

VEDLIKEHOLD AV EGENSKAPER OG FORBEDRINGER

Av: A. KRISTIAN STIGEN

Alle bipopulasjoner, enten de stelles av mennesker eller ikke, vil etter hvert forandre seg. Under naturlige forhold vil naturen selv selektere, slik at bare dem med egenskaper som passer inn i miljøet vil gå videre i utviklingen, mens dem som ikke har disse egenskapene vil bukke under. En slik miljøtilpasning har skjedd gjennom millioner av år.

Stelles biene av birøktere, kommer ikke naturen til med sin seleksjon og det vil oppstå mange varianter, og mange individer med dårlige egenskaper som dermed føres videre. Bier med f.eks. stor svermetrang, har nemlig større formeringsevne enn bier med liten svermetrang, og aggressive bier kvier man seg for å stelle slik de skal. Selv udugelige bifolk som samler lite honning, stelles og føres om høsten, slik at de overlever vinteren og får formere seg neste sesong. = Mange tenker som så: Viss jeg holder et stort antall droner fra de beste bifolkene i min egen bigård, vil de dronningene jeg avler der, pare seg med disse dronene. Dette er bare en illusjon, naboens bifolk = om de stelles dårlig = har alltid et mye større antall droner, og de dårlige egenskapene blir bare flere. Dessuten har jo ikke dronene, fra et godt bifolk, samme arv som arbeiderne i det bifolket de stammer fra.

Naturen og birøkteren har ikke alltid samme mål med sin seleksjon, men stort sett går de i samme retning. Naturen selekterer bier med egenskaper som gjør dem i stand til å overleve og føre arten videre. Birøkterens mål med biene er ikke bare at de skal overleve, men at de skal samle et stort overskudd av honning. Dette ville ikke være nødvendig, om biene bare skulle overleve og forplante seg.

Avlsarbeid på bier

Målet med avlsarbeid på bier må være: **Å få bier som produserer mye honning, som er snille, lettstelte og som gjør god nytte for seg i pollineringsarbeidet.** For å nå et slikt mål må det legges opp en avlsplan. Avlsoppleggene som kan anvendes er mange og det kan herske ulikt syn på hva man bør legge til grunn for å løse et slikt avlsarbeid. Dette fordi forholdene vil være forskjellige og avlsopplegget må tilpasses både forhold og bier det arbeides med. Avlsplanen bør ellers være enkel, slik at flest mulig kan delta uten altfor store omkostninger.

Alle skal ikke drive avlsarbeid, men det er tillatt og prøve seg. Det kreves ganske mye av avleren om det skal oppnås suksess; man må være nøyaktig, målbevisst og tålmodig. Et sikkert kontrollsystem er nødvendig, slik at man til en hver tid lett kan finne ut hvor en dronning befinner seg, hvor god hun er og hvor hun stammer fra.

Hos den enkelte birøkter vil avlsarbeidet ofte bestå i å holde på de gode egenskapene som finnes i populasjonen, og videreføre dem fra generasjon til generasjon. Å avle fram nye egenskaper som overføres til en populasjon, er så krevende med hensyn til både teknikk og vurdering at det må overlates til grupper med tekniske kvalifikasjoner til dette arbeidet. Imidlertid skal men alltid la bifolk med gode egenskaper som skiller seg ut, få vise hvor godt avkom de gir, og om de kan tilføre populasjonen nye verdifulle egenskaper.

Avlsarbeid på bier er blitt utført i lange tider, men med liten framgang. Dette må delvis tilskrives at man viste for lite om bienes spesielle slektskapsforhold (s. 4) og droningers og droners paringsbiologi. Det hele ble derfor mer eller mindre tilfeldig.

På 50-talet gjorde man en rekke viktige oppdagelser, blant annet at:

- * Dronningen parer seg med mange droner fordelt på flere paringsutflukter (Ruttner 1956).

- * Paring mellom nær beslektede individer kan medføre at 50% av larvene ikke utvikler seg til levedyktige bier (s. 5), og at dette skyldes biens spesielle slektskapsforhold (Mackensen 1951, 1955).

På 70-talet gjorde man ytterligere oppdagelser som ble nyttige for avlsarbeid på bier, nemlig at:

- Isolerte pareplasser nærmest ikke finnes på lavlandet, men bare på øyer langt fra fastlandet, og i sterkt kupert terreng med høyder på 500 - 1000 m som dronene ikke kan fly over (Ruttner H. 1972)
- Dronene samles på såkalte *dronesamleplasser*, som ligger spredt på forskjellige steder i terrenget der det finnes bier (Ruttner 1972)

Enda en ting man ikke i sterk nok grad har tatt konsekvensen av er at det ikke finnes F_1 -droner i en F_1 -generasjon (Adam 1987). – I dag vet vi en god del om foredling av bier og om den veien vi må gå. Vi står derfor relativt godt rustet til å kunne oppnå et godt resultat (Rothenbuhler 1980, Adam 1987).

