

## Baggrund

Mange væsentlige egenskaber hos organismer bestemmes af en kombination af et stort antal gener og en miljøpåvirkning af den samlede geneffekt. Eksempler herpå er størrelse og vægt hos alle organismer, mange adfærdsmæssige træk og næsten alle ydelses- og kvalitetsmæssige egenskaber indenfor husdyravl og planteavl.

En sådan nedarvningsform kaldes polygen nedarvning.

Især planteavlere og husdyravlere vil gerne kunne bestemme, hvor stor en del af den totale variation i en given population, der skyldes henholdsvis genetisk variation og miljøbetinget variation, da det kun er den genetiske variation, der kan danne grundlag for en selektion, dvs. for praktisk avlsarbejde.

Den danske botaniker og genetiker Wilhelm Johannsen undersøgte i årene 1902-1907 nedarvning hos rene linier af dværgbønne (*Phaseolus vulgaris*) med det formål at vise, at selektion er resultatløs, medmindre den sker på basis af en genetisk variation.

Han arbejdede bl.a. med størrelse og vægt (polygene egenskaber) i homozygote bønner.

Bønner formerer sig ved selvbestøvning. Alle afkomsindivider (dvs. bønnerne (frøene)) er derfor genetisk ens; men alligevel varierer de en del i vægt (tabel 1).

| tabel 1: bønnevægte fra Johannsens rene linie 13 (forældrevægt = 0,375 g) |           |           |           |           |                                  |           |           |           |           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|
| vægtklasse                                                                | 0,20-0,25 | 0,25-0,30 | 0,30-0,35 | 0,35-0,40 | 0,40-0,45                        | 0,45-0,50 | 0,50-0,55 | 0,55-0,60 | 0,60-0,65 |     |
| antal                                                                     | 1         | 2         | 6         | 27        | 43                               | 45        | 27        | 11        | 2         | 164 |
| gennemsnitsvægt = 0,453 g                                                 |           |           |           |           | varians = $4,885 \times 10^{-3}$ |           |           |           |           |     |

Enhver variation mellem individuelle bønners vægt indenfor en og samme rene linie (det gælder både bønner fra samme plante og bønner fra forskellige planter) må tilskrives miljømæssige forskelligheder under bønnernes udvikling.

Forskellen kan beskrives statistisk som *variansen* af bønnernes vægt og dette tal kan bruges til at besvare spørgsmålene:

- 1) er der genetisk variation i moderne bønnevarieteter eller udgør de hver for sig en ren linie?
- 2) kan man forvente, at en selektion i retning af større eller mindre bønner (målt som vægt) vil give resultat?



Den totale fænotypiske varians er summen af genetisk varians og miljøafhængig varians:

$$\begin{array}{ccccc} \sigma_f^2 & = & \sigma_g^2 & + & \sigma_m^2 \\ \text{(fænotypevarians)} & & \text{(genotypevarians)} & & \text{(miljøafh. varians)} \end{array}$$

For en ren linie (dvs homozygotisk) som den, der er vist i tabellen er  $F_g^2 = 0$ , således at  $F_f^2 = F_m^2$ . Man kan derfor anvende variansen i Johannsens rene linie som et skøn over den miljøbetingede variation ( $F_m^2$ ) i moderne varieteter.

Hvis den fænotypiske varians er væsentligt større end variansen i den klassiske rene linie, må det betyde, at der også er genetisk variation.

Hvis man kan konstatere, at der er genetisk variabilitet i den undersøgte varietet, kan man beregne et arvelighedsindex ( $h^2$ ), som viser, om der er basis for avlsarbejde ud fra varietetet:

$$h^2 = \frac{F_g^2}{F_f^2}$$

□ □ □

## Forsøgsudførelse

I forsøget undersøges vægtvariationen i en pose bønner og variationen sammenlignes med Johannsens målinger.

### Er varietetet en ren linie?

**Materialer:** En eller flere poser bønner af navngivne varieteter af dværgbønne (*Phaseolus vulgaris*) fx Bon-Bon eller Erato.  
Vægt med vejenøjagtighed på 0,01 g.

Vej hver bønne med 0,01 g nøjagtighed (der skal vejes mindst 160 bønner).

## Resultatbehandling/diskussion

Afbild bønnernes vægt i et stolpediagram:

**x-akse:** vægtklasser;

**y-akse:** antal bønner (eller frekvens) i hver vægtklasse.

Vælg vægtklasser med interval på 0,05 g og lad værdier, der falder sammen med øvre intervalgrænse i et interval, tælle med i intervallet ovenover. Tegn en sumkurve på normalfordelingspapir. Er bønnevægten normalfordelt?

Beregn *gennemsnit* og *varians* ( $F_{n-1}^2$ ).

Hvad viser stolpediagrammet og/eller sumkurven sammenlignet med den klassiske rene linie (tabel 1)?

Er variationen sammenlignelig? Er middelværdierne ens?

Anvend en F-test til at vurdere, om variansen er sammenlignelig med den klassiske eller, om den afviger betydeligt (signifikant):

$$F = \frac{\text{største varians}}{\text{mindste varians}}$$

**I Hvis F værdien overstiger 1,29 (5% niveau) eller 1,41 (1% niveau) (og beregningerne bygger på mindst 160 målinger) er der en signifikant forskel på varianserne.**

**II Hvis F værdien er mindre, er der ikke noget, der taler imod at acceptere, at varianserne er ens, og dermed at varieteten er en ren linie.**

Beregn arvelighedsindex, hvis F-testen viser, at varieteten ikke er en ren linie.

I udvælger og dyrker henholdsvis den tungeste og den letteste af de vejede bønner. Vil gennemsnitsvægten af de bønner, I så vil kunne høste, være blevet højere, henholdsvis lavere end den, I har målt for Jeres bønner?

## litteratur

Forsøget er bearbejdet efter

June New Journal of Biological Education 23, 1989. pp. 172-174

