

K. V I K

F o r e l e s n i n g e r

i

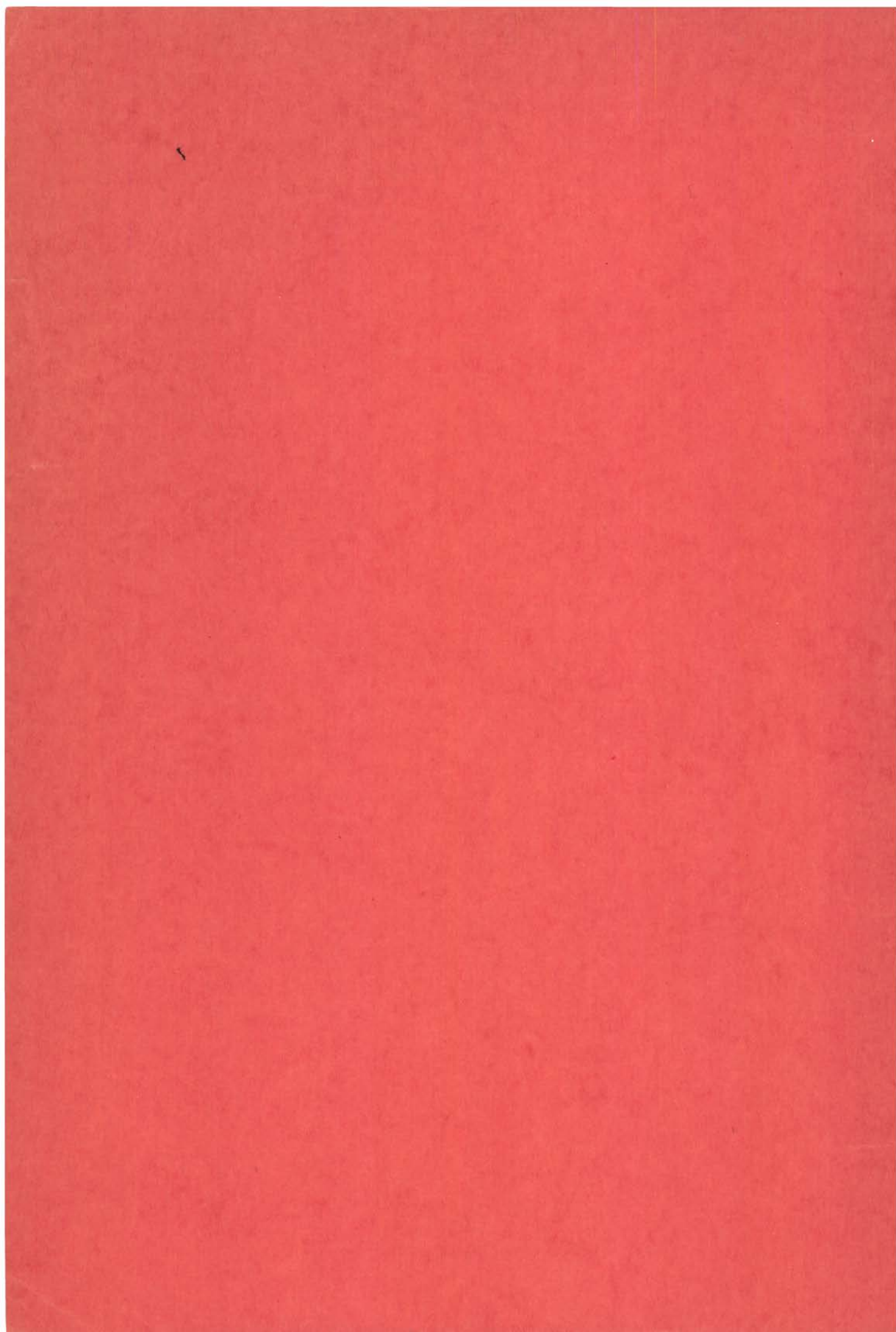
PLANTEKULTUR

ved

NORGES LANDBRUKSHÖGSKOLE

II

PLANTEFØREDLING



27. U. 10

K. V I K

F o r e l e s n i n g e r

i

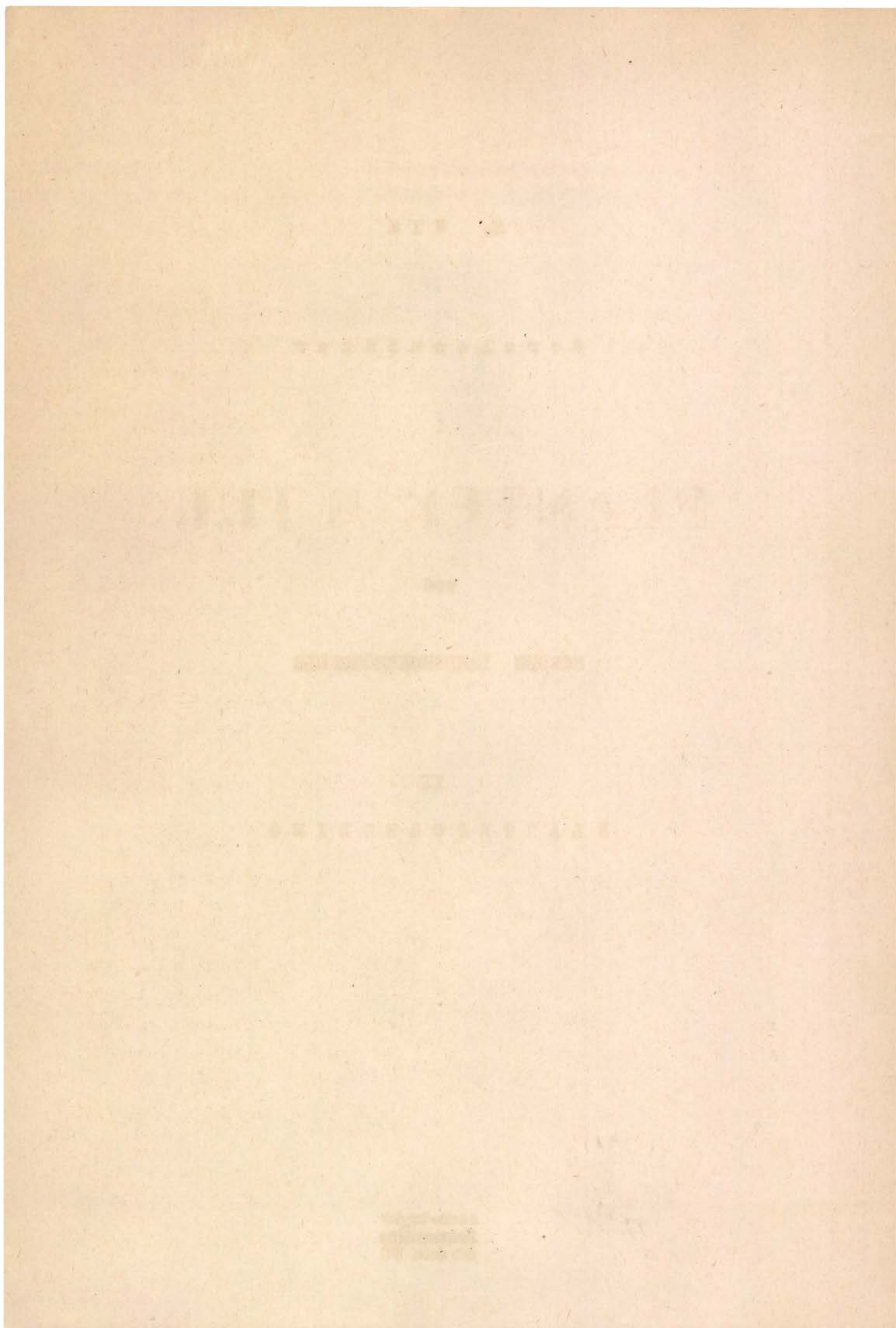
PLANTEKULTUR

ved

NORGES LANDBRUKSHÖGSKOLE

II

P L A N T E F O R E D L I N G



I N N L E D N I N G .

Planteforedling er en virksomhet som går ut på å lage eller finne nye kulturplanteformer med slike arvelige egenskaper at de blir tjenligere for dem som skal dyrke eller bruke plantene enn de gamle formene eller sortene var.

De egenskaper som kan gjøre et planteslag mer tjenlig, kan være av mange ulike slag. Den egenskap som foredlerne hittil gjerne har lagt mest vekt på å øke er evnen til å gi stor avkastning. Denne evne er igjen avhengig av en rekke andre enkeltegenskaper, som dessuten kan være av verdi også på andre måter, f.eks. evne til å motstå visse sjukdommer som tørr-råte eller kreft hos poteter, sot rust eller mjöldogg hos korn, klumprot hos nepe og kålrot osv. Motstandsevne mot slike sjukdommer vil virke til større avling, men vil dessuten gi kvalitativt bedre avling. Stivt strå hos våre kornarter er også en egenskap som vil gjøre det lettere å oppnå store avlinger, dessuten vil det gi lettere og billigere høsting og ofte bedre kornkvalitet. - Hos planteslag som skal overvintre som høstsæd eller engvekster kan det være hardførheten en prøver å øke gjennom foredling, større hardførhet vil også medvirke til større avlinger.

Det kan også være bedre kvalitetsegenskaper en prøver å få. For brödkorn er det den foredlingsoppgave å skaffe korn med god bakeevne, den er avhengig av det kjemiske innhold, særlig proteininnholdet som det da gjelder å øke. For maltbygg kan det omvendt være en foredlingsoppgave å minke proteininnholdet og øke innholdet av stivelse, som er det viktigste verdistoff til bryggeribruk. - I sukkerbeteferedlingen har det vært en hovedoppgave å få høgre sukkerprosent i betene, og denne oppgave er da også løst langt på veg. Hos poteter, særlig til fabrikkbruk, gjelder det om å skaffe slag med høgt innhold av stivelse osv. Hos poteter til mat er også smaken en egenskap som foredleren må være oppmerksom på.

Smaken og andre mategenskaper er ofte det aller viktigste foredlingsformål når det gjelder frukt og bær og grønnsaker til direkte for-

bruk. Her er også form og farge av produktet viktige egenskaper som det ofte må legges mer vekt på enn på masseavkastingen. Holdbarhet er også en verdifull egenskap for slike produkter.

For rene prydplanter er sjølsagt form og farge - i det hele hvordan det nye planteslaget ser ut - en hovedsak. For rene jordbruksvekster blir det i vår tid ikke lagt noen overdreven vekt på hvordan de ser ut de nye slag som blir laget, når bare de praktisk viktige egenskaper er i orden.

Det kan sies om planteforedling som om så mangt annet, at det er en gammel kunst og gammel praksis, men det er en ny vitenskap. Det er trolig at den ide som ligger til grunn for planteforedlingen - den å skaffe seg gode planteslag ved utvalg - er nesten like gammel som plantedyrking overhodet. De første plantedyrkere gjorde også utvalg, de valgte noen få arter til dyrking blant de tusener av ville arter som de hadde omkring seg.

Det er lite å finne av direkte historiske opplysninger om planteforedling i de eldste tider, men hist og her i gamle skrifter kan en treffe på ting som streifer inn på spørsmålet. I gamle kinesiske årbøker er f.eks. nevnt en keiser Khang-Hi som laget en ny ris-sort, keiser-ris, ved å ta ut en enkelt plante i åkeren og formere den opp for seg. Etter de samme årbøker ser det ut til at det også ble laget nye slag av prydplanter i gammel tid. Og det er nevnt forskrifter om å velge store korn til utsæd.

Dette siste, og likeså utvalg av store aks, er også tilrådet av flere romerske forfattere fra begynnelsen av vår tidsregning (Columella, Celsus, Varro, Virgil). Det har vel her først og fremst vært tenkt på å gi utsæden bedre vareegenskaper for å få større avling i vedkommende år, men det ser ut til at enkelte har ventet en mer varig (arvelig) virkning av utvalget også, altså noe i den lei vi no mener med foredling. Og det er trolig at et slikt utvalg av storkornet utsæd (kornsortering) kan være en av årsakene til at kornartene er blitt mer storkornet utgjennom tidene, jordfunn av korn fra ulike tider viser at så har vært tilfellet.

Men det er først fra seinere tider vi har opplysning om et virkelig planmessig foredlingsarbeid. Det er fra 1600-tallet, og det var prydplanter og andre hagevekster arbeidet gjaldt. Det er naturlig at foredlingen først tar fatt på slike vekster, fordi dyrkeren her behandler de enkelte planter mer individuelt enn i det vanlige jordbruk, og i et planmessig foredlingsarbeid er det overordentlig viktig for re-

sultatet at en skaffer seg kjennskap til de enkelte individer.

I Holland ble det drevet - dels som sport og dels som forretning - med å framstille nye sorter av hyasinter og tulipaner. Hyasinten kom til Europa i 1596, 30 år seinere vet en om 8 sorter av den, og 150 år seinere var det oppført omkring 2000 sorter i hollandske kataloger.

Foredling av nyttevekster hører vi først om noe seinere. I Belgia drev Jean Baptist van Mons i stor stil med foredling av frukttrær, særlig pærer, fra 1785, han hadde til sine tider over 1000 pæresorter. På samme tid drev A. Knight i England med foredling av jordbruksvekster, korn og erter, han var en av de første som forsøkte med kryssing for slike vekster.

Utigjennom 1800-tallet vet vi om mange som arbeidet med foredling av jordbruksvekster, særlig i England, men lenger uti århundret også i Tyskland og mange andre land.

Disse gamle foredlere hadde sjølsagt sine teorier om de metoder som måtte brukes for at arbeidet skulde gi resultatet. Og noen av dem har skrevet om sine metoder til rettleiing for andre. Men foredlingsarbeidet var lenge regnet for å være mer kunst enn vitenskap, det kunde ikke godt læres, en måtte være født til planteforedler omtrent som til musiker eller dikter.

Det er igrunnen først i vårt århundre at foredlingsarbeidet er blitt vitenskap eller bygger på sikre vitenskapelige kjennsgjærninger.

Planteforedlingen i vår tid har utviklet seg i nær sammenheng med og i samarbeid med den moderne arvelighetsforskning, planteforedlerne sjøl har i stor utstrekning vært med på å klarlegge arvelovene. - Som et uttrykk for hvor nær sammenheng det er mellom de to har det vært sagt at planteforedling er "anvendt arvelighetslære". Dette kan være riktig for det ene ledd i foredlingsarbeidet, det som gjelder framstillingen av de nye former. For det andre, like viktige og ulike mer arbeidskrevende ledd i arbeidet, prøvingen, sammenlikningen av formene og utvalget av de beste, trengs det innsikt i mange andre vitenskaper, i plantefysiologi og anatomi, i plantepatologi, i kjemi og matematikk og ikke minst i agronomiske fag.

Arvelighetsforskning og planteforedling.

Som nevnt er det i vår tid nær sammenheng mellom de to. Men arvelighetsforskning som vitenskap er av ny dato, så det er ikke lenge planteforedlerne har hatt stor hjelp fra den kant. Hvis vi tenker på et så grunnleggende spørsmål for foredlerne som spørsmålet om hvordan nye former kan oppstå eller lages, så var det liten opplysning å få fra vitenskapsmennene. Mange av dem synes å ha ment at nye former ikke kan oppstå i det hele tatt. En slik mening synes å ligge i en av Linné's definisjoner av en planteart: "Det er så mange arter som det uendelige væsen i begynnelsen har skapt ulike former. Disse former gir etter lover som er nedlagt i dem, avkom som er dem sely likt."

Det var geologien med paleontologien som først viste at livsformene ikke opprinnelig kunde være skapt slik som de er no, dyr- og plantefossiler viste at livsformene hadde forandret seg fra den ene geologiske periode til den neste. En hypotese til forklaring av dette gikk ut på at skapingen hadde foregått periodevis, de gamle former var dødd ut, eller de var blitt ødelagt ved naturkatastrofer (f.eks. syndfloder), og så var det skapt et nytt sett av dyr og planter. En slik hypotese stammer fra franskmannen Cuvier (1831).

I motsetning til disse hypoteser står utviklingslæren som hevder at livsformene er foranderlige, og at nye former stadig oppstår av de gamle. Grunntanken i utviklingslæren er gammel. Flere av de gamle grekere har vært inne på den, bl.a. Empedokles, f. 502 år f. Kr., og den dukker opp av og til seinere (hos Goethe f.eks.).

Men det var franskmannen Lamarck (1744 - 1829) som først kom med en fullt utformet utviklingslære i sitt hovedverk "Philosophie Zoologique" i 1809. Han prøver her å vise at ingen art av dyr eller planter opprinnelig er skapt slik som vi no ser dem; de nåværende livsformer er resultatet av en lang utviklingsrekke, og utviklingen går fra primitive til mer og mer høgtstående former.

Årsaken til, eller drivkraften i denne utvikling mente Lamarck var direkte påvirkning av livsvilkårene. Dyr og planter har evne til å

tilpasse seg til de kår de lever under, og den tilpassethet som dette resulterer i, skulde - mente Lamarck - gå i arv til avkommet. Særlig hvis tilpassingen foregikk gjennom flere generasjoner, skulde de nye egenskaper som den medførte, bli fast arvelige.

Det er mye i Lamarcks lære som kan synes rimelig. Det er sikkert nok at dyr og planter har evne til å tilpasse seg til kårene - personlig tilpassing. Et dyr som stadig er i hus får andre egenskaper enn et som stadig er i fri luft. En plante får andre egenskaper om den vokser høgt til fjells enn nede på flatlandet. - Vi har også mange eksempler på arvelig tilpassethet til kårene. En ørkenplante eller en fjellplante er arvelig tilpasset til de særlige kår den må leve under. Dette skulle synes å støtte Lamarcks lære om årsakene til utviklingen. Den har da også sine tilhengere i vår tid også (neolamarckisme), og særlig i populære framstillinger av arvelighets- og rasespørsmål treffer en ofte på lamarckske forestillinger. Men det har ikke lyktes i de over hundre år læren har vært kjent å finne et eneste helt uangripelig eksempel på at en personlig tilpassing ("erhvervede egenskaper") har resultert i arvelig tilpassethet, skjønt det har vært søkt ivrig etter slike eksempler.

I 1859 - et halvt århundre etter Lamarck's - kom Charles Darwin's hovedverk om utviklingslæren: "Artenes opprinnelse" (Origin of Species by Means of Natural Selection). Darwins verk vakte mye større oppsikt enn Lamarcks, det stod sterk strid om hans lære i 30-40 år, men den fikk forholdsvis snart tilslutning blant vitenskapsmenn på de mange områder den berører. Og etter hvert er grunntankene i den så å si blitt almene for alle opplyste mennesker. I vår tid hører vi ikke så mye tale om darwinisme som for 40-50 år siden, men det betyr ikke at den ikke har noen innvirkning på folks naturoppfatning lenger, den er tvertimot så inngrodd i folks tankegang at en tenker darwinistisk uten å vite om det, også misforståelsene i læren har satt seg så fast at de stadig går igjen i populære artikler om arvelighets- og rasespørsmål.

Darwin hadde inngående kjennskap til foredlingsarbeidet med kulturplanter og husdyr som mange drev med i England nettopp på den tid, han hadde også sjøl et landgods. Han skrev et stort to binds verk om variasjon hos kulturplanter og husdyr: "The Variation of Animals and Plants under Domestication" (1868).

Det framgår av hans verker at det var fra sitt kjennskap til framgangsmåtene i plante- og husdyrforedlingen at han fikk ideen om år-

sakene til utviklingen. Det viktigste middel i dette foredlingsarbeidet var utvalg av de dyr eller planter som så ut til å være de beste. Og dette utvalget hadde gitt **store** resultater.

Darwin tenkte seg da at de nye former (arter) også i naturen måtte være framkommet på tilsvarende måte ved et utvalg. Og han prøvde å påvise hvordan dette utvalget kom i stand. Det var "kampen for tilværelsen" (Struggle for life) som der besørget utvalget. En slik kamp må det bli fordi alt levende har en voldsom øvne til formering. Det blir satt inn i verden mange flere liv og anlegg til liv enn det er rom og levemåte for på jorda. I kampen og konkurransen mellom disse må da de fleste individer gå til grunne. I det enkelte tilfelle kan det være tilfeldigheter som avgjør hvilke individer det er som klarer seg og hvilke som går til grunne, men i det lange løp vil den lov gjøre seg gjeldende at de "sterkeste", de som er best tilpasset til livsvilkårene, vil ha best utsikt til å overleve kampen og bli de som formerer arten. Og de egenskaper som gjorde at de vant, skulde så - mente Darwin - gå i arv til avkommet. På den måten skulde da artene litt om senn kunne forandres ved at nye egenskaper som kommer fram ved at livsformene varierer, etter hvert skulde bli fast arvelige. - Livsvilkårene har jo endret seg sterkt fra den ene geologiske periode til den neste, likeså vil planter og dyr komme under andre kår når de brer seg ut over jorda, det blir da også ofte andre egenskaper som blir de avgjørende i kampen for tilværelsen, og dermed er det mulighet for at avvikende former vil bli "utvalgt".