Avlsarbeid krever mye av avleren – kanskje især når det gjelder bier – dette på grunn av deres slektskap, paringsbiologi og haploide droner. Skal det oppnås suksess må man være nøyaktig, målbevisst og tålmodig. Et sikkert kontrollsystem er nødvendig, slik at det til enhver tid lett kan finnes ut hvor en dronning befinner seg, hvor god de er og hvor de stammer fra.

Den store gruppe av birøktere skal ikke drive avlsarbeid, de fleste kan avle eller kjøpe gode dronninger for vanlig honningproduksjon hos en dronningavler. Hos den enkelte birøkter vil «avlsarbeidet» ofte bestå i å holde på de gode egenskapene som finnes i populasjonen, og videreføre dem fra generasjon til generasjon. En mindre gruppe vil kunne teste og bruke avlsmateriale, som er utviklet av en meget liten gruppe som foretar det egentlige foredlingsarbeidet. Å avle fram nye egenskaper som overføres til en populasjon, er svært resurskrevende. En måte å få til et avlsarbeid på er å danne en samarbeids- gruppe mellom flere dyktige birøktere, som i fellesskap velger ut avlsmålene og arbeider etter en avlsplan.

Litt om honningbiens genetik

Dronninger vil man kunne avle og det kan drives et enkelt avlsarbeid på bier, uten å ha særlig kjennskap til genetik. Biens genetik har mange fremmedord og begreper som det er lett å misforstå og blande sammen. Det kan derfor være nyttig å repetere de mest grunnleggende uttrykk og begreper, i en svært forenklet form.

Celler

Overføring av egenskaper fra foreldre til avkom, kalles arv. Arveanleggene overføres fra foreldrene, hos biene ved egget fra dronningen og sædcellen fra dronen. Den befruktede eggcellen (*zygote*) har altså arveanlegg fra begge foreldrene, og utvikler seg til et nytt individ. Arveanleggene sammen med miljøet bestemmer individets struktur og funksjon.

Alle levende vesener er oppbygd av celler. Cellene kan ha forskjellig form, størrelse og funksjon. Selv om cellene er ulike, er de bygd opp på samme måte. Cellene inneholder mange emner, blant annet *kromosomene* med arvestoffet, *genene*. Kromosomene er parvis like, *homologe*. Ett par består av to makekromosomer. Hvert kromosompar har sin egen form og et bestemt antall gener. Genene bestemmer biens egenskaper og funksjon, de sitter ved siden av hverandre på kromosomene som «perler på en snor». Hvert enkelt gen har sin faste plass på et kromosom, *lokus*. Hvert av de homologe kromosomene har et tilsvarende gen i samme lokus, *allel*.

Dronning og arbeidere har 16 slike kromosompar i sine celler, tilsammen 32 kromosomer. Vi sier gjerne at disse 32 kromosomene består av to sett; ett fra moren og ett fra faren. En drone har bare 16 enkle kromosomer. Hos dronene opptrer de altså ikke i par.

Når en organisme vokser, skjer dette ved celledeling. Hvert kromosom deler seg da på langs, slik at det blir et nytt par som er en tro kopi av det første. Ett par av hver vandrer så til hver sin pol i cellen. Cellen deler seg, og vi får to identiske celler som vokser i størrelse. = En slik celledeling kalles *mitose*.

Reduksjonsdeling

Det finnes en annen celledeling som vi kaller reduksjonsdeling eller *meiose*. Denne celledelingen foregår når kjønnscellene dannes. Under denne celledelingen får dattercellene bare halvdel av de kromosomtallet morcellen hadde.

Dronningens kjønnselle er egget. Meiosen eller reduksjonsdelingen foregår like før egget blir lagt. Det særegne med denne celledelingen er at det dannes fire haploide kjønnseller, men bare den ene blir cellekjerne i det ubefruktede egget med 16 kromosomer.

Under reduksjonsdelingen deler hvert kromosom seg delvis opp, og senere formes de til hele kromosomer igjen, som nå er en blanding av kromosomdeler = med gener = fra tilsvarende homologe kromosomer (*overkryssning*). I tillegg til dette vil kromosomene kunne bytte plass, og det er rent tilfeldig hvilke av de opprinnelige genene som blir i eggkjernen. På denne måten vil hvert egg som dronningen legger, ha ulike genkombinasjoner.

