

Afkomsundersøgelser og Udvalg af Avlsdyr.*)

Af

Professor Ivar Johansson, Uppsala.

Ved Husdyrenes *Forædling* forstaas deres Specialisering for visse bestemte Formaal eller for visse lokale Betingelser. En Kvægrace specialiseres i Mælkeproduktion og høj Fedtprocent og en anden i Produktion af første Klasses Kød, en Faarerace specialiseres i Produktion af fin Uld til Tekstilfabrikerne, en anden i grov Uld til Hjemmeindustri og en tredje i Produktion af tidlige Slagtelam o. s. v. Forædlingen forudsætter en planmæssigt ledet Avl, hvorved Udvalg sker i en bestemt Retning, saa at Frekvensen (Hyppigheden) af forskellige Gener forandres i Populationen. Hvis intet Udvalg sker, men alle Individder har samme Chance for at formere sig med et hvilket som helst andet Individ inden for Populationen, altsaa fuldstændig *Panmixi*, og Mutationsfrekvensen er saa lille, at man kan se bort fra den, vil Populationen indstille sig i genetisk Ligevægt, og saavel Gen- som Zygotfrekvensen bibeholdes uforandret. Er Genfrekvensen for et vist Faktorpar, A-a, henholdsvis x og y , bliver Zygotfrekvensen $(x+y)^2$ eller $x^2AA + 2xy Aa + y^2aa$. Den fuldstændige *Panmixi* vil rimeligvis aldrig realiseres fuldstændig i Praksis, men der vil ske Selektion i en vis Udstrækning. Hvis ikke Mennesket selv udvælger, saa sker der et naturligt Udvalg, f. Eks. inden for de forædlede Landracer, som gennem

*) Efter Foredrag holdt ved Samvirksomheden for landbrugsfagligt Oplysningsarbejdes Efteraarskursus paa Landbohøjskolen i Oktober 1941. Oversat af Konsulent Th. Glad.

Udvalg tilpasses de lokale Forhold. Endvidere sker For­meringen ofte inden for smaa Grupper, *Isolat*, hvor en vis Slægtskabsavl fremkommer.

Det er i Hovedsagen paa to forskellige Maader, at Af­vigelser sker fra *Panmixien* og medfører Forskydninger inden for Populationen, nemlig ved

1. *Indavl*, hvor beslægtede Individder parres oftere med hverandre, end de vilde gøre ved „random mating“*). Ind­avl uden Udvalg medfører ingen Forandring af Gen­frekvensen, men Zygotfrekvensen paavirkes derimod. Ved Indavl fremkommer en Reduktion af Heterozygoternes og en Forøgelse af Homozygoternes Frekvens i Populationen sammenlignet med fri Parring.

Hvor hurtigt denne Forskydning foregaar afhænger af Indavlsgraden.

Stærk Indavl ledsages næsten altid af Udvalg. Selv om denne ikke sker ved planmæssige Foranstaltninger fra Menneskets Side, sker der et naturligt Udvalg som Følge af Udspaltningen af recessive Svaghedsanlæg, hvis homo­zygote Bærere paa et tidligt Stadium bukker under i Kam­pen for Tilværelsen.

2. *Udvalg*, som medfører, at Individder af visse Genotyper formerer sig i større Udstrækning end andre, eller at de kun anvendes til Parring med Dyr af bestemte Typer. Et saadant Udvalg medfører en Forandring af Genfrekvensen i Populationen, hvilket igen virker tilbage paa Zygot­frekvensen. Gennem Udvalget forskydes Populationen i en bestemt Retning. Hvis denne Forandring bevirker, at Racen bedre opfylder de Krav, som i Menneskets Hus­holdning stilles til den, har en *Forædling* fundet Sted.

Den første Betingelse for en planmæssig Husdyrforæd­ling er, at et bestemt Maal opstilles for Arbejdet. Man gør sig klart, hvad man ønsker at opnaa, hvilke Egenska­ber man vil forbedre, lade uændrede eller maaske elimi­nere. Først derefter kan en rationel Plan lægges for For­

*) Tilfældig Sammenparring.

ædlingens Gennemførelse. Arbejdet bør ikke kompliceres ved at medtage en Del Egenskaber, som ikke har nogen praktisk Betydning. Dette er en Fejl, som Avlsledelserne inden for vore Husdyrracer ofte har gjort sig skyldige i. Man vil have en vis Farve og visse Aftegn hos Dyrene, en vis Hovedform, Hornstilling og Krydsform, og hvis alt for stor Opmærksomhed skænkes disse temmelig uvæsentlige Ting, gaar det let saadan, at Produktionsegenskaberne stilles i Baggrunden. Det Individantal, som staar til Raadighed ved Udvalget, er stærkt begrænset.

Variationen i de Egenskaber, der skal være Genstand for Forbedring, bør kunne maales i bestemte Maal. Køernes Mælkeydelse kan f. Eks. bestemmes ved Kontrol og angives i kg Mælk pr. Aar eller Laktationsperiode, Mælkens Fedtindhold udtrykkes i Procent, Dyrenes Størrelse og Væksthastighed kan angives ved Maal- eller Vægttal, Hønsenes Ægproduktion kan bestemmes ved Kontrolreder og angives i kg Æg produceret i en vis Tid o. s. v.

Et Begreb som *Racepræg* eller *Type* er derimod vagt og vanskeligt at definere. Man kan graduere Typen ved at give Dyrene Points, men denne Pointsbedømmelse bliver ganske subjektiv og udføres af forskellige Personer. Ved Stambogsføringen af S. R. B. inddeles f. Eks. Dyrene i tre Typeklasser (1, 2 og 3), men nogen Sammenhæng mellem Typen og Produktionsegenskaberne har ikke kunnet paa-vises. I Hesteavl foretages Udvalget hovedsagelig paa Grundlag af en subjektiv Bedømmelse af Dyrene. Det har vist sig meget vanskeligt at gennemføre en objektiv Maa-ling af Hestenes Præstationer, baade for Ridehestenes og Arbejdshestenes Vedkommende, og Interessen for denne Sag har fra de praktiske Opdrætteres Side i Almindelighed ikke været stor. I Amerika, Tyskland og Finland er man dog kommet temmelig langt med Præstationsmaa-ling af Heste. Før den objektive Præstationskontrol er kommet til almindelig Anvendelse, er det vanskeligt at faa et fast Grundlag for Udvalget.

