Opgaver om menneskeskabte mutationer i planter

I opgaverne skal I undersøge vejen fra DNA til planteegenskab og arbejde med naturlige mutationer, mutationsforædling, klassisk forædling og målrettet genteknologi. I skal modellere, sortere, simulere, tolke forsøgsdata og løse en afsluttende faglig kode.

Indhold

Opgave 1 Fra DNA-kode til planteegenskab 2
Opgave 2 Mutation eller noget andet? 3
Opgave 3 Mutationsterningen 5
Opgave 4 Forædlerens generationsspor 6
Opgave 5 Afgrødens mutationsdetektiver 8
Opgave 6 Teknologiernes DNA-pas 9
Opgave 7 Forsøg med flerårig byg 11
Opgave 8 Påstandslaboratoriet 13
Opgave 9 Koden til frøbanken 14



Opgave 1 Fra DNA-kode til planteegenskab

En synlig planteegenskab begynder som information i DNA'et. I skal samle forklaringen fra baser til fænotype og bruge teoriens billeder uden at forveksle metaforen med biologien.

Teorigrundlag: *Kapitel 1 - DNA, baser, gener, proteiner, celler og fænotype*

Byg proceskæden

1	2	3	4	5
DNA og gener	Information aflæses	Protein bygges	Cellens funktion	Planteegenskab

Skriv et konkret eksempel under hvert led i feltet herunder. Brug for eksempel plantehøjde, bladfarve, frøspild eller evnen til fotosyntese.

Metaforerne under lup

Billede fra teorien	Hvad svarer det til?	Hvad hjælper billedet med at forklare?
Hulstrimmel med en kode		
Legoklodser i fire farver		
En fabrik med kontrolrum		
Leksikonbind		

Hvorfor kan to celler med samme DNA få forskellige funktioner i planten?

Fagligt krav: *Brug ordene base, gen, protein, celle og fænotype mindst én gang i jeres forklaring.*

Opgave 2 Mutation eller noget andet?

Ikke alle ændringer i en plante opstår på samme måde. I skal skelne mellem naturlig mutation, menneskeskabt mutagenese, krydsning, genredigering og overførsel af gener.

Teorigrundlag: *Kapitel 2, 3 og 5 - kilder til variation og ændringer i DNA*

A En kopieringsfejl opstår, da en plantecelle deler sig.	**B** UV-lys ændrer en sekvens i plantens DNA.
C Frø udsættes for stråling; bagefter udvælges interessante planter.	**D** Plantevæv behandles med et kemisk stof for at skabe genetisk variation.
E Pollen fra én plante overføres til blomsten på en anden.	**F** CRISPR-Cas klipper et bestemt sted, som cellen derefter reparerer.
G Et bakteriegen indsættes i majs.	**H** Et resistensgen fra en vild, krydsbar kartoffel overføres.

Første sortering

Sag	Hovedkategori	Tilfældig eller målrettet?	Hvad ændres eller kombineres?
A			
B			
C			
D			
E			
F			
G			
H			

God for hvem?

En ændring kan være nyttig set fra landbrugets side og samtidig være en ulempe for planten i naturen. Vurder derfor altid egenskaben fra mere end ét perspektiv.

Egenskab eller hændelse	Mulig betydning for planten	Mulig betydning for mennesker	Neutral, skadelig eller gavnlig?
En DNA-ændring giver ingen synlig effekt			
Blomsterudviklingen går i stå og danner et tæt blomkålshoved			
En kornplante får kortere og stivere strå			
En vild bygplante smider let sine frø			
En flerårig bygplante holder bedre på frøene ved høst			
DNA-skaden er så stor, at cellen stopper med at dele sig			

Vælg én række, hvor svaret ændrer sig alt efter perspektiv. Forklar hvorfor.

Hvorfor er det upræcist at sige, at alle mutationer enten er gode eller dårlige?

Hvad er forskellen på selve variationen og den efterfølgende udvælgelse?

Opgave 3 Mutationsterningen

I skal bruge en terning til at lave en forenklet model af tilfældige mutationer og menneskelig udvælgelse. Modellen viser principper - ikke de virkelige mutationsrater.

Teorigrundlag: *Kapitel 2 og 3 - mutation, genetisk variation og udvælgelse*

Materialer

Én terning pr. gruppe og skemaet herunder.