Sædceller

Dronens kjønnselle er sædcellen eller *spermier* som dannes fra *spermatogoniene*. Her foregår det en ufullstendig reduksjonsdeling. Sædcellen vil derfor fortsatt ha 16 kromosomer, og samme genkombinasjon som var i den eggcellen dronen utviklet seg fra. Normalt vil en drone produsere omkring 10 mill sædceller som genetisk er nøyaktig like, og lik den genkombinasjon som var i egget da det ble lagt. = Det er viktig at man har dette klart for seg når det gjelder avlsarbeid på bier.

Recessive og dominante gener

Et kromosompar har alltid to gener (*alleler*) i samme lokus for en egenskap. Disse to genene kan være like eller de kan være forskjellige for egenskapen de representerer. De kan også ha forskjellig styrke slik at den ene dominerer over den andre. Bakkroppsfargen hos gule og mørke bier = som er krysset = kan derfor variere etter hvilket gen som er *dominant*, eller som har størst virkning. Det svake genet benevnes *recessivt*. Er den gule fargen (G) dominant og den mørke (s) recessiv, vil bakkroppsfargen være gul, enten allelene er (GG) eller (Gs). Er derimot allelene (ss), vil biene ha en mørk bakkroppsfarge. Den egenskap et recessivt gen representerer, må altså opptre i dobbel dose om egenskapen skal komme til uttrykk. Ofte er det slik at en egenskap styres av mer enn ett genpar, dette kan også være tilfelle med bienes bakkroppsfarge.

Vi vil ha en viss stabilitet i arvefølgen i en bipopulasjon. For å oppnå dette må genene i samme lokus ha samme virkning. Vi sier at genene er *homozygote for egenskapen*. Har de ulik virkning, sier vi at genene er *heterozygote* for egenskapen.

Haploide hannindivid og diploide hunnindivid

Dronene utvikles fra ubefruktede egg. De har 16 av 32 kromosomer. Sædcellen som dronen utvikler seg fra inneholder altså bare ett kromosomsett, vi sier at de er *haploide*. Disse kromosomene stammer bare fra dronningens foreldre og er derfor en del av henne. Arvemessig sett er ikke dronene sønner, men dronningens sædceller. Når sædcellene dannes i dronen foregår det ingen *reduksjonsdeling*, den foregikk i egget før dronningen la det. På dette grunnlag kan vi si at dronen er dronningens egg som har omdannet seg til sædceller, ca. 10 mill av dem. = Ved å betrakte dronningen som leverandør av både egg og sædceller (mor og far), er det mulig å sette opp en fornuftig avlsplan og rimelige stamtavler.

Arbeiderne og de unge dronningene er dronningens døtre og har både en mor og en far. De har 32 kromosomer og to kromosomsett, de benevnes derfor *diploide*. De er neste generasjon. Genetisk er

de ulike moren, idet eggcellen som hadde arvestoff bare fra moren har fått tilført sæd fra en av dronene moren har paret seg med. Den teoretiske arven de har, består av 50% fra moren og 50% fra faren.

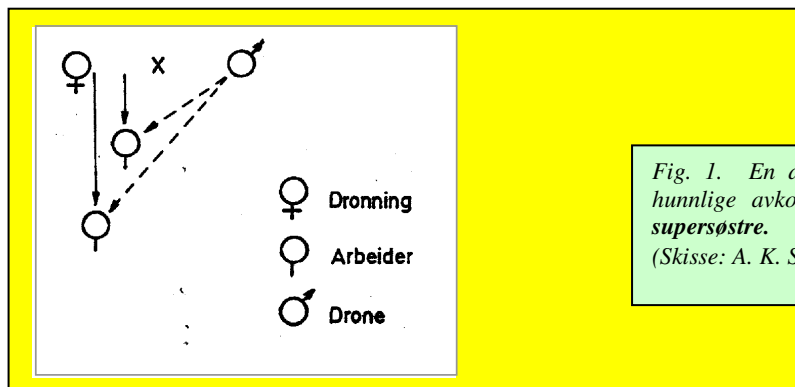
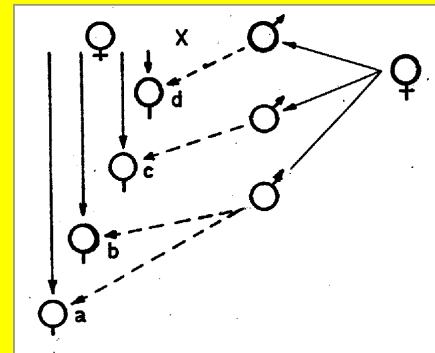


Fig. 1. En dronning paret med én drone. = Det hunnlige avkom som stammer fra denne drone er **supersøstre**. Slektskapskoeffisienten er over 50%. (Skisse: A. K. Stigen).