*I. Udvalg for eller imod en vis Egenskab,
hvis Nedarvning er kendt.*

Hvis man kender Egenskabernes Nedarvning, lattes Udvalget. Ved intermediær Nedarvning af Egenskaber, som ikke paavirkes nævneværdigt af Milieuet, bliver Udvalget meget let, idet Fænotypen direkte afspejler Dyrets Anlægstype. Dette gælder ogsaa, hvis den paagældende Egenskab paavirkes af mange Gener. Men ved Dominans og Gen-Samvirkninger er Sagen vanskeligere. Hvis man f. Eks. ved Udvalg vil eliminere et recessivt Gen fra Populationen, kan dette ske med ganske godt Resultat, hvis Genets Frekvens fra Begyndelsen er høj, ved at udelukke den recessive Type fra Avl, men eftersom Frekvensen mindskes, bliver enhver yderligere Reduktion stadig vanskeligere. Hvis man i en Population, som bestaar af 25 pCt. AA, 50 pCt. Aa og 25 pCt. aa, udelukker alle aa fra Avl, saa formindskes derigennem Frekvensen af Genet a fra 0,5 til 33,3 pCt., og Udspaltningen af aa i næste Generation formindskes fra 25 til 11,1 pCt.

I tiende Generation har man nedbragt Frekvensen af a til 0,1 og Udspaltningen af aa til 1,0, men derefter gaar det yderst langsomt at nedbringe Frekvenstallet. Det recessive Gen holder energisk Stand i Populationen hos heterozygote Bærere. Naar Genfrekvensen er 0,5, findes der dobbelt saa mange Aa som aa-Individer i Populationen, men naar Frekvensen for a er sunket til 0,1, er der 13 Gange saa mange Aa som udspaltede aa-Individer. Man kan derfor ikke nøjes med at udelukke aa-Individerne fra Avl, men maa ogsaa forsøge at udelukke Aa. Dette kan ikke ske i fuld Udstrækning, men man kan prøve mistænkte Heterozygoter ved at parre dem med hverandre.

Denne Afprøvning af mistænkte Heterozygoter er aktuell, naar man har med recessive Letalanlæg at gøre. Disse Anlæg opstaar ved Mutation, og inden for Racen som Helhed kan de aldrig faa nogen særlig stor Udbredelse, men naar det gælder en vis bestemt Besætning, stiller Sagen sig anderledes. Hvis man f. Eks. i en Kvægbesæt-

ning gennem længere Tid anvender en Stamtyr, som er heterozygot for det paagældende Gen, giver denne Anlægget i Arv til Halvdelen af sit Afkom, og hvis det hunlige Afkom derefter parres med en Letalbærer, faar man en Udspaltning af 12,5 pCt. Letalkalve. *Wriedt* og *Mohr* foreslog i sin Tid, at man skulde parre en mistænkt heterozygot Tyr med mindst 20 af dens egne Døtre. Hvis der da ikke forekommer nogen Udspaltning af Letalkalve, har man en Sandsynlighed paa 20 : 1 for, at den paagældende Tyr er fri for Letalanlægget. Denne Test (Afprøvning) tager imidlertid alt for lang Tid og har en anden Ulempe derved, at den formindsker Muligheden for Kalvetillæg, idet det næppe er hensigtsmæssigt at tillægge Indavlsprodukter paa en uprøvet Tyr. En meget hurtigere og bedre Metode er at parre det paagældende Handyr med kendte heterozygote Hundyr. Hvis man efter saadanne Parringer har faaet 10 normale Stykker Afkom, og ingen Udspaltning af Letalfaktoren er sket, har man omtrent samme Sandsynlighed som i det før nævnte Tilfælde for, at det paagældende Handyr ikke er Letalbærer. Særlig naar det gælder Svin og andre Dyr, som normalt føder flere Unger pr. Kuld, er denne Test relativt let at udføre. For Kvæg og Heste er den vanskeligere at anvende, da man i Almindelighed ikke har 10 bevisligt heterozygote Hundyr til sin Raadighed.

Man kender nu temmelig mange Letalanlæg hos forskellige Arter af Husdyr. Deres Betydning bør paa ingen Maade overdrives, thi for Husdyravlen som Helhed spiller de en meget lille Rolle.

I nogle Tilfælde kan dog Letalfostrene bevirke vanskelig Fødsel med Risiko for Moderens Liv, f. Eks. Vattersotkalvene i det svenske sortbrogede Kvæg. De økonomiske Tab kan under saadanne Forhold blive temmelig store. Saa snart et Individ viser sig at have en Letalfaktor, bør det udelukkes fra fortsat Avl, for saa vidt det ikke har andre fordelagtige Egenskaber, som opvejer Ulempen ved, at et Letalgen spredes.

Hvorvidt man desuden skal foretage en særlig Afprøvning af mistænkte Bærere, maa afgøres i hvert enkelt Tilfælde.

Hvis de recessive Homozygoter er fuldt ud levedygtige, kan en Afprøvning af den dominerende Type udføres ved at parre de Individder, som mistænkes for at være Heterozygoter med den recessive Type (aa). Ved Parring $Aa \times aa$ faas Afkom, som bestaar af $\frac{1}{2} Aa$ og $\frac{1}{2} aa$, men ved Parring mellem AA og aa bliver alt Afkom af den dominerende Type (Aa).

At gøre Udvalg for den recessive Type er let, man behøver ganske simpelt blot at vælge aa til Avl og udelukke den dominerende Type. Naar der er Tale om Egenskaber, som beror paa mange Gener, kompliceres Udvalget fremfor alt derved, at man maa have et større Individantal for at faa alle mulige Kombinationer realiserede, men iøvrigt gælder det samme som tidligere er anført.

Ved Udvalg for stærkt modificerbare Egenskaber kan man ikke i nogen større Udstrækning basere Valget af Avlsdyr paa Individernes egen Fænotype, idet denne siger os alt for lidt om Genotypen. Det præliminære Udvalg maa baseres paa Egenskabernes Udvikling hos Forældre og Helsøskende, og det bør helst følges af en Bedømmelse af Individets Anlægstype paa Grundlag af Afkommet.

