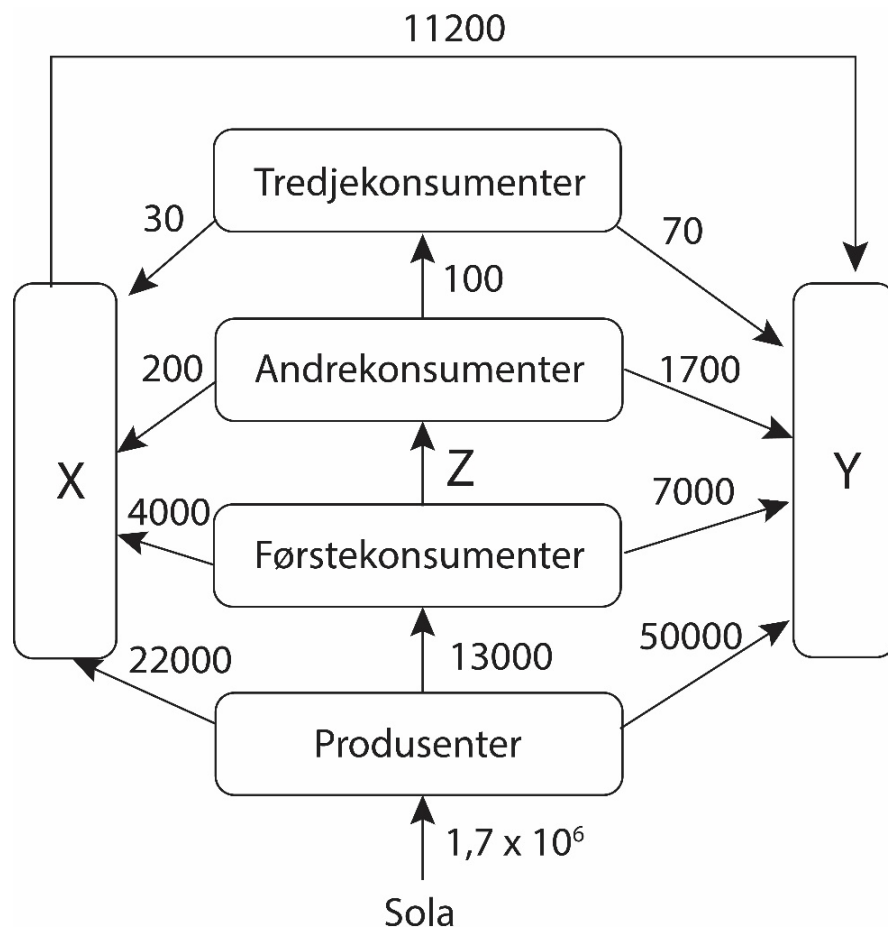
Her ser du to påstander om næringsnettet:

- 1 Den samlede biomassen til populasjonene av polarlomvi, lomvi og ringsel er større enn den samlede biomassen til populasjonene av sei og lodde.
- 2 Den lengste næringskjeden har seks ledd.

Hvilke påstander (én, to eller ingen) er riktige?

- A bare påstand 1
- B bare påstand 2
- C begge påstandene
- D ingen av påstandene

- 5 Figuren illustrerer energistrømmen gjennom et økosystem. Alle tall har enheten kJ per m² per år.



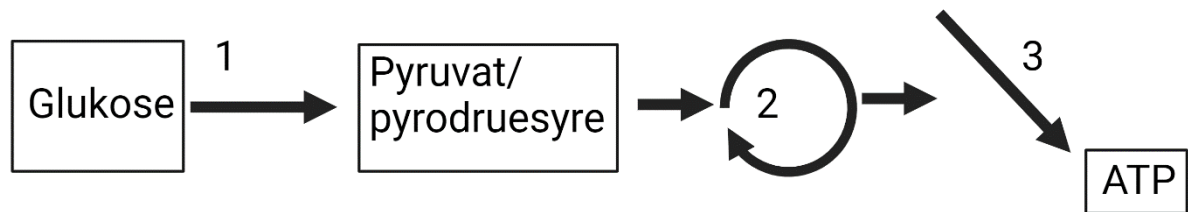
Her ser du tre påstander om energien i økosystemet:

- 1 Energien Z er 1000 kJ per m² per år.
- 2 Gjennom fotosyntesen binder produsentene årlig over 80 000 kJ per m².
- 3 Boks X illustrerer energien som overføres til nedbrytere, og boks Y illustrerer energien som frigis i celleåndingen.

Hvilke påstander er riktige?

- A påstand 1 og 2
- B påstand 2 og 3
- C påstand 1 og 3
- D alle påstandene

6 Figuren illustrerer en prosess, og tallene står for trinn i prosessen.



Hvilken påstand er riktig?

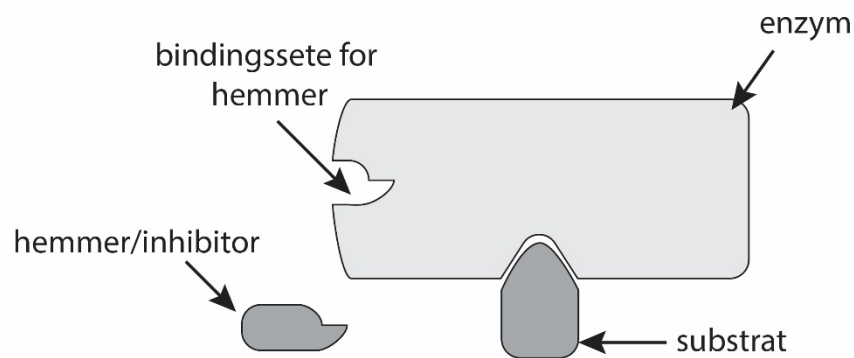
- A Trinn 2 kalles calvinsyklusen, og O_2 blir brukt i trinn 3.
 - B Trinn 2 kalles calvinsyklusen, og CO_2 blir produsert i trinn 1.
 - C Trinn 2 kalles krebssyklusen, og O_2 blir brukt i trinn 3.
 - D Trinn 2 kalles krebssyklusen, og CO_2 blir produsert i trinn 1.
- 7 Figuren illustrerer en reaksjonsvei der to enzymer deltar og stoffet C er sluttproduktet.