Slektskap

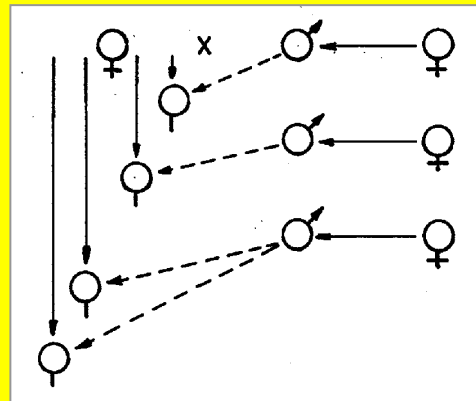
Bifolket er én familie, og lik alle andre familier består det av to generasjoner. Dronningen er moren til de unge dronningene, arbeiderne og dronene, men ulik de fleste andre mødre fungerer hun også som framtidig far, idet både den hunnlige og den hannlige *gamet* dannes ved reduksjonsdelingen. Reduksjonsdelingen blander sammen arveanlegg og gener fra begge dronningens foreldre, som resulterer i at en dronning produserer mange forskjellige gameter, og tilsvarende forskjellige hunnindivider og droner. Genetisk sett kan man si at bidronningen er et tvekjønnet vesen som produserer både egg og sæd. – Vi må nemlig oppfatte dronene som en del av dronningen, og som hennes flygende sædceller.

Fig. 2. En dronning paret med flere droner fra samme mor (brødre-droner). = Det hunnlige avkommet fra samme drone er **supersøstre** (a og b er **supersøstre**), mens avkom fra forskjellige droner er **helsøstre** (c og d er **helsøstre**). (Skisse: A. K. Stigen).



Alle hunnindivider i et bifolk har sammen mor, men ikke samme far fordi dronningen har paret seg med mange droner. En drone avgir like sædceller. Alle arbeidere som utvikler seg fra egg som blir befruktet med sæd fra samme drone vil være mer i slekt enn søstre – de er en slags halvtvillinger – vi benevner dem som «supersøstre». Arbeidere som har en annen drone som far vil danne en annen gruppe supersøstre og er halvsøstre til første gruppe. Antall underfamilier i et bisamfunn bestemmes av det antall droner en dronning har paret seg med. = I et bifolk kan det også være helsøstre om dronningen har paret seg med droner som kommer fra samme mor. Disse undergruppene i bifolket kan ha egenskaper som gjør dem skikket til å utføre bestemte oppgaver bedre enn andre. Vi kjenner blant annet til at en gruppe kan ha egenskapen å oppsøke og avdekke syk og død yngel, og en annen gruppe kaster ut liket. Ved innavl kan bier med disse spesielle egenskapene komme i mindretall, og bifolkets effektivitet svekkes.

Fig.3. En dronning paret med forskjellige droner fra forskjellige mødre. = Det hunnlige avkom fra samme drone er supersøstre, mens avkom fra forskjellige droner, som ikke har samme mor, er halvsøstre. (Skisse: A. K. Stigen).



Egenskaper hos de forskjellige underfamiliene, vil kunne variere på grunn av forskjellig arv fra de dronene dronningen er paret med, og ved tilfeldig fordeling av arveanlegg ved reduksjonsdelingen i eggkjernen. Det kan derfor kunne bli en viss variasjon i bifolkenes egenskaper selv om de har søsterdronninger og de er likt paret.

Kjønnsbestemmelse

Kjønnsbestemmelse hos bier skjer ved at befruktede egg utvikler seg til hunner, og ubefruktede egg til hanner. Nærmere undersøkelse av kjønnsbestemmelse hos bier, har vist at på et av biens kromosompar sitter det kjønnsbestemmende gener, ett gen på hvert kromosom. Det kan finnes opptil 12 slike gen i en vanlig bipopulasjon. Flere kan være tilstede, men bare 12 er med sikkerhet påvist. I avlsstammer og i små isolerte populasjoner kan flere være borte, og antallet vil være mindre enn 12. Hos et individ er det plass til bare to i samme kromosompar. Disse 12 genene kalles *kjønnsalleler*.

Vi kan benevne disse kjønnsallelene for a, b, c, - - osv. Så lenge disse er forskjellige (*heterozygote*), f.eks. ac, ab, bd, osv, vil egget utvikle seg til en hunn, en dronning eller arbeider. Hvis derimot genene er like (*homozygote*), f.eks. aa, bb, cc, osv, utvikles egget til en drone som har 32 kromosomer (*diploide droner*). Disse larvene blir fjernet (spist) av pleiebiene, mens de er ganske små. Ved at larven fjernes blir cellen tom, og er det mange av dem får vi et hull og spredt yngelleie.