Sams for Lamarcks og Darwins lære er utviklingstanken, at livsformene er foranderlige og at det både i plante- og dyrelivet går for seg en utvikling fra lågere til høyre og høyre former.

Skilnaden mellom de to gjelder årsakene til utviklingen, Lamarck mente som før sagt at livsvilkårene direkte omformet de enkelte individer, og at denne omforming (tilpassing) - særlig når livsvilkårene gjennom lange tider virket i samme lei - etter hvert vilde bli arvelig. Darwin la derimot hovedvekten på at livsvilkårene - gjennom kampen for tilværelsen - velger ut de mest høvelige former som er framkommet på annen måte.

Kampen for tilværelsen kan ha mange former. Det kan være bent fram slagsmål om maten eller maken (Darwins "parringsvalg") som hos mange dyr. Men oftere er det en mer stillferdig konkurranse om plass, om næring og om lys som hos plantene. Et eksempel på en slik

konkurransen har vi i en blandkornåker av bygg og havre. Her vil mengden av den av artene som vilkårene passer best for - oftest havre - øke fra år til år. En liknende kamp har vi mellom kulturplanter og ugras. I en blanding av havre og ugraset floghavre vilde sikkert den siste vinne i kampen for tilværelsen og den dyrkede havre bli utryddet, hvis vi ikke hjalp den i kampen.

Kampen behøver ikke å stå mellom organismene direkte. Det kan være vansker som skyldes værslag eller jord som besørger utvalget. Planteindivider av flerårige vekster som høstsad eller engvekster vil bli utryddet hvis de ikke er hardføre nok. Dette er årsaken til at våre lokale stammer av slike vekster greier overvintringa bedre enn stammer fra varmere land, det er bare de hardføreste individer som har overlevet de mange vanskelige overvintringer i vårt land. På tilsvarende måte har det naturlige utvalg skaffet oss sorter av kornartene med høvelig modningstid for ulike distrikter, de "sorter" som fra først av er kommet hit til landet har vært blandinger av tidligere og seinere linjer; i våre korte somrer har de seineste ikke rukket å bli modne og har derfor etter hvert gått ut.

I det hele kan en også i foredlingsarbeidet i mange tilfelle ha nytte av det naturlige utvalg, det vil hjelpe til å skaffe sorter som høver til natur- og dyrkingsvilkårene på stedet. Men vi kan ikke vente at det naturlige utvalg alene skal kunne skaffe oss så gode sorter som vi kunde ønske, det velger jo ut bare etter egenskaper som gagnar planten sjøl, og det er ikke alltid at disse egenskaper også er de beste for den som skal dyrke eller bruke plantene.

Av Darwins lære er det nettopp det som vedkommer utvalget som er av størst direkte interesse for planteforedlingen. Læren om det naturlige utvalg er ikke det samme som utviklingslæren, det er bare en hjelpeteori som han brukte for å forklare årsakene til utviklingen, det er så mange andre ting også som støtter utviklingstanken, så den behøver ikke å falle om det er ett og annet å innvende mot Darwins ideer om virkningen av utvalget.

Hans lære om det naturlige utvalg er blitt tatt opp til nøyere granskning seinere, og resultatene har gjort at vi no ser noe annerledes på ymse ting enn han gjorde.

Skal et utvalg føre til noe, må det for det første være ulike ting å velge imellom, dvs. det må være variasjon i det plante- eller dyremateriale som utvalget skal virke på. Og for at utvalget skal ha

arvelig virkning, må de utvalgte individer kunne nedarve sine egenskaper til avkommet. Darwin mente nok også at både arvelig og ikke arvelig variasjon kunne forekomme, men han skilte ikke så skarpt mellom dem som vi no har lært å gjøre, etter at den eksperimentelle arvelighetsgransking har klarlagt spørsmålet.

De første vitenskapelige prøver på Darwins utvalgslære syntes forresten å tyde på at den i hovedsaken var riktig. Slike prøver ble f.eks. utført av Darwins fetter Francis Galton. Han undersøkte rent statistisk hvordan utvalget virket i en populasjon (samling) av mennesker eller av planter. Det var mest storleiksegenskaper han undersøkte som kroppslengden hos mennesker og frøstorleiken hos planter.

Som et eksempel på resultater av en slik statistisk undersøkelse av nedarving kan vi ta et tilfelle med bønner tilsvarende til det forsøk Galton utførte med Lathyrusfrø. Bønnene ble sortert i 6 storleiksklasser som ble sådd ut hver for seg, og når forsøket var høstet, ble den gjennomsnittlige frøvekt for hver klasse bestemt. Resultatet ble slik:

	Minus-avvikere			Pluss-avvikere		
Morfrø, middelvekt pr. frø	20	30	40	50	60	70 og
Avkom, " " "	40	44	46	49	52	56 "
Uttrykt i % av middelvekt:						
Morfrø	44	67	90	111	133	156
Avkomsfrø	84	92	96	103	109	117
Avvikelse i % for:						
Morfrø	-56	-33	-10	+11	+33	+56
Avkomsfrø	-16	-8	-4	+3	+9	+17

Resultatet kan uttrykkes slik at pluss-avvikere gjennomsnittlig gir avkom som også er pluss-avvikere, og minus-avvikere gir avkom som også er minus-avvikere, men avkommet avviker i begge tilfelle mindre fra middelmålet enn foreldrene gjorde. Det synes altså å være en tendens hos avkommet til å slå tilbake til middelmålet. Det samme viste seg i alle Galtons undersøkelser, og han mente det var en naturlov han hadde fått uttrykt i sine tall. Han og mange andre tok disse resultater for et bevis for Darwins lære. En fikk nok et tilbakeslag hos avkommet, men det gikk ikke helt tilbake til middelmålet hos foreldrene, og derfor skulde det være mulig ved gjentatte utvalg å tøyne en egenskap mer, og mer i den lei en ønsket.

Francis Galton ble grunnleggeren av den såkalte "Biometriske skole" som prøvde å klarlegge arvelighetsspørsmålene ved rent statistiske undersøkelser. Skolen, som hadde sin glanstid i slutten av forrige århundre, ble fortsatt av K. Pearson. Den har gjort mye nytte ved å utvikle den biologiske variasjonsstatistikk, men gav lite virkelig innsikt i arvelighetsspørsmål.

Darwin blir ofte oppfattet som den som skaffet grunnlaget for den moderne planteforedling. Det er ikke tilfellet; hans lære førte ikke til store forandringer i de arbeidsmåter foredlerne brukte. Som før nevnt var hans lære om utvalget for en stor del bygget på erfaringer som bl.a. foredlerne hadde gjort. Han hadde festet seg mest ved den foredlingsmetode som vi nå kaller masseutvalg, som går ut på å velge en hel del individer som synes å ha de egenskaper en ønsker og så formere disse sams; utvalget blir fortsatt på samme måte år etter år. Darwins lære og Galtons undersøkelser ble av de interesserte tatt som bevis for at denne framgangsmåten i foredlingsarbeidet var den rette.

Darwins arbeider hadde direkte nærmest en negativ virkning på planteforedlingen, for så vidt som de medvirket til at andre, mer rasjonelle metoder kom i skyggen. Men indirekte gjorde de sikkert mye til å fremme foredlingsarbeidet ved at interessen for arbeidet ble vakt, og mange flere enn før tok fatt på det. Særlig i Tyskland var det i de 3-4 siste ti-år av forrige århundre en hel del foredlere som arbeidet etter masseutvalgsmåten med utvalg av store korn, store aks, store eller sukkerrike knoller hos sukkerbeter osv. På Svalöf i Sverige begynte også arbeidet (i 1886) etter samme metode, men der ble den snart avløst av mer effektive metoder.

Alt i alt må en si at foredlerne helt til utgangen av forrige århundre hadde liten direkte hjelp av den teoretiske arveligforskning. Forholdet var helst omvendt, det var arvelighetsteoretikerne som bygde sine teorier på de erfaringer som bl.a. plante- og husdyrforedlerne hadde gjort.

Ved århundreskiftet kom det store omslag. Da begynte resultatene av den eksperimentelle arvelighetsforskning å komme, og de gav snart et sikrere teoretisk grunnlag også for planteforedlingen. Det er særlig tre ting fra de første år av vårt århundre som her bør nevnes:

1. Oppdagelsen av de rene linjer.
2. Oppdagelsen av mutasjonene.
3. Klarleggingen av de viktigste lover for nedarving etter kryssing.

Disse oppdagelser gjorde mye til å omforme arvelighetslæren

(og dermed også i stor monn foredlingslæren) fra en nærmest spekulativ til en eksakt vitenskap. Forskningen har da siden utdypet disse oppdagelser videre. Av enda nyere ting kan nevnes utforskningen av det en kan kalle det fysiske grunnlag for nedarvingen - kromosomene.

1. Rene linjer.

Det var dansken W. Johannsen som først definerte begrepet rene linjer, og som undersøkte nedarvingen innenfor en ren linje. En ren linje er avkom etter en enkelt homozygot, sjölbefruktet plante.

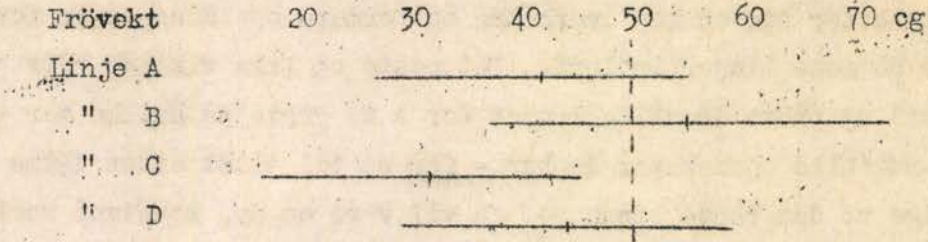
Johannsen gjorde om igjen Galtons eksperiment som er nevnt foran. Men han prøvde ikke bare utvalgsvirkningen i en populasjon, en vilkårlig porasjon av frö, han prøvde også hvordan utvalg innenfor en ren linje virket. Her vil vi også ha variasjon i storleiken av de enkelte frö, bl.a. fordi fröene ikke får tilført like mye næring. Noen av sine forsök utförte han med prinsessebönner. Han skaffet seg først rene linjer av dem ved å ta ut enkeltplanter og formere fröene for hver av dem for seg. Så valgte han ut etter frövekt innenfor hver av disse rene linjer, valgte ut de største frö på den ene side og de minste på den andre og undersøkte frövekten hos avkommet. Han fortsatte med dette utvalget gjennom 6 år - valgte stadig ut de største frö etter de største foregående år og de minste frö etter de minste foregående år. Resultatene for to av linjene ble slik: (tallene viser vekt i og pr. frö)

År	En storfröet renlinje				En småfröet renlinje			
	Morfrö		Avkom etter		Morfrö		Avkom etter	
	minste	störste	minste	störste	minste	störste	minste	störste
1902	60	70	63	65	30	40	36	35
1903	55	80	75	71	25	42	40	41
1904	50	87	55	57	31	43	31	33
1905	43	73	64	64	27	39	38	39
1906	46	84	74	73	30	46	38	40
1907	56	81	69	68	24	47	37	37
Middel			66,7	66,1			36,8	37,4

Som vi ser, er det ingen virkning av utvalget, utslagene ligger innenfor feilgrensene, i det ene tilfelle går utslaget også i motsatt lei mot utvalget.

Det samme har vist seg i alle tilsvarende forsök når en virkelig hadde å gjøre med rene linjer.

Ved hjelp av sine forsök kunde Johannsen ogsä vise hva det kom av at Galton hadde fått virkning av utvalget i sine forsök, han hadde ikke arbeidet med en ren linje, men med en blanding av flere. Nedenfor har vi en illustrasjon av hvordan utvalg i en slik blanding kan virke. Vi har 4 ulike linjer, de horisontale streker viser hvor stort variasjonsområdet i frövekt er for de enkelte linjer. Vi forutsetter at vi av blandingen velger ut alle frö over 50 cg.



Som vi ser får vi ikke med noe av den mest småfröede linje C og mest av den storfröede linje B, avkommet blir da noe mer storfröet enn den blandingen var som en valgte ut av. Men en får med en del frö ogsä av de mer småfröede linjer A og D: avkommet etter disse slår tilbake til linjenes middelmål som var mindre enn 50 cg, derfor får vi det fenomen som har vært kalt "tilbakeslagsloven".

Disse resultater viser da at utvalget ikke kan skape nye former, det kan bare sortere ut former som fantes för i det materiale en velger ut av. Og hvis materialet er en ren linje og altså ensartet med omsyn til arvelige anlegg, har utvalget ingen virkning.

Det var Johannsens resultater som gav grunnlag for det skarpe skille vi no gjør mellom genotypen og fenotypen (disse betegnelsene er ogsä först brukt av Johannsen). Variasjonen f. eks. i frövekt innenfor en ren linje er rent fenotypisk, den skyldes bare ulike ytre påvirkninger, skilnaden mellom ulike storfröede linjer er derimot genotypisk, men vi kan ikke se på de enkelte frö om de er store (eller små) av den ene eller den andre av disse årsaker.

Det kunde se ut som disse opplysninger ikke var særlig gladelige for foredlerne, de setter trangere grenser for hva en kan oppnå ved utvalg enn de för mente.

Men det har vist seg at foredling etter renlinjeprinsippet har vært langt mer effektiv enn det gamle masseutvalg. Nesten alle de beste sorter vi har brukt i de siste 30 år av våre sjölhefruktende kulturplanter er alet etter renlinjeprinsippet, dette kan sies å gjelde ogsä kryssingssortene.

På en måte blir foredlingsarbeidet enklere og greiere enn før. Vi trenger ikke å velge ut år etter år for litt om senn å tøye en sort i en viss lei. No blir oppgaven å finne den renlinje i materialet som har de egenskaper vi ønsker. Og når denne linje er funnet, og det er konstatert ved forsøk at den virkelig er den beste, så er resultatet dermed ferdig. Den vil ikke bli bedre ved fortsatt utvalg, men den blir heller ikke dårligere om vi lar utvalget være.

Framgangsmåten ved renlinjeforedling blir da å ta ut så man-ge enkeltplanter som en kan overkomme og formere opp disse hver for seg. Dermed er de rene linjer isolert. Det neste og like viktige blir å sammenlikne og prøve de ulike linjer for å få greie på hvilke mer eller mindre verdifulle egenskaper de har - for så til slutt etter denne prøving å velge ut den beste linje som da vil være en ny, konstant sort.

Et viktig spørsmål her er om det i de gamle slagene av kulturplantene fins så mange ulike former at det kan være utsikt til å finne noe å velge imellom. - Fra undersøkelser som mange botanikere har gjort, vet vi at det som Linné kalte en planteart slett ikke er noe helt igjennom ensartet. En Linnéart kan deles opp i "småarter" med hver sine særmerker i morfologiske eller fysiologiske egenskaper som går like sikkert i arv som de større skilnader mellom de "store" arter. Jordan fant f.eks. i arten *Traba verna* (vår-rublom) omkring 200 ulike småarter.

Det har vist seg at det er like ens med kulturplantene, eller at formrikdommen snarest er enda større her. N.J. Vavilov oppgir å ha funnet i russisk og asiatisk kveite over 3000 morfologiske ulike former, i havre og i bygg 6-800 former. I ris er det også påvist på tusenvis av ulike former. I de gamle norske landsorter av kornartene har det også vist seg å finnes mange ulike former, i et lite materiale på 200 linjer av vårkveite kunde vi f.eks. på Vollebekk påvise over et snes ulike former.

Skilnaden mellom slike renlinjer kan ligge i ytre morfologiske egenskaper så vi tydelig kan se at de er ulike. På Svalöf la de stor vekt på slike morfologiske egenskaper den første tid de arbeidet etter renlinjeprinsippet. Men seinere har det vist seg at to linjer godt kan være genotypisk ulike om en ikke kan se noen ytre skilnad på dem. De kan være ulike i fysiologiske egenskaper, de kan f.eks. være mer eller mindre hardføre mot kulde, de kan ha ulike evne til å motstå en viss sjukdom eller til å tåle tørke eller overmål av regn, de kan skille seg fra hverandre i kjemisk innhold, i sukkerinnhold, protein- eller stivelsesinnhold osv. Slike egenskaper har gjerne mer å si for den praktiske

til grunnlag for rene linjer, det er resultatet av prøvingen av linjene - og ikke utseendet - som skal avgjøre valget.

Johannsens undersøkelser gjorde mye til at renlinjeprinsippet snart slo igjennom i foredlingsarbeidet med sjølbefruktende vekster.

Men i og for seg var ikke dette prinsipp noe helt nytt blant praktiske foredlere, det var mange av disse som hadde laget renlinjesorter.

Vi har før nevnt den gamle kinesiske keiser Khang-Hi som laget en rissort på grunnlag av en enkelt plante. Og fra forrige århundre vet vi om en rekke foredlere som arbeidet på tilsvarende måte. - John le Couteur på Jersey sendte ut en hel del kveitesorter fra år 1823 og utover. Han tok særlig ut enkeltplanter som skilte seg ut i ytre merker; en gang fant han 23 tydelig ulike linjer i en sort som han først trodde var temmelig ren. Han sier at det er bare på en måte en kan sikre seg å få helt rene sorter, det er ved å gå ut fra et enkelt aks og siden holde avkommet etter det for seg. Etter sammenlikning av en rekke slike avkom av enkeltaks, kan en så sende ut det beste av dem som en ny sort.

John le Couteur ser ut til å ha gått ut fra at sorten var ferdig i og med dette valg av den beste linje, han gjorde ikke siden noe utvalg i den. Det ble derimot forsøkt 35 år seinere med en av hans sorter av en annen engelsk foredler, major Fr. Hallet. Han hadde sin egen foredlingsteori som gikk ut på at en skulde velge "det beste korn i det beste aks på den beste plante". Han prøvde denne utvalgs måte gjennom mange år, men han sier at le Couteurs sort var blitt for "stiv", det lot seg ikke forandre ved utvalg, - forståelig nok etter det vi no vet om rene linjer. Ved utvalg i visse andre sorter mente han å ha fått virkning, men de beviser han fører for det er ikke helt overbevisende. De sorter han laget ble jo renlinjer også med hans metode.

Patrick Shirreff, Haddington i Skottland, drev med planteforedling fra 1819 helt til ut i 70-årene. Han prøvde med kryssing også, men de sorter han sendte ut var renlinjesorter. Han tar avstand fra den mening som var nokså almen på den tid, at en kunde få fram bedre sorter ved direkte påvirkning med bedre gjødsling og stell.

Louis Leveque de Vilmorin i Frankrike er den som har uttalt seg klarest til fordel for det vi no kaller renlinjemetoden før Johannsen. Vilmorin virket fra 1843 og utover. Han er blitt mest kjent for sitt arbeid med sukkerbeteforedlingen, men han arbeidet også med korn og samlet inn kveiteprøver fra alle kanter av verden som utgangsmateriale. Han framholder sterkt at det er prøvingen av avkommet etter den enkelte plante som må være avgjørende for utvalget, fordi de egenskaper vi ser hos de enkeltplanter vi tar ut kan skyldes tilfeldige påvirkninger, så egenskapene ikke er arvelige. Dette gjelder særlig storleiksegenskaper som det jo oftest blir utvalgt etter. Først når avkom etter de enkelte uttatte planter blir dyrket ved sida av hverandre under mest mu-

lig ens kår, kan en få opplysning om deres "avlsverdi". I dette "Vilmorins prinsipp om individuell avkomsprøving" ligger jo det samme som Johannsen kom til 50 år seinere, at en må skille mellom genotype og fenotype.

Willet M. Hays i Minnesota laget renlinjesorter fra 1880-årene. Han er mest kjent for sin "Centgener"-metode for prøving av enkeltplanteavkommene, den gikk ut på å så 100 korn av hver plante på like store ruter.

