

## Projekt 9.11 Mendels arvelighedslove

Mendels arvelighedslove stammer fra 1865, hvor Gregor Mendel offentliggjorde resultaterne af omhyggeligt udførte forsøg med krydsning af forskellige planter. Mendel indførte de grundlæggende arvelighedslove for dominerende og afvigende træk. I en moderne formulering er de knyttet til gener på kromosomerne. Under passende omstændigheder, du hører nærmere om i biologi, forekommer sådanne gener parvis, og de blandes under befrugtning, så afkommet på tilfældig vis modtager et af generne fra det fædrene ophav og et af generne fra det mødrene ophav, hvis der er tale om dyr, henholdsvis fra frø og pollen, hvis der er tale om planter. Her er to simple eksempler hentet fra folkeskolens afgangsprøver:

### Øvelse 1:

#### Opgave 4 / 20

Mink kan have brun pelsfarve eller en blåtonet farve. Farven styres af et genpar, som findes i to udgaver:

- $D$  er dominant gen for brun pelsfarve.
- $d$  er vigende gen for blåtonet pelsfarve.



Hvilke kombinationer af forældredyr kan bruges for udelukkende at få minkvalpe med brun pelsfarve?

#### Opgave 20 / 20

Hos en plante findes der både røde og hvide blomster. Blomstens farve styres af et genpar. Genet forekommer i to udgaver:

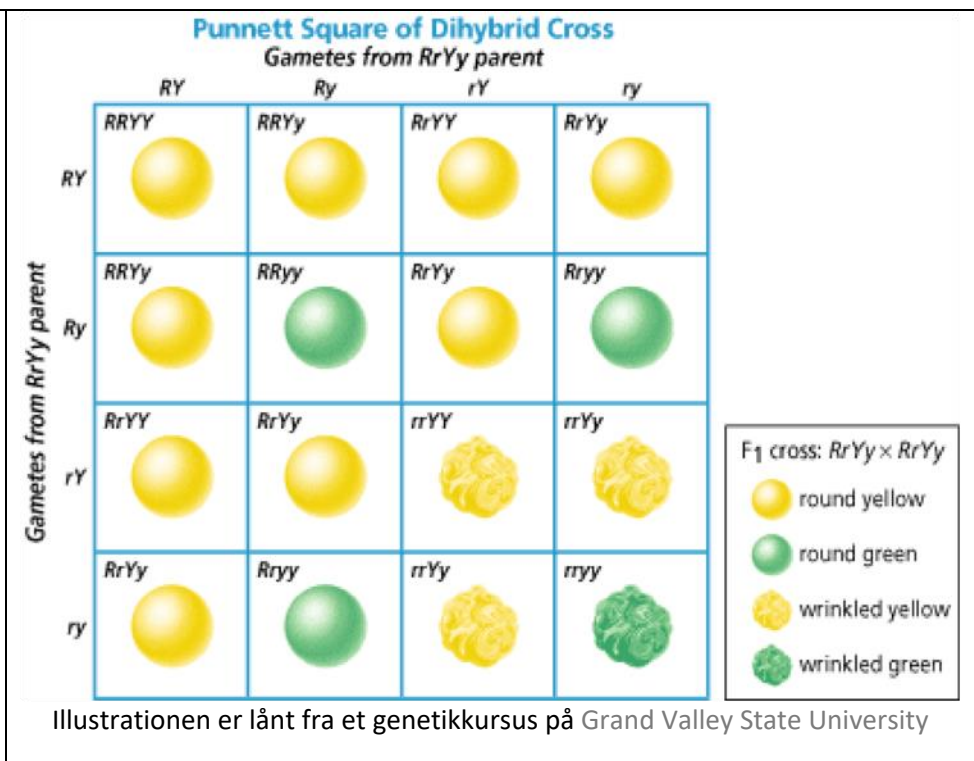
- $R$  er dominant gen for røde blomster.
- $r$  er vigende gen for hvide blomster.



([www.ekvinde.dk](http://www.ekvinde.dk))

Hvilke kombinationer af planter kan bruges for udelukkende at få nye planter med røde blomster?

Her vil vi interessere os for at teste hypotesen kvantitativt. Mendel brugte ærter som forsøgsobjekt, hvilket viste sig at være et meget heldigt valg, da ærter har en lang række simple egenskaber styret af et enkelt genpar, hvor det ene gen er dominerende og det andet vigende. Det kunne fx være bønnens farve (GUL, grøn) eller det kunne være bønnens form (RUND, rynket). *Den dominerende egenskab er skrevet med store bogstaver.* Hvis vi krydser to blandede forældrepar med alle fire gener til stede hos hver af forældrene, fås derfor det følgende krydsningsskema:



**Øvelse 2:**

- a) Gør rede for opbygningen af det ovenstående skema.
- b) Gør rede for at hvis vi undersøger et stort antal afkom fra sådanne krydsninger vil vi finde den følgende fordeling af bønner

Type	GUL, RUND	GUL, rynket	grøn, RUND	grøn, rynket
Frekvens	9/16	3/16	3/16	1/16

Det er sådanne simple fordelingskemaer, der gør det nemt at afgøre om en observeret fordeling følger Mendels love.