II. Udvalg for at forbedre kvantitative Egenskaber, for hvilke ingen genetisk Analyse er foretaget.

Under denne Rubrik hører Husdyrenes vigtigste Produktionsegenskaber: Størrelse og Væksthastighed, Mælkemængde og Fedtprocent, Hønsenes Ægproduktion o. s. v. Efter alt at dømme er det ikke lønnende at forsøge paa at gennemføre Gen-Analyser for disse Egenskaber. For at kunne vælge hensigtsmæssige Udvalgsmetoder maa man dog vide, hvor stor en Del af den totale Variation, der er arveligt betinget, samt om den genetiske Variation gør sig gældende hovedsagelig gennem additiv Arv, eller

om desuden Dominans og Gen-Samvirkning maa tillægges en vis Betydning. Hvis hele Variationen er milieubetinget, tjener det intet Formaal at gøre Udvalg for derigennem at forbedre den paagældende Egenskab. Saa snart en genetisk betinget Variation forefindes, og dette er i Reglen Tilfældet, bør et rationelt Udvalg kunne faa den tilsigtede Virkning. At en statistisk Undersøgelse viser, at kun en lille Del af Totalvariationen er arveligt betinget, kan ikke uden videre fortolkes saaledes, at Udvalgsmulighederne er meget smaa, for det kan ganske simpelt bero paa, at de Gener, som bevirker Variationen, har en lav Frekvens i Populationen.

Hvad de tidligere nævnte kvantitative Egenskaber angaar, kan man gaa ud fra, at de paavirkes af et stort Antal Arveanlæg, at Dominans ikke spiller nogen større Rolle, og at Modificerbarheden er betydelig. For alle stærkt modificerbare Egenskaber giver Masseudvalg alene efter Individernes Fænotype et daarligt Resultat. Anlæggene til Mælkeydelse og Ægproduktion kommer fænotypisk kun frem hos Hundyret, og Valget af Handyr maa i første Række ske paa Grundlag af Ophavsmødre, Søstre og hundligt Afkom. Dette giver Afkomsundersøgelserne en særlig stor Betydning for disse Egenskabers Vedkommende.

Lad os som Eksempel paa en stærkt modificerbar kvantitativ Egenskab vælge Køernes *Smørfedydelse*, hvor kun 30—40 pCt. af den totale Variation er arveligt betinget. En Del af den ikke genetiske Variation beror paa saadanne paaviselige Aarsager som Køernes Alder og Kælvningsorden, Kælvningsintervallets og Goldtidens Længde samt Aarstiden for Kælvnningen. Virkningen af forskellige Staldmilieu kan ikke klart fastslaas, da man ikke, naar det gælder Forskelle mellem Besætningerne, sikkert kan fastslaa, hvad der beror paa Arv, og hvad der beror paa Milieu. En meget stor Del af Variationen inden for Køerne beror paa ukontrollerbare Egenskaber.

1. *Bedømmelse af de enkelte Hundyrs Ydeevne*. Ligesom det er umuligt fra det enkelte Individts Ydelse at drage

nogle Slutninger om Arvens og Milieuets relative Betydning for Fremkomsten af dette Ydelsesresultat, saaledes kan man heller ikke afgøre, hvor stærkt Ydelsen paavirkes af Koens Alder, Kælvningsintervallets og Goldtidens Længde eller Aarstiden for Kælvingen. Indflydelsen af disse Variationsaarsager afspejles imidlertid i Gennemsnitstallene for hele Populationen, naar den studeres med Henblik paa disse, og man tør forudsætte, at hvad der gælder Populationen som Helhed i det store og hele ogsaa gælder de enkelte Individuer. Her melder Spørgsmaalet sig altsaa, om man ikke gennem Korrektion af de enkelte Individuers Ydelsestal skulde kunne eliminere den ikke-genetiske Variation, hvis Størrelse er fastslaaet for Populationen som Helhed. Jeg har paa Materiale fra S. R. B. prøvet Værdien af saadanne Korrektioner og skal i Korthed referere Resultatet.

En Korrektion for Køernes Alder ved Kælvingen, henholdsvis Kælvningsorden, støder ikke paa nogle principielle Betænkeligheder. Det er ganske vist muligt, at den korrigerede Værdi i enkelte Tilfælde bliver mere misvisende end den ukorrigerede, men i Gennemsnit for en Gruppe af Køer, f. Eks. Døtrene af en vis Tyr eller disse Døtres Mødre, bør man dog kunne vente, at Korrektionen giver et godt Resultat.

Nogen tilfredsstillende Korrektion for Goldtidens Længde kan derimod ikke udføres paa Grundlag af arveligt betingede Forskelle *mellem* Individerne med Hensyn til Goldtidens Længde. Hvis man korrigerer for Variationen i det foregaaende Kælvningsintervallets Længde, er det unødvendigt ogsaa at korrigere for den Goldtid, der afslutter dette Interval, thi paa Grund af Sammenhængen mellem Kælvningsinterval og Goldtid medfører en Korrektion for den førstnævnte samtidig en Korrektion for den ikke genetisk betingede Variation i Goldtidens Længde. Ved Korrektion for foregaaende Kælvningsintervallets Længde maa man være opmærksom paa dettes Korrela-

tion med Alder ved Kælvningen, saaledes at der ikke foretages Dobbeltkorrektioner.

Kælvningsmaanedens Indflydelse paa Ydelsen i Laktationsperioden kan elimineres ved Korrektion, men denne bør gøres for hver Gaard for sig, da Fodringsforholdene er stærkt varierende fra den ene Gaard til den anden. I Besætninger med velordnede Fodringsforhold behøver Aarstidskorrektioner næppe at foretages.

Ved Korrektionernes Udførelse kan man betjene sig af to forskellige Metoder, enten multiplicere den virkelige Ydelse med en vis Faktor eller ogsaa foretage konstante Tillæg eller Fradrag.

Den sidstnævnte Metode har en Fordel derved, at den ved Anvendelse paa særlig høje og særlig lave Ydelsestal ikke saa let giver misvisende Resultater, som naar man multiplicerer med en Faktor. Alderskorrektion behøver kun at foretages paa første og anden Laktationsperiodes Tal, som hensigtsmæssigst korrigeres til Gennemsnitsydelse i 3.—5. Laktation.