Svalöf-anstalten (Sveriges Utsädesförening) er vel blitt mest kjent av renlinjeforedlerne fra forrige århundre. Foredlingsarbeidet begynte i 1886 med kulturingeniør von Neergård som leder. I de første år ble brukt masseutvalg, og von Neergård konstruerte en hel del hjelpeapparater for å kunne utføre utvalgsarbeidet i stor målestokk og mer eller mindre automatisk, så det skulde bli helt objektivt. - Resultatene ble ikke så godt som de hadde ventet, bl.a. lyktes det ikke å få til ensartede sorter ved masseutvalg. De gikk derfor over til en ny metode fra 1890. Hjalmar Nilsson (leder av anstalten 1890-1924) hadde funnet at det var noen få ruter med helt ensartet plantebestand, og det viste seg at dette var ruter der alle planter stammet fra et og samme planteindivid, de tilhørte altså en og samme renlinje. De gikk da over til det de kalte "pedigree-metoden" - et navn som Hallet før hadde brukt for sin metode og som han igjen hadde tatt fra hesteavlen, det betyr nærmest stamtavle, altså at en har full greie på avstamningen for de dyr eller planter en driver med - i virkeligheten er det det samme som renlinje-metoden, idet de på Svalöf snart oppgav det gjentatte utvalg som Hallet hadde brukt.

Den nye utvalgsmåte gav snart framifrå resultater, og den gjorde Svalöf verdensberømt. Litt tilfeldig lykketreff var vel også med i spillet, f.eks. når to så verdifulle linjer som Seier og Gullregnshavre ble tatt ut av samme sort på samme dag i 1892, disse to har skaffet landbruket ikke bare i Sverige, men i mange andre land - også i vårt - millioner i merinntekt. -

Det var altså mange som hadde laget renlinjesorter for Johannsen i 1903 definerte begrepet en ren linje. Men det at prinsippet ble klarlagt gjennom hans undersøkelser, og metoden så å si ble godkjent av vitenskapen, gjorde at den i løpet av noen få år ble nesten enerådende i foredlingen av sjølbefruktende vekster. De gamle landsorter ble lett igjennom ved hjelp av denne metode og de verdifulleste linjer sendt ut som nye sorter.

Hos fremmedbefrukterne kan en ikke ta ut rene linjer på samme måte. Men også her har Johannsens undersøkelser ført til forandringer i metodikken. Her også gjelder det å få skilt ut og rendyrket mest mulig de genotypisk verdifulleste former.

2. Mutasjoner.

Planteforedlerne vilde sikkert ha arbeid i mange år enno med å lete igjennom alle de gamle landsorter etter renlinjemetoden for å finne fram de verdifulleste former i dem. Men en gang skulde de bli ferdig med det, og det er da spørsmål om det er mer å gjøre for dem eller om de kan legge ned arbeidet.

Vi er da igjen inne på spørsmålet om de framleis kommer fram nye former, og i så fall hvordan de kommer fram.

De teorier vi hittil har vært inne på om hvordan nye former blir til, fører ikke fram. Lamarcks lære om at de blir til ved at livsformene tilpasser seg til de kår de lever under, og at denne tilpassing går i arv, har det ikke lyktes å skaffe bevis for. Og Darwins naturlige utvalg kan etter det vi nå vet heller ikke skape noe nytt, det bare avgjør hvem skal leve over og hvem som skal gå til grunne av former som alt er der før.

Straks etter siste århundreskifte kom hollenderen Hugo de Vries med en ny teori om hvordan nye former oppstår i verket "Die Mutations-theorie" (B. I 1901, B. II 1903).

Læren går ut på at nye former ikke blir til ved jamt glidende utvikling gjennom tilpassing eller ved utvalg av små-variasjoner etter Lamarcks eller Darwins lære, de kommer stötvis og viser seg på den måten at et enkelt individ plutselig viser en eller annen ny egenskap som siden går i arv til dets avkom.

Slike stötvis endringer var ikke helt ukjente før heller, Darwin nevner flere eksempler på slike "single variations", Galton likeså, den før nevnte foredler Patrick Shirreff kaller dem "natural sports".

I hagebruket var mange nye sorter og varieteter, særlig pryddplanter, framkommet på denne måten.

Det nye i de Vries's lære var da særlig at han prøvde å vise at nye former alltid og bare kommer fram på den måten, og at de små variasjoner (som vi no kaller modifikasjoner) ikke har noen virkning i så måte. - Forresten behøver ikke de endringer som mutasjonen medfører alltid å være store, det er ikke storleiken av endringene som er det avgjørende, men det at de kommer støtvis - at utviklingen er diskontinuerlig og ikke kontinuerlig som darwinistene og lamarckistene mente.

En mutasjon har vært definert som "en genotypisk endring av ukjente årsaker". Da vi no i visse tilfelle kan påvise årsaken, er det retttere å si en genotypisk endring av andre årsaker enn kryssing. En mutant er da et individ som av disse andre årsaker er genotypisk annerledes enn sine foreldre.

Hugo de Vries har i sitt verk samlet en masse eksempler på mer eller mindre sikre mutasjoner. Særlig mente han å ha funnet mange i arten *Genothera lamarckiana* (nattlys). Seinere har det vist seg at dette ikke er en ren art, men en bastardform, så mye av det de Vries tok for mutanter, bare er utspaltinger. - Det er heller ikke alltid så lett å avgjøre om en ny form er en mutant eller en utspalting etter kryssing; fenotypisk kan de være like i begge tilfelle. En må her som ellers undersøke avkommet om en skal få greie på de arvelige anlegg. Men ofte er ikke det nok heller, for i mange tilfelle vil bastard- og mutantavkom oppføre seg (spalte) likt. En må kjenne forfedrene også et godt stykke bakover for å være sikker. Hos dyr og hos fremmedbefruktende planter er det derfor ofte uråd i det enkelte tilfelle å kunne si om det er det ene eller det andre (bananflua danner her et unntak fordi den arvemessig er så godt undersøkt). Det er innenfor rene linjer det kan avgjøres noenlunde sikkert. Etter hvert er det blitt påvist en mengde sikre mutasjoner i rene linjer, og i dyreriket altså særlig hos bananflua).

Som eksempel på mutasjon kan vi ta et tilfelle hos havre. En finner av og til i havre enkelte korn som har noen av de egenskaper som ellers utmerker villhavren *Avena fatua*: 1. Grove snerp på alle korn i småakset (dyrket havre har enten slett ikke snerp eller snerp bare på ytterkornet i småakset), 2. Rikelig med lange hår ved frøfestet og oppover ryggagnene (dyrket havre har ikke hår, eller bare få, korte hår her), 3. Et ringformet frøfeste som gjør at kornene har mye lettere for å drysse enn hos dyrket havre. Det er i andre generasjonen etter at mutasjonen har gått for seg at en finner disse merker tydelig utformet; før-

ste generasjons plante har bare litt grovere snerp og litt mer hår nedentil enn dyrket havre, frøfestet er som hos den. Men når en ut kornene fra en slik plante, får en i F_2 spalting i $1/4$ vanlig havre, $2/4$ av mellomformen som den vi hadde i 1. generasjon og $1/4$ med de villhavrekarakterer som er nevnt, altså akkurat som etter kryssing mellom to former som er ulike i 1 faktorpar. - Mutasjonen må vi etter dette tenke oss er foregått på den måten at i den blomst som gav opphav til det korn som 1. generasjons plante vokste opp av, er en enkelt kjønns-celle blitt endret. Under befruktningen er denne celle blitt parret med en uforandret kjønns-celle. Avkommet må da bli en bastard, og avkommet etter den igjen må spalte slik som vi har sett det gjør.

Av andre mutasjoner i havre kan nevnes kvite korn, som kan komme med en viss promille i mange gul- eller svartkornede havreslag; der de dyrker svarthavre, har de mye bry med disse kvitkornede mutanter når de skal prøve å holde svarthavren ren.

Fargemutasjoner ser en også ofte hos pryplanter, både i blad og blomster, i blomsterfarge og skallfarge hos poteter osv.

Mutasjoner av denne type kalles genmutasjoner, fordi det er bare et enkelt gen som er forandret. Dette er tilfellet også i eksemplet med villhavrekarakterene, enda det der er 3 egenskaper som er endret, var det flere gener, vilde vi få andre spaltingstall. Det kan forklares slik at dyrket havre har et gen som undertrykker villhavrekarakterene; ved mutasjonen faller dette gen bort, og villhavremerkene kommer fram hos avkommet.

I de aller fleste tilfelle er det recessive egenskaper som kommer fram etter en genmutasjon. Da de kjente mutasjoner hos bananflua ble tallet over en gang, viste det seg at det var 208 recessive mot bare 13 dominante. Dette gjør at en sjelden kan oppdage mutasjonen før i 2. generasjon etter at den har foregått, og at mutantene siden nedarver den nye egenskap konstant.

Storparten av mutasjonene er negative, slik at de gjør planten mindre skikket til å greie seg i kampen for tilværelsen, eller de er indifferente så de ikke har noe å si i så måte, positive mutasjoner er svært sjeldne. Dette henger vel sammen med at resultatet av de positive mutasjoner som har foregått gjennom årtusen, er oppsamlet i plantene slik som de no er, idet de fleste av de planter som stammet fra negative mutasjoner etter hvert er blitt utryddet ved det naturlige utvalg, det er da rimelig at mutasjonene no mest må gå i negativ lei.

En forandring som må regnes for negativ for planten sjøl, (fordi den gjør planten mindre levedyktig eller mer forsvarsløs) behøver ikke være negativ også for dyrkeren, når forandringen ikke er større enn at planten kan klare seg når dyrkeren tar seg av den. Som eksempel på det kan vi nevne de alkaloid- (bitterstoff-) fri mutanter hos lupin. På foredlingsstasjonen Müncheberg i Tyskland fant de 16 slike mutanter ved å undersøke 2 millioner planter. For ville lupinplanter vilde alkaloidfriheten sikkert være en negativ egenskap, plantene vilde være mye mer utsatt for å bli oppspist av insekter og andre dyr og snart bli utryddet. Men for dyrkeren er det en overordentlig verdifull egenskap at husdyrene liker planten og ikke er utsatt for å bli forgiftet som av vanlig lupin.

Mange av de (for planten) indifferente egenskaper som kommer fram ved mutasjon, kan også ha større eller mindre verdi for dyrkeren, f.eks. de mange farge- eller formvariasjoner som er blitt til på den måten hos prydplanter, hos frukter eller kjøkkenvekster. De fleste ulikheter som skiller de mange dyrkede kålvarieteteter fra villformen av *Brassica oleracea*, skyldes f.eks. en rekke mutasjoner, mest recessive, men også enkelte dominante som altså har tilført gener som ikke fins hos villformen.

Foruten i kjønnscellene kan vi også få mutasjoner i vegetative celler. Ligger den muterte celle i vekstpunktet, kan den gi opphav til et skudd med avvikende egenskaper. Slike tilfelle blir kalt knopp-mutasjoner - med et ikke særlig heldig navn. Hvis det muterte skudd gir frø, vil den nye egenskap ofte nedarves til avkommet, men ikke alltid, det avhenger av om mutasjonen også gjelder de cellelag som danner kjønnscellene. Hos poteter har vi hatt eksempler på mutasjoner i farge på blomst eller knoller som ikke blir nedarvet ved frøformering, fordi mutasjonen bare har forandret de ytterste cellelag. Ved vegetativ formering vil derimot de nye egenskaper bli overført til avkommet.

Mutasjoner er av interesse for planteforedlingen fordi vi må gå ut fra at de er en av årsakene til den store formrikdom i planteriket. De har skaffet foredlerne et rikholdig materiale å velge ut i. Og det vil de sikkert fortsette å gjøre. Men som det går fram av det som er sagt, kan vi ikke vente å finne så ofte nye mutasjoner som gir verdifulle egenskaper. Vi vet lite om hvor vanlige mutasjoner er. Det har nok vært forsøkt for visse planteslag å finne ut hvor stor mutasjonsprosenten er, men de påviselige mutasjoner kan i hvert fall bare i få tilfelle komme opp i 1 % muterte frø, i regelen må de regnes

i promille eller brökdeler av en promille. Men ventelig er det mange mutasjoner som gir så små endringer, at de blir oversett.

I de seinere år er en kommet etter at mutasjonsprosenten kan økes sterkt ved visse kunstige midler. En kan få noen virkning i så måte med visse kjemikalier, med sterk varme eller kulde. Men sterkest og sikrest virker röntgenstråler og gammastråler fra radium. De første vellykkede forsök ble gjort av Muller med bananflue i 1927. Siden har de på samme måte fått fram mutasjoner i massevis hos en lang rekke planter også.

Hvor mye denne måten å framstille nye former på vil få å si for planteforedlingen er enno noe uvisst. Men det er vel ikke tvil om at mange av dem som har skrevet om dette spørsmålet, ser alt for optimistisk på det. Hittil har det i hvert fall ikke kommet fram noen ny sort av verdi hos noen jordbruksvekster.

De kunstig framkaltede mutasjoner er av samme slag som de naturlige, skilnaden er bare at det prosentisk er så mange flere av dem. De aller fleste mutasjoner er altså også her negative når en ser på nytten for planten sjöl eller for dyrkeren. Og det er ikke funnet noe middel til å øke prosenten av positive mutasjoner i forhold til de negative - altså til å få mutasjonene til å gå i den lei en kunde ønske, en kan bare ha et lite håp om at det blant alle de verdiløse mutanter kan slumpe til å komme en eller annen med verdifulle egenskaper. - Det er for hagevekster - særlig pryddplanter - det er størst utsikt til at en kan få nytte av denne metoden. Her er ofte bare det at en form er ny, nok til å gi den en viss handelsverdi, både indifferente og i visse tilfelle - for planten - negative egenskaper kan her komme til nytte.

Foruten genmutasjoner som er omtalt i det foregående, kan en også få forandringer på grunn av endringer i kromosomenes struktur, f.eks. ved at deler av et kromosom faller ut (kromosom-mutasjoner), og en kan få mutasjoner ved at kromosomtallet blir forandret (genom-mutasjoner).

Kromosom-mutasjoner får en ofte en mengde av ved den før nevnte behandling av frö eller blomster med röntgen- eller radiumstråler. De er ikke alltid så lette å skille fra genmutasjoner, men oftest er forandringene i planten større enn for disse, svært ofte er forandringene letale eller subletale, så planten går til grunne eller blir helt unormal. De har derfor mindre interesse for planteforedlingen.

Større interesse kan genom-mutasjonene få, særlig de som fører til fordobling av kromosomtallet og altså gir polyploide planter.

I de siste år er det laget en mengde slike polyploide genom-mutanter, etter at Blakeslee og Avery i 1937 fant at behandling av frø eller vekstpunkter med stoffet colchicin fører til fordobling av kromosomtallet. Polyploide planter er gjerne større og kraftigere med større celler enn diploide, det vet vi både fra kunstig framstilte polyploider og fra sammenlikning av polyploide og diploide arter som vi har innenfor mange slekter av ville og dyrkede planter. Den nye metode til å lage polyploider skulde derfor synes å by på store muligheter for planteforedlerne, særlig når det gjelder forplanter, der stor masseavkastning er den viktigste egenskap.

Enno er det ikke kommet ut i praksis noen ny sort laget ved hjelp av colchicin-metoden, og det må vel sies å ha vist seg at heller ikke denne måte gir en så lett snarveg som mange hadde tenkt seg til å oppnå så gode foredlingsresultater som en kunde ønske. Men det hele er enno så nytt at det er vanskelig å si noe sikkert om utsiktene. Både her og ellers når det gjelder kunstig framkalling av mutasjoner, trengs det nok atskillig mer forarbeid av den teoretiske arvelighetsforskning for planteforedlerne med fullt utbytte kan ta i bruk de nye midler.

3. Kunstig kryssing.

Kryssing kan defineres som parring av to genotypisk ulike individer. Etter som de to er mer eller mindre i slekt kan vi skille mellom rasekryssing, artskryssing og slétskryssing.

Kryssing i dyreriket har vært kjent fra de eldste tider, særlig ble artskryssinger (muldyr, mulesler), lagt merke til.

Kjennskap til kryssing i planteriket kunde det ikke godt bli tale om før de fikk greie på at også planter var skapninger med ulike kjønn. Og det er en forholdsvis ny kunnskap. Den første vi vet om som har uttalt seg i den lei er engelskmannen Nehemiah Grew i 1676. Eksperimentelt ble det påvist av tyskeren Rudolf Jacob Camerarius at støvberere og støvveg var kjønnsorganer i 1791, (offentliggjort i skriftet "De sexu plantarum epistola" i 1794).

Den første kunstige plantehybrid skal være framstilt av engelskmannen Thomas Fairchild noe før 1717. Men det er tyskeren Joseph Gottlieb Kölreuter som regnes for grunnleggeren av kunnskapen om plantehybrider, hans første hybrid (*Nicotiana rustica* N. *paniculata*) blomstret første gang i 1761 og han melder siden om 136 hybrider. Linné var foretensenda litt tidligere ute, hans første hybrid blomstret i 1759.

Engelskmannen A. Knight var vel den første som krysset jordbruksplanter (erter, kveite) med sikte på foredling.

I første halvdel av 1800-tallet var det mange botanikere som interesserte seg for kryssing, bl.a. franskmannen Naudin og tyskeren Gaertner. Den siste utførte på hundrevis av kryssinger, men hans resultater har liten vitenskapelig verdi. Noen større greie på lovene for nedarving etter kryssing fikk en ikke før etter at Mendels arbeider ble kjent.

Gregor Mendel (1822-84) var munk i et kloster i Brünn (Brno). Han la fram sine viktigste resultater i 1865, først muntlig i naturforskerforeningen i Brünn og siden i denne forenings årsskrift i en avhandling på 47 sider med tittel: "Versuche über Pflanzenhybriden". I tall var Mendels kryssinger bare en brøkdel av Gaertners, men likevel er det nok i sin orden at Gaertner sjelden blir nevnt, mens den del av arvelighetslæren som gjelder rasekryssing har fått navn etter Mendel. Gaertner fant en hel del enkeltresultater som han ikke kunde finne noen sammenheng i, Mendel påviste en naturlov.

Årsaken til at Mendels arbeider var så mye verdifullere ligger for en stor del i arbeidsmåten. Mendel var i grunnen den første som innførte det planlagte eksperiment i arvelighetsforskningen. Før hadde de mest nöydd seg med å gjøre tilfeldige iakttagelser og spekulere ut teorier på grunnlag av disse. Mendel var her så langt foran sin tid at hans arbeid ble lite påaktet og var godtsom helt glemt til ved siste århundreskifte, da tre andre forskere, Tschermack (Wien), Correns (Berlin) og Hugo de Vries (Holland) hver for seg kom til de samme resultater. Mendels resultater ble da funnet fram igjen.

Det som særmerker Mendels arbeidsmåte i motsetning til de kryssinger som var gjort før, er særlig dette:

1. Han undersøkte nedarvingen på avkommet etter hver enkelt plante for seg.
2. Han undersøkte nedarvingen særskilt for hver enkelt generasjon, og det i flere generasjoner utover.
3. Han undersøkte nedarvingen av hver enkelt egenskap for seg.
4. Han undersøkte hvor mange planteindivider det var som hadde hver av disse egenskaper i hver generasjon.

Det er i hovedsaken samme arbeidsmåte arvelighetsforskerne og foredlerne bruker også i vår tid. Derfor virker Mendels avhandling mye mer moderne enn det som ellers var skrevet om slike ting på hans tid, også verk av en så stor forsker som Darwin virker svært gammeldags i sam-

menlikning med denne avhandling.

Mendel har i det lille han har skrevet vært inne på en mengde av de hovedspørsmål arvelighetsforskningen siden har arbeidet med, og de slutninger han har dratt på grunnlag av sitt materiale, står i det store og hele urokket. Det som ettertida har gjort på dette område er da mest å prøve om de lover han fant, gjelder også for andre planter (og dyr) enn de han arbeidet med (erter og bønner). Og en har funnet at stort sett er lovene almengyldige. I mange tilfelle da de fant ting som ikke syntes å passe, har det vist seg - når tingen ble nøyere undersøkt - at resultatene likevel var i fullt samsvar med disse lovene.

Den seinere forskning har også, særlig gjennom cytologiske undersøkelser - kunnet påvise den indre mekanisme i kjønnscellene som fører til de lovmessigheter som Mendel påviste.