Mengden av stoffet C reguleres gjennom negativ tilbakekobling. Hvordan skjer reguleringen?

- A Stoff A binder seg til enzym 1.
- B Stoff A binder seg til stoff C.
- C Stoff C binder seg til enzym 1.
- D Stoff C binder seg til stoff A.

8 Figuren illustrerer et substrat, et enzym og en hemmer/inhibitor.



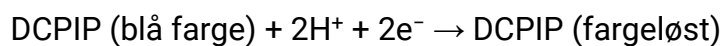
Her ser du tre påstander om hemmeren:

- 1 Hemmeren er konkurrerende.
- 2 Hemmeren binder seg til det allosteriske setet.
- 3 Virkningen av hemmeren kan reduseres ved at man tilfører mer substrat.

Hvilke påstander (én eller to) er riktige?

- A bare påstand 1
- B bare påstand 2
- C påstand 1 og 3
- D påstand 2 og 3

- 9 Stoffet DCPIP brukes til å studere deler av fotosyntesen. Når DCPIP tar opp elektroner, endrer stoffet farge fra blått til fargeløst.



Fire løsninger ble tilsatt DCPIP og plassert i lys eller i mørke. Tabellen viser innholdet i løsningene og behandlingen.

Løsning	Innholdet i løsningen	Behandling
1	DCPIP og kloroplaster	lys
2	DCPIP og kloroplaster uten tylakoider	lys
3	DCPIP og kloroplaster	mørke
4	DCPIP og kloroplaster uten tylakoider	mørke

Hvilken løsning ble fargeløs?

- A løsning 1
- B løsning 2
- C løsning 3
- D løsning 4

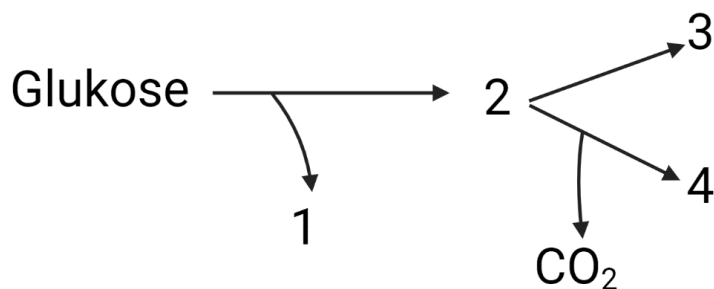
10 Her ser du fire påstander om celleåndingen:

- 1 FADH_2 inngår i krebssyklusen.
- 2 CoA / koenzym A inngår i glykolysen.
- 3 Vann dannes i den oksidative fosforyleringen.
- 4 Pyrodruesyre/pyruvat dannes bare i aerob celleånding.

Hvilke påstander er riktige?

- A påstand 1 og 3
- B påstand 1 og 4
- C påstand 2 og 3
- D påstand 2 og 4

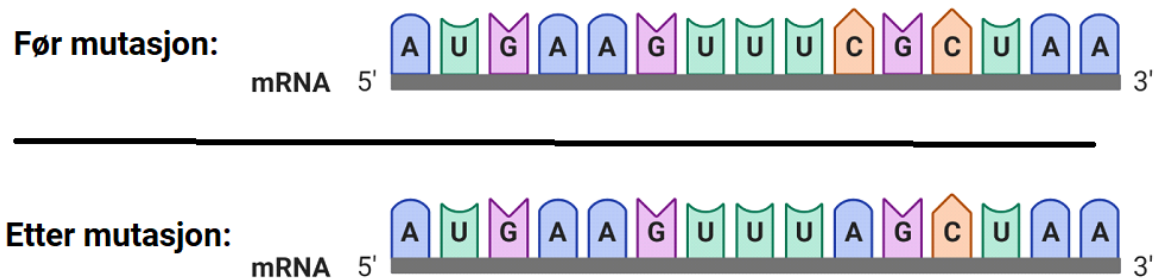
11 Figuren illustrerer anaerob celleånding.



Hvilke stoffer står tallene for?

- A 1 står for ATP, og 4 står for FADH_2 .
- B 1 står for ATP, og 3 står for etanol.
- C 2 står for pyrodruesyre/pyruvat, og 3 står for melkesyre.
- D 2 står for pyrodruesyre/pyruvat, og 4 står for NADH.

12 Figuren illustrerer deler av et mRNA-molekyl før og etter en mutasjon.



Hvordan kan vi best beskrive konsekvensen av mutasjonen? Bruk vedlegg 1 når du svarer.

- A Mutasjonen gir et stoppkodon.
- B Mutasjonen endrer leserammen.
- C Mutasjonen gir samme aminosyre.
- D Mutasjonen medfører at arginin erstattes med serin.