Den vanskeligste Korrektion er for forskellige „Staldmilieuer“, dels fordi man aldrig kan afgøre, hvor stor en Del af Ydelsesforskellene mellem Besætningerne, der udelukkende beror „Staldmilieuet“, dels fordi et godt eller daarligt Staldmilieu ikke har lige stor Indflydelse paa alle Køerne i Besætningen. I Tyskland bruger man at korrigere Ydelsestallene til et fælles „Stalldurchschnitt“, men man maa gøre sig klart, at denne Korrektion ikke kun rammer de Forskelle mellem Besætninger og Tidsrum, som beror paa „Staldmilieuet“, men man borttager ogsaa de genetisk betingede Forskelle. Naar man skal sammenligne Ydelsestallene fra forskellige Køer, som har givet deres Produktion under vidt forskellige ydre Forhold, kan det være nødvendigt at korrigere Tallene til et fælles „Stalldurchschnitt“, men denne Korrektion bør anvendes med meget stor Forsigtighed, og Bedømmelsen af Individerne bør ikke foretages alene paa de korrigerede Tal. Ved at foretage alle mulige Korrektioner kan man let

komme dertil, at det korrigerede Tal bliver et daarligere Udtryk for Koens Præstationsevne end det ukorrigerede.

Gennem Korrektion kan først og fremmest opnaas en Formindskelse af Variationen. Deraf følger dog ikke, at Vurderingen af Køerne bliver mere retfærdig. Laktationsperiodens Begrænsning til 300 Dage bevirkede en Formindskelse af den totale Varians paa 26,6 pCt. Naar Ydelser i 300 Dage derefter korrigeredes, opnaaedes følgende Variationsformindskelse:

	Reduktion af den totale Varians, %
Korrektion ved konstant Tillæg eller Fradrag:	
Laktationsperiodens Nummer	7,0
Alder ved første og anden Kælvning	0,6
Forudgaaende Kælvningsintervals Længde	4,5
Løbende Kælvningsintervals Længde	3,3
	15,4
Faktorkorrektion for Vinterkælvning, hver Besætning be- handlet individuelt	2,8
Faktorkorrektion til fælles Besætningsgennemsnit	10,9
	12,7
Ialt	29,1

Intrako-Korrelationen steg ved Korrektion for Alder og Kælvningsorden, Kælvningsintervallets Længde og Aars-tiden for Kælvningen fra 0,32 til 0,42, men Moder-Datter-korrelationen øgedes kun ubetydeligt. Man synes altsaa at kunne vinde noget ved Korrektion for de nævnte Variationsaarsager, men Vindingen er ikke særlig stor, og man kan derfor næppe anbefale en almindelig Anvendelse af Korrektionerne. De bør kun anvendes, naar de er ganske paakrævede.

Da Variationerne i Kælvningsintervallets Længde er næsten helt milieubetingede, kan man udjævne deres Virkning ved at *beregne Gennemsnitstal for Ydelser i flere paa hinanden følgende Aar* fra samme Ko. Det samme gælder ogsaa Indflydelsen af alle ukontrollerbare Variationsaarsager. Den Ydelsesvariation, som foraarsages af Aarstid for Kælvningen, kan kun udjævnes gennem Gennemsnitstalberegning, hvis Kælvvetiden varierer fra det

ene Aar til det andet. I Almindelighed har Køerne imidlertid en Tilbøjelighed til at have samme Kælvningstid Aar efter Aar, og naar dette er Tilfældet, elimineres Aars-tidsfejlen ikke ved Gennemsnitsberegning.

Jo svagere Intrako-Korrelationen er for den Egenskab (Mælk, Smørfedt, Fedtprocent), som man vil forbedre ved Udvalg, desto vigtigere er det, at Koens Ydeevne bedømmes paa Grundlag af Gennemsnit af Ydelsen i flere Kontrolaar eller Laktationsperioder. Den Vægt, der kan tillægges Ydelsesgennemsnittet, naar det beregnes paa Grundlag af stigende Antal Laktationsperioder for en vis

Ko, er lig med $\frac{n}{nr + 1 \div r}$ Gennemsnit for 2 Aar tillader

1,43 Gange og for 6 Aar 2,0 Gange saa sikre Slutninger om Koens Anlægstype som Ydelsen i kun et Aar.

Dette gælder imidlertid kun under Forudsætning af, dels at Aarene indbyrdes ikke udvælges, men Gennemsnittet beregnes enten for alle Koens Produktionsaar eller f. Eks. de to første, dels at hvert enkelt Produktionsaar er et lige godt Maal for Koens Ydeevne. Sidstnævnte Forudsætning synes ikke at gælde; efter Undersøgelserne paa S. R. B. kan man sikrere bedømme en Kos Ydeevne paa Grundlag af første Laktationsperiode end paa nogen af to følgende Perioder. Anden Laktationsperiode viste sig at give det daarligste Resultat i denne Henseende, sandsynligvis beroende paa, at Ydelsen da er meget følsom for Variationer i Længden af foregaaende Kælvningsinterval og Goldtid. Efter Koefficienterne for Moder-Datterkorrelationerne skulde man kunne bedømme Køernes Ydeevne lige saa sikkert paa Grundlag af første Laktationsperiodes Ydelse som paa Gennemsnittet af de tre første Perioder. At Ydelsen i anden Laktationsperiode giver de mindst sikre Oplysninger om Koens virkelige Ydeevne tør anses for sikkert.

Ydelsesgennemsnit, som skal anvendes til Sammenligning af forskellige Individider, bør ikke beregnes paa valgte

Produktionsaar, f. Eks. de to eller tre bedste, thi dette medfører, at Køer med mange Produktionsaar begunstiges i Forhold til Køer med faa Aar — jo flere Produktionsaar en Ko har, desto større er Udsigterne til, at den skal have været begunstiget af gode Milieuforhold i nogle af disse Aar.

Bedømmelsen af Kvier, som endnu ikke har malket, og af Tyre, som ikke har givet Afkom, maa baseres paa Afstamningen og paa Slægtinge i Sideled. Man kan derved vurdere de forskellige Ophavsindivider efter Graden af Slægtskab, der mest hensigtsmæssigt udtrykkes ved Wrights Slægtskabskoefficienter.