Det i Mendels resultater som har mest å si for planteforedlingen kan samles i disse 4 punkter:

1. Nedarvingen etter kryssing er helt lovbunden, ikke uberegnelig som de før mente. Dette har sjølsagt mye å si når det er tale om å bruke kryssing som arbeidsmetode i planmessig foredlingsarbeid. Bare når en kjenner disse lovene, kan en arbeide helt planmessig.

2. Egenskapene hos foreldrene (eller de faktorer (**gener**) som ligger til grunn for egenskapene vil vi nå si) forholder seg som enheter som gjennom kjønnscellene går uforandret over fra generasjon til generasjon. Nedarving er nettopp denne overgang av uforandrede enheter fra opphav til avkom.

3. De enkelte egenskaper (eller de faktorer som ligger til grunn for dem) blir i stor mott nedarvet uavhengig av hverandre. Dette gjør at egenskaper som fulgtes at hos den ene eller den andre av foreldrene, kan skilles at og kombineres med andre egenskaper hos avkommet.

4. De nye kombinasjoner som kommer i stand på den måten, kan fra og med andre generasjonen etter kryssing skilles ut i form av nye konstante sorter.

Særlig av de to siste punkter vil en skjønne at en med kryssing kan lage nye slag i mengdevis bare ved å kombinere egenskapene hos gamle slag på ulike måter.

Hvordan nye former kan lages ved kryssing.

Vi tar først et eksempel på en monohybrid kryssing, der altså de slag en krysser sammen er ulike bare i ett faktorpar. Det klassiske

eksempel på en slik kryssing er den Mendel gjorde mellom gulfrøet og grønnfrøet ert. Vi tar her et annet: mellom svarthavre og kvithavre, fordi vi her kan skille noenlunde sikkert de brunsvarte heterozygoter fra de svarte homozygoter. For de første er nedenfor brukt tegnet \ominus , for de siste \oplus og for de kvite homozygoter \circ .

P	Svarthavre x Kvithavre			
	\ominus		\circ	
F ₁	\ominus			
F ₂	\ominus	\ominus	\ominus	\circ
F ₃	$\ominus \ominus \ominus \ominus$	$\ominus \ominus \ominus \circ$	$\ominus \ominus \ominus \circ$	$\circ \circ \circ \circ$
F ₄	$\ominus \ominus \ominus \ominus$	$\ominus \ominus \ominus \circ$	$\ominus \ominus \ominus \circ$	$\circ \circ \circ \circ$
	$\ominus \ominus \ominus \ominus$	$\ominus \ominus \ominus \circ$	$\ominus \ominus \ominus \circ$	$\circ \circ \circ \circ$
	$\ominus \ominus \ominus \ominus$	$\ominus \circ \circ \circ$	$\ominus \circ \circ \circ$	$\circ \circ \circ \circ$

Ved en slik monohybrid kryssing får vi ikke fram noen ny konstant form, vi får utspaltet de to homozygote foreldreformer og den heterozygote mellomform. Av interesse for planteforedlingen er her forholdet mellom homozygoter og heterozygoter i hver generasjon. Homozygotene gir som vi ser bare ensartet, homozygot avkom, og heterozygotene spalter av i hver generasjon en viss prosent homozygoter, derfor vil det (hos sjølbestøvere) bli prosentisk flere og flere homozygoter for hver generasjon utover. I F₁ er det 100 % heterozygoter, i F₂ 50 %, i F₃ 25 %, i F₄ 12,5 % osv. I en monohybrid kryssing vil det prosentisk stadig være bare halvparten så mange heterozygoter som det var i den nærmest foregående generasjon og altså tilsvarende flere homozygoter.

For å få fram nye, konstante former blant avkom etter en kryssing må foreldrene være ulike i minst to faktorpar.

Som eksempel på en dihybrid kryssing kan vi ta en mellom to vørkveiteslag som er ulike i to egenskaper:

P	Kortakset snerpløs		x		Langakset snerpet	
	AA	BB	aa	bb		
F ₁	AaBb					
	AB	Ab	aB	ab	Fenotyper:	
F ₂	AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb	Kortakset snerpløs 9 (947)
	Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb	Kortakset snerpet 3 (327)
	aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb	Langakset snerpløs 3 (331)
	ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb	Langakset snerpet 1 (105)

I spaltningsskjemaet er de homozygote former understreket. Vi har altså i dette tilfelle fått 4 homozygote og dermed konstante former i kryssingsavkommet, 2 av dem er foreldreformene og 2 av dem er nye, kortakset snerpet og langakset snerpløs. Det teoretisk ventede spaltningstall for fenotyper er som vi ser 9:3:3:1. Tallene i parentes viser hvor mange planter vi fikk av hver av de fire typer i en slik kryssing, tallene ligger nokså nær de teoretisk ventede.

Er foreldrene ulike i flere faktorpar, får vi også flere nye former; tallet på nye former stiger mye sterkere enn tallet på faktorpar som foreldresortene er ulike i, som tallene nedenfor viser:

Faktorpar	Homozygote former i F_2	Genotypisk ulike former i F_2	Individer nødvendig for at alle kombinasjoner skal realiseres.
1	$2^1 = 2$	$3^1 = 3$	$4^1 = 4$
2	$2^2 = 4$	$3^2 = 9$	$4^2 = 16$
3	$2^3 = 8$	$3^3 = 27$	$4^3 = 64$
4	$2^4 = 16$	$3^4 = 81$	$4^4 = 256$
5	$2^5 = 32$	$3^5 = 243$	$4^5 = 1025$
10	$2^{10} = 1024$	$3^{10} = 59049$	$4^{10} = 1048576$
n	2^n	3^n	4^n

I de homozygote former er også foreldreformene regnet med, av nye former blir det altså 2 mindre enn de oppførte tall.

Tallene er utregnet under forutsetning av fri kombinasjon og spalting, og det kan en normalt regne at det vil være for så mange faktorer som vedkommende art har kromosomer. For kveite f.eks. som har 21 kromosomer, skulde det hvis vi krysset sammen to sorter som var ulike i 21 faktorpar, kunne spaltes ut 2^{21} - over 2 millioner ulike former som er homozygote. Men for at det skulde være noen utsikt til å få alle disse muligheter realisert i F_2 , måtte denne etter tabellen være på minst 4^{21} planteindivider, dvs. flere billioner, og en så tallrik F_2 kan vi sjølsagt ikke få i stand. Vi kan altså ikke vente å finne realisert alle de teoretisk mulige kombinasjoner mellom foreldrenes faktorer og egenskaper i en F_2 på noen tusen (eller kanskje bare noen hundre) planter når det er så mange faktorer med i spillet. Men vi vil i hvert fall ha et overordentlig formrikt materiale å velge ut i.

Forholdet mellom arvefaktoren og egenskaper.

De som skal bruke de sorterte forelderne lager, spør først og fremst etter hvilke egenskaper sorten har. Og det må da foredleren ta hensyn til, det er som før sagt nettopp hans oppgave å skaffe sorter med slike egenskaper at de blir tjenligere for dyrkeren enn de sorter en hadde før.

Men nå vet vi at det ikke er egenskapene i og for seg som blir overført fra foreldre til avkom, det er de faktorer - gener - som ligger til grunn for egenskapene.

I noen tilfelle kan det se ut til at dette er bare to uttrykk for en og samme ting. Men en planteforedler vil ofte treffe på ting som viser at det er nødvendig å skille skarpt mellom faktorer og egenskaper.

Hvis vi f.eks. krysser en svarthavre som Klokkehavre med en gulkornet sort som Gullregn, får vi F_2 utspaltet en viss prosent planter med kvite korn. Her kan vi ikke godt si at egenskapen kvit er arvet fra noen av foreldrene for ingen av dem var kvitkornet. Men spaltingen kan forklares ved at vi her har å gjøre med to faktorpar, det ene er anlegg for svart: mangel på dette anlegg og det andre parets er anlegg for gult: mangel på dette anlegg. Vi skal da få dihybrid spalting etter skjemaet foran:

		Klokkehavre (svart) x Gullregnhavre (gul)		
P		SSgg		ssGG
F_1		SsGg (svart)		
F_2	1	SSGG	1	SSgg
	4	SsGg	2	SsGg
	2	SsGG		
	2	SSGg		
Fenotyper:	12	svarte	3	gule
				1 kvit

Alle som har faktoren S i enkelt eller dobbelt dosis, vil bli svarte, også de som samtidig har G, fordi svart vil dekke over den gule farge. Men 1 av hvert 16 planter vil mangle faktoren både for svart og gul, derfor får den kvite korn.

På samme måte vilde vi ha fått gule korn som en "ny" egenskap hvis vi hadde krysset en svarthavre med formelen SSGG med en kvitkornet havre. Spaltingsskjemaet blir det samme som ovenfor.

I disse tilfelle er det likevel en viss parallellitet mellom enkeltfaktorer og enkeltegenskaper, så vi kan snakke om faktoren for den og den farge. I mange tilfelle er forholdet mer innviklet, vi skal ta noen eksempler.

A. En faktor gir seg utslag i flere egenskaper - pleiotrope faktorer. Som eksempel på det kan vi ta et tilfelle hos erter. Vi har to hovedformer hos erter, gulert og gråert, som har vært regnet for to ulike arter, *Pisum sativum* og *P. arvense*. De er ulike i en rekke egenskaper:

<i>P. Sativum</i>	<i>P. arvense</i>
Kvite blomster	Fiolette blomster
Rent grønt ris	Avtegn på akselblad m.m.
Gulkvite frø	Grågrønne frø
Kulerunde frø	Kantete frø

Det er altså fire egenskaper de er ulike i, og en kunde da vente å få tetra-hybrid spalting når en krysser dem sammen. Men en får forholdet 3 arvense : 1 sativum. De må altså være ulike bare i en faktor:

	<i>P. arvense</i>		<i>P. sativum</i>
P	AA	x	aa
F ₁		Aa	
F ₂	1 AA	2 Aa	1 aa

Et annet eksempel har vi vært inne på under mutasjoner. *Fa-tuoidene* skiller seg fra vanlig dyrket havre i 3 egenskaper, men vi kan se av spaltingstallene at det er en og samme faktor som ligger til grunn for alle, dyrket havre har en faktor som undertrykker de tre villhavre-egenskaper.

Hos havre har vi en faktor som gir gule korn, den gjør samtidig at skallet blir tynnere, og den motvirker snerpdannelse, derfor ser vi sjelden gulhavre med nevneverdig snerp. Dessuten ser det ut til at den virker på fyllrikheten, i en kryssing mellom gul- og kvitkornet havre er i avkommet de gulkornete gjennomsnittlig fyllrikere enn de kvitkornete.

Vi har også andre eksempler på at en fargefaktor samtidig kan virke på en fysiologisk egenskap. Den faktor som gir rød kornfarge hos kveite, gjør samtidig at den blir seinere spiremoden, så rødkornet kveite er mindre utsatt for å gro under berginga enn kvitkornet.

Det er vel ikke usannsynlig at en faktor i de aller fleste tilfelle virker på flere egenskaper, men det er ikke alltid vi kan påvise det.

B. To eller flere faktorer må til for å gi en egenskap - kom-

plementare faktorer. Det må jo i alle tilfelle flere faktorer til for at en egenskap kan komme fram, en isolert faktor kan ikke tenkes å ha noen virkning. Det er her tenkt på slike tilfelle, da to eller flere bestemte, kjente faktorer må til for at egenskapen skal vise seg. Et av de første kjente eksempler på dette har vi i en kryssing som Bateson gjorde mellom to kvitblomstredeformer av blomsterert (*Lathyrus*). F_1 ble rød-blomstret og F_2 viste spalting i 9 rød-bl. : 7 kvit-bl.

Vi har flere tilsvarende eksempler fra ert. Det fins en grå ertesort (Svalöfs Solo-ert) som ikke har de avtegn på akselbladene som ellers er karakteristisk for gråert. Når vi krysser denne sort med gulert, som heller ikke har fargeflekker på akselbladene, får F_1 slike flekker, og i F_2 får vi spalting i 9 med : 7 uten flekker. Det kan forklares med flg. spaltingsskjema:

	Solo (arvense)	x	Gulert (sativum)	
P	AAdd		aaDD	
	(uten flekker)		(uten flekker)	
F_1		AaDd		
		(med flekker)		
F_2	1 AADD	1 AAdd	1 aaDD	1 aadd
	4 AaDd	2 Aadd	2 aaDd	
	2 AaDD			
	2 AAdd			
	9 med flekker : 7 uten flekker på akselbladene.			

Egenskapen fargeflekker kan altså bare komme fram når både A og D er til stede i enkelt eller dobbelt dosis, derfor får vi spaltingsforholdet 9:7.

På samme måte er det med prikkene på frøskallet hos de vanligste former av gråert. Hvis vi krysser en ensfarget gråert med gulert - som alltid har uprikket skall - så vil F_1 få prikket skall og F_2 vil spalte i 9 med : 7 uten prikker i skallet. Spaltingsskjemaet er det samme som ovenfor, det er bare å sette inn faktoren P i steden for D, A-faktoren er den samme i begge tilfelle. A er grunnfaktoren for alle de fargeegenskaper som skiller arvense fra sativum, men det må dessuten en rekke andre faktorer til for at egenskapene skal vise seg. Disse andre faktorer fins ofte også hos sativum, men her gir de ikke noe synlig utslag fordi A-faktoren mangler. - Liknende grunnfaktorer for farge som A hos ert erter finner en ofte, f.eks. hos pryddplanter; de har i mange tilfelle ingen synlig virkning annet enn i samvirke med andre fargefaktorer. Hos

poteter har Lunden påvist 7 fargefaktorer som ved samvirke på ymse måter kan gi den rike variasjon i farge som vi finner i blomster, knoller og vegetative deler.

C. En faktor skjuler virkningen av en eller flere andre - epistasi. Vi har før sett at vi etter kryssing mellom svarthavre og gulkor-
net havre bl.a. også får fram formen SSGG. Den er svart, og vi kan ikke se på den at den også fører faktoren for gul kornfarge. Hvis vi krysser den med kvithavre, ssgg, blir F_1 også svart, bare litt lysere. Men i F_2 får vi utspaltet både gul og kvit havre etter spaltningsskjemaet foran. Hos SSGG vil altså faktoren for svart gjøre at G ikke gir synlig utslag, i dette tilfelle fordi den svarte farge dekker den gule. Den svarte farge er epistatisk over den gule som da er hypostatisk.

Dette forhold må ikke forveksles med dominans, der gjelder det en dominerende og en recessiv egenskap i samme faktorpar. Ved epistasi er det en dominerende faktor som skjuler virkningen av en - også dominerende - faktor i et annet faktorpar.

D. Hemmingsfaktorer kan en tale om når en negativ tilstand (mangel på en egenskap) dominerer over en positiv. Hos dyrket havre har vi en slik hemmingsfaktor som hindrer villhavrekarakterene i å komme fram. Faller denne faktor bort ved mutasjon, som vi har sett at den kan gjøre, kommer villhavrekarakterene fram hos avkommet. - Snerpløs kveite har en hemmingsfaktor som hindrer snerpdannelse.

E. Polymere faktorer - likevirkende faktorer - har vi når to eller flere faktorer hver for seg kan gi samme egenskap. Er flere av dem til stede samtidig, blir virkningen oftest sterkere. I visse tilfelle er det ingen merkbar skilnad på virkningen om det er en eller flere av dem til stede, da er det bare spaltningstallene som kan gi opplysning om vi har å gjøre med en eller flere faktorer.

Slike polymere faktorer er av stor interesse for foredlingsarbeidet, fordi mange praktisk viktige egenskaper hos våre kulturplanter beror på slike.

Det var Nilsson-Ehle på Svalöf som først klarla spørsmålet polymere faktorer (Mendel hadde forresten streifet borti det).

Som eksempel kan vi ta et tilfelle med havre. Vi har før sett at vi etter kryssing mellom svart- og kvithavre får spaltning i forholdet 3 svart : 1 kvit. Men i visse tilfelle får en 15 svart : 1 kvit. Den svarte havre må da her ha 2 faktorer for svart:

P		$S_1 S_1 S_2 S_2$	x	$s_1 s_1 s_2 s_2$	
F ₁				$S_1 s_1 S_2 s_2$	
F ₂	9 med både S ₁ og S ₂	3 med bare S ₁	3 med bare S ₂		1. s ₁ s ₁ s ₂ s ₂
		15 svart			1 kvit

Hos kveite kan det på tilsvarende måte være 3 polymere faktorer for rød kornfarge. Krysser en en slik kveitesort med en kvitkornet (som altså ikke har noen av disse faktorene), får en spalting i 63 rødkornede planter til 1 kvitkornet. Samme spalting kan en få om en krysser to rødkornede sorter, den ene med to av faktorene og den andre sorten med den tredje faktor.

Disse polymere faktorer kan til dels føre til nokså uventede utspaltinger. Visse varkveitesorter gir f.eks. utspalting av en viss prosent høstkveite når de blir kryssset sammen. Det kan forklares ved at de to sorter har hver sin faktor, vi kan kalle dem V₁ og V₂, for varkveitekarakteren. Etter kryssing vil en få utspaltet 1 plante av 16 uten noen av disse faktorene og den blir da høstkveite.

Eller en kan krysse sammen to havreslag som begge har stivrisle og ser helt like ut, og i avkommet få spaltet ut foruten foreldreformene, også former med vidrisle på den ene side og fanehavre på den andre. Fanehavren har før vært regnet for en særskilt art med navnet *Avena orientalis*. Forklaringen er den samme som i forrige tilfelle, de to havreslag har hver sin faktor for egenskapen stivrisle, blant avkommet vil enkelte ikke ha noen av disse to faktorer og blir da fanehavre:

P		Klokkehavre	x	Stormogulhavre	
		$A_1 A_1 a_2 a_2$		$a_1 a_1 A_2 A_2$	
		(stivrisle)		(stivrisle)	
F ₁				$A_1 a_1 A_2 a_2$	
				(stivrisle)	
F ₂	$A_1 A_1 A_2 A_2$	$A_1 A_1 a_2 a_2$	$a_1 a_1 A_2 A_2$	$a_1 a_1 a_2 a_2$	
	vidrisle (ny)	stivrisle	stivrisle	fane (ny)	

Polymere faktorer fins det særlig mange av hos polyploide plantearter, arter som har to eller flere sett av homologe kromosomer i sine kjønnsceller. Vanlig havre, kveite, poteter, timotei er slike arter, bygg og rug er derimot diploide, også hos de siste er det påvist polymere faktorer, men ikke i så stor mengde som hos de førstnevnte.

Enkelte polyploider viser andre spaltingsforhold enn de vanlige 3:1, 15:1, 63:1 osv. Det er tilfellet med de vi kaller autopolyploider, som er blitt til ved fordobling av kromosomtallet hos en og samme art. Her vil ikke alle gameter være "rene", som de er hos diploider (og de fleste allopolyploider). En bastard Aaaa vil f.eks. danne gametene: 1 AA, 4 Aa, 1 aa. Og i neste generasjon vil vi ved sjølbefrukting få spalting i:

1 AAAA : 8 AAAa : 18 Aaaa : 8 Aaaa : 1 aaaa

Hvis vi her har fullstendig dominans for faktor A også i enkelt dosis, vil vi få spaltingsforholdet 35:1, i stedet for at vi hos en diploid art for bastarden Aa vil få spalting 3:1.

I neste generasjon vil avkom etter AAAA og aaaa være ensartet, AAAa vil heller ikke fenologisk vise spalting, fordi A vil være med i alle gameter. Aaaa vilde spalte i 35:1 og Aaaa i 3:1.

Slik spalting har vi hos poteter og hos mange hagevekster. For foredlingen er det av interesse å vite at de homozygot dominante og de homozygot recessive former blir mye sjeldnere blant avkommet her enn ved vanlig Mendel-spalting. En må derfor sørge for så mye tallrikere kryssingsavkom for å være noenlunde sikker på å få realisert disse former.

Nedarving av kvantitative egenskaper. De fleste eksempler som er gitt på nedarving etter kryssing i det foregående, gjelder det en kaller kvalitative egenskaper -- lett synlige og definerbare egenskaper, (ikke å forveksle med det vi i praksis kaller kvalitetsegenskaper). Slike egenskaper er de greieste når det gjelder å demonstrere arvelovene. Men det er gjerne andre egenskaper en legger mer vekt på i foredlingen av åkervekster. De er ikke helt uten interesse her heller, det er f.eks. ikke helt likegyldig om en havresort har svarte eller gule eller kvite korn, om en ertesort har gule eller prikkede frø eller om en kveitesort er snerpet eller snerpløs, men de er aldri hovedsaken.