Sådan gør I

1. Lav 12 planter i generation 1. Slå én gang for hver plante: 1 = ny mutation, 2-6 = ingen ny mutation.
2. Ved en mutation slår I igen: 1-3 = ingen synlig effekt, 4-5 = planten klarer sig dårligere, 6 = en mulig nyttig egenskab i dyrkning.
3. Navngiv selv den mulige egenskab, men hold den biologisk realistisk, for eksempel kortere strå eller mindre frøspild.
4. Udvælg højst tre planter som forældre til generation 2. Gentag derefter forsøget med 12 nye planter.

Generation	Mutationer i alt	Uden synlig effekt	Dårligere	Muligt nyttige	Udvalgte forældre
1					
2					

Hvilke egenskaber valgte I - og hvorfor?

Hvordan ændrede menneskelig udvælgelse sammensætningen af næste generation?

Nævn to måder, modellen forenkler den virkelige biologi på.

Husk: *Mutationer skaber variation. Udvælgelse afgør, hvilke planter der føres videre i et forædlingsforløb.*

Opgave 4 Forædlerens generationsspor

Klassisk forædling er mere end én krydsning. I skal rekonstruere hele forløbet fra avlsmål til en stabil sort og træffe valg, når gode og uønskede egenskaber følges ad.

Teorigrundlag: *Kapitel 3 - krydsning, udvælgelse og stabilisering over generationer*

A Dyrk og observer afkommet	**B** Gentag udvælgelsen gennem flere generationer
C Fastlæg målet for den nye sort	**D** Vælg forældre med forskellige styrker
E Kontrollér, om egenskaberne er stabile	**F** Overfør pollen og gennemfør krydsningen
G Udvælg de mest lovende planter	**H** Selvbestøv eller kryds med beslægtede planter

Sæt processen i rækkefølge

Trin	Kort	Hvad sker der?	Hvorfor er trinnet nødvendigt?
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Kontrolspørgsmål: *På hvilket trin skabes nye kombinationer, og på hvilket trin vælger mennesket mellem dem?*

Udvælg gennem generationerne

Avlsmålet er en kornsort med stort udbytte, korte stive strå, sygdomsresistens og god bagekvalitet. Dataene er fiktive.

Plante	Kerner	Strå	Sygdom	Bagekvalitet	Stabilitet
F1-1	Store	Lange	Angrebet	God	Ikke testet
F1-2	Middel	Korte og stive	Fri	Middel	Ikke testet
F1-3	Få	Korte og stive	Fri	God	Ikke testet
F2-1	Store	Korte og stive	Angrebet	God	Ikke testet
F2-2	Middel	Korte og stive	Fri	God	Ikke testet
F2-3	Store	Lange	Fri	God	Ikke testet
F6-A	Middel-store	Korte og stive	Fri	God	Ens i tre forsøg
F6-B	Store	Korte	Fri	Svingende	Varierer mellem afkom

Udvælg og begrund

1. Vælg én F1-plante, og forklar jeres kompromis.
2. Vælg én F2-plante, og nævn den ønskede egenskab, der stadig mangler.
3. Vælg den F6-linje, der er tættest på en brugbar sort. Brug både egenskaber og stabilitet.
4. Forklar, hvorfor den første krydsning ikke kan stå alene, selv når afkommet ser lovende ud.

Opgave 5 Afgrødens mutationsdetektiver

Tre velkendte afgrøder bærer spor af mutationer og langvarig udvælgelse. I skal skelne mellem den biologiske ændring, menneskets valg og den fordel, vi har fået.

Teorigrundlag: *Kapitel 3 - blomkål, gulerod og kortstråede kornsorter*

Sagsmappe 1 - blomkål
CAL, ofte sammen med AP1, hæmmer den normale blomsterudvikling. Det spiselige hoved består af tætte blomsteranlæg, der er gået i stå.

Sagsmappe 2 - gulerod
Fra en tynd, forgrenet og hvidlig vild rod har mennesker udvalgt tykke, saftige rødder med meget betakaroten.

Sagsmappe 3 - hvede og ris
Kortere og mere stabile strå mindsker lejesæd. Flere egenskaber hænger sammen med gener i plantens gibberellinsystem.

Sagsmappe	Biologisk ændring eller variation	Hvad udvalgte mennesker?	Fordel i dyrkning eller mad	Mulig ulempe for planten
1				
2				
3				

Hvilken sagsmappe viser tydeligst, at en egenskab kan være attraktiv for mennesker uden at være en fordel i naturen?

Hvorfor er det forkert at kalde de kortstråede sorter moderne GMO alene på baggrund af deres egenskab?