2. *Afkomsundersøgelse af Tyre.* Naar det gælder Tyrene, er det vigtigt, at Afkomsundersøgelse kan udføres saa tidligt som muligt, idet man gennem denne kan faa sikrere Oplysninger om Anlægstypen, end det er muligt at faa paa anden Maade.

De Fremgangsmaader, som derved kan komme til Anvendelse, er følgende:

a) *Gennemsnitsydelsen for Tyrens Døtre beregnes* og anvendes som Index paa Tyrens Avlsværdi. Man gaar da ud fra, at samtlige Modergrupper, som forskellige Tyre parres med, repræsenterer Racens Gennemsnit, og at altsaa disse Grupper i Gennemsnit har omtrent samme arveligt betingede Ydelseshøjde. Denne Forudsætning er dog aabenbart fejlagtig. Uden Tvivl findes arveligt betingede Forskelle mellem de forskellige Mødregrupper; nogle Tyre parres med bedre Mødre og andre med daarligere. Døtre-gennemsnittet alene er altsaa et ufuldkomment Tyreindex, der som Komplettering bør have en Angivelse af Mødrenes Gennemsnitsydelse.

b) En anden Metode er at beregne det saakaldte *Hansson-Yapps Index*, hvilket sker efter Formlen

$$T = 2 D \div M.$$

D betegner Døtrenes Gennemsnit, M det tilsvarende Gennemsnit for Mødrene og T er Tyrens Index. Ved den

praktiske Anvendelse af Hansson-Yapps Index møder man en meget stor Vanskelighed deri, at Mødre og Døtre ofte giver deres Produktion under forskellige Milieuforhold. Hvis f. Eks. i en bestemt Besætning Fodringsforholdene var mindre velordnet, da Mødrene gav deres Produktion, men senere forbedredes, saa Døtrene begunstigedes af betydelig bedre Milieuforhold, vilde der fremkomme en Ydelsesforskel mellem Mødre og Døtre, som ikke beror paa Tyren, men denne krediteres alligevel derfor. Af denne Grund er man i Sverige gaaet bort fra Anvendelsen af Hansson-Yapps Index. Avlsforeningen for S. R. B. anvendte tidligere dette Index ved sine Afkomsundersøgelser, men er nu gaaet over til at bedømme Tyrene udelukkende paa Grundlag af Døtregennemsnittet.

c) Ved de danske Afkomsundersøgelser beregner man Ydelsesgennemsnittet for baade Tyrens Døtre og for Mødrene til disse Døtre. Forskellen mellem Mødrenes og Døtrenes Ydelse bliver et Udtryk for Tyrens Indflydelse paa Afkommets Ydelse. Naturligvis gælder dette kun under den Forudsætning, at Mødre og Døtre har produceret under ensartede Milieuforhold. Denne Fremgangsmaade har dog en Fordel frem for Hansson-Yapps Index derved, at Døtregennemsnittet og Forskellen mellem Mødre og Døtre angives hver for sig. Den, der har Kendskab til Fodringsforholdene i den Besætning, hvor Døtrene og deres Mødre har staaet, kan bedømme Forskellens Værdi fra et Avlssynspunkt.

I Danmark undgaas Alderskorrektionerne ved at sammenligne Ydelsestal fra Køer, som er omtrent lige gamle; Døtrenes første Aar sammenlignes med tilsvarende Aar for Mødrene o. s. v.

d) Ved Avlscentre for svensk Ayrshirekvæg anvendtes i sin Tid en Bedømmelsesmetode, som udarbejdedes af Statskonsulent *H. Ryde*. Anvendelsen fremgaar bedst af et Eksempel:

Ayrshiretyren Kardinal 3 var Stamtyr i Ultunabesætning-

Ayrshiretyren, Kardinal 3's Indtlydelse paa Døtrenes Fedtprocent

Døtrenes Fedtprocent.										Antal	Gent.	Gent.	For-	
										Keer	Mødre	Døtre	skel	
3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,3	4,5	4,7						
—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	3,22	3,71	+ 0,49	
<hr/>														
3,3	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	3,48	3,66	+ 0,18	
<hr/>														
3,5	—	2	3	1	1	—	—	—	—	7	3,61	3,84	+ 0,23	
<hr/>														
3,7	—	—	1	1	3	5	—	—	—	11	3,81	4,12	+ 0,31	
<hr/>														
3,9	—	—	—	—	2	4	—	—	—	6	3,98	4,15	+ 0,17	
<hr/>														
4,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<hr/>														
4,3	—	—	—	1	3	4	1	1	—	10	4,14	4,13	÷ 0,01	
<hr/>														
4,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<hr/>														
4,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<hr/>														
Sum :	—	—	4	6	9	15	1	1	1	1	37	3,86	4,04	+ 0,18

Mødrenes Fedtprocent

gen i Aarene 1924—32 og efterlod der 37 Døtre med Ydelsestal for mindst en Laktationsperiode. Dens Indflydelse paa Døtrenes Fedtprocent anskueliggøres af hosstaaende Tabel.

Tabellen viser, at Kardinal 3 har hævet Døtrenes Fedtprocent ret stærkt, naar den er parret med Køer, som har haft en lav Fedtprocent. Fedtprocentstigningen har gjort sig gældende indtil Klassen med Mødre, der har 4,1—4,3 pCt. Fedt, men naar Tyren er parret med Køer med højere Fedtprocent, har den sænket Døtrenes Fedtprocent. Man kan derfor antage, at Tyrens egen Anlægstype svarer til en Fedtprocent paa omkring 4,25.

Hvis man beregner Korrelationen mellem Mødre og Døtre samt Regressionen af Døtrenes Ydelse paa Mødrenes, d. v. s. det Tal, som angiver, hvor meget Døtrenes Ydelse stiger, naar Mødrenes stiger med en Enhed, kan man bestemme det Punkt, til hvilket Tyren har hævet eller sænket Døtrenes Ydelse sammenlignet med Mødrenes (Bonniers Regressionsindex). Figur 1 viser Udførelsen af en saadan Afkomsundersøgelse for *Prinsen 31 af Aranäs*. Afkomsundersøgelsen er foretaget paa Grundlag af Smørfedydelsen pr. Laktationsperiode à 300 Dage for 31 Par Mødre-Døtre. Alderskorrektion er foretaget for at gøre Tallene for Mødre og Døtre bedre sammenlignelige. For at undgaa Virkningen af Milieuforskelle er kun *samtidige Laktationsperioder* for Moder-Datterparrene anvendt i Sammenligningen. Forskellen mellem Tidspunkterne for Datterens og Moderens Kælvning har været højst $3\frac{1}{2}$ Maaned. Resultatet af Undersøgelsen fremgaar af Teksten paa Figuren.