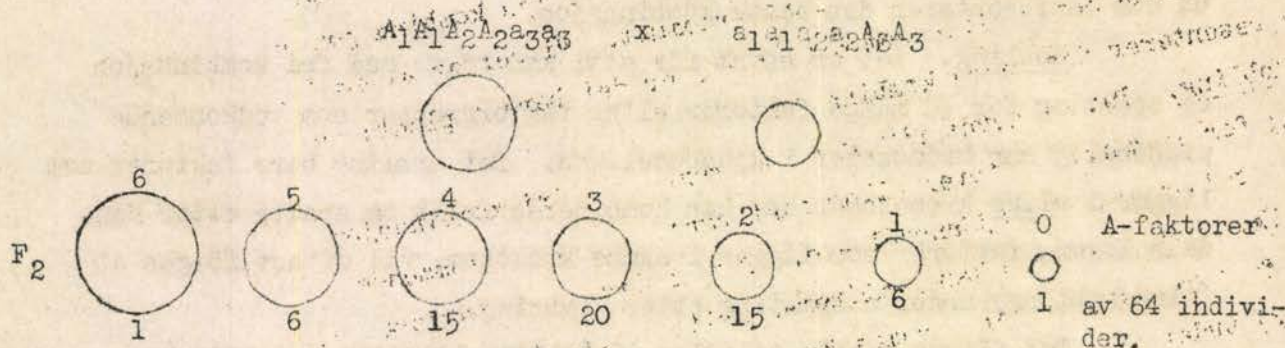
Viktigere er de kvantitative egenskaper, egenskaper som kan graderes og ofte uttrykkes i mål og vekt, f.eks. storleiken av plantene eller av enkelte plantedeler som frø eller knoller for ikke å tale om storleiken av avlinga. Kvantitative er også slike egenskaper som kjemisk innhold av eggehvite eller stivelse i korn, tørrstoffinnhold i poteter eller rotvekster. Veksttid, motstandsevne mot sjukdom, stråstivhet osv. er også egenskaper som kan graderes.

Det er da spørsmål om de arvelover vi har påvist gjelder også for slike egenskaper. Til å begynne med var det mange som tvilte på det. Det er også mye vanskeligere å påvise enn for de kvalitative egenskaper av flere grunner. For det første har vi modifikasjoner på grunn

av ulike ytre påvirkning, så fenotypen varierer delvis uavhengig av genotypen; det er ikke vanskelig å avgjøre om et havrekorn er genotypisk svart eller hvitt, men det er oftest umulig å si sikkert om det er genotypisk stort eller lite. Dessuten har vi ofte ikke dominans når det gjelder slike egenskaper; heterozygotene blir da mellomformer mellom homozygotene i vedkommende egenskap, og det blir ikke greie grenser mellom spaltingsgruppene. I samme lei virker det at det ligger polymere faktorer til grunn for mange av de kvalitative egenskaper. Det kan da bli jamne overganger i vedkommende egenskap gjennom hele kryssingsavkommet, og det blir umulig å påvise spaltingsforholdene.

Men i de tilfelle der slike vansker ikke har vært uovervinnelige har det vist seg at også disse egenskaper følger Mendels lover. Mendel hadde forresten i sine kryssinger et eksempel på det; det gjaldt rislengden hos erter, her var det fullstendig dominans for langt ris, så det var greitt å påvise spaltingsforholdet. Etter det vi nå vet, må vi gå ut fra at det ikke er noen prinsipiell skilnad mellom kvantitative og kvalitative egenskaper når det gjelder nedarving.

Av interesse for planteforedlingen er det at det - som nevnt - ofte ligger polymere (eller på annen måte samvirkende) faktorer til grunn for de kvantitative egenskaper. Det gjør at vi i avkommet etter en kryssing i mange tilfelle kan finne former som står over begge foreldrene i en viss egenskap. Et slikt resultat vil vi få hvis noen av disse faktorer fins hos den ene og noen hos den andre av foreldrene. Eksempel:



Vi kan tenke oss at sirkelene ovenfor representerer en kvantitativ egenskap f.eks. frøstorleiken. Den ene av foreldrene har to faktorer for store frø, den andre en faktor; blant avkommet er det en som har alle

tre og derfor større frø, men også en uten noen av faktorene, og den får da mindre frø enn noen av foreldrene. Dette kalles transgressiv spalting, spalting som går ut overforeldrenes egenskaper til begge kanter.

Slik transgressiv spalting er funnet for en mengde verdiegenskaper hos våre kulturplanter. Her har vi funnet det for kornstorleik, for veksttid og for resistens mot sjukdommen mjöldogg - former som er mer storkornet og mer småkornet, former som er tidligere og seinere, former som er mer motstandsdyktige og mindre motstandsdyktige mot mjöldogg enn noen av foreldrene.

Også for avkastningsevne har vi funnet det samme. En kan krysse sammen to middels follrike sorter og plukke ut blant avkommet former som er follrikere enn noen av dem.

Avkastningsevnen er forresten langt fra noen enkeltegenskap, den kunde kalles en "konstruksjonsegenskap", som er sammensatt av en hel rekke enkeltegenskaper som hardförlhet, strästivhet, motstandsevne mot en rekke sjukdommer, assimilasjonsevne, evne til å overføre de assimilerende stoffer til den plantedel som har størst ökonomisk verd osv. Og til grunn for hver av disse enkeltegenskaper ligger det igjen kanskje flere faktorer. En må derfor regne med svært innviklet spalting når det gjelder avkastningsevnen, og en må ha et tallrikt kryssingsavkom förat det skal være noen større sannsynlighet for at den best mulige kombinasjon av faktorene og egenskapene er å finne blant avkommet. Vi ser av eksemplet ovenfor at allerede med så lite som 3 faktorer er det bare 1 plante av 64 som representerer den beste kombinasjon.

Kobling. Det er nevnt för at vi kan regne med fri kombinasjon og spalting för så mange faktorer eller faktorgrupper som vedkommende planteslag har kromosomer i kjönnscellene. Det er altså bare faktorer som ligger i ulike kromosomer som kan kombineres fritt og spalte etter Mendels lover; faktorer som ligger i samme kromosom, vil oftest fölges at (vise kobling) under utspalting etter kryssing.

Det förste kjente tilfelle av kobling ble påvist i 1906 hos Lathyrus av Bateson, Saunders og Punnet. I 1911 satte Morgan fram sin hypotese om årsaken til koblingsfenomenet, men det var i grunnen först i 1931 denne hypotese ble sikkert bevist, för en stor del gjennom Morgans og hans medhjelperes arbeid med bananflua. Den har bare 4 kromosomer og derfor 4 koblingsgrupper. For planter som i regelen har flere kromosomer, tar det lengre tid å få greie på koblingsgruppene, men det er på-

vist f.eks. for erter som har 7 kromosomer, at det også er 7 koblingsgrupper.

Faktorer som hører til samme koblingsgruppe, vil altså oftest følges at under utspaltingen. Men av og til kan de bli skilt ved "crossing over" - ved at to kromosomer bytter større eller mindre stykker med hverandre. Koblingen er altså ikke absolutt, i et større kryssingsavkom vil det gjerne finnes en og annen plante som viser brudd på koblingen.

For planteforedlingen er koblingsfenomenet av interesse bl.a. fordi det i mange tilfelle kan gjøre det vanskeligere å få fram nettopp den kombinasjon av faktorer og egenskaper som en kunde ønske. Vi kan tenke oss at faktoren for en god egenskap som vi vil ha, ligger i samme kromosom som faktoren for en dårlig egenskap som vi ikke vil ha. Her kan vi altså ikke bli kvitt den dårlige egenskapen ved vanlig Mendel-spalting uten at vi også mister den gode. Vi kan bare håpe på at de kan bli skilt at ved "crossing over", men skal det være noe større håp i så måte, må vi arbeide med mye større plantemateriale enn det ellers vilde være nødvendig. - Fra praktisk foredlingsarbeid har en forresten ikke mange konkrete eksempler på at kobling har vært til noen alvorlig ulempe, ventelig fordi en hittil har hatt mer enn nok å gjøre med å utnytte de faktorer som kan kombineres fritt.

Det er sikkert ingen annen av de oppdagelser som den teoretiske arvelighetsforskning har gjort som har hatt så stort verd for den praktiske planteforedling som oppdagelsen av Mendels lover og det forskerarbeid som siden er gjort på dette område.

Prinsipielt kan en si at det hermed er skapt et nytt grunnlag for planteforedlingen. De minste enheter foredleren arbeider med er ikke lenger det enkelte planteindivid som ved renlinjemetoden, - og enda mindre sorten som ved den gamle masseutvalgsmetode - , enhetene er no de enkelte arvefaktorer - genene - som ligger til grunn for egenskapene hos plantene.

I og for seg er det ikke noe nytt at foredlerne arbeider med planter som er kommet fram ved kryssing. Det er trolig at størsteparten av de ulike former en finner når en leter igjennom en gammel landsort etter renlinjemetoden, stammer fra en kryssing. For også hos planteslag som normalt er sjølbefruktende, hender det av og til at de blir naturlig krysset; og en kan da regne seg til at så godtsom hver eneste plante må

stamme fra en kryssing for kortere eller lengre tid tilbake.

Men en slik naturlig kryssing må sjølsagt bli planløs sett fra vårt nyttesynspunkt. Det vil være et rent slumpetreff om de kombinasjoner av arvefaktorer og dermed egenskaper som kommer i stand på den måten, svarer til det vi har bruk for. Og om en slik kombinasjon slumper til å komme i stand, vil det være et slumpetreff om vi er så heldige å få den med blant de etter måten få enkeltplanter vi tar ut etter renlinjemetoden.

Noenlunde det samme kan sies om den kunstige kryssing som somme foredlere drev med før Mendels lover ble kjent. Formålet med kryssingen var da gjerne som de sa å "øke variasjonen". Det var sjelden med tanke på å kombinere bestemte egenskaper, i hvert fall hos åkervekster, kanskje noe oftere hos hagevekster.

Det nye som Mendelismen har ført inn i det praktiske foredlingsarbeidet er da at foredlere no bevisst og planmessig prøver ved kombinasjon av arvefaktorene å føre sammen i et enkelt slag verdifulle egenskaper eller anlegg som før var fordelt på to eller flere andre slag.

Han kan f.eks. kombinere stor avkastningsevne hos en sort med bedre kvalitet fra en annen. Og når det har lyktes, kan han kanskje få ført inn motstandsevne mot en viss sjukdom fra en tredje sort og stivt strå fra en fjerde osv. Foredlere kan så å si bygge opp en ny sort av gode anlegg og egenskaper fra en rekke sorter. De gode egenskaper er sjølsagt mye verdifullere når de er samlet i en og samme sort enn når de er fordelt på mange.

Med kryssing kan en nytte ut en enkelt verdifull egenskap hos en sort som er lite brukelig fordi den ellers har dårlige egenskaper. Vi fant f.eks. egenskapen resistens mot mjöldogg hos en enkelt renlinje, som var lite tjenlig til å sendes ut i praksis som en ny sort, fordi den var for mjuk i strået og var småkornet. Ved kryssing fikk vi kombinert resistensen med stivere strå og større korn. Hos poteter ble immunitet mot potetkreft først funnet hos en sort med liten avkastningsevne og ymse mangler ellers; men ved kryssing har kreftimmuniteten kunnet kombineres med alle mulige andre verdiegenskaper. - Nye mutasjoner vil også lettere kunne komme til nytte når det er høve til å bruke kryssing, for var det jo en i og for seg nyttig mutasjon av liten verdi hvis den ikke tilfeldigvis kom hos en sort som også ellers var den beste, no kan vi ved kryssing utnytte en god mutasjon også om den kommer i en dårlig sort.

Foredlere prøver altså først og fremst å samle i en enkelt sort gode egenskaper som før var fordelt på flere. Men - som vi har vært

litt inne på för - kan vi også få framgang på andre måter enn ved å kombinere ulike egenskaper hos foreldrene. Vi kan få fram former som står over begge foreldrene i en bestemt egenskap ved å utnytte polymere - eller på annen måte samvirkende - faktorer.

Vi kan tenke oss at vi har to like folllrike, og også ellers like, sorter, men den ene er folllrik på grunn av faktoren A, den andre på grunn av faktoren B. Disse to krysser vi sammen:

P	AAbb	x	aaBB	
F ₁	AsBb			
F ₂	AABB	-----	aabb	

Vi får altså utspaltet kombinasjonen AABB som forutsetningsvis er folllrikere enn noen av foreldrene. På den andre sida får vi også aabb som er dårligere enn noen av foreldrene, men det er jo foredlerens sak å velge ut og holde på det beste og kassere det dårlige. Vi har mange eksempler på slik transgressiv spalting i folllrikhet og andre verdi-egenskaper etter sammenkryssing av to temmelig like sorter. En kan kanskje ikke vente å få så store framsteg på den måten som en kan slumpe til å få ved sammenkryssing av mer ulike sorter, men så er en også mindre utsatt for å få med dårlige egenskaper.

Som en illustrasjon av hvordan en kan oppnå framgang både ved kombinasjon av ulike egenskaper hos to foreldreformer og ved transgressjon i enkelttegenskaper kan vi ta et eksempel fra vårt eget foredlingsarbeid med vårkveite. Det gjelder den ovenfor nevnte mjöldoggresistente renlinje, J 03, som vi krysser med en annen av våre renlinjer, Mo 07, for å bli kvitt en del mindre gode egenskaper. Fra denne kryssing stammer bl.a. sorten Fram II. Dens egenskaper i forhold til foreldrenes er slik (+ betyr at den er like god som den beste av foreldreformene, (+) at den står imellom foreldreformene og ++ at den står over begge i vedkommende egenskap):

	Mo 07	x	J 03
		Fram II	
Avkastningsevne	-	++	+
Mjöldoggresistens	-	++	+
Stråstivhet	+	+	-
Tidlighet	+	+	-
Kornkvalitet	+	(+)	-
Relativ kornavling (10 års forsök)	100	132	112

Fram II er altså bedre enn den dårligste av foreldrene i alle disse egenskaper og bedre enn noen av dem i mjöldoggresistens og avkastningsevne. Den store overvekt i kornavling som kommer til uttrykk i relativtallene i siste linje, skyldes for en stor del nettopp motstandsevnen mot mjöldogg som har herjet svært i disse forsök, men Fram II har vist seg folllrikere enn de andre også i forsök uten mjöldogg.

Den moderne arvelighetsforskning (for en ikke liten del drevet av planteforedlere) har altså påvist nye utveger til å lage bedre sorter. Men det er ikke dermed sagt at det no er en bent fram sak å skaffe sorter som er så gode som en kunde ønske dem; en som ikke har prøvd det, eller som bare har et overfladisk kjennskap til arvelovene, tenker seg det gjerne lettere enn det er.

En foredlingsoppgave som var svært tillokkende for foredlere i de nordiske land, var å prøve å få kombinert hardførheten hos norske og svenske høstkveiteslag med den større avkastningsevne hos vest-europeisk kveite, særlig hos den engelske sort Squarehead. Hvis denne kombinasjon kunde lykkes fullt ut, vilde det öke våre kveiteavlinger på målet med noe slikt som 50 %.

En kunde kanskje tenke seg at det var så enkelt at hardførheten berodde på en faktor som nordisk høstkveite har, men som Squarehead mangler, og omvendt at Squarehead er fyllrikt på grunn av en faktor som den andre mangler. Etter kryssing skulde vi da få utspaltet 1 plante av 16 som hadde begge egenskaper.

Men det er ikke så lett. For det første ligger det sikkert en hel rekke av faktorer til grunn for hver av de to egenskaper. Dessuten må foredleren også passe på å få med andre verdiegenskaper som stråstivhet, sjukdomsfrihet, høvelig modningstid osv. som fins noen hos den ene og noen hos den andre av foreldrene. På den måten blir det ulikhet i en mengde faktorpar, og vi har for sett at det da må et overordentlig tallrikt kryssingsavkom til for at alle kombinasjoner - også den best mulige - skal kunne realiseres; for ulikhet i 20 faktorpar (og det kan nok forekomme hos kveite) måtte en opp i over en billion planter for å være noenlunde sikker på at den beste kombinasjon var å finne blant dem.

Dette eksempel er vel satt noe på spissen. Men det skal heller ikke så mye til for å gjøre det vanskelig. Allerede ved ulikhet bare i 5 faktorpar må vi ha minst 1024 planter i F_2 for å kunne vente å finne alle de teoretisk mulige kombinasjoner blant avkommet. En såpass stor F_2 kan vi nok få i stand. Men så er det om å gjøre å finne den beste kombinasjon blant de 1024. Den kan en sjelden finne bare ved å se på F_2 -plantene, i hvert fall for åkervekster må en prøve avkommet etter de enkelte planter, gjerne gjennom flere år for en kan velge ut den beste kombinasjon.

Det har da også vist seg at en ikke med en enkelt kryssing får

kombinert högste grad av begge de to nevnte verdiegenskaper hos höstkveite. En får nok fram former som er hardførere enn Squarehead, men de når ikke landkveiten i denne egenskap. En får også former som er folllrikere enn landkveiten, men ikke så folllrike som Squarehead; en får utspaltet nesten bare intermediere typer, når de to former en krysser sammen står så langt fra hverandre i arveanlegg og egenskaper.

Men om en altså ikke kan vente med en gang å få fram den aller beste kombinasjon av foreldrenes egenskaper, er arbeidet ikke derfor håpløst. En får foreløpig nøye seg med å skaffe kombinasjoner som er bedre enn foreldrene, om de ikke er de best tenkelige.

På grunnlag av det en således har nådd kan en så bygge videre. Når en f.eks. ved å krysse sammen Squarehead og landkveite har fått fram former som er noe hardførere enn den første og noe folllrikere enn den siste, kan en krysse sammen to slike former, eller krysse tilbake til foreldreformene og på den måten litt om senn nærme seg målet. Tilbakekryssing pleier å være en svært effektiv metode i slike tilfelle, når kvantitative egenskaper som beror på en mengde faktorer, skal søkes kombinert. Likeså når en enkelt verdifull egenskap som beror på 2-3 faktorer hos en sort med ellers dårlige egenskaper skal overføres til en folllrik og ellers god sort. Nyttens av tilbakekryssing ligger bl.a. i at homozygote nykombinasjoner da blir relativt mye tallrikere enn ellers i avkommet, så en kan ha håp om å finne dem også i et mindre materiale. Ved tilbakekryssing f.eks. av F_1 med en av foreldreformene vil de homozygote nykombinasjoner opptre i forholdet $1:2^n$ (1:4, 1:8, 1:16, 1:32 osv) mot etter sjølbefrukting av F_1 i forholdet $1:4^n$ (1:4, 1:16, 1:64, 1:256, 1:1024 osv.) når n er antall faktorer som det er ulikhet i.

I foredlingsarbeidet med höstkveite på Svalöf har vi et godt eksempel på en slik skrittvis gang mot det mål å få kombinert högste grad av folllrikhet med högste grad av hardførhet (og dessuten en rekke andre verdiegenskaper).

De gikk på Svalöf ut fra skånsk landkveite og engelsk Squarehead. Den siste har som nevnt i og for seg omkring 50 % større avkastnings-evne, men fordi den ikke var hardfør nok for Skåne, gav den i middel for en rekke år snarest litt mindre avling enn den første.

Av disse to sorter fant de da først fram etter renlinjemetoden de beste rene linjer i dem. Disse linjer stod en god del over utgangssortene i avkastning, men de hadde også ymse mindre gode egenskaper. En av de aller folllrikeste, Kottekveite, kunde f.eks. ikke sendes ut

fordi kvaliteten var for dårlig. Det eneste middel til å komme lenger var da planmessig kryssing, som Nilsson-Ehle begynte på i 1903. Han var kanskje den første som tok fatt på å utnytte de muligheter som de nettopp da gjenoppdagede Mendels resultater gav løfte om.

Etter hvert er det fra dette stadig fortsatte kombinasjonsarbeid blitt sendt ut bedre og bedre sorter. De beste no står omkring 45 % over utgangssortene i middelavling; dvs. det er ikke langt fra at det ovenfor nevnte mål er realisert. De aller folrrikeste sortene er nok ikke fullt så hardføre som landkveiten, men såpass vintersikre at de greier seg i de fleste år i Skåne.