Tap av alleler

Hvis individer som er nær i slekt pares sammen, er faren stor for at kjønnsallelene skal opptre homozygotisk. Ved inseminering og paring med et lite antall droner, kan det tapes kjønnsalleler selv om slektskapet er lite. En måte å redusere tap av kjønnsalleler på er å øke antall bifolk som produserer droner. = Tap av kjønnsalleler kan i enkelte tilfeller gi opptil 50% dødelighet på yngelen.

Avlsdronninger som er valgt ut som dronelinje, og som produserer dronninger som skal bli dronemødre, vil produsere dronninger som i beste fall har to kjønnsalleler som stammer fra avlsdronningen, pluss ett kjønnsallel som stammer fra hver av de dronene hun er paret med, til sammen minst tre kjønnsalleler, men vanligvis flere. Er det på parestasjonen hvor dronningen er paret brukt få dronebifolk, kan flere av disse kjønnsallelene være like (s4).

Det er ikke bare kjønnsalleler man kan tape ved et avlsarbeid, det er mange andre egenskaper som er nødvendige for at et bisamfunn skal fungere tilfredsstillende som kan bli borte, især gjelder dette egenskaper som styres av recessive gener, som må opptre i dobbel dose om de skal komme til uttrykk.

Testing og seleksjon

Seleksjon eller utvalg er den viktigste form for avlsarbeid. På denne måten kan det oppnås forbedring i populasjonen, især om vi selekterer både på mors- og farssiden forutsatt at vi selekterer på egenskaper som er arvbare. Det vanligste har vært å selektere på morssiden. Dette har nok sin årsak i at det har vært vanskelig å ha kontroll med hvilke droner dronningene parer seg med, og dermed også vanskelig å foreta en seleksjon på farssiden. I dag med isolerte parestasjoner og inseminering har vi full kontroll med slektskapet på dronesiden, og også seleksjon på farssiden er en selvfølge. Ved å selektere dronemødre som er testet – dvs. egenskapene er vurdert – har man også kontroll med farssidens arv. Å avle ensidig på morsiden har sine ulemper, selv om det på kort sikt er morsarven = hos bier = som viser mest igjen. På lang sikt derimot vil morsarven avta med det halve for hver generasjon, og etter bare tre generasjoner, er den teoretiske morsarven bare 12½% av sin opprinnelige verdi. (Artikkel 03 side 2 og 3).

Avlsdronninger som skal føre arven videre må komme fra testede, selekterte bifolk som har de egenskapene som søkes. Buckfastpopulasjonen er oppdelt i linjer hvor linjene har sine særegenskaper. Paret med andre linjer kan disse egenskapene gå videre, bli svekket eller helt forsvinne. Det er viktig å ha kjennskap til hvor egenskapen finnes, og hvor stor prosent av arven til en linje som fins hos en dronning. Det kan man finne ut fra stamtavlen. Alle avlsdronninger må derfor ha stamtavle som viser arvets sammensetning. Stamtavlen er et redskap hvor arv og slektskap lett kan finnes ut og også graden av innavl. Stamtavlen er derfor ikke et mål i seg selv, men et nødvendig hjelpemiddel i avlsarbeidet.

Vi selekterer alltid på nytteegenskaper, unntaket er om det drives en ren raseavl. Nytteegenskapene bestemmes av flere arveanlegg. Hvor mange arveanlegg som bestemmer f.eks. honningproduksjon vet vi ikke, men vi vet at honningutbyttet styres av flere arveanlegg og kombinasjonsmuligheter.

Effektiviteten i seleksjonen, er avhengig av med hvor stor sikkerhet vi er i stand til å velge ut de rette avlsdyrene, med de rette arveanleggene. Vi vet at et bifolkets prestasjon (*fenotype*) er et resultat av både arv og miljø. Fenotypen er den del av arven vi kan iaktta = som synes utenpå = mens arven som er uavhengig av miljø (*genotype*), er den del i arvemassen som er programmert i genene. For å kunne selektere på genotypen, må vi ha en måte å sammenligne dronningene på. Dette er bare mulig ved at dronningene får danne samfunn og hvert bifolk bedømmes etter arbeidernes egenskaper og prestasjoner.