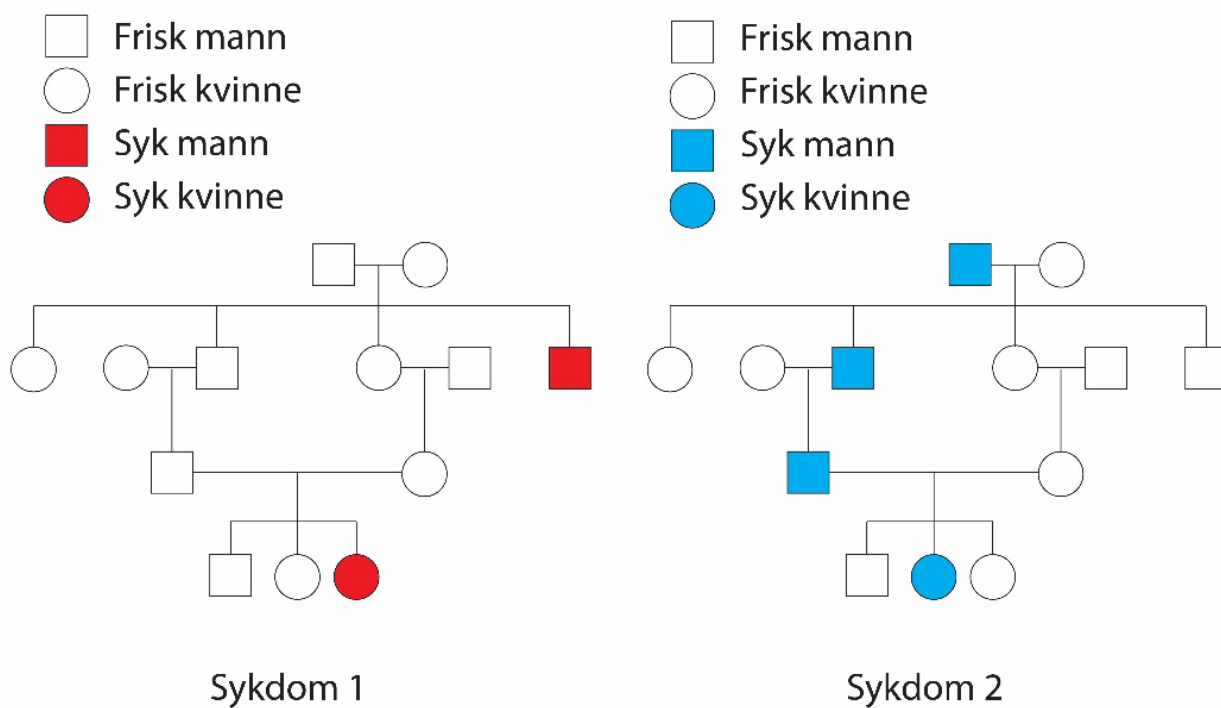
13 Her ser du tre påstander om genregulering:

- 1 Et gen kan skrus av ved metylering.
- 2 Pre-mRNA kan spleises på flere måter.
- 3 Epigenetisk genregulering endrer ikke DNA-sekvensen.

Hvilke påstander er riktige?

- A bare påstand 1 og 2
- B bare påstand 1 og 3
- C bare påstand 2 og 3
- D alle påstandene

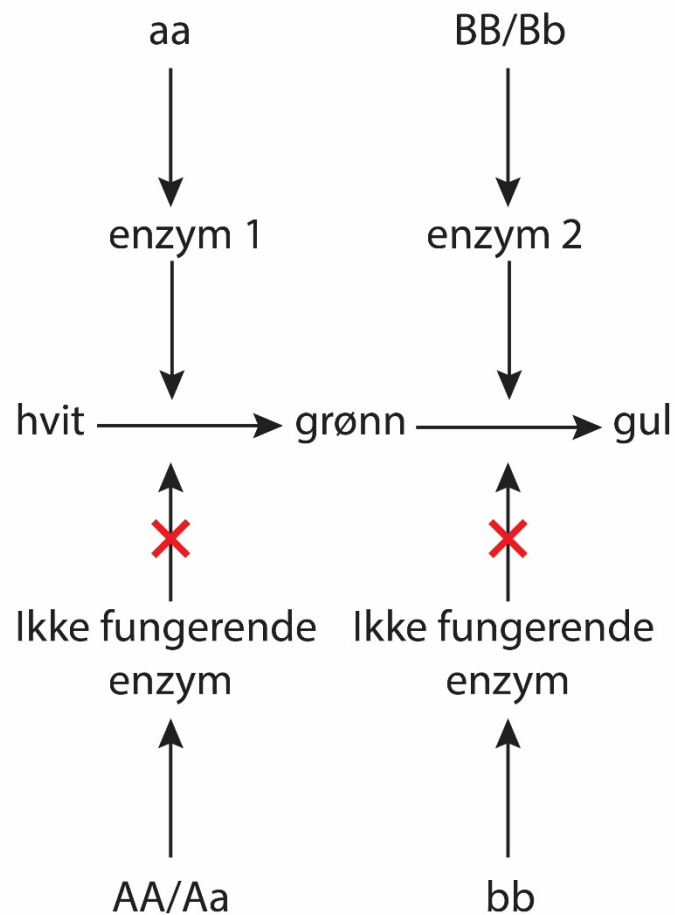
14 Figuren illustrerer forekomsten av to sykdommer i samme familie.



Hvilke sykdommer (én, to eller ingen) kan nedarves recessivt og kjønnsbundet på X-kromosomet?

- A bare sykdom 1
- B bare sykdom 2
- C begge sykdommene
- D ingen av sykdommene

- 15 Figuren illustrerer hvordan to gener påvirker fargen på frukten til squashplanten. Hvert gen har to alleler/genvarianter.

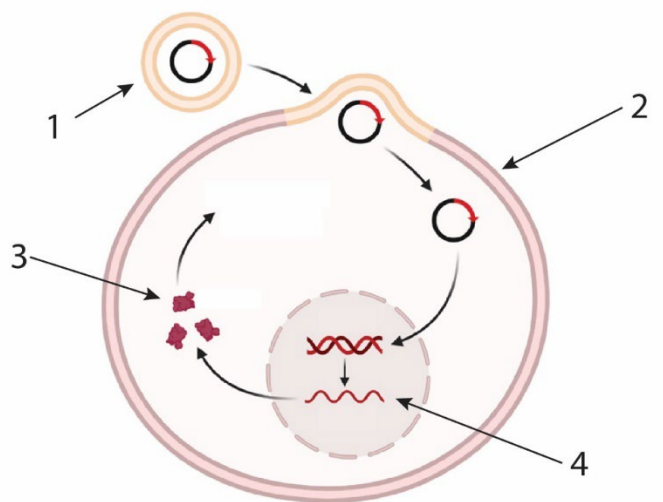


Grønn squash ble krysset med hvit squash. Avkommene var hvite eller gule.

