

# Selektion

## Teoretisk introduktion

Et menneske skabes ved, at en ægcelle smelter sammen med en sædcelle. Herved blandes arvematerialet fra de to celler. Arvematerialet består af DNA og er arrangeret i *kromosomer*. Ægcellen og sædcellen medbringer hver især 23 kromosomer, hvoraf de 22 er almindelige kromosomer, det sidste er et kønskromosom (X eller Y). Samlet betyder det, at barnet får 46 kromosomer, hvoraf de to er kønskromosomer, og det er dem, der afgør barnets køn.

	Sædcelle: 22 + X	Sædcelle: 22 + Y
Ægcelle: 22 + X	22 + 22 + XX 44 + XX (pige)	22 + 22 + XY 44 + XY (dreng)

En stor del af DNA udgøres af det, der kaldes *gener*. Mennesket har godt 20.000 proteinkodende gener fordelt på de 46 kromosomer. Alle disse gener findes i to udgaver, hvoraf den ene oprindeligt kommer fra et af kromosomerne i ægcellen, den anden fra et af kromosomerne i sædcellen. Ser man for eksempel på øjenfarve, kan man arve et gen, der koder for én farve fra sin mor og et gen, der koder for en anden farve fra sin far. Hvilket af disse gener, der kommer til at bestemme barnets øjenfarve, afhænger af, hvilke farvegener, der er tale om<sup>1</sup>.

Man har som sagt to udgaver af alle gener. Nogle gener er dominante, andre er recessive (vigende). Et dominant gen vil altid komme til udtryk, uanset om man har én eller to udgaver af det. De recessive gener skal man have to af, før de kan komme til udtryk.

Eksempel med generne for blå og brun øjenfarve:

B: dominant - brune øjne

b: recessiv - blå øjne

Genotype	Øjenfarve (fænotype)
BB	Brune øjne
Bb	Brune øjne
bb	Blå øjne

*Genotype*: den sammensætning af gener, man har (her BB/ Bb/ bb).

*Fænotype*: Det, der kommer til udtryk - det, man kan se (her blå eller brune øjne)

I en bestand eller befolkning vil der altid være en vis variation inden for en egenskab. Hvis nogle udgaver af egenskaben er mere fordelagtige end andre, vil de individer, der bærer denne gode egenskab, overleve bedst og få flest afkom, og dermed vil der blive endnu flere individer med den gode egenskab. Man bruger her begrebet *fitness*: jo større fitness et individ har, jo bedre er det til at klare sig i det omgivende miljø og

<sup>1</sup> Dette er ret forsimplet; i virkeligheden spiller mange flere forskellige gener ind

dermed til at overleve og få afkom. Deraf udtrykket "*Survival of the fittest*". Det, at nogle gener er mere fordelagtige end andre, og dermed gives videre i højere grad end andre gener, kaldes *selektionstryk*. Med hensyn til øjenfarve, giver det ikke større overlevelsesmulighed at have blå øjne i forhold til brune (eller omvendt), hvilket betyder at der ikke er noget selektionstryk mod nogle af farverne. Men for andre egenskaber, vil der klart være fordele ved at have bestemte gensammensætninger, og dette vil påvirke udviklingen af gensammensætningen i befolkningen i en retning, så gener, der koder for uhensigtsmæssige egenskaber, med tiden selekteres bort.

## Formål

1. I det første eksperiment skal I vise, hvad der sker, når der er selektion mod en dødelig recessiv genotype (ff)

Genotype	Fænotype
FF	Normal
Ff	Normal
ff	Dødelig

2. I det andet eksperiment skal I vise, hvad der sker, når der er selektion mod en dødelig recessiv genotype (ff) og genotypen Ff har nedsat fitness (kun 50% overlever)

Genotype	Fænotype
FF	Normal
Ff	Nedsat fitness (50 % overlever)
ff	Dødelig

## Materialer

Hver gruppe skal have en pose med

- 75 lyse bønner (genet F)
- 25 mørke bønner (genet f)