En slik sammenligningsgruppe av bifolk bør bestå av minst 15 søsterdronninger, avlet og paret likt. Helst burde gruppen være dobbel så stor. Jo større gruppen er som testes, desto større mulighet har vi til å ta ut det beste. Jevnhet i egenskapene i gruppen er viktig. Det kan eksempelvis testes og gies poeng for egenskaper som :

- Svermetreghet
- Temperament
- Tavlefasthet
- Honningutbytte

Det kontrolleres for mange flere egenskaper, men disse fire ansees for å være grunnleggende egenskaper det gis poeng for. Som mål for jevnhet i gruppen oppgis søstergruppens gjennomsnitt og standardavvik for hver egenskap. For honningutbyttet må gruppen sammenlignes med bigårdens gjennomsnitt. En selektert dronning som skal anvendes som avlsdronning bør være vurdert for sykdomsresistens. Testen er lik enten dronningen skal anvendes på mors- eller farssiden (dronelinje). Det kan vurderes for egenskaper eller tilstander som :

- Utrensningsevne (Hygienisk adferd = HYG)
- Nosema
- Kalkyngel
- Varroatoleranse

Sykdomsresistens er især viktig for dronninger som skal brukes som dronelinje, fordi dronene fører videre den framtidige arven i populasjonen.

Reinavl

Avlsarbeid på bier bør alltid gå ut fra rene raser eller reinavlede populasjoner. Reinavl er den sikreste måten vi kan beholde den framgang vi har vunnet, og den uunnværlige stabilitet og permanens som er oppnådd i tidligere avlsarbeid. Reinavl er ellers grunnlaget for suksess i krysningsavl, og sammenparing av kombinasjoner.

I reinavl legges det ofte altfor stor vekt på raseegenskaper, blant annet vingeindeks, hårlengde og farge som får status som selvstendige avlsmål. Selv om jevnhet i både farge og andre ytre kjennetegn spiller en viss rolle, blir slike egenskaper ofte overvurdert. I stedet for å konsentrere avlen om raseegenskaper, bør søkelyset rettes mot nytteegenskaper.

Hos honningbier finnes det imidlertid en begrensning for hvor langt reinavl kan drives. Biene er svært følsomme for innavl ved sin kjønnsdifferensiering med haploide droner, som ved innavl kan resultere i at et stort antall egg ikke utvikles til arbeidere, men til diploide droner, og vi får yngelbortfall (s. 4). Dermed blir yngelleiet hullet og spredt. Ved innavl kan dessuten mange andre ulemper oppstå, især tap av vitalitet. Tap av vitalitet viser seg ofte ved at motstandskraften svekkes, biene angripes lett av virusykdommer og nosema, som resulterer i svak vårutvikling og gjerne økende vintertap.

Selv om reinavl er nødvendig i et avlsarbeid, har den kanskje sin største svakhet når det gjelder å avle fram kvalitative egenskaper man ikke har i populasjonen. Reinavl er helt bundet av de arveanlegg som finnes i rasen, og det kan ikke skapes nye eller dannes nye kombinasjoner. Slike muligheter kan bare oppnås ved krysning- og kombinasjonsavl.

Krysningsavl

Å drive et lønnsomt jordbruk, hagebruk eller en lønnsom husdyravl i dag, uten krysningsavl er utenkelig. Også hos biene blir krysningsavl brukt i stor utstrekning.

Når vi snakker om krysninger i forbindelse med avlsarbeid på bier, mener vi alltid planlagte eller kontrollerte krysninger. Tilfeldige krysninger er av liten verdi.

To typer krysninger

Vi må skille klart mellom to typer krysninger. Begge går ut fra rene raser eller populasjoner. Den ene er en krysning som etterfølges av en seleksjon og innavl, for å stabilisere bestemte egenskaper. Innen buckfastavlen benyttes i stor grad denne krysningsformen for å tilføre populasjonen nye nyttige egenskaper.

I den andre formen for krysningsavl benyttes første generasjon, F_1 , og kanskje også andre generasjon, F_2 , av krysningen for å øke honningproduksjonen. Med en heldig kombinasjon, hvor forelderasene går godt sammen, kan det i F_1 -generasjonen oppnås 100-200% økt honningutbytte i forhold til foreldrerasene. Det er det samme hvor gode man kan få reinavlede bier, med den rette krysningskombinasjonen vil honningutbyttet ytterligere økes

Mendels lov om krysninger

Det er viktig å ha kjennskap til hva Mendels lov, som gjelder for alt liv på jorden, sier om krysninger: Går vi ved krysningen ut fra rene raser, vil individene i F_1 -generasjonen være innbyrdes like. Krysningen kan enten være noe midt i mellom de to foreldrerasene, med hensyn til utseende og oppførsel. Vi snakker da om *intermediær* nedarving. Eller også kan krysningen enten helt eller nesten helt, være lik den ene av foreldrene. Den foreldrekarakter eller egenskap som uforandret går igjen, kalles *dominant*. Den foreldrekarakter som blir undertrykt, kalles *recessiv*. Det som er vesentlig i denne forbindelse er at alle individene i F_1 -generasjonen er like.