Gennemsnitsydelsen af 21 Døtre af Tyren Prinsen 31 af Aranäs er 160 kg Smørfedt, og det tilsvarende Gennemsnit for Mødrene er 180 kg.

Tyren har altsaa sænket Døtrenes Gennemsnit sammenlignet med Mødrenes. Regressionsindex for denne Tyr bliver 155 kg Smørfedt og Hansson-Yapps Index 140 kg. Regressionsindexet beregnes efter Formlen:

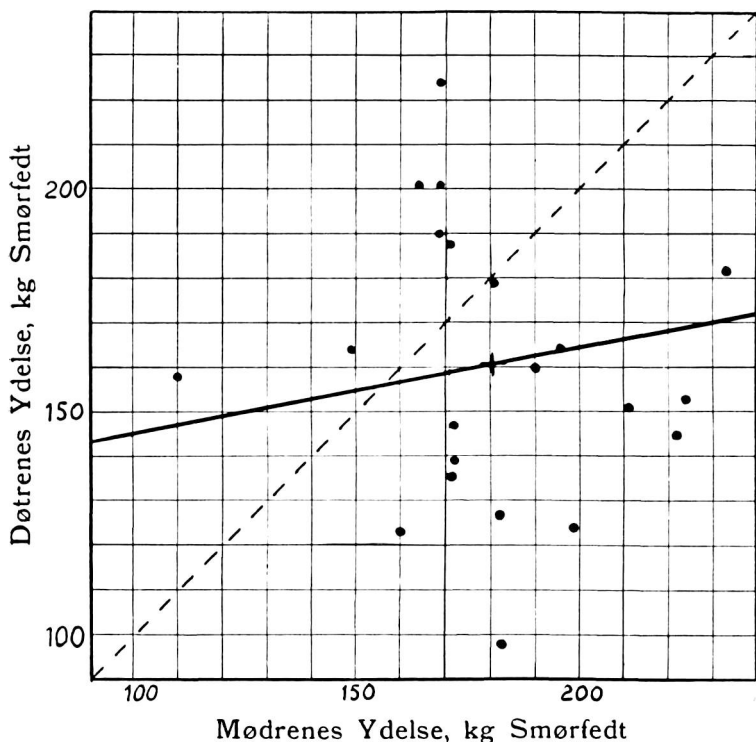


Fig. 1. Grafisk Fremstilling af Resultatet af en Afkomsundersøgelse af Tyren Prinsen 31 af Aranäs paa Grundlag af 21 Par Mødre-Døtre med samtidige Laktationer. Hvert Punkt betegner Smørfedydelsen i 300 Dage for et Moder-Datterpar. Ydelsen er korrigeret for Køns Alder ved Kælvningen til Ydelse som fuldvoksen og for Kælvningsintervallets Længde. Mødrenes Gennemsnitsydelse, 180,2 kg Smørfedt, og Døtrenes do., 160,2 kg, er afmærket med et Kors (+). Den fuldt optrukne Linie viser Sammenhængen mellem Mødrenes og Døtrenes Ydelse (Døtrenes Regression paa Mødrene); naar Mødrenes Ydelse stiger med 1 kg, saa stiger Døtrenes med 0,21 kg. De Døtre, der ligger ovenover den punkterede Diagonal, har givet højere Ydelse end deres Mødre, og de, der ligger under Diagonalen, har givet en lavere Ydelse end Mødrene. Det Punkt, hvori den fuldt optrukne Linie skærer den punkterede Diagonal, angiver Tyrens Avlsværdi (Regressionsindex).

$$R = \frac{D \div bM}{1 \div b}$$

hvor b = Regressionskoefficienten. Hvis denne Koefficient er = 0,5, giver Regressionsindexet samme Resultat som Hansson-Yapps Index, og hvis Regressionen er = 0, udgøres Regressionsindexet simpelt hen af Døtregennemsnittet. Naar b falder uden for disse Værdier, kan Regressionsindexet ikke med Fordel anvendes.

Regressionen i Moder-Dattergrupperne (altsaa inden for Tyre) af Døtrenes Smørfedtydelse i Forhold til Mødrenes, var i Gennemsnit for 73 undersøgte S. R. B.-Tyre 0,2. *Ward* og *Campbell* har paa Materiale fra New Zealand fundet en tilsvarende Regression paa 0,14. Regressionen er altsaa ikke 0,5, som Hansson-Yapps Index forudsætter. Allerede heraf følger, at Hansson-Yapps Index ikke kan anbefales til almindelig Anvendelse. Saa snart en milieubetinget Variation gør sig gældende samtidig med den genetiske, bliver den virkelige Regression mindre end 0,5. Hvor Mødre og Døtre har staaet under væsensforskellige Milieuforhold, kan Hansson-Yapps Index give fuldstændig urimelige Værdier.

Allerede tidligere er det fremhævet, at Døtregennemsnittet alene er et ufuldstændigt Index; det er urigtigt at se bort fra Mødrenes Beskaffenhed, naar man vurderer Tyren paa Grundlag af dens Afkom. Den store Vanskelighed ved al Afkomsundersøgelse, naar det gælder stærkt modificerbare Egenskaber, ligger imidlertid deri, at Afkomsgrupperne ligesom de tilsvarende Modergrupper, ikke saa sjældent har været fodret forskelligt og derfor ikke er sammenlignelige. Denne Vanskelighed accentueres, naar man ved Bedømmelsen tager Hensyn ogsaa til Mødrene.