Hvilke genotyper hadde foreldrene?

- A aabb og AABB
- B aabb og AaBb
- C aabb og AABb
- D aabb og AaBB

16 Figuren illustrerer genterapi.



Hvilket tall står for vektoren?

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4

17 Her ser du fire påstander:

- 1 Alle genmodifiserte organismer er tilført andre gener.
- 2 Gendiagnostikk går ut på å fjerne et mutert gen hos en pasient.
- 3 I en gelelektroforese vandrer DNA mot den positive polen.
- 4 I løpet av en PCR-syklus endres temperaturen flere ganger.

Hvilke påstander er riktige?

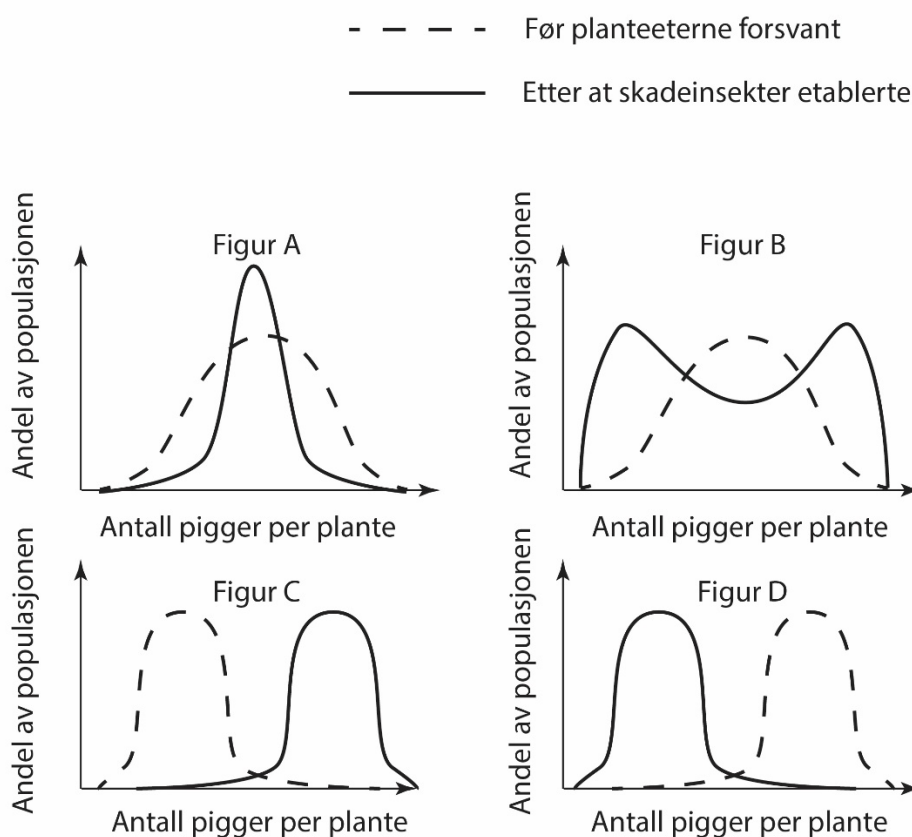
- A påstand 1 og 2
- B påstand 1 og 3
- C påstand 2 og 4
- D påstand 3 og 4

18 Følgende to seleksjonsfaktorer påvirker antallet pigger hos kaktus:

- Pigger beskytter mot planteetere. Jo flere pigger, jo mindre sannsynlig at man blir spist.
- Skadeinsekter legger egg på piggene, og larvene som klekker, spiser kaktusen. Jo flere pigger, jo flere larver spiser på kaktusen.

En populasjon kaktus har vært påvirket av planteetere over lang tid. Tenk deg at planteeterne forsvinner fra området samtidig som en populasjon av skadeinsekter etablerer seg.

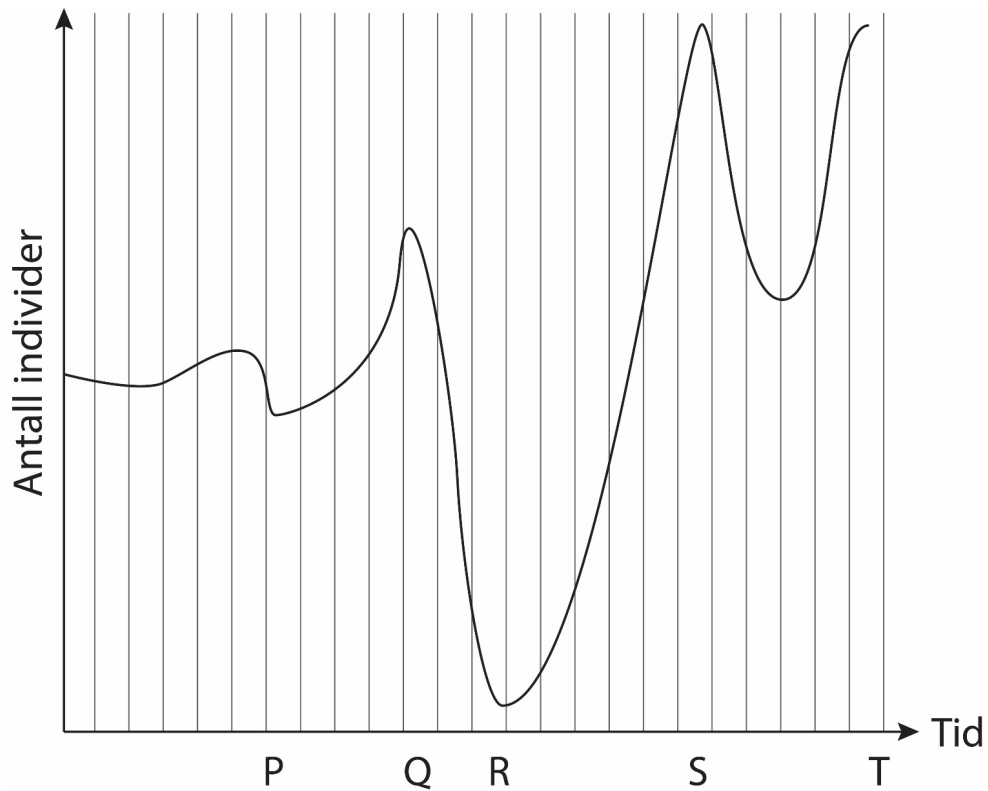
Figurene illustrerer mulige fordelinger av antall pigger hos kaktusene før planteeterne forsvant, og lenge etter at skadeinsektene etablerte seg.