I F_2 - generasjonen vil derimot det vi kan kalle for hybridisering oppstå, det vil si at individene er ikke lenger innbyrdes like. Dette betyr at individene i F_2 - generasjonen har egenskaper som varierer fra individ til individ. For bier, vil det si at avkom fra slike dronninger, vil variere fra bifolk til bifolk, og genkombinasjoner vi ikke fant i foreldrerassene vil kunne oppstå.

Vi ser altså at går vi ved krysningen ut fra bier som er fra mest mulig reiner raser eller populasjoner – det vil si bier som til en viss grad er innavlet – blir individene i F_1 - generasjonen innbyrdes like. Jo flere arveanlegg som er homozygote hos hver av foreldrene, desto større blir jevnheten hos avkommet. = Er rasene eller populasjonene som krysses, mer eller mindre heterogene (heterozygote), får vi bare en ny krysning, og individene i F_1 - generasjonen vil variere mer eller mindre som individene i en F_2 - generasjon

Heterosis

Krysser vi sammen to forskjellige raser eller populasjoner, vil vi ofte få en vitalitetsøkning. Det er den såkalte heterosiseffekten eller krysningsfrodigheten som oppstår i første-generasjon for kryssinger, som er årsak til denne vitalitetsøkning og økte honningproduksjon. Heterosis er på mange måter det motsatte av innavlsdepresjon. Den synes å være et samspill mellom dominante og recessive gener som finnes hos foreldrene (*overdominans*). Heterosiseffekten er størst i F_1 - generasjonen, den kan da være av stor økonomisk verdi, om den påvirker de egenskaper som har betydning for økt honningproduksjon. F_1 - generasjonen kan imidlertid ved noen krysningskombinasjoner være fullstendig verdiløs som honningprodusenter, dette på tross av at krysningen er gått ut fra reiner raser. Heterosis virker nemlig på livskraften, som også aggressivitet og sverming er en del av. Disse egenskapene kan lett ødelegge en god honningproduksjon. Begge er egenskaper som øker arbeidsbyrden og sverming kan i tillegg redusere honningutbyttet.

Under forhold hvor F_1 gir svermelystne bier og/eller aggressive bier, vil det ofte nytte å anvende F_2 - generasjonen. Første året avles det da et lite antall F_1 - dronninger. De beste av disse anvendes andre året som avlsdronninger. Døtre fra disse pares med droner fra samme populasjon som ble brukt på F_1 .

Når det gjelder honningbier skal vi merke oss at det er ikke likegyldig hva som brukes på mors- eller farssiden i en sammenparing. En resiprok paring kan gi et helt annet utfall (Adam 1987).

Innavl og utavl

Ved innavl pares det sammen dyr som er mer i slekt enn gjennomsnittet innen populasjonen. Graden av innavl varierer alt etter hvor nær beslektet de individene er som pares sammen. I birøkt har vi det nærmeste innavlsmonster en søskenparing, hvor vi parer en dronning med droner fra én eller flere søstre. Og en datter/mor paring hvor en dronning pares med droner fra morens bifolk.

Hensikten med innavl i et avlsarbeid er å få genene *homozygote* og holde de ønskede genene i populasjonen eller stammen. I en stor populasjon finnes det mange alternative gener, slik at når det pares sammen tilfeldige individer vil de allele genene være *heterozygote*. Pares det sammen nær beslektede individer, er alternative gener fåtalligere og sannsynligheten for at de skal opptre homozygotisk er større. Dette siste er hensikten med innavl. Ved at genene blir homozygote for en egenskap, blir det lettere å observere både ønskede og uønskede egenskaper. Ved seleksjon kan vi nå skille fra de bifolkene (dronningene) med de uønskede egenskapene. Genene som opptre homozygotisk vil ikke gå tapt under reduksjonsdelingen. Det blir således mindre genetisk variasjon fra generasjon til generasjon og innen generasjonen.

Etter som innavlen forseres vil bifolkene bli svake og vitaliteten avta. Dette har flere årsaker, blant annet at antallet alternative kjønnsgener avtar, og det blir lagt et økende antall homozygote befruktete egg, og vi får yngelbortfall. Andre virkninger vil også oppstå; på grunn av bienes spesielle paringsbiologi og kjønnsdifferensiering, vil det i deres arvmasse finnes et antall recessive mutantgener og dødelige letalgener. Under normale forhold vil ikke disse genene komme til uttrykk fordi de opptre i enkel dose. Når de opptre homozygotisk vil de gi et negativt utslag. – I et avlsarbeid må disse genene selekteres bort.