Framgangen kommer vel mest av at de har fått ført sammen i en sort verdiegenskaper som før var fordelt på flere andre, men i dette foredlingsarbeidet på Svalöf er det også mange eksempler på transgressive utspaltinger, slik at det er utspaltet former som står over begge foreldrene i en viss enkeltegenskap.

I dette foredlingsarbeidet med høstkveite lå forholdene godt til rette for å oppnå stor framgang fordi de hadde å gjøre med så avgjørende egenskaper som den store hardførhet hos landkveiten og den store spesifikke avkastningsevne hos engelsk Squarehead, som dessuten hadde de verdifulle egenskaper stråstivhet og stor motstandsevne mot gulrust.

Det er ikke hos alle åkervekster allting ligger så godt til rette for store framsteg, så en må nøye seg med mindre; men de kan likevel ha sin store verdi.

Hos havre, som også Nilsson-Ehle har arbeidet med, har framgangen vært slik i relativ avling etter resultatene fra våre egne forsök:

<u>Svart tartarisk fanehavre (102)</u>		<u>Miltonhavre (100)</u>
Klokke (109)	x	Gullregn (111) x Seier (108) x von Lochows
Stormogul (109) x Klokke II (113)		Gullregn II (116)
Klokke III (116)		Örnhavre (121) x Seier

Tallene i parentes viser relativ avling når vi setter avlinga av en av utgangssortene, Miltonhavren, = 100. Gullregn II som interesserer oss mest, har altså gitt 16 % mer. Det høres ikke så overveldende ut, men hvis vi regner det om på de minst 500000 dekar vi kan dyrke Gullregn II på her i landet, blir det en årlig meravling på omkring 20 millioner kg. - I det hele kan også de små framsteg oppnådd ved planteforedling ha stor verdi, bl.a. nettopp fordi så mange kommer

til å få nytte av dem. De meravlinger hver enkelt oppnår kan kanskje se små ut sammenliknet med det de kunde oppnå f.eks. ved sterkere gjødsling og bedre stell på andre måter, men det er den skilnad at de andre kulturmidler krever utgifter, mens en får fordelene ved å dyrke en follikere og ellers bedre sort praktisk talt gratis.

Det er enno bare et par snes år planteforedlerne har kunnet drive et planmessig kombineringsarbeid ved hjelp av kryssing. Til å begynne med måtte det ellers bli så som så med planmessigheten, for en måtte jo først skaffe seg noe kjennskap til de faktorer som ligger til grunn for egenskapene for de kunde utnytted planmessig.

No begynner en å få noenlunde bra kjennskap til arvefaktorene hos våre viktigere kulturplanter. Dette gjelder da særlig kvalitative - ytre synlige - egenskaper, men vi begynner også å få litt greie på faktorene for de i og for seg viktigere kvantitative egenskaper.

Dess bedre kjennskap en har til arvefaktorene, desto lettere skulde det være å få fram de kombinasjoner en måtte ønske. Men på den andre sida er det vel også så at det blir vanskeligere og vanskeligere å oppnå store framsteg i avkastningsevne dess nærmere vi kommer grensen for det som er mulig å oppnå i så måte. At det er en slik grense, må vi gå ut fra, men helt til grensen er vi sikkert ikke kommet med noen av våre kulturplanter. Og om en noensteds skulde komme så langt at en fikk samlet alle positive avkastningsfaktorer i en enkelt sort, så vil det enda være bruk for kombinasjonsarbeid andre steder. Hvis de f.eks. på Svalöf hadde fått laget en slik sort av høstkveite for Skåne, så er det ikke sagt den vilde være like bra hos oss, vi måtte rimeligvis prøve å få kombinert disse avkastningsfaktorer med faktorene for den art og grad av hardfôrhet som trengs hos oss. Likeså vil vi ofte ha bruk for å kombinere tidligere modning med de verdifulle egenskaper som utenlandske sorter måtte ha osv.

Nye forhold vil også ofte gi kombinasjonsforedlingen nye oppgaver. Den rikelige tilgang på billig kvelstoffgjødsel som industrien skaffer, har gitt foredlerne den oppgave å lage sorter som kan utnytte denne gjødsel best mulig. Den nye potetsjukdom potetkreft gav foredlerne den nye oppgave å skaffe ellers tilfredsstillende sorter som var immune mot sjukdommen. Av de sopper eller bakterier som volder plantesjukdommer, kommer det av og til nye biologiske raser som

kan angripe en sort som før har vært resistent - og dermed skaffe foredleren en ny oppgave osv.

Artskryssinger. Det er hittil mest kryssing mellom ulike former innenfor en og samme art (rasekryssing) planteforedlerne har drevet med, og de har altså på den måten oppnådd verdifulle resultater.

Men det kan treffe at en viss egenskap som en kunne ønske, ikke fins innenfor den art en arbeider med, men derimot innenfor en annen art av samme slekt. Alle sorter av dyrket potet er f.eks. svært dårlige til å tåle frost, og tidlig høstfrost minker i vårt land potetavlingene med på hundretusenvis av tønner rett som det er. Men det fins andre *Solanum*-arter som er sterke mot frostskaide på riset. - Alle europeiske former av dyrket vinstokk blir ofte sterkt skadd av soppen *Peronospora* og av skadeinsektet *vinlus* (*Phylloxera*). Men det fins amerikanske *Vitis*-arter som er sterke mot disse sjukdommene, men mindreverdige i andre måter.

Det ville ha stort verd om en kunne få til kombinasjoner her på tilsvarende måte som ved rasekryssing innenfor arten.

Men vanskene er mye større når det gjelder arts-kryssing. For det første er det sjølsagt ikke alle arter som kan krysses og gi avkom. Når vi holder oss til våre vanlige jordbruksvekster, er det ikke noe stort utvalg av arter det kan bli tale om. Stort sett er det slik at dess fjernere i slekt de to arter er, desto mindre håp er det om å få avkom etter kryssing mellom dem. Men vi vet ikke alltid så sikkert hvordan det er med slektskapet mellom de ulike planteslag, systematikken er ikke alltid å stole på. Det hender at to arter innenfor samme slekt ikke kan krysses, men at arter som har vært regnet til ulike slekter kan krysses og gi avkom. En har hittil ikke noe eksempel på at arter av ulike familier har kunnet gi avkom med hverandre; de mest fjerntstående arter som har gitt avkom etter kryssing, er visstnok sukkerrør og bambus som iflg. systematikerne står så å si i hver sin ende av grasfamilien.

Det som er det avgjørende er om de to arter har kromosomer som kan parre seg med hverandre. Har de to like mange og homologe kromosomer, blir resultatet det samme som etter vanlige rasekryssinger innenfor arten, og foredleren kan her utnytte resultatet med samme fremgangsmåte som der. Således f.eks. når det gjelder kryssing mellom gulert og gråert som før har vært regnet som ulike arter, mellom toradsbygg og villbygget *Hordeum spontaneum*, mellom blålusern og gullusern, mellom europeisk og amerikansk vinstokk osv.

Vanskene blir større når det gjelder arter som har ulike mange, og

ikke homologe, kromosomsett. Her blir det flere eller færre av kromosomene som ikke finner noen motpart å parre seg med. Krysser vi kveite som har 21 kromosomer i kjønnscellene med rug som har 7, blir det bare høgst 7 fra hver art som kan parre seg. Det hender at dette er nok til å gi frø, ved en slik kveite-rug-kryssing kan det være en prosent eller to av de bestøvede blomster som gir frø. Men når plantene som vokser opp av dette frøet skal til å danne kjønnsceller, blir det ugreie på grunn av det ulike kromosomtall, og plantene blir sjølsterile. Og en kornplante som er steril - og altså ikke kan sette korn - er jo ikke mye verdt til kornavl. Ofte kan F_1 -planten gi avkom, og fertilt avkom, om den blir kryssset med en av foreldreformene; i det tilfellet som er nevnt, går det best med kveite. Men avkommet, i det minste de mest fertile av det, er da gjerne ren kveite igjen, og en får ingen kombinasjon av rug- og kveiteegenskaper som formålet var. Det er bare sjelden det har lyktes på denne måten å føre over en eller flere egenskaper fra en art til en annen, f.eks. loddent strå fra rug til kveite eller rustfrihet fra *Triticum dicoccum* til *T. vulgare*. I slike tilfelle er det ventelig et enkelt kromosom eller en del av et kromosom som har gått over.

I visse tilfelle kan en F_1 -plante etter en artskryssing komme til nytte, enda om den er steril. Det gjelder slike vekster som blir formert vegetativt i praksis. Av jordbruksvekster har vi her poteten som har denne formeringsmåte; vi har en mengde gode potetslag i bruk som er sjølsterile, så de ikke setter frø. I hagebruket er det mange planteslag som blir formert vegetativt med knoller, rotstokker, løk, pødekviser, stiklinger osv. Og mange av planteslagene i hagebruket er sikkert eller sannsynligvis artsbastarder.

En sjelden gang iblant hender det at en artsbastard er fertil, enda om de to artene hadde ulike kromosomtall. Det er når bastarden har sitt opphav fra to ureduerte gameter. Slike tilfelle har en hatt nettopp i kryssinger mellom kveite og rug. Bastarden har da dobbelt sett av kromosomer både fra kveite og rug, de to sett av kveitekromosomer kan parre seg med hverandre og de to sett av rugkromosomer likeså. I de vegetative celler finner en da 56 kromosomer - 42 fra kveiten + 14 fra rugen.

Den første kjente kveite-rug-bastard av dette slaget var laget av Rimpand i Tyskland for snart 60 år siden, men det var ikke før i 1935 det ble konstatert at den hadde 56 kromosomer. Siden er det laget flere av dem, i Russland (Meister 1925), i Amerika, på Svaløf o.fl.st. Denne bastarden er i virkeligheten en ny art eller slekt (*Triticale*), som bærer

i seg alle arveanlegg fra de to søsterer av kveite og rug som var kryssset. Det er mange som har ventet seg svært mye av denne bastarden, særlig russerne roste den for mange gode egenskaper. Men den har nok visse lyter også, for den er ikke kommet ut i praksis. Hos Rimpaus rugkveite, (som vi har prøvd litt her også), var ikke fertiliteten fullgod.

På tilsvarende måte har forsøksleder H.N. Frandsen i Danmark fått fram en ny art "nepe-kålrot" (*Brassica napo-campestris*) med 38 (39) kromosomer etter kryssing mellom nepe med 10 kromosomer og kålrot med 18 (19) kromosomer. De ventet seg mye av denne nye art også, men det viste seg at den var svært mottakelig for visse sjukdommer.

I hagebruket er mange nye former (arter) av pryddplanter framkommet på samme måten, likeså visse frukttreformer. Den vanlige sviske (*Prunus domestica*) med 48 kromosomer stammer visstnok fra kryssingen *P. cerasifera* ($n = 8$) x *P. spinosa* ($n = 16$).

Det er trolig at mange av de polyploide arter vi har innenfor mange slekter - også av kulturplanter - er kommet fram etter artskryssinger med summering av kromosomtallene. Innenfor slektene *Triticum*, *Avena*, *Phleum* og *Festuca* har vi f.eks. arter med 14, 28 og 42 kromosomer i de vegetative celler. I slekten *Solanum* fins det arter med 24, 36, 48, 60 og 72 kromosomer. I *Trifolium* er det to rekker, en med 14 og 21 kromosomer og en med 16, 32, 48, 96 og ca. 260 kromosomer. I *Prunus* 16, 24, 32 og 48 kromosomer. Osv.

I flere tilfelle har det kunnet påvises at arter med høgere kromosomtall er oppstått ved summering av kromosomene hos to arter med lågere tall, idet de førstnevnte arter har kunnet framstilles igjen "syntetisk" ved sammenkryssing av de sistnevnte. Planter som i alle deler likner vår vanlige timotei ($2n = 42$) har resultert av en kryssing mellom *Phleum alpinum* og *Phl. nodosum*. Planter som svarer til vår vanlige kålrot er blitt til etter kryssing mellom visse former av nepe og kål.

Polyploide arter har gjerne visse fordeler framfor diploide arter innenfor samme slekt. Det høgere kromosomtall pleier å føre til at de enkelte celler blir større, og dermed pleier også plantene å bli noe større, men når kromosomtallet kommer over en viss grense går det den andre vegen igjen, plantene blir mindre. De polyploide arter pleier å være formrikere, vel en direkte følge av at det er så mange flere gener som kan kombineres. Og formrikdommen er jo en fordel for foredlere.

Alle de polyploide arter vi har i praktisk bruk av åkervekster, er framkommet uten noen medvirkning av planteforedlere. Men det som natu-

ren her har laget, er så vellykket at det er fristende for foredlerne å prøve å gjøre det etter. Og det har altså også lyktes i noen tilfelle å gjøre det. Det er svært sjelden at polyploide former oppstår "av seg sjøl" etter artskryssing. Men ved å behandle F_1 -frø eller planter med colchicin eller med varmesjokk, kan en få fram flere av dem.

Det er mange arvelighetsforskere og enkelte foredlere som arbeider med dette no. Hittil er ingen åkervekst framstilt kunsig på denne måten kommet ut i praksis, vanskene med å få til noe brukbart er nok større enn mange hadde tenkt seg.

Utsiktene skulle være best når det gjelder pryddplanter, fordi her bare det at en form er ny kan være nok til å gi den en viss handelsverdi. Annerledes med nyttevekster som må ha en hel rekke bestemte egenskaper for å være av noen verdi. Av nyttevekster er det slike som blir formert vegetativt i praksis det skulle være best utsikter for, her er det ikke så stor ulempe ved den sterilitet eller låge fertilitet som en ofte har hos artsbastarder; av epler f.eks. som blir formert vegetativt ved podekvister, er de lite fertile triploide sorter stort sett verdifullere enn de diploide. Videre skulle utsiktene være bedre for planteslag der den samlede produksjon av plantemasse er hovedsaken (engvekster, rotvekster) enn f.eks. for kornartene.

Formeringsmåter hos våre kulturplanter

og hva formeringsmåten har å si for planteforedlingen.

Det er nødvendig for foredleren å ha inngående kjernskap til formeringsmåten hos de planteslag han arbeider med, for framgansmåten under foredlingen må rette seg etter formeringsmåten om arbeidet skal gi det ønskede resultat. For frøsvlen er det også viktig at en kjenner og tar omsyn til formeringsmåten.

I planteriket er det mange flere former av formering enn i dyre- riket, og særlig flere enn hos husdyrene. Hos de siste har en jo bare kjønnslig formering, og bare den form av kjønnslig formering som kalles fremmedbefrukting. I planteriket har en for det første vegetativ forme- ring i mange ulike former attåt den kjønnslige, og den siste kan også fore-

gå på mange flere måter enn hos husdyrene.

Denne skilnaden gjør at det blir ganske stor skilnad også på framgangsmåten i avlsarbeidet på de to områder, enda om arvelovene stort sett er de samme i begge tilfelle. De mange formeringsmåter gir plante-foredleren visse fordeler framfor husdyrforedleren, særlig er det en fordel at planteforedleren ofte kan bruke ulike formeringsmåter også hos ett og samme planteslag etter behovet.

Hos planter er det vanlig å skille mellom sjølbefruktere (autogame) og fremmedbefruktere (allogame planter).

Men det er ingen fast grense mellom disse to grupper. Vi har alle mulige overganger mellom dem, som (i naturen) er på det nærmeste absolutt sjølbefruktende, til dem, som er absolutt fremmedbefruktende.

Ulikhetene i befruktingsmåten kan ha anatomisk-morfologiske eller fysiologisk-genetiske årsaker.

Visse ting ved blomsterbygningen eller blomstringsmåten kan gjøre det vanskeligere eller lettere for fremmed blomsterstøv å komme til arret i blomstene, her har vi altså å gjøre med anatomiske eller morfologiske årsaker. Likeså når det er særskilte han- og hunblomster enten på samme plante eller på hver sine planteindivider. Men hos mange planteslag vil det vanskelig eller slett ikke bli frø, enda om blomsten blir bestøvet, når det er blomsterstøv fra vedkommende plante sjøl. I slike tilfelle kan de sies å være fremmedbefruktere av fysiologiske eller genetiske årsaker.

Absolutte sjølbefruktere i den forstand at de aldri kan bli fremmedbefruktet, fins det vel neppe, i alle fall ikke blant våre kulturplanter. Alle våre normalt sjølbefruktende jordbruksvekster kan i hvert fall fremmedbefruktet kunstig, noe vi jo ofte har bruk for i foredlingsarbeidet. Men det er en del av dem som har en slik blomsterbygning og blomstringsmåte at fremmed blomsterstøv har svært vanskelig for å komme til, det hender så sjelden at vi ikke behøver å ta større hensyn til det (med isolasjon o.l.) under foredlingsarbeidet.

Hit hører tre av kornartene våre, bygg, kveite og havre, belgplantene erter, vikker, bønner, gul og blå lupin, dessuten lin.

De er ikke like pålitelige sjølbefruktere alle disse, og det kan være en del skilnad mellom ulike former innenfor en og samme art. Bygg er den kornart som sjeldnest blir fremmedbefruktet, de tettaksede former av bygg har tildels vært regnet for å være absolutt sjølbefruktende, fordi de pleier å blomstre og bli befruktet før aksene kommer ut av bladslira.

Men vi har hatt noen få tilfelle av fremmedbefrukting også hos en slik form (Asplundbygg). Visse ytre forhold, særlig været, kan gjøre at fremmedbefrukting inntreffer oftere enn ellers, således ser det ut til at kornartene er mer utsatt for fremmedbefrukting i det blåsende været på Jæren enn på Østlandet.

I sjølv foredlingsarbeidet med disse planteslagene tar en som sagt ikke større hensyn til faren for fremmedbefrukting. Men når de nye slagene er ferdige og skal formeres opp for å sendes ut, er det retttest å dyrke dem så langt unna andre slag av samme kornart at en er noenlunde trygg for at fremmed blomsterstøv ikke rekker fram. Slike hensyn blir det no tatt i stansædavlén hos oss.

Mindre pålitelige sjølbefruktere er slike som potet, kålrot, luserne o.a.

Poteten har vært regnet som fremmedbefruktet, og det er svært mange potetslag som ikke kan gi frø uten fremmedbestøving. Det kommer av at disse slagene ikke har blomsterstøv, eller i hvert fall ikke funksjonsdyktig blomsterstøv; de er altså hønsterile (pollensterile). Men de aller fleste slag har funksjonsdyktige eggceller og kan altså gi bær (toppepler) med frø når blomstene blir bestøvet med godt blomsterstøv fra en annen sort. Hos de slagene som har funksjonsdyktig blomsterstøv, er sjølbefrukting det vanlige. Også om støvet kommer fra en annen plante av samme klon (sort), vil det genetisk sett virke som sjølbestøving.

Kålrot blir også gjerne regnet som fremmedbefruktet, og i frøavlén, der plantene står tett sammen, er nok fremmedbestøving det vanlige. Men kålrot kan gi ikke så lite frø også om fremmed blomsterstøv blir holdt borte. Kålrota står altså på grensen til de overveiende fremmedbefruktende planter. Det samme kan sies om grasartene åkerfaks og enkelte raparter, belgplantene luserne, humlesneglebelg o.a.

Planteslag som er overveiende eller absolutt fremmedbefruktende, kan også ha (og har oftest) tvekjønnede blomster, men det er gjerne på ymse måter sørget for at fremmed blomsterstøv har lettere for å komme til og for å virke enn blomstens eget støv.

Fremmedbestøverne har i regulen mye større mengder av støv enn sjølbestøverne, særlig er dette tilfellet med vindbestøverne som rug og mange grasarter, de kan lage hele skyer av blomsterstøv.

Sjølbefrukting blir ofte hindret ved at han- og hundelene i blomsten ikke er "modne" eller funksjonsdyktige samtidig. Dette er såle-

des vanlig hos grasartene våre; de kan være protandriske (førsthannede), - støvknappene åpner seg og slipper ut støvet (for det meste utenfor blomsten) før arret i samme blomst er befruktingsdyktig, andre - særlig re-verumpe - er protogyne (førsthunnede), - arret er så tidlig ute at det ofte er visnet før støvknappene i samme blomst åpner seg.

Rugen, som er den eneste fremmedbefruktet blant kornartene våre, tømmer alt blomsterstøvet utenfor blomsten, så vinden lett kan få tak i det (hos de andre kornarter blir alt blomsterstøvet, eller det meste av det, tømt inne i blomsten før - eller i det samme - denne åpner seg, eller ofte uten at den åpner seg).