Hvilken figur illustrerer riktig fordeling?

- A figur A
- B figur B
- C figur C
- D figur D

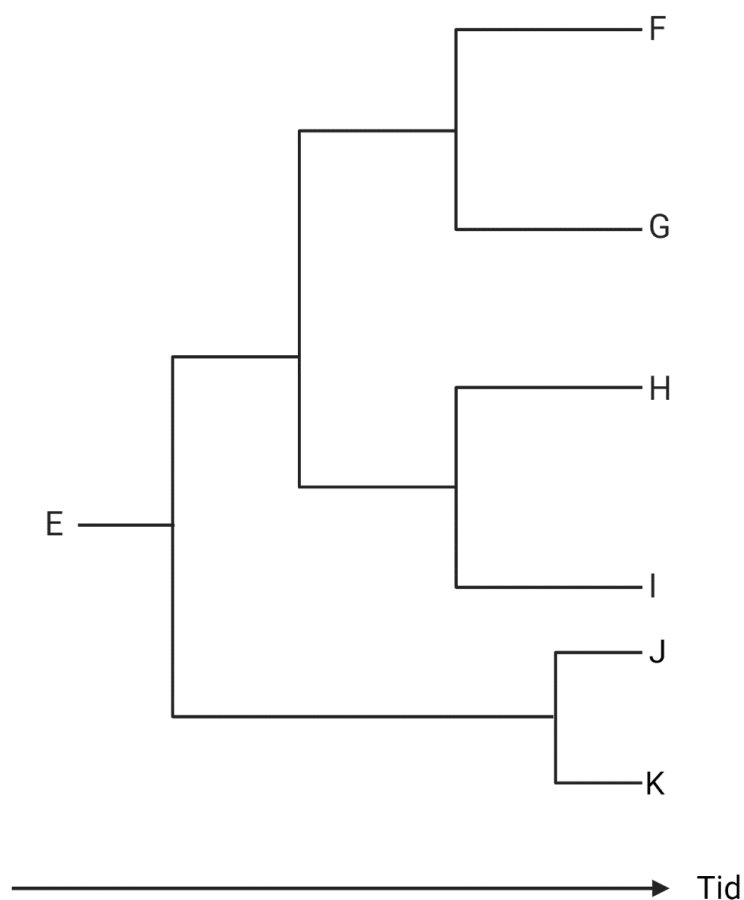
- 19 Kurven viser endringer i antallet individer over tid i en populasjon. Fem tidspunkter P–T er markert.



Hvilken endring kan gi flaskehalseffekt?

- A endringen mellom tidspunktene P og Q
- B endringen mellom tidspunktene Q og R
- C endringen mellom tidspunktene R og S
- D endringen mellom tidspunktene S og T

20 Figuren illustrerer et slektskapstre/fylogenetisk tre.



Her ser du to påstander om slektskapstreet:

- 1 Art J og art K har omtrent like mange felles gener som art G og art H.
- 2 Det er mer sannsynlig at det er prezygotiske barrierer/mekanismer mellom artene G og H enn mellom artene I og J.

Hvilke påstander (én, to eller ingen) er riktige?