**Øvelse 3: Mendels egne data:**

Struktur	Egenskab	Dominerende	Vigende
Frø	Form (RUND, rynket)	5474	1850
Oplagsnæring i Kimbladene	Farve (GUL, grøn)	6022	2001
Bælg	Form (OPPUSTET, indsnøret)	822	299
Blomster	Farve (Rødviolet, hvid)	705	224
Umodne bælg	Farve (Grøn, gul)	428	152
Blomster	Stilling (SPREDTE, endestillede)	651	207
Stængel	Længde (HØJ, lav)	787	277

- a) Undersøg med et binomialtest eller et  $\chi^2$ -test for hver af de syv egenskaber om den observerede fordeling er i overensstemmelse med den forventede fordeling ifølge Mendels love.
- b) Der har efterfølgende været kritik af Mendels data. Mendel skriver selv at det kun er et udsnit af data han offentliggør. Det samlede datasæt blev brændt efter hans død så vi har ikke efterfølgende mulighed for at undersøge efter hvilke kriterier han udvalgte sine data. Er der noget mønster i de ovenstående  $\chi^2$ -test, der kunne tyde på en form for datafusk?

**Øvelse 4: Mendels love i autentiske forsøg**

Mendels love passer ikke altid så godt i deres rene form. Her er for eksempel data fra et krydsningsforsøg mellem to forskellige slags tomatplanter, hvor det ifølge Mendels love under nogle specielle forudsætninger om generne forventes at halvdelen af afkommet vil få gule blade og den anden halvdel vil få grønne blade. Ud af 1240 kimplanter, fremkom der 671 med grønne blade og 569 med gule blade.

- Undersøg med et binomialtest eller et  $\chi^2$ -test på signifikansniveauet 5% om den observerede fordeling stemmer overens med den forventede.
- Hvis nulhypotesen forkastes, hvad kan så være forklaringen på uoverensstemmelsen? Hvilken type tomatplante synes at være favoriseret?

**Øvelse 5:**

Det er ikke altid at det ene gen i et gen-par er dominerende og det andet vigende. Et klassisk eksempel er blomsterfarven hos haveplanten løvemund, der findes i to varianter, én variant med røde blomster og én variant med hvide blomster. Her vil genet R kode for rød blomsterfarve og genet H kode for hvid blomsterfarve. Krydser vi en ren rød løvemund (RR) med en ren hvid løvemund (HH) fås et lyserødt afkom (RH). Krydser man to lyserøde løvemundsplanter fås nu fire muligheder: Røde, lyserøde og hvide. I et forsøg med 236 krydsninger finder man følgende fordeling:

Blomsterfarve	Rød	Lyserød	Hvid
Antal	66	115	55

- Gør rede for opbygningen af Mendels spaltningsskema.
- Undersøg med en binomialtest eller en  $\chi^2$ -test på signifikansniveauet 5% om den observerede fordeling stemmer overens med den fordeling, man skulle forvente ifølge Mendels love.

**Øvelse 6:**

Udover at gener ikke behøver være dominerende henholdsvis vigende, kan der optræde andre komplikationer, fx at en bestemt type kombination kan være dødelig og derfor slet ikke forekommer hos afkommet.

I et kontrolleret forsøg med mus krydser man mus med gul pels med mus med grå pels. Krydser man derefter afkommet fås følgende fordeling:

Pelsfarve	Gul	Grå
Antal	1511	767

Der er ingen blandingsfarve og pelsfarven gul synes at være dominerende.

- Gør rede for opbygningen af Mendels spaltningsskema
- Undersøg med en binomialtest eller en  $\chi^2$ -test på signifikansniveauet 5% om den observerede fordeling stemmer overens med den fordeling, man skulle forvente ifølge Mendels love.
- Hvordan ville du kunne forklare eventuelle uoverensstemmelser, hvis du antager at en af genkombinationerne rent faktisk er dødelig?
- Undersøg med en ny  $\chi^2$ -test på signifikansniveauet 5% om den observerede fordeling nu stemmer overens med den modificerede fordeling, man skulle forvente ifølge Mendels love, når man inkluderer en dødelig genkombination.

**Øvelse 7: Rapport i samarbejde med biologi og / eller dansk**

Projekter: fra kapitel 9 Projekt 9.11 Mendels arvelighedslove

Du skal udarbejde en rapport, der dels skal rumme en populærvidenskabelig fremstilling af Mendels opdagelser fortalt ud fra den tid Mendel levede i, samt en populærvidenskabelig fremstilling af testteorien, og dels skal rumme en biologi-faglig og en matematikfaglig fremstilling af begreber, metoder og lovmæssigheder. Du kan lade dig inspirere af den fremstilling der blev givet i et ældre meget udbredt populærvidenskabeligt værk, LANCELOT HOGBEN Videnskab for Hvermand, som du finder [her](#).