Hvis det kun gælder om i en og samme Besætning at faa Rede paa, om Tyren har hævet eller sænket Afkommets Smørfedtydelse i Sammenligning med Mødrenes, kan man sammenligne *samtidige* Produktionsaar

for Mødre og Døtre, Alderskorrektion af Tallene maa i saa Tilfælde foretages. Herigennem opnaas dog ikke Sammenlignelighed mellem forskellige Datter-Modergrupper inden for samme Besætning og endnu mindre i forskellige Besætninger. For at opnaa Sammenlignelighed i denne Henseende er der næppe anden Udvej end at bortkorrigere alle Forskelle mellem Besætningerne og mellem forskellige Aar i samme Besætning, altsaa at anvende den tyske Metode med et fælles „Stalldurchschnitt“ trods de Fejlklilder, som dermed følger. Efter at denne Korrektion er udført, kan man anvende enten den danske Metode for Afkomsundersøgelse eller ogsaa beregne Regressionsindex, helst med Anvendelse af en fast Koefficient for den gennemsnitlige Regression inden for Tyre. De genetiske Forskelle mellem forskellige Besætninger maa man derefter forsøge at vurdere paa anden Maade, ligesom Forskydningerne inden for en vis Besætning i en Aarrække. Den anden Mulighed er at anvende de virkelige Ydelses-tal, men at forsøge en Vurdering af Milieuforskellene mellem Besætninger og Tidsperioder. Dette vil dog sikkert frembyde endnu større Vanskeligheder; man kan i Almindelighed gaa ud fra, at de milieubetingede Forskelle mellem Besætninger og Perioder er betydelig større end de genetiske.

Naar man ved Afkomsundersøgelsen anvender Ydelses-tal, der ikke er sammenlignelige, fordi Køerne har levet under forskellige Milieubetingelser, giver alle Bedømmelsesmetoder misvisende Resultater, selv om det er sandsynligt, at man faar det mest misvisende Resultat ved Anvendelse af Hansson-Yapps Index. Middelfejlsberegninger hjælper ikke her, for de viser kun, om Forskelle mellem Grupperne er statistisk signifikante, men ikke, hvorpaa Forskellen beror; dette sidste er dog det vigtigste.

Korrektionen til et fælles „Stalldurchschnitt“ kan kun udføres i større Besætninger. Særlig naar det gælder at sammenligne forskellige Døtregrupper, som ved et vist Tilfælde kan komme til at udgøre Hovedparten af Køerne

i en mindre eller middelstor Besætning, maa Minimumsantallet af Køer sættes til mindst 50 eller helst 100. Mindre Besætninger kan slaas sammen i ensartede Grupper, og hver Gruppe kan derefter behandles som en Besætning. Foruden de ydelseskorrigerede Tal bør man dog altid angive de virkelige, saa Tyrekøberen har Mulighed for selv at vurdere Korrektionsresultatet.

Et andet Spørgsmaal er, hvor mange Døtre med Ydelses-tal man skal forlange, at en Tyr har, inden Afkomsundersøgelsen udføres. Dette er undersøgt paa Grundlag af 28 S. R. B.-Tyre, som hver havde mindst 40 Døtre. Afkomsundersøgelse er udført paa Grundlag af Døtregennemsnit for første Laktationsperiode (300 Dage) efter Korrektion for Alder ved Kælvningen. De 40 Døtre er ordnet

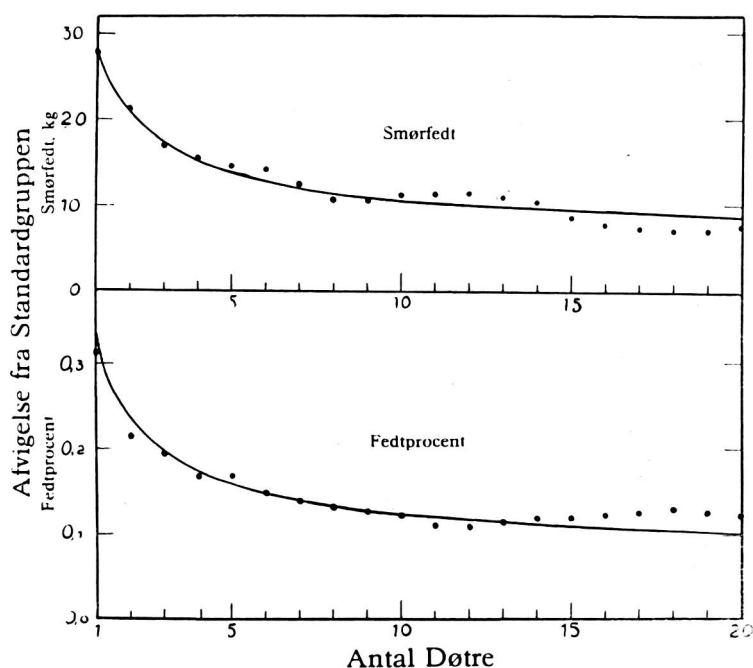


Fig. 2. Grafisk Fremstilling af Forøgelsen af Afkomsundersøgelsens Sikkerhed med stigende Antal Døtre. Diagrammet bygger paa Afkomsundersøgelser af 28 S. R. B.-Tyre, som hver har haft mindst 40 Døtre.

kronologisk efter deres Fødselsdato, og hveranden er tildelt den saakaldte *Standardgruppe*, hvis Gennemsnitsydelse beregnedes. Af den anden Gruppe paa 20 Døtre er tilfældigt taget først en Datter, saa endnu en, derpaa en tredie etc. Paa denne Maade fremkom 20 Grupper omfattende henholdsvis 1, 2, 3, 4 20 Døtre. For enhver af disse Grupper er Ydelsesgennemsnittet beregnet og sammenlignet med Standardgruppen. Forskellenes Spredning giver Udtryk for Afkomsundersøgelsens Sikkerhed, naar den foretages paa 1—20 Døtre. (Se Fig. 2.)

Med et stigende Antal Døtre stiger Bedømmelsens Sikkerhed, i Begyndelsen hurtigt og siden langsommere. Naar man er kommet op paa 8—10 Døtre, stiger Sikkerheden relativt ubetydeligt ved en yderligere Stigning af Antallet.

En præliminær Undersøgelse af Tyrenes Indflydelse paa Afkommets Produktion kan meget vel foretages paa Grundlag af første Laktationsperiode for 8—10 Døtre (evt. 6). En definitiv Bedømmelse kan senere foretages, naar Tyren har givet mindst 20 Døtre med f. Eks. hver 3 normale Laktationsperioder.