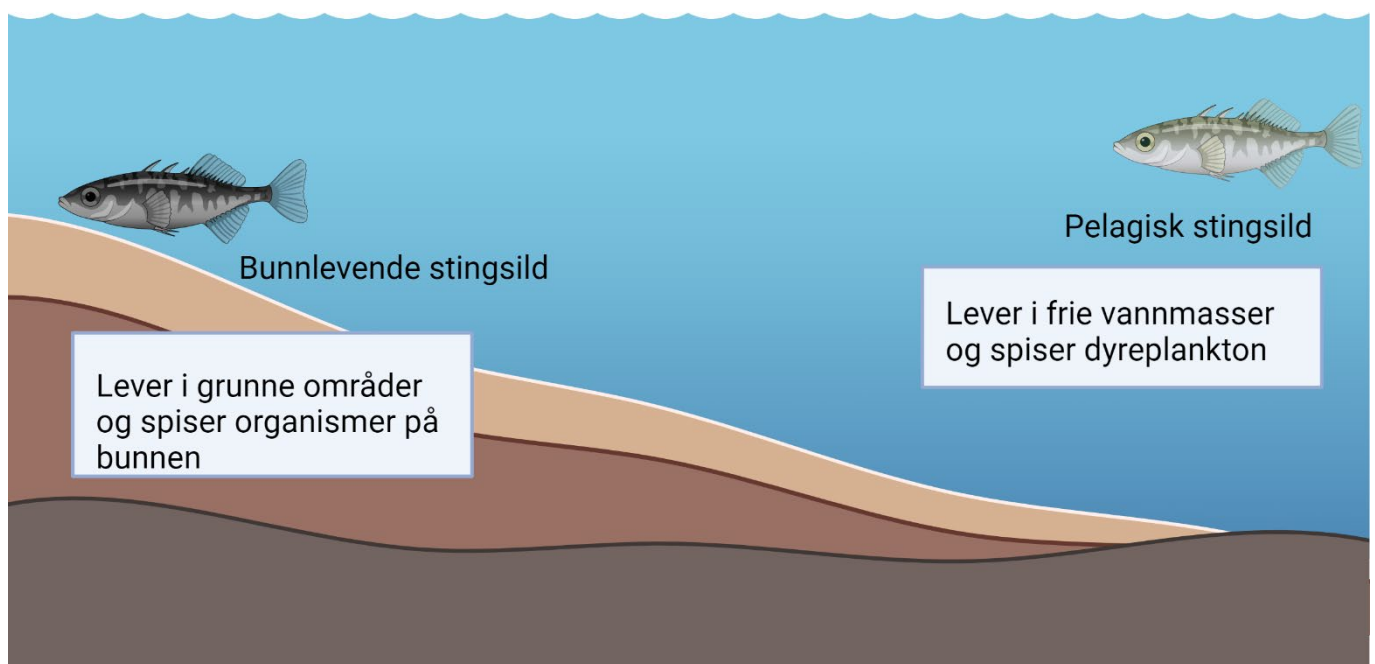
- A bare påstand 1
- B bare påstand 2
- C begge påstandene
- D ingen av påstandene

Del 2

Oppgave 3

I en canadisk innsjø som oppsto for cirka 12 000 år siden, lever to typer trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus*). Den ene lever på bunnen (bunnlevende type), og den andre lever høyere opp i vannmassene (pelagisk type). For 1000 år siden innvandret den pelagiske typen fra havet til innsjøen, mens den bunnlevende typen har levd der siden innsjøen oppsto.

De to typene ser ulike ut, men de har lik paringsatferd og formerer seg i samme område. Fenotypen til hybrider mellom bunnlevende og pelagiske stingsild er en mellomting mellom de to typene. Undersøkelser viser at 1–2 prosent av voksen stingsild i innsjøen er hybrider. Hybridegg har like gode sjanser for å klekkes som egg fra bunnlevende og fra pelagisk stingsild.

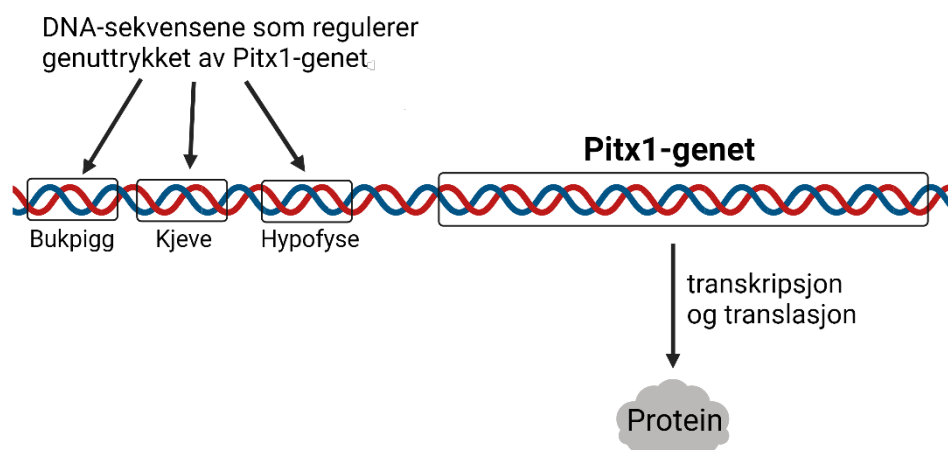


Figur 1. Bunnlevende og pelagisk stingsild

- Vurder hvorfor andelen hybrider er lav i den voksne populasjonen.
- Forskere tror at bunnlevende og pelagisk stingsild vil utvikle seg til to arter. Drøft hvilke mekanismer for artsdannelse som bidrar til dette.

Pitx1 er et gen som er aktivt ved dannelsen av bukpigger, kjeve og hypofyse. Det finnes ulike transkripsjonsfaktorer som bindes til de ulike DNA-sekvensene for å starte transkripsjon av genet.

Figur 2 illustrerer Pitx1-genet og DNA-sekvensene som regulerer genuttrykket.



Figur 2. Pitx1-genet og ulike DNA-sekvenser som regulerer genuttrykket

Bare noen stingsilder har bukpigger. DNA-analyser viser at stingsild med og uten bukpigger har lik baserekkefølge i Pitx1-genet.

- c) Stingsild uten bukpigger har en deleksjon i DNA-sekvensen som regulerer genuttrykket. Forklar hvorfor dette hemmer produksjonen av protein i celler som danner bukpigger, men ikke produksjonen av protein i celler som danner kjeve og hypofyse.

Fem krysningforsøk ble gjennomført for å undersøke nedarvingen av egenskapen bukpigger. Tabellen viser antallet avkom med og uten bukpigger.