Samt ekstra bønner til at fylde op med

## Fremgangsmåde

### Eksperiment 1

- Vi forestiller os en population med 50 individer, der hver har to udgaver af det pågældende gen.
  - Ryst posen og simuler "tilfældig parring" ved at trække to bønner (helt tilfældigt - altså uden at kigge i posen!). Herved får I genotypen (gensammensætningen) for det første individ, som I lægger til side.
  - Træk et nyt "individ" og læg også dette til side. Sørg for de enkelte individer (bønnepar) ligger tydeligt adskilt.
  - Fortsæt til I har tømt posen og derved lavet 50 individer.
  - Arranger bønneparrene (individerne) i tre grupper efter genotyperne (FF, Ff og ff). Noter antallet af hver genotype i tabel 1 på næste side
  - Genotypen ff er som tidligere nævnt dødelig, og individer med denne uheldige genotype bort-selekteres. Fjern derfor alle individer med denne genotype.
  - Beregn allelfrekvensen efter selektionen (hvor mange % af generne er nu f og hvor mange % er F?).
    - Det gør I sådan:
      - Bestem antallet af F, og noter det i tabel 1
      - Bestem antallet af f og noter det i tabel 1
      - Beregn de nye allelfrekvenser og noter dem i tabel 1:
        - Frekvensen af F =  $\frac{\text{Antal } F}{\text{Totalt antal } (F+f)} \cdot 100\%$
        - Frekvensen f =  $\frac{\text{Antal } f}{\text{Totalt antal } (F+f)} \cdot 100\%$
        - Tjek at de to frekvenser tilsammen giver 100%
  - Posen skal nu fyldes op med 100 bønner igen, men i det nye forhold (hvis eksempelvis frekvensen af F er fundet til 82 %, skal der være 82 lyse bønner).
- ALTERNATIVT TIL KAN MAN BARE FJERNE DE "DØDE INDIVIDDER" OG FORTSÆTTE ØVELSEN MED DE RESTERENDE INDIVIDDER UDEN AT SUPPLERE OP TIL 100.*
- Gentag hele proceduren (træk tilfældigt 50 individer, tæl genotyperne, udfør selektion og beregn allelfrekvens).
  - Gentag det hele i alt 5 gange.



50 "individer" sorteret efter genotype: FF, Ff og ff



## Eksperiment 2

I dette eksperiment går vi ud fra, at genotypen ff stadig er dødelig. Men derudover antager vi nu, at genotypen Ff medfører en nedsat fitness - individer med denne genotype er dårligere tilpasset miljøet, og derfor er det kun 50% af individerne med genotypen Ff, der overlever.

Genotype	Fænotype
FF	Normal
Ff	Nedsat fitness (50 % overlever)
ff	Dødelig

- Vi forestiller os igen en population med 50 individer, der hver har to udgaver af det pågældende gen.
- Ryst posen og simuler igen "tilfældig parring" ved at trække to bønner (helt tilfældigt - altså uden at kigge i posen!). Herved får I genotypen (gensammensætningen) for det første individ, som I lægger til side.
- Træk et nyt "individ" og læg også dette til side. Sørg for de enkelte individer (bønnepar) ligger tydeligt adskilt.
- Fortsæt til I har tømt posen og derved lavet 50 individer.
- Arranger bønneparrene (individerne) i tre grupper efter genotyperne (FF, Ff og ff). Noter antallet af hver genotype i tabel 2 på næste side.
- Genotypen ff er som tidligere nævnt dødelig. Fjern derfor alle individer med denne genotype.
- Genotypen Ff har nedsat fitness. Fjerne derfor halvdelen af parrene med denne genotype.
- Beregn allelfrekvensen efter selektionen (hvor mange % af generne er nu f og hvor mange % er F?)
  - Det gør I sådan:
    - Bestem antallet af F, og noter det i tabel 2
    - Bestem antallet af f og noter det i tabel 2
    - Beregn de nye allelfrekvenser:
      - Frekvensen af F =  $\frac{\text{Antal } F}{\text{Totalt antal } (F+f)} \cdot 100\%$
      - Frekvensen f =  $\frac{\text{Antal } f}{\text{Totalt antal } (F+f)} \cdot 100\%$
      - Tjek at de to frekvenser tilsammen giver 100%
- Posen skal nu fyldes op med 100 bønner igen, men i det nye forhold (hvis eksempelvis frekvensen af F er fundet til 82 %, skal der være 82 lyse bønner).

### *IGEN KAN MAN VÆLGE IKKE AT GENOPFYLDE, MEN BARE FORTSÆTTE MED DE RESTERENDE BØNNER*

- Gentag hele proceduren (træk tilfældigt 50 individer, tæl genotyperne, udfør selektion og beregn allelfrekvens).
- Gentag det hele i alt 5 gange.

Tabel 2. Selektion mod ff og Ff

(kun de hvide felter skal udfyldes)

	Antal alleler			Allelfrekvens		Genotype		
	F (antal)	f (antal)	Totalt antal	F (%)	f (%)	FF (antal)	Ff (antal)	ff (antal)
<b>Start</b>	75	25	100	75%	25%			
<b>1. trækning</b>								
<b>Efter 1. selektion</b>								
<b>2. trækning</b>								
<b>Efter 2. selektion</b>								
<b>3. trækning</b>								
<b>Efter 3. selektion</b>								
<b>4. trækning</b>								
<b>Efter 4. selektion</b>								
<b>5. trækning</b>								
<b>Efter 5. selektion</b>								

### Overvej

- Hvad sker der med f-allelen i de to tilfælde og hvorfor?
- Afbild antal overlevende f-alleler som funktion af trækningsnumrene 1-5 for hver af de to forsøg. Sammenlign de to grafer.
- I begge øvelser dør alle homozygote ff individer. Hvordan kan der så fortsat dukke individer op med denne genotype selv efter mange generationer?
- Hvad vil konsekvensen af selektionen mod ét allel være på lang sigt - eller sagt med andre ord: hvad vil der ske med antallet af f?