Opgave 6 Teknologiernes DNA-pas

Metoderne kan alle ændre fremtidige planter, men de gør det på forskellige måder. Udfyld et DNA-pas for hver metode og brug passene til at identificere konkrete eksempler.

Teorigrundlag: *Kapitel 4 og 5 - mutagenese, transgenese, cisgenese og CRISPR-Cas*

Metode	Kilde til variation eller gen	Tilfældig eller målrettet?	Hvad sker der i DNA'et?	Eksempel fra teorien
Mutationsforædling				
Transgenese				
Cisgenese				
CRISPR-Cas				

Stempl passene

Eksempel	Metode	To spor der afslører metoden
Bt-majs får et gen fra bakterien Bacillus thuringiensis		
Resistens fra en vild kartoffel føres til en dyrket, krydsbar kartoffel		
Et bestemt gen i flerårig byg ændres, så planten holder bedre på frøene		
Frø bestråles, hvorefter planter med brugbare egenskaber udvælges		

Hvilken metode behøver ikke at indsætte fremmed DNA, selv om der arbejdes direkte i DNA'et?

Hvorfor er oprindelsen af et gen afgørende for forskellen mellem transgenese og cisgenese?

Vælg metode - og vis begrænsningen

Der kan være flere fagligt mulige veje til et mål. Vælg den mest oplagte ud fra oplysningerne, og skriv samtidig, hvad metoden ikke i sig selv garanterer.

Mål og udgangspunkt	Mest oplagte metode	Hvorfor passer den?	Hvad skal stadig testes eller udvælges?
Et kendt resistensgen findes i en krydsbar vild slægtning			
Et bestemt gen i plantens eget DNA skal slukkes			
En egenskab fra en bakterie ønskes i majs			
Man kender ikke målgenet, men vil skabe bred ny variation			
To forældre har hver sin ønskede kombination af flere egenskaber			

Kan den første situation også løses med klassisk krydsning? Forklar forskellen i vejen til målet.

Hvorfor skal en plante stadig dyrkes og undersøges, selv når DNA-ændringen er målrettet?

Skriv én sætning, der præcist skelner mellem teknik og egenskab.

Nuance: *En metode fortæller, hvordan ændringen laves. Den fortæller ikke alene, om den færdige plante fungerer godt i marken.*

Opgave 7 Forsøg med flerårig byg

Forskere vil udvikle flerårig byg, der bevarer sin robusthed, men holder bedre på frøene ved høst. I skal designe et forsøg, der kan vise både den ønskede virkning og uønskede følgevirkninger.

Teorigrundlag: *Kapitel 4 og 5 - vilde slægtninge, flerårighed, frøspild og CRISPR-Cas*

Fra celle til testplante

Trin 1 Vælg målgen	**Trin 2** Redigér celler i embryostadiet	**Trin 3** Dyrk en hel plante	**Trin 4** Sammenlign med kontrol

Planlæg forsøget

Forsøgsdel	Jeres valg	Hvorfor er det nødvendigt?
Hypotese		
Forsøgsgruppe		
Kontrolgruppe		
Den ændrede faktor		
Mindst tre målinger		
Forhold der holdes ens		
Antal planter eller gentagelser		

Hvordan kan I skelne mellem bedre frøfastholdelse og en plante, der blot producerer færre frø?

Kontrol: *Den uredigerede plante gør det muligt at vurdere, om forskellen sandsynligvis hænger sammen med redigeringen.*

Tolkningsbordet

Forskerne har fået følgende fiktive gennemsnitsresultater. Værdierne er kun lavet til opgaven.

Linje	Frø tilbage ved høst	Genvækst næste år	Korn pr. plante	Højde	Ensartethed
Kontrol	22 %	92 %	14 g	112 cm	Høj
L1	78 %	90 %	13 g	108 cm	Høj
L2	91 %	45 %	10 g	75 cm	Middel
L3	68 %	88 %	15 g	110 cm	Høj
L4	84 %	91 %	14 g	109 cm	Lav

Hvilken linje forbedrer tydeligst frøfastholdelsen uden en stor pris i flerårighed og udbytte? Begrund med mindst tre tal.

Hvilken linje viser den tydeligste uønskede følgevirkning?

Hvorfor kan lav ensartethed være et problem, selv når gennemsnittet ser godt ud?

Hvilke to ekstra undersøgelser ville I gennemføre? Afslut med en foreløbig konklusion om den mest lovende linje.