Tabell 1. Resultatene av krysningforsøkene mellom foreldre med og uten bukpigger

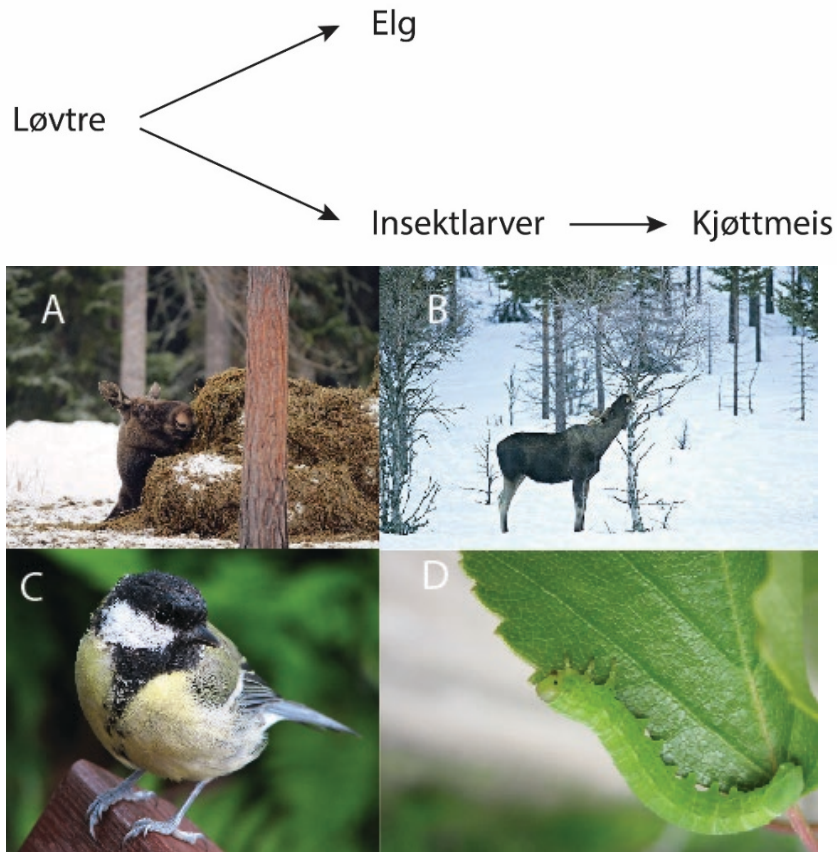
Krysnings-forsøk	Foreldre	Avkom	
		Med bukpigger	Uten bukpigger
1	Med bukpigger × Uten bukpigger	82	78
2	Med bukpigger × Med bukpigger	118	39
3	Uten bukpigger × Uten bukpigger	0	50
4	Med bukpigger × Uten bukpigger	74	0
5	Med bukpigger × Med bukpigger	90	0

- d) Bruk informasjonen i tabellen til å undersøke om egenskapen bukpigger er dominant eller recessiv. Begrunn svaret.

Oppgave 4

Noen steder fôres elg med tørket gress om vinteren. Hensikten er å unngå at de krysser toglinjer og veier for å finne mat. Tettheten av elg øker i områdene med fôringsplasser.

Figur 3 illustrerer utsnitt av et næringsnett.



Figur 3. Utsnitt av næringsnett (øverst). Elg som spiser tørket gress (A). Elg som spiser bjørk (B). Kjøttmeis (C). Insektlarve (D).

- a) Forklar hvorfor høyere tetthet av elg kan føre til nedgang i populasjonen av kjøttmeis. Bruk informasjon ovenfor når du svarer.

Forskere ville undersøke om fôring av elg påvirker populasjonsstørrelsen til kjøttmeis, og de formulerte følgende hypotese:

Vinterfôring av elg reduserer populasjonen av kjøttmeis.

For å teste hypotesen hengte forskerne opp fuglekasser til kjøttmeis i områder med og uten vinterfôring av elg. De andre abiotiske og biotiske faktorene var like i områdene.

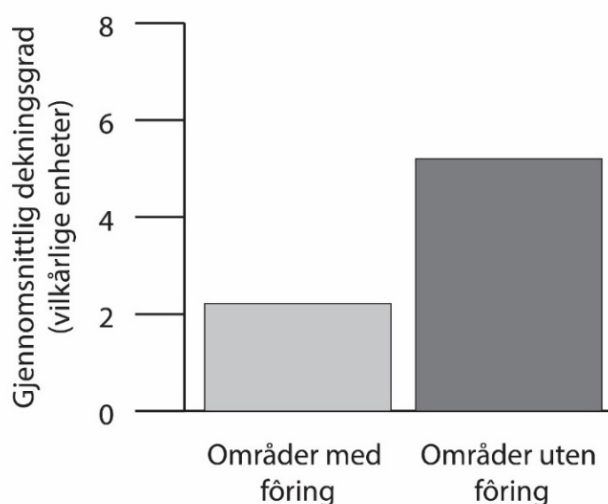
- b) Forklar hvorfor forskerne ønsket å holde andre abiotiske og biotiske faktorer like i områdene de undersøkte.

Forskerne telte både egg og flygedyktige kjøttmeisunger (ungene blir regnet som flygedyktige når de forlater reiret), og de målte massen til disse fugleungene. Tabell 2 viser resultater fra undersøkelsene.

Gjennomsnittlig dekningsgrad er et mål på hvor mye løv det er på trærne (altså jo mer løv, desto høyere dekningsgrad), og forskerne bestemte dekningsgraden på en skala fra 0 til 8, illustrert i figur 4.