Viktigere enn disse ytre, så å si mekaniske, hindringer for sjølbefrukting er de fysiologiske eller genetiske. Hos mange fremmedbefruktetere blir det lite frø, enda om det kommer støv på arret i samme blomst, og enda om støvkornene spirer der; plantene er sjølsterile. Årsaken til dette er at støvrørene vokser for smått og blir for korte, de når ikke ned til eggcellen, eller de når ikke dit før eggcellen er blitt for gammel til å kunne befruktes.

Denne sjølsteriliteten viser seg å ha et genetisk grunnlag. Det er visse arvefaktorer som har den virkning at de hemmer veksten av støvrøret når dette fører samme arvefaktor(er) som den støvveg det skulle vokse ned igjennom. Og det vil jo være tilfellet når begge stammer fra en og samme plante. Virkningen vil forresten bli den samme også om støvet stammer fra en annen plante, hvis denne fører samme sterilitetsfaktor, men det blir da kryssingssterilitet i stedet for sjølsterilitet.

Hos så godt som alle fremmedbefruktetere som er nærmere undersøkt, er det funnet flere eller færre slike sterilitetsfaktorer, som da kan gi ulike grader av sterilitet hos de enkelte individer, fra omtrent absolutt til slike som kan gi noenlunde rikelig med frø etter sjølbestøving. - Det kan forresten også være andre sterilitetsårsaker, f.eks. den som er nevnt for poteter, at mange sorter ikke lager brukbart blomsterstøv. Hos frukttrær - særlig triploide eplesorter - er slike årsaker til sjølsterilitet vanlige.

Disse årsakene tilsammen (vanskene for sjølbestøving, sterilitetsfaktorer m.m.) gjør da at vi får svært lite frø f.eks. av rug og av de fleste eng-grasarter når ikke fremmed blomsterstøv kommer til. Det er sjelden en kommer så høgt som til 10 % av den frømengde en får ved fri avblomstring.

Neper har litt protogyne blomster, og fremmedbefrukting er det

vanlige, blomsterstøvet blir mest overført med insekter. Men de kan gi litt frø også etter naturlig eller kunstig sjelbestøving. Kål oppfører seg omtrent likeens.

Beter har protogyne blomster, blomsterstøvet blir her overført mest med vind, men også med insekter. Sjelbefrukting er mulig, men i den vanlige frøavl stammer 98-99 % av frøene fra fremmedbefrukting. Mange sterilitetsfaktorer er påvist. - Likeså hos gulrot (og løk) som i praksis er nesten rent fremmedbefruktende.

Kløverartene, særlig raukløver som er best undersøkt, er de mest sjelsterile av jordbruksvekstene våre. Ved mange undersøkelser er det ikke funnet et eneste frø i mange hundre kløverhoder, når plantene har vært isolert slik at insektene (humler og i mindre grad, bier) ikke har kunnet føre blomsterstøv fra plante til plante. Bare en sjelden gang kan en treffe på en kløverplante som setter litt frø etter -- helst kunstig -- sjelbestøving. Det er først og fremst genetiske årsaker (sterilitetsgener) som volder sjelsteriliteten hos kløver.

Enbo planter, d.e. slike som har særskilte hun- og hanblomster, men på en og samme plante, er mest fremmedbefruktende, men de kan til dels gi rikelig frø etter kunstig sjelbestøving. Det er tilfellet med mais som er den viktigste jordbruksvekst i denne gruppe.

Tvebo planter, d.e. slike som har særskilte hun- og hanblomster på hver sine planter, er sjølsagt like avgjort fremmedbefruktende som husdyrene. Humle, hamp, asparges, spinat, syrearter o.a. hører hit.

Foruten disse hovedtrekk ved formeringsmåten har en plantefor- edler bruk for å kjenne også mange detaljer, f.eks. hvilken tid på dagen blomstringen særlig foregår, hvor lenge blomsterstøv og fruktknute holder seg befruktingsdyktige osv.

Vegetativ formering har vi også mange ulike former av. Det er enkelte plantearter som -- så vidt en vet -- bare formerer seg vegetativt, men vi har ingen slike blant våre jordbruksvekster. For mange som også kan formeres med frø, er vegetativ formering den vanlige måte i praksis.

De aller fleste planteslag kan mer eller mindre lett formeres vegetativt. Til formeringen kan brukes en hel rekke organer eller plantedeler som stengelknoller, rotknoller, rotstokker, rotdeler, løk, avleggere, stiklinger, podekvister, blad o.a. En særskilt form av ikke-kjønns- lig formering er det en kaller apomiktisk eller apogam formering. Her er det nok frø som er formeringsorganer, men frøene blir dannet uten be- frukting. Til dels må det bestøving til for å sette frødannelsen i gang,

men den hønslige kjønnsjelle deltar ikke i dannelsen av kimen. Slik apomiktisk formering er funnet bl.a. hos flere raparter (engrap, fjellrap, myrrap o.a.).

For det formål det her gjelder - planteforedling - kan det høve å skille mellom to grupper av vegetativ formering, fordi framgangsmåten med foredlingen blir ulik etter som planteslaget hører til den ene eller den andre av disse grupper.

I den ene har vi da slike som i vanlig praksis blir formert vegetativt. Av norske jordbruksvekster er det bare potet (og jordskakk) som hører hit. Hagebruket har en hel mengde vekster i denne gruppe som frukttrær, bærbusker, prydbusker, stauder, visse løkvekster osv.

I den andre gruppa har vi slike som blir formert med frø i praksis, men som lett kan formeres vegetativt også, og der denne måten ofte blir brukt som hjelpemiddel i foredlingsarbeidet. Dette har særlig vært tilfelle med eng-grasartene, noe også for kløver og luserne (stiklinger) og for beten.

Hva formeringsmåten har å si for foredlingsarbeidet.

De mange ulike former av formering kan medføre hver sine fordeler eller ulemper for foredleren, gjøre det lettere eller vanskeligere å nå det mål han har satt seg.

Sjølbefruktene er i mange måter greie å arbeide med av følgende grunner:

1. De fleste planteindivider vil her være homozygoter; de vil derfor gi de samme arvefaktorer og dermed de samme egenskaper i arv til alt sitt avkom. Tar vi ut en enkelt plante her og siden holder avkommet etter den for seg uten mekanisk innblanding, så har vi dermed et ensartet og konstant slag. Har den planten vi tok ut verdifulle arvelige egenskaper, kan avkommet sendes ut som en fullt ferdig, ny sort, det trenges ikke noe ytterligere utvalg for at den skal holde seg eller bli bedre.

2. Også etter kryssing - naturlig eller kunstig - vil sjølbefruktningen etter hvert og forholdsvis snart føre til at de fleste av avkommet blir homozygoter, fordi homozygoter alltid vil gi homozygot avkom og heterozygotene stadig vil spalte av en viss prosent homozygoter.

Har vi krysset to planter og fått en F_1 med formelen Aa, så vil avkommet i de følgende generasjoner oppføre seg som på neste side (når vi for å gjøre det så enkelt som mulig går ut fra at hver plante gir 4 avkomsplanter):

F ₁		Aa		1/1	= 100	% heterozygoter	
F ₂	1 AA	2 Aa	1 aa	2/4	= 50	%	"
F ₃	6 AA	4 Aa	6 aa	4/16	= 25	%	"
F ₄	28 AA	8 Aa	28 aa	8/64	= 12,5	%	"
F ₅	120 AA	16 Aa	120 aa	16/256	= 6,3	%	"
F ₆	496 AA	32 Aa	496 aa	32/1024	= 3,1	%	"
F ₇	2016 AA	64 Aa	2016 aa	64/4096	= 1,6	%	"

Osv.

Etter en monohybrid kryssing som vi har her, vil altså prosent-tallet av heterozygoter gå ned til det halve for hver generasjon utover, så vi i 8 generasjoner etter kryssingen vil ha over 99 % homozygoter i avkommet.

Er det flere faktorer med i spillet, vil det ikke gå fullt så fort, særlig ikke i de første generasjoner, men det vil gå samme vegen. Vi kan regne ut (under visse forutsetninger) hvor fort det vil gå. Har vi en sjølbefruktende plante som etter kryssing er heterozygot i m faktor-par, så vil etter n spaltende generasjoner $(\frac{2^n - 1}{2^n})^m$ av avkommet være homozygoter (resultatet vil være uttrykt i en brøk som kan regnes om til % homozygoter). Er foreldreformene f.eks. ulike i så mye som 10 faktor-par, så vil etter 4 spaltende generasjoner vel så halvparten og etter 8 generasjoner over 96 % av avkommet være homozygot i alle faktorer og egenskaper.

Også når vi bruker kryssing i foredlingsarbeidet med sjølbefruktere, er det altså lett å få fram homozygote og derfor ensartede og konstante former. Vi kan bare så ut og høste sams kryssingsavkommet i 6 à 8 år til det meste av spaltingen er unnagjort og da først ta ut enkeltplanter. De fleste av disse vil da være homozygoter, og avkommet etter hver av dem vil være en ren linje som nedarver sine egenskaper konstant.

3. En stor praktisk fordel i foredlingsarbeidet er at de ulike linjer kan dyrkes side om side uten at det er noen nevneverdig fare for at de skal krysse seg innbyrdes og bli urene av den grunn. Dette at de kan dyrkes side om side gjør at det er lett å få sammenliknet de nye linjer innbyrdes og med eldre sorter, så en får god greie på hva de duger til.

Fremmedbefruktene byr på flere og større vansker for foredleren, i hvert fall hvis han vil prøve å lage ensartede og konstante slag.

Så godt som alle enkeltplanter av et fremmedbefruktende plante-slag vil være heterozygote i flere eller færre faktorer og egenskaper.

Tar vi ut en enkeltplante her, vil den ikke gi de samme egenskaper i arv til alt sitt avkom, vi vil få spalting som i F_2 etter en kunstig kryssing. Og prøver vi her å dyrke avkom etter en enkelt plante for seg (om det lar seg gjøre) i flere generasjoner, så finner vi ikke som hos sjølbefruktterne noen tendens til større og større homozygoti fra generasjon til generasjon. Alle planter kan her krysse seg med alle, og avkommet vil holde seg like heterozygot som utgangsplanten var gjennom alle de følgende generasjoner, hvis det ikke blir gjort utvalg i avkommet.

Når alle planter kan bestøves av alle, så skulle en kunne vente å finne noen homozygote former også i avkommet. Men så mange faktorer som en pleier å ha å gjøre med hos fremmedbefrukttere; vil det alltid være forholdsvís få av dem. Er det f.eks. ulikhet i 10 mendlende faktorer i materialet, vil det finnes 1 homozygot i alle faktorer blant 1024 planteindivider. De andre vil være heterozygote i flere eller færre faktorer:

Homozygot i:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 faktorpar
	1	10	45	120	210	252	210	120	45	10	1 individer

Er det en bestemt homozygot kombinasjon det gjelder om å finne, må materialet være enda mye større; av planter med alle dominerende faktorer i homozygot tilstand ville det f.eks. i dette tilfelle bare finnes 1 på over en million planter.

I regelen kan det heller ikke uten videre sees på de enkelte planter hvem av dem som er homozygote for arvelige anlegg til verdifulle egenskaper. For å få greie på det måtte avkommet etter de enkelte planter prøves i dyrkingsforsøk.

Men denne prøving av avkommet byr også på særlige vansker når det gjelder fremmedbefrukttere. For å få prøvd og sammenliknet enkeltplanteavkommene må de dyrkes ved sida av hverandre, men dette kan for mange planteslag ikke gjøres uten at de krysser seg innbyrdes, og dermed er de blitt noe helt annet enn de var, alle frø på en plante har nok samme mor, men de enkelte frø kan godt ha hver sin far med ulike arveanlegg, både gode og dårlige.

Så den framgangsmåte som har gitt så gode resultater for sjølbefruktterne, fører altså ikke til målet her.

En utveg til å lage mer ensartede slag har vi for de fremmedbefrukttere som mer eller mindre lett kan tvinges til sjølbefrukting ved at de blir isolert under blomstringen. Isoleringen kan gjøres på den måten at en setter en tett pose over blomsterstanden eller hele planten, eller ved å sette planten så langt unna andre planter av samme art at fremmed blomsterstøv ikke rekker fram.

Blir dette gjennomført generasjon etter generasjon, vil det gå her som hos de vanlige sjølbefrukttere (se foran), antallet av homozygoter vil øke fra år til år. Til slutt skulle en på den måten kunne få helt

homozygote former av fremmedbefrukterne også og dermed ensartede og konstante slag, hvis de ikke blir dyrket så nær andre slag at de får krysse seg igjen.

Men det er store vansker ved denne framgangsmåten, også bortsett fra de rent tekniske vansker som det sjølsagt vil være med å isolere hvert enkelt individ i avkommet i flere generasjoner.

Den største vansken for praktisk foredlingsarbeid på denne måten ligger i at avkom etter en slik tvunget sjølbefrukting (innavl) oftest har ymse dårlige egenskaper som en ikke merket hos utgangsplanten. Avkommet er oftest mindre livskraftig, noen er så veikke at de ikke kan leve opp, noen kan være vanskapte på en eller annen måte, noen som kan se friske ut ellers, setter ikke frø, eller frøene er små og dårlige osv.

Dette at innavl i mange tilfelle gir dårligere avkom enn paring mellom foreldre som er mindre i slekt, har vært kjent lenge, særlig i husdyravlen. Og den første som arbeidet noe videre med plantekryssing (Koelsreuter i 1760-årene) la merke til noe liknende hos planter, likeens den første som prøvde med kryssing av jordbruksvekster (A. Knight fra 1780). Darwin fant også det samme i sine kryssingeksperimentet.

Det har vært spekulert mye på årsakene til dette. Det var lenge den alminnelige mening at denne innavlsdepresjon var en direkte (fysiologisk) virkning av befruktingsmåten, men nyere undersøkelser har vist at dette ikke kan være tilfellet.

I den siste mamsalder har det vært arbeidet iheldig på å løse spørsmålet om virkningene av innavlen eksperimentelt både hos dyr og planter. Amerikanerne Shull, East og Jones har f.eks. eksperimentert med mais som pleier å vise sterk innavlsdepresjon.

Som et typisk eksempel på hvordan denne virkning pleier å vise seg, kan vi ta noen avlingstall som Jones har fått i sine eksperimenter. Ved tvungen sjølbestøving gjennom mange år hadde han fått fram maislinjer som var mer ensartet enn mais pleier å være, men de hadde gått så sterkt ned i livskraft at de gav bare omkring en tredjedel av normal avling. Så krysset han sammen to slike innavlde linjer - vi kan kalle dem Pa og Pb - og fikk en kraftig F_1 -generasjon som gav stor avling. Han begynte så med tvungen sjølbefrukting igjen, og avlingene minket i de følgende generasjoner som tallene viser:

	Pa	x	Pb	F_1	i_1	i_2	i_3	i_4	i_5	i_6	i_7
Avling:	19		20	101	69	43	44	23	27	25	27

Tallene viser at når en krysser sammen to innavlede linjer som viser innavlsdepresjon, så stiger livskraften (her uttrykt i avlingsmengden - Bushel pr. acre), men når avkommet igjen blir innavlet ved sjølbefrukting ($i_1 - i_7$), går den igjen ned, sterkt i de første 3-4 generasjoner, siden langsommere, i dette tilfellet ser det ut til at lagmålet er nådd allerede i 4. innavlsgenerasjon, siden går avlingene litt opp og ned etter årgangen. I mange tilfelle fortsetter nedgangen lenger ut gjennom generasjonene; de enkelte innavlslinjer kan oppføre seg ulikt både med omsyn til varigheten og storleiken av nedgangen. I et av Jones' forsøk som ble fortsatt gjennom 30 generasjoner, ble resultatene slik for 4 innavlslinjer:

	Linje A	B	C	D
1 - 5 innavlsgenerasjon	64	51	58	41
6 - 10 " "	45	36	39	34
11 - 15 " "	38	34	30	26
16 - 20 " "	22	24	0	14
21 - 25 " "	20	21	-	13
26 - 30 " "	24	18	-	9

Tallene viser også her avling i bushel pr. acre, for utgangspopulasjonen var tallet 75. Alle linjene viser altså nedgang, men nedgangen er ikke like rask og sterk for alle; for en av linjene er den så sterk at linjen er gått til grunne etter 16 generasjoner innavl.

Slik innavlsdepresjon er påvist hos de aller fleste fremmedbefruktende kulturplanter, men i svært ulike grad både for artene og for ulike innavlslinjer innenfor arten. I regelen er det slik at dess mer avgjort fremmedbefruktet arten er, desto større er også innavlsdepresjonen. Den er f.eks. liten hos kålrot, større hos nepe og enda større hos beten og rug, kløver er av dem som viser sterkest depresjon. Hos timotei kan den også være sterk; Valle på Tammisto i Finnland fikk f.eks. følgende forholdstall for plantevekt: R 100, i_1 79, i_2 27, i_3 19, dvs. etter 3 innavlsgenerasjoner var plantene rene tverger. I andre tilfelle - for annet materiale - har innavl kunnet drives uten nevneverdig nedgang hos timotei.

I alle tilfelle med tydelig innavlsdepresjon har det også vist seg at en får oppgang i livskraft og avling når en krysser sammen innavlede linjer. Denne virkning kalte Shull heterosis-virkning, navnet brukes nå også, skjønt den forklaring Shull gav på forholdet ikke har kunnet opprettholdes.

Når graden av innavlsdepresjon kan variere så sterkt fra art til

art og for ulike linjer innenfor arten, er det klart at den ikke kan være bare en fysiologisk virkning av sjølbefrukting. Den sannsynligste forklaring som no kan gis, er at både depresjonen og heterosisvirkningen i hovedsaken må henge sammen med ulike kombinasjoner av arvefaktorer.

De dårlige egenskaper som innavlen fører med seg, skyldes i hvert fall i en mengde undersøkte tilfelle recessive faktorer som har skadelig virkning i homozygot tilstand, men ikke (eller mindre) i heterozygot.

Et godt eksempel på dette har vi i faktorene for bladgrønt (klorofyll) og bladgrøntfrihet. Hos de fleste av våre kulturplanter (rug, bygg, timotei, reverumpe, potet o.a.) ser en av og til under oppspiringen helt kvite, bladgrøntfri frøplanter. Dette er sjølsagt depresjon i høg grad, for slike planter kan ikke leve lenger enn til opplagsnæringen i frøet er oppbrukt. Det er - også sjølsagt, fordi det gjelder en letalfaktor - en recessiv egenskap.

Hvis det er bare 1 faktor som ligger til grunn for egenskapen kvit, vil heterozygoten ha formelen Bb, avkommet etter sjølbefrukting vil da spalte i forholdet 1 BB : 2 Bb : 1 bb; den siste er altså bladgrøntfri, heterozygotene Bb er grønne som BB, spaltingsforholdet blir 3 grønne : 1 kvit. Dette forhold har vi funnet hos bygg.

Har vi derimot å gjøre med en fremmedbefruktet, f.eks. timotei, så vil under naturlige forhold de få Bb-planter som fins, i de aller fleste tilfelle bli bestøvet av - eller bestøve - planter med formelen BB, avkommet blir da bare BB og Bb (ikke bb), og det viser seg altså ingen skadelig virkning av det dårlige anlegg. Tvinger vi derimot de enkelte timoteiplanter til sjølbefrukting, vil den dårlige arven hos Bb-plantene straks vise seg, fjerdeparten av avkommet vil være uten bladgrønt og derfor dø bort. Innavlen er altså ikke årsak til den dårlige arv, men vel til at den dårlige arv viser seg.

Men dette skulde ikke i og for seg gjøre framgangsmåten ubrukelig i planteforedlingen. Tvert imot skulde vi her ha et middel til å bli kvitt dårlige anlegg i det plantemateriale vi arbeider med. Ved innavl finner vi ut hvilke planter det er som har anlegg for dårlige egenskaper og kan da kassere disse. Planteforedleren kan lettere enn husdyrforedleren bruke dette middel til å renske det materiale han arbeider med for dårlig arv, fordi det enkelte individ hos plantene ikke som hos dyrene har stor økonomisk verdi.

Det skulde etter dette være en brukbar framgangsmåte i foredlingsarbeidet med fremmedbefruktet å tvinge de enkelte planter til sjølbefrukting, velge ut de beste av avkommet, tvinge disse til sjølbefrukting igjen osv. i generasjon etter generasjon til en er blitt kvitt de dårlige arveanlegg og har fått samlet de gode i homozygot tilstand hos noen få planteindivider.