Hvis man ved Afkomsundersøgelse har fastslaaet, at en Tyr har haft en gunstig Indflydelse paa Døtrenes Produktion, tjener det ikke noget Formaal ved Bedømmelse af dette Individ eller dets Sønner at tage noget Hensyn til dets Forældre eller Ophavsindivider i bagved liggende Generationer. Afkomsundersøgelsen maa anses for at give de sikreste Oplysninger om Tyrens Anlægspræg, som overhovedet kan faas. Ved Forædling af Kvæg med Hensyntagen til deres Produktionsegenskaber maa man stræbe efter *saa tidligt som muligt at kunne udføre en præliminær Undersøgelse af Tyrene*, som saa senere følges af en definitiv Bedømmelse, naar et større Antal Døtre med flere Produktionsaar staar til Raadighed. Unge Tyre, som endnu ikke selv har noget Afkom, bedømmes paa Grundlag af

Faderens og Morfaderens Afkom samt Moderens og Mor-moderens egen Præstation.

Resultatet af Udvalget afhænger af, hvor effektivt det kan drives. Vi maa regne med i vore Besætninger aarligt at skulle erstatte omkring 20 pCt. af Køerne med Kælvkvier. Dette betyder, at Halvdelen af alle fødte Kviekalve maa anvendes til Tillæg, og altsaa kan kun Halvdelen udelukkes. Selektionen efter Kalvenes Afstamning kan ikke her blive særlig streng. For Tyrekalvenes Vedkommende stiller Sagen sig anderledes, af disse behøver kun nogle faa Procent at anvendes til Tillæg. Selektionen kan derfor blandt Handyrene gøres meget skarpere end blandt Hundyrene, og denne Mulighed bør man ikke forsømme at udnytte.

Hvad der er sagt om Afkomsbedømmelser af Tyre og Udvalg for højere Smørfedydelse gælder med nogen Tillem্পning ogsaa for andre Dyrearter og andre Egenskaber.

III. Indavl kombineret med Udvalg.

Naar det gælder om at udrydde ugunstige recessive Gener eller at bevare gunstige, som er temmelig sjældne i Populationen, maa man gribe til Indavl for at faa disse Gener frem i homozygotisk Tilstand. Denne Avlsmetode maa ogsaa anvendes, hvis man vil drive Avl med forskellige Linier inden for Racen for at faa markerede Forskelle frem mellem disse, hvilket er ønskeligt, naar man arbejder med stærkt modificerbare Egenskaber. Udvalg paa Grundlag af Individernes egne Præstationer samt Ophavet og Afkommet bør ganske vist kunne medføre ret store Fremskridt, særlig ved Forædlingsarbejdets Begyndelse, men lidt efter lidt bliver det sværere og sværere at komme længere frem. Den genetisk betingede Variation i Populationen, altsaa Ensartetheden og Nedarvningssikkerheden, paavirkes kun ubetydeligt af Udvalget. En Forøgelse af Homozygotien kan imidlertid faas gennem Indavl, og ved Hjælp af denne Avlsmetode kan man ogsaa faa frem en Differentiering mellem forskellige

Linier for saa derpaa at gøre Udvalg ikke alene mellem Individder, men ogsaa mellem Linier. Hvis Samvirken mellem Generne gør sig gældende, kan man prøve, hvilke Linier der bedst egner sig til Krydsning med hverandre for at opnaa de bedste Genkombinationer.

Ved stærk Samvirken af Gener opnaas kun ubetydelige Fremskridt alene ved Udvalg, og hvad der opnaas i første Generation, tabes i de nærmest følgende, naar nye Kombinationer mellem Generne dannes. *Indavl kombineret med Udvalg er den mest effektive Forædlingsmetode, man overhovedet kan anvende* for at forskyde saavel Zygot- som Genfrekvensen i en vis ønsket Retning, prøve nye Genkombinationer samt øge Homozygotien og derigennem opnaa en sikker Nedarvning. Det er imidlertid vigtigt, at Indavlsgraden tilpasses efter Avlsmaterialets genetiske Beskaffenhed. I et Materiale med mange recessive Svaghedsanlæg maa man lade sig nøje med en relativt svag Indavlsgrad, ellers bliver Udspaltningen af Individder med nedsat Levedygtighed alt for stor, saa der ingen acceptable Dyr bliver til fortsat Avl. Det er netop, hvad der er sket i mange Indavlsforsøg med Svin og Høns, hvor Helsøskendeparring er drevet Generation efter Generation.

Den amerikanske Husdyrgenetiker *Lush* fremhæver, at Forædlingen af en Husdyrrace bedst drives paa den Maade, at man arbejder med et Flertal Undergrupper, som holdes nogenlunde ubeslægtede af hverandre. Inden for hver Gruppe drives en vis Grad af Indavl, hvorved man tilsigter en Fiksering af Dyrenes gode Egenskaber; Bærerne af daarlige Egenskaber skydes ud. Naar Grupperne er differentieret, kan Udvalg ske mellem Grupperne. Avlen med de daarligste Grupper ophører, og for de øvriges Vedkommende kan man for at undgaa Indavlsdegeneration samt for inden for hver Gruppe at fikse saa mange gode Egenskaber som muligt, forsigtigt krydse forskellige Grupper med hverandre. Hver Krydsning af nyt Materiale følges af fornyet Indavl og strengt Udvalg. Dette er altsaa

et helt andet Avlssystem end det, der anvendes i Praksis i de fleste Husdyrracer, hvor man til næsten alle Racens Besætninger køber Handyr fra en eller nogle faa „Blodlinier“, som er kommet paa Mode. Ved den sidstnævnte Fremgangsmaade sætter man saa at sige alt paa et Kort og opstiller samme Idealtpe for hele Racen samt gør største Delen af dens Individider relativt nær beslægtede med hverandre. Hvis man i Stedet for prøver at forædle de forskellige Undergrupper temmelig uafhængigt af hverandre, løber man en mindre Risiko for at tabe en Del af Racens værdifulde Gener, og et Fejlgreb inden for en Gruppe er let afhjulpet ved at indkrydse Materiale fra en anden Gruppe.