Tabell 2. Registreringer av kjøttmeis i områder med og uten vinterfôring av elg

Områder med fôring av elg				Områder uten fôring av elg			
Fugle- kasse nr.	Antall egg	Andelen flyge- dyktige unger	Gjennomsnittlig masse (g) til flygedyktige unger	Fugle- kasse nr.	Antall egg	Andelen flyge- dyktige unger	Gjennomsnittlig masse (g) til flygedyktige unger
1	8	0,75	14,9	1	8	0,75	15,3
2	11	0,64	15,1	2	7	0,86	15,0
3	9	0,67	15,3	3	9	0,78	14,7
4	9	0,78	15,1	4	8	0,75	15,3
5	10	0,70	15,0	5	9	0,67	15,2
6	8	0,75	14,8	6	7	0,71	15,2
7	7	0,57	15,4	7	12	0,75	14,9
8	9	0,67	15,5	8	11	0,73	15,1
9	10	0,80	15,2				
10	10	0,60	14,9				
11	12	0,58	15,1				



Figur 4. Gjennomsnittlig dekningsgrad av løv på trærne i områder med og uten vinterfôring av elg

- c) Blir hypotesen (*Vinterfôring av elg reduserer populasjonen av kjøttmeis.*) styrket eller svekket? Bruk tabell 2 og figur 4, og gjør nødvendige utregninger. Bruk utregningene i svaret.

Oppgave 5

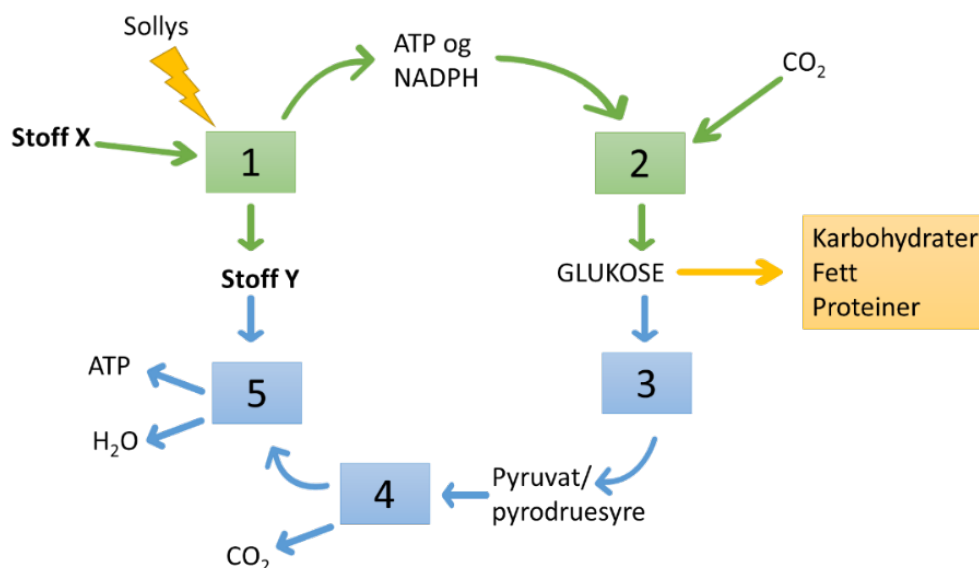
Vannplanten andematbregne (*Azolla filiculoides*) lever i symbiose med en nitrogenfikserende bakterie. I Asia dyrkes ris sammen med andematbregne.



Figur 5. Andematbregne

- a) Forklar hvorfor det er en fordel å dyrke ris sammen med andematbregne.

Figur 6 illustrerer ulike prosesser i cellene hos andematbregnen.



Figur 6. Forenklet skisse av prosesser i cellene

- b) Bruk figur 6 når du svarer.

- 1 Hvilke stoffer kan X og Y stå for?
- 2 Hvilke prosesser kan 1–5 stå for?

Andematbregne kan doble massen sin på under to dager, og den trenger ikke jord å vokse i.

- c) Vurder hvordan dyrkingen av andematbregne kan påvirke CO₂-innholdet i atmosfæren på kort og lang sikt. Bruk figur 6 og vis til prosessene.

Kjelder/Kilder

Pedersen, S., Nilsen, E. B. & Andreassen, H. (2007). Moose winter browsing affects the breeding success of great tits. *Ecoscience* 14 (4)

Vedlegg 1 Kodon for dei ulike aminosyrene / Kodoner for de ulike aminosyrene

1. base	2. base				3. base
	U	C	A	G	
U	Fenylalanin	Serin	Tyrosin	Cystein	U
	Fenylalanin	Serin	Tyrosin	Cystein	C
	Leucin	Serin	Stopp	Stopp	A
	Leucin	Serin	Stopp	Tryptofan	G
C	Leucin	Prolin	Histidin	Arginin	U
	Leucin	Prolin	Histidin	Arginin	C
	Leucin	Prolin	Glutamin	Arginin	A
	Leucin	Prolin	Glutamin	Arginin	G
A	Isoleucin	Treonin	Asparagin	Serin	U
	Isoleucin	Treonin	Asparagin	Serin	C
	Isoleucin	Treonin	Lysin	Arginin	A
	Metionin	Treonin	Lysin	Arginin	G
G	Valin	Alanin	Asparaginsyre	Glycin	U
	Valin	Alanin	Asparaginsyre	Glycin	C
	Valin	Alanin	Glutaminsyre	Glycin	A
	Valin	Alanin	Glutaminsyre	Glycin	G

Tabellen viser kodon for dei ulike aminosyrene. AUG betyr start proteinsyntese og UAA, UAG og UCA betyr stopp proteinsyntese.

Tabellen viser kodon for de ulike aminosyrene. AUG betyr start proteinsyntese og UAA, UAG og UCA betyr stopp proteinsyntese.

Vedlegg 2 Svarskjema for oppgave 2 / Svarskjema for oppgave 2

Kandidatnummer: _____

Totalt tal på sider i svaret på del 1 /

Totalt antall sider i besvarelsen på del 1: _____

Oppgave 2 / Oppgave 2	Skriv <i>eitt</i> av svaralternativa A, B, C eller D her: / Skriv <i>ett</i> av svaralternativene A, B, C eller D her:
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Vedlegg 2 skal leverast kl. 11.00 saman med svaret for oppgave 1.

Vedlegg 2 skal leveres kl. 11.00 sammen med besvarelsen for oppgave 1.