Men framgangsmåten er ikke alltid så grei å bruke, også bortsett fra at den krever lang tid og mye arbeid. Den største vansken ligger i at i de fleste tilfelle blir alt avkom tydelig dårligere enn de planter en

gikk ut fra. Dette kan synes å stride mot den forklaring som er gitt foran; den forklarer hvorfor avkommet gjennomsnittlig kommer til å bli dårligere enn utgangsplanten: Er A en faktor - med fullstendig dominans - for plantestørleik, så vil heterozygoten Aa være like stor som AA, setter vi denne størleiken = 100 og størleiken av recessiven aa = 50, så vil gjennomsnittsstørleiken for avkommet etter sjølbefrukting (1 AA, 2 Aa, 1 aa) bli 87,5, altså mindre enn for foreldreplanten Aa (100). Men her finner vi jo mange enkeltplanter i avkommet som er like store som foreldreplanten. Når vi så sjelden finner det i innavlet avkom, kan det henge sammen med avkommet ikke er tallrikt nok til at de teoretisk mulige beste kombinasjoner har kunnet realiseres. Er f.eks. utgangsplanten heterozygot i 10 faktorer som har innvirkning på livskraft og andre verdiegenskaper, så måtte det til et avkom på 4^{10} = over en million planter for at vi skulde kunne vente å finne 1 plante med alle dominerende faktorer i homozygot tilstand. Det er da forklarlig at vi i det ikke særlig tallrike avkom etter en sjølbestøvning ofte ikke finner noen som er så kraftig som utgangsplanten. De aller fleste av avkommet vil falle i klassene med 4-5-6 av de 10 dominerende faktorer. Det er i det hele en ulempe ved innavl en at utvalgs materialet har lett for å bli for lite, både fordi mange fremmedbefruktere setter lite frø etter tvungen sjølbestøvning, og fordi det er nokså trange grenser for hvor mange planter en kan overkomme å isolere enkeltvis.

Enda om det teoretisk skulde være mulig ved tvungen sjølbefrukting å få fram planter som har alle de dominerende "livskraftfaktorer" i homozygot tilstand, så er det altså i hvert fall store praktiske vansker med å få realisert dette. Og for forelderen vil jo arbeidet lett komme til å se nokså håpløst ut, når alt han får fram ser ut til å bli dårligere enn det han gikk ut fra.

En utveg til å skaffe praktisk brukbare resultater innen rimelig tid er å krysse sammen to innavlede, helst ikke for nær beslektede, linjer. Avkommet i F_1 vil da vise full livskraft igjen, ofte vil de være kraftigere enn det slag en gikk ut fra, fordi mange faktorer for dårlige egenskaper er blitt skilt ut under innavl en.

Årsaken til denne heterosis-virkning, som Shull kalte den, er ikke heterozygotien i og for seg som han mente; virkningen må i hovedsaken komme av at vi ved kryssingen igjen får samlet i det enkelte planteindivid en rekke dominerende faktorer som har innvirkning på livskraften, noen faktorer fra den ene og noen fra den andre av foreldrene.

Et (helt skjematisk) eksempel vil illustrere forholdet. Vi har ved innavl skaffet to homozygote linjer og krysser disse sammen:

P AAbbCCdd x aaBBccDD

F₁ AaBbCcDd

I F₁ har vi altså 4 ulike dominerende faktorer mot bare 2 hos hver av foreldrene. Hvis vi tillegger faktorene samme virkningsverdi som i eksemplet foran, vil F₁ få verdien 400 mot bare 300 for hver av de to linjer.

Heterosisvirkningen vil vise seg på flere måter; plantene blir i regelen større og ofte kraftigere grønne, de viser seg ofte sterkere mot ymse sjukdommer og har i det hele lettere for å greie seg mot vansker i de ytre livsvilkår.

I Amerika har denne framgangsmåten vært brukt med godt resultat i maisforedlingen. Til dels er ikke bare 2, men 2 x 2 innavlede linjer blitt krysset sammen, først er linje a krysset med linje b og linje c med linje d, så er avkommet etter disse to kryssinger krysset sammen for å gi bruksfrø. Foredlingsresultatet kan her ikke nyttes ut på den ellers vanlige måte for korn at foredleren sender ut det foredledde slag for salg til gardbrukere, som siden kan avle sitt såkorn sjøl om han vil. Det er bare F₁-plantene som i fullt mål viser den øking i livskraft og avling som kryssingen medfører. Skal en få full nytte av foredlingsresultatet, må derfor bruksfrøet alltid skaffes ved ny kryssing mellom de innavlede linjer, som altså foredleren (eller andre) stadig må dyrke også i ukrysset tilstand, og dyrkerne må kjøpe nytt såkorn hvert år. Utsæden blir da dyrere enn ellers, men meravlingene har vært så store at det skulde lønne seg likevel.

Heterosisvirkning kan lettest og greiest utnyttes hos plante-slag med vegetativ formering i praksis, for ved denne formeringsmåten gir heterozygoter like ensartet og konstant avkom som homozygoter, her kan en altså uten videre ta ut enkeltplanter i F₁ og oppdra vegetative linjer (kloner) på grunnlag av disse. Slik er det f.eks. med poteter; praktisk talt alle potetsorter er heterozygote i høg grad, og i mange tilfelle henger rimeligvis stor avkastningsevne hos en sort sammen med heterosisvirkning. Her vil denne virkning holde seg uforandret fra år til år, så lenge sorten blir formert vegetativt, og avleren behøver ikke som for mais å kjøpe nytt såkorn hvert år.

På samme måte er det med de mange hagevekster som blir formert

vegetativt som frukttrær, bærbusker, prydbusker osv. Hos mange av de beste slag av disse er det ventelig heterosisvirkning med i spillet. - Når den kjente amerikanske planteforedler Luther Burbank fikk så mange glimrende resultater av sine kompliserte kryssinger (han krysset f.eks. først to slag sammen, så krysset han bastarden med et tredje slag osv.), så kom det nok for en stor del av at han særlig arbeidet med planteslag som blir formert vegetativt i praksis.

Hos planteslag med bare frøformering i praksis er det ikke fullt så greit å utnytte heterosisvirkning, for de aller fleste er det vanskeligere enn for mais også, fordi de ikke som denne har særkjønnede blomsterstander, slik at en som hos mais kan sikre seg at alt avkom blir kryssingsavkom bare ved å klippe av alle han-blomsterstandene før blomstring. Men en vil jo oppnå at en stor del av avkommet blir kryssingsavkom bare ved den enkle framgangsmåte at en blander såfrøet av de to linjer som skal krysses og sår det ut sams, forutsatt at de to har samme blomstringstid. Det er da også til dels oppnådd heterosisvirkning på den måten bl.a. hos rug, og det har i Tyskland og Danmark vært såkorn i handelen framstilt på denne måte ("muldyr-rug"). At resultatene ikke har vært like gode i alle tilfelle, er noe en kunde vente, det vil jo bl.a. avhenge av faktorbesetningen hos de to som blir krysset sammen. Og det har vel ikke alltid vært lagt nok arbeid på å undersøke hvilke linjer som må krysses sammen for å få det beste resultat.

Den innavl som i regelen bør gå foran sammenkryssingen er ikke alltid så lett å gjennomføre, fordi mange fremmedbefruktene gir lite - eller praktisk talt ikke - frø etter tvungen sjelbestøving, og fordi innavlsdepresjonen kan være så sterk at plantene etter et par generasjoner er lite levedyktige. I slike tilfelle kan en bli nødd til å gi avkall på den strengeste form for innavl (sjelbefrukting) og i stedet bruke f.eks. søsken- eller halv søskenparring.

Det er vel tvilsomt om den forklaring som her er gitt på innavls- og heterosisvirkningen, er uttømmende, det er ikke usannsynlig at også andre faktorer kan spille inn. Heribert Nilsson mener f.eks. å ha funnet hos rug at det ikke er bare genetiske årsaker til innavlsdepresjonen, men at den også kommer av at plasmaet er for likt i de to kjønnsceller som gir opphav til det nye individ.

Vegetativ formering. Planteslag med vegetativ formering i praksis er i mange måter like greie å arbeide med for foredleren som sjelbefruktede planteslag med frøformering. I begge tilfelle vil en når en går

ut fra en enkelt plante, få en linje (vegetativ linje = klon, eller ren linje) der alle individer er genetisk like, og linjene vil i begge tilfelle være konstante. Men en vegetativ linje vil nesten aldri være homozygot som en ren linje, så det er altså bare så lenge den blir formert vegetativt at avkommet holder seg ensartet og konstant.

Dette med heterozygotien kan være en ulempe når en vil drive kryssingsforedling, det er ikke så lett å beregne resultatet av en kryssing når foreldrene er heterozygoter. Men på den andre sida har de vegetativt formerte planter også visse fordeler når det gjelder kryssing; de enkelte planter i F_1 kan brukes til grunnlag for nye, vegetative linjer (kloner) uten at det er nødvendig å gjøre nytt utvalg innenfor den enkelte klon. De nye slag er fullt ferdige i F_1 , det er bare å sammenlikne og prøve de ulike kloner en del år for å finne ut hvem som er den beste av dem. Det behøver altså ikke som etter kryssing av sjølbefruktede å gå mange år før en får fram ensartede og konstante slag.

Som det er nevnt foran, har en også i den vegetative formering et godt middel til å utnytte heterosisvirkning. Likeså kan en få nytte av sterile eller lite fertile former som en ofte får etter artskryssinger og som ville være ubrukelige om vi ikke hadde annen formeringsmåte enn frøformeringsmåte.

Vegetativ formering for fremmedbefruktede som i praksis blir formert med frø, kan ha en del verdi som hjelpemiddel under foredlingsarbeidet. Det er lettere å bedømme verdiegenskapene hos en utgangsplante når en har den i flere eksemplarer enn bare ett. Hos grasarter f.eks. kan en dele opp en plante og plante ut delene så en får en hel liten forsøksrute av samme plante og kan da også bestemme avkastningsevnen.

Hos lite fertile arter er det også lettere å få nok frø til sådde forsøk på den måten. For dette formål har den vært brukt både for grasarter, for betes og andre.

- - -

Foredlingsoppgaver.

Hovedoppgaven for planteforedleren er som nevnt i innledningen "å finne eller lage planteformer med arvelige egenskaper som gjør dem mer

tjenlige for dyrkeren eller brukeren enn de slag som før står til rådighet".

Denne større tjenlighet som vi prøver å oppnå, beror igjen på en rekke erkeltegenskaper som dels kan være de samme for flere eller for alle grupper av åkervekster, dels er spesielle for en enkelt gruppe av vekster eller i noen tilfelle bare for en enkelt art, eller som til og med kan være ulike innenfor arten etter som planten eller produktet av den skal være til det ene eller annet slags bruk.

En egenskap som vi gjerne vil ha hos alle åkervekster, er stor masseavkastning.

Likeså kan vi si at det det er ønskelig å ha god kvalitet av avlinga hos alle. Og hos alle kan det også være et foredlingsformål å få oppdratt slag med stor motstandsevne mot sjukdom, en egenskap som forresten pleier å ha innvirkning både på avlingsmasse og kvalitet.

Men også disse foredlingsformål som i og for seg er sams for alle vekster, har høgst ulike betydning for de enkelte grupper av dem, bl.a. fordi det er ulike plantedeler som utgjør avlingsmassen som vi ønsker å øke, ulike kvalitetsegenskaper som er av verdi og ulike sjukdommer det gjelder å skaffe motstandsdyktighet mot. Vi må derfor omtale foredlingsoppgavene særskilt for de viktigste grupper av åkervekster.

Disse oppgaver eller formål uttrykker også de krav vi stiller til en god sort av vedkommende planteslag; derfor er det av interesse å kjenne dem ikke bare for den som sjøl skal drive planteforedling, men for alle som skal dyrke planteslaget.

- - -

Foredlingsoppgaver for kornarter og andre kjernevekster.

1. Stor avkastningsevne. Her er nærmest tenkt på det som har vært kalt "Spesifikk avkastningsevne", d.e. evne til å gi stor avling når det ikke er noen ytre hindringer som motvirker dette; det kan bero på stor assimilasjonsevne, eller - når det gjelder spesielt kornavlinga - stor evne til å føre stoffer over fra de vegetative deler til kornet. Hovedsaken er å få stor kornavling, halmavlinga har mindre verdi, og vi ser gjerne at den blir trengt tilbake når bare kornavlinga øker tilsvarende. Skilnaden mellom en follrik og en mindre follrik sort kan ofte ligge nettopp

i det at den første har evne til å føre en større del av det produserte stoff over i kornet og dermed viser høyere kornprosent, d.e. korn i prosent av samlet avling.

Stor avkastning avhenger ikke bare av den spesifikke avkastnings- evne, men også av en rekke andre enkeltegenskaper som dessuten kan være av verdi på andre måter.

2. Stivt strå er en egenskap som har mye å si for avkastningsevnen, sær- lig under gode vekstvilkår. En sort med veikt strå kan ikke utnytte ri- kelig næringstilgang, den vil legge seg tidlig, og det vil hemme både as- similasjon og stofftransport. Et eksempel fra kvelstoffgjødslingsforsøk vil vise dette:

Gjødslet med kg salpeter:	0		15		30	
Avling i kg pr. dekar av	Halm Korn		Halm Korn		Halm Korn	
Asplundbygg (stråstivt)	254	194	363	289	486	386
Hollebybygg (stråveikt)	254	198	354	258	431	281
Mer for den stråstive	0	- 4	+ 9	+31	457	4105

Disse to sorter gir altså omlag samme avling uten kvelstoffgjøds- ling, men med kvelstoffgjødsling har det stråveike Hollebybygg lagt seg og derfor ikke kunnet utnytte gjødslinga.

Det at vi i vår tid har fått så rikelig tilgang på billig kvel- stoffgjødsel, er en grunn mer til å legge vekt på å skaffe sorter som kan utnytte den best mulig. Særlig i et land som har så små vidder av dyrket jord som vårt, vil det nok være riktig å oppdra sorter som kan utnytte en rikelig næringstilgang, - og så skaffe dem denne næringstil- gang. I land med større jordvidder kan det også være en oppgave å skaf- fe nøysomme sorter. Best er det sjølsagt om samme sort er overlegen bå- de under gode og mindre gode vekstvilkår - allsidige sorter. Gullregn- havren f.eks. er til en viss grad det.

Stråstivheten har også mye å si for kvaliteten av kornet; leg- de gjør at vi får smått og dårlig korn, og muggsopper, fusarium og andre skadesopper har gode arbeidsvilkår i legda.

Stivt strå gir også lettere og billigere skur. Og det er en verdifull egenskap for korn som skal brukes til oversæd ved gjenlegg til eng.

Vi kan ha ulike slag av stråstivhet. Strået kan være skjørt og stivt, da er en utsatt for at strået knekker i det øverste stråledd un- der modninga. Det er seigt og stivt strå vi vil ha.

Kort strå vil virke på samme måte som stivt strå til å motvirke legde, så det kan være en foredlingsoppgave å korte av på strå lengda, særlig hos en så langstrået kornart som rug er dette ønskelig av andre grunner også.

Foruten stivt eller kort strå er også godt rotfeste nødvendig for å unngå legde. En kan til dels få den styggeste legde - helt flattliggende åker - hos stråstive sorter som legger seg fordi rotfestet glipper.

3. Motstandsevne mot sjukdom. Dette er en viktig egenskap, fordi de fleste sjukdommer vil sette ned avlingsmengda og i mange tilfelle også skade kvaliteten, rustsopper og mjøldogg vil f.eks. ofte gjøre at kornene blir små og skrumpne med låg hektolitervekt, stinksot gir kornet stygg lukt og kan sette gråfarge på mjølet osv. For alle soppjukdommer kan en finne sorter med ulike motstandsevne, det er altså en arvelig egenskap. Det kan være ulike årsaker til motstandsevnen, dels anatomiske, f.eks. at soppen ikke kan trenge igjennom epidermis, dels fysiologiske eller kjemiske, at cellene inneholder eller lager stoffer som hindrer eller hemmer soppens vekst.

Det er mest om å gjøre å få oppdratt sorter som er resistente mot slike sjukdommer som vi ellers ikke har noe praktisk brukbart middel imot slike som rustsoppene, mjøldogg o.s.a. Sotsoppene kommer i annen rekke fordi vi kan bli kvitt de fleste av dem ved beising; mot nakent sot hos kveite og bygg vil dog arvelig resistens være verdifull fordi avsopping med varmt vann, som en må bruke her, er nokså brysom.

En vanske ved resistensforedlingen er at det fins så mange fysiologiske raser av de enkelte arter av skadesopper. Av svartrust (*Puccinia graminis* var. *tritici*) er det f.eks. hittil påvist omkring halvannet hundre raser, av de andre rustarter 20-90 raser, av mjøldogg på kveite også et sneis raser, osv. I regelen er en sort resistant bare mot en større eller mindre del av alle disse raser. Det har derfor hendt flere ganger at en foredler har sendt ut en sort som han mente var resistant mot vedkommende sjukdom, men etter noen år kan den bli sterkt angrepet fordi det er kommet inn en ny rase av sjukdomsorganismen. Så må da foredleren med nye kryssinger prøve å få inn resistens mot den også.

Arvelig resistens mot skadeinsekter er sjeldnere enn resistens mot skadesopper. Men det er ikke alle sorter som blir like sterkt skadd av insekter heller. Det kan være fordi utviklingstiden for sorten ikke passer sammen med utviklingen av insektet, eller sorten kan ha større el-

ler mindre evne til å reparere skaden. Slike ulikheter er påvist f.eks. når det gjelder frittflue, kveitemygg o.a.

4. Hardførhet. Det er særlig for de overvintrende kornarter denne egenskap er viktig, for disse er den helt avgjørende for dyrkingsverdien hos oss. Sorter fra mildere strøk går ofte ut om vinteren hos oss, og da er det lite hjelp i om de har alle mulige andre gode egenskaper. - Hardførhet hos høstkorn er en mangesidig egenskap. Foruten evne til å tåle låge kuldegrader trengs det også evne til å unngå oppfrysing, til å greie seg mot isbrann, mot tjukt snødekke på tien jord, mot snømugg osv.

Foredleren vil ofte ha god nytte av det naturlige utvalg når det gjelder hardførhetsforedling. Når en dyrker et kryssingsavkom år etter år, vil vintrene etter hvert utrydde de minst hardføre linjer. Enkelte større foredlingsstasjoner har også fryserom til å prøve evnen til å tåle kulde. Denne evne er bl.a. avhengig av sukkerinnholdet i plantene, eller rettere sagt deres evne til å danne sukker i kaldt vær, derfor kan en få opplysning om den ved å undersøke sukkerinnholdet i plantene.

Hos vårkornartene kan hardførhet mot vårfrøst ha en viss interesse. En egenskap hos vårkorn som kanskje kan kalles hardførhet, er evnen til å føre stoffer fra halm til korn i kjølig vær. Hos havre har de gamle, norske landsorter denne evne i høyre grad enn mange like tidlig innførte.

5. Høvelig modningstid er en egenskap som foredleren må legge stor vekt på i et land som vårt. Vi har bruk for sorter med ulike modningstider her, fordi den veksttid som står til rådighet veksler fra sted til sted, stort sett har vi bruk for tidligere sorter enn land lenger sør. - Egenkapen tidlighet har en viss sammenheng med avkastningen for så vidt som det er lettere å kombinere stor avkastning med sein enn med tidlig modning, som rimelig kan være, fordi seine sorter har lengre assimilasjonstid. Men det er ikke så fast sammenheng at vi ikke kan få fram tidlige, eller i hvert fall halvtidlige sorter som konkurrerer i kornavling med seinere sorter. Og av omsyn til kornkvaliteten må vi ha sorter som modner noenlunde årsikkert med den veksttid vi har.

I sammenheng med modninga må det en kaller "spiringsmodning" nevnes. Hos mange sorter spirer ikke kornet straks etter høsting, enda om det er fullmatet og viser de vanlige modningsmerker, kornet er ikke spiremodent. Før eller seinere utover vinteren blir spireevnen normal, så kornet er fullt brukbart til såkorn om våren.

Denne egenskap fører med seg at kornet er mindre utsatt for å gro under berginga og er for så vidt en nyttig egenskap i et land som vårt med mye regn i bergingstida. Særlig når det gjelder rug som har så alt for lett for å gro, vilde det være av stor verdi om vi kunde skaffe sorter som holdt seg lenger spireumodne.

I visse tilfelle kan den