Planlagt innavl må følges av en seleksjon hvor man selekterer de gode egenskapene og skiller fra de dårlige.

Utavl

Ved *utavl* pares det sammen individer av samme rase eller populasjon, som er mindre i slekt enn det gjennomsnittlige slektskap innen populasjonen. Disse individene kan komme fra gruppeavl eller fra innavlede linjer. Utavl fører til at graden av innavl reduseres, dvs. antall kjønnsalleler og den genetiske bredden økes.

Genetisk bredde og innavl

Når dronningen legger et egg, vil dette egget inneholde en tilfeldig halvdel av hennes totale arvemasse eller foreldrearv, men med en ny arvevariant for hvert egg. Hvert enkelt hunnindivid eller drone som utvikles fra dette egget, vil på denne måten i sin arvemasse bare ha en tilfeldig halvdel av dronningens totale foreldrearv, men samlet vil de representere hele arvemassen eller foreldrearven. Det som er av betydning i en arvemasse er at den har stor genetisk bredde og inneholder mange kjønnsalleler. En drones sædmengde inneholder imidlertid bare én arvevariant, da vil den også inneholde bare én kjønnsallel. I det gunstigste tilfelle vil hver drone en dronning parer seg med ha en ny kjønnsallel. Har dronningen som er valgt ut til dronelinje, blitt paret med dronninger fra søsterserier i flere generasjoner, kan antallet kjønnsalleler være lite, og mange droner har like kjønnsalleler. En dronning vil ha to kjønnsalleler som stammer fra henne selv, og i gunstigste tilfelle en ny fra hver av de dronene hun har paret seg med. I ugunstigste tilfelle bare tre, to fra henne selv og én fra dronene med like kjønnsalleler. I en arvemasse må det være alternative gener ikke bare for kjønnsallelene, men for alle egenskaper vi ønsker å beholde. Ved mangel på alternative gener, får man tap av alleler og innavl.

Hos våre avlsdronninger vil vi ha en viss stabilitet. Ved å pare sammen individer som er nær i slekt vil de parvise kromosomene være like (*homozygot*). Etter hvor stor innavlsgraden er i et individ, vil vi da finne at ikke bare like og nesten like egenskaper, men hele grupper av kromosompar stammer fra samme opprinnelse. Jo større antall like kromosompar det fins i en arvemasse, desto større er innavlsgraden. Dette kan være et mål for mellom annet å oppnå arvestabilitet for aktuelle egenskaper, men det motsatte av heterosis oppstår, idet den aktuelle organisme får nedsatt livskraft i alle henseende, blant annet ved synkende produktivitet, kortere levetid og større mottakelighet for sykdom. For å motvirke dette, og for å få størst mulig variasjon hos droneprodusentene, må det opprettholdes en bred genetisk basis ved planlagt kryssing, seleksjon og reinavl.

Hvis individer som er nær i slekt pares sammen, er faren stor for at kjønnsallelene skal opptre homozygotisk. Ved inseminering og paring ved seleksjon av droner fra en liten gruppe, kan det tapes kjønnsalleler selv om slektskapet er lite. For buckfastbier må det selekteres fra hele populasjonen, jo større desto bedre, det er sunt at det er variasjon fra bifolk til bifolk. I tillegg bør det tilføres populasjonen nytt avlsmateriale utenfra – gjennom morssiden – som stammer fra rasekryssninger og/eller innavlsgrupper, og at det brukes et tilstrekkelig antall droneprodusenter på parestasjonen som stammer fra en slik gruppe. På denne måten kan vi øke både antallet kjønnsalleler og den genetiske bredden.

Det er flere måter å redusere tap av gener på, vi har valgt å dele populasjonen opp i grupper eller linjer. Som nevnt tidligere kan linjene være forskjellige og ha ulike egenskaper. Fordi vi forsøker å holde på særegenskaper, ved tilbakeparing, kan det bli en viss innavl, men selv om vi mister gener i linjene mister vi ikke samme genene i hver linje.

SLUTT

VEDLIKEHOLD AV EGENSKAPER OG FORBEDRINGER.....	1
Avlsarbeid på bier	1
Litt om honningbienes genetikk	2
Celler	2
Reduksjonsdeling	2
Sædceller	3
Recessive og dominante gener	3
Haploide hannindivider og diploide hunnindivider	3
Slektskap	4
Kjønnsbestemmelse.....	5
Tap av kjønnsalleler	5
Testing og seleksjon	6
Reinavl	7
Krysningsavl.....	7
To typer krysninger	7
Mendels lov om krysninger.....	7
Heterosis.....	8
Innavl og utavl.....	8
Utavl.....	9
Genetisk bredde og innavl.....	9