Opgave 8 Påstandslaboratoriet

Faglige udsagn kan være rigtige, forkerte eller så upræcise, at de kræver en nuance. Markér jeres vurdering og reparér alle udsagn, der ikke er helt korrekte.

Teorigrundlag: *Alle fem kapitler*

Nr.	Påstand	Rigtig / forkert / kræver nuance	Rettet formulering eller belæg
1	Planter med flere gener end mennesker er nødvendigvis mere komplekse.		
2	Alle mutationer kan ses direkte på plantens udseende.		
3	UV-lys og kopieringsfejl kan skabe ændringer i DNA'et.		
4	Mutationsforædling er det samme som almindelig krydsning.		
5	Kortstråede hvede- og rissorter blev primært skabt med moderne GMO-teknik.		
6	CRISPR-Cas indsætter altid et gen fra en fremmed art.		
7	Ved cisgenese kommer genet fra samme art eller en krydsbar slægtning.		
8	Celler har mekanismer, som kan opdage og reparere DNA-skader.		
9	En lovende plante er en stabil sort allerede efter første krydsning.		
10	Mutationer kan være neutrale, skadelige eller nyttige afhængigt af virkning og perspektiv.		

Vælg den påstand, I tror flest vil misforstå. Forklar misforståelsen med egne ord.

Belæg: *Skriv kapitelnummer eller et nøglebegreb fra teorien - ikke bare 'det står i teksten'.*

Opgave 9 Koden til frøbanken

En arkivkasse i Frøbanken 2050 er låst med otte faglige låse. Vælg det korrekte svar ved hver lås og skriv bogstavet i kodefeltet. Læst fra 1 til 8 danner bogstaverne et nøgleord.

Teorigrundlag: *Alle fem kapitler*

Lås 1 Hvad bruger cellen information fra et gen til? M · At bygge et protein R · At danne et kromosompar S · At vælge en forælder	**Lås 2** Hvad kan skabe en naturlig mutation? P · Kun målrettet krydsning U · Kopieringsfejl eller UV-lys E · Kun kunstgødning
Lås 3 Hvad er mutagenese? T · At fremkalde mutationer K · At måle fotosyntese B · At flytte pollen	**Lås 4** Hvad sker efter en klassisk krydsning? D · Alle afkom er ens A · Afkom dyrkes, vurderes og udvælges F · Sorten er straks stabil
Lås 5 Hvorfra kommer et cisgent gen? T · Samme art eller krydsbar slægtning J · En vilkårlig bakterie L · Kun fra laboratorieudstyr	**Lås 6** Hvad kendetegner CRISPR-Cas? I · Et målrettet klip og cellens reparation V · En tilfældig blanding af to genomer G · Kun indsættelse af fremmed DNA
Lås 7 Hvorfor er vilde slægtninge interessante? O · De kan rumme robuste egenskaber C · De har altid størst kerner H · De kræver altid mere gødning	**Lås 8** Hvornår er en ny sort stabil? N · Når egenskaberne går igen over generationer Q · Efter ét godt individ Å · Når planten er højest

Kodefelt

1	2	3	4	5	6	7	8

Hvad er nøgleordet, og hvorfor er det centralt for både evolution og planteforædling?

Arkivkortet bag låsen

Vælg ét eksempel fra teorien: blomkål, gulerod, kortstrået korn, Bt-majs, skimmelresistent kartoffel eller flerårig byg. Udfyld et arkivkort, så en besøgende kan se forskel på dokumenteret viden og jeres egen tolkning.

Felt	Arkivoplysning
Afgrøde og egenskab	
Hvordan opstod eller blev egenskaben frembragt?	
Hvad skete der med DNA, gener eller genkombinationer?	
Hvilken fænotype kan ses eller måles?	
Hvor kom den menneskelige udvælgelse ind i processen?	
Hvilken fordel har egenskaben i dyrkning eller anvendelse?	
Hvilken mulig omkostning eller usikkerhed bør nævnes?	
Direkte belæg fra teorien	
Vores egen faglige tolkning	

Skriv skiltet til udstillingen

Skriv 70-90 ord til en besøgende uden biologisk forkundskab. Teksten skal indeholde ordene DNA, mutation eller variation, egenskab og udvælgelse. Den må ikke love mere, end teorien giver belæg for. Sæt en streg under én sætning, der er dokumenteret af teorien, og en bølgestreg under én sætning, der er jeres egen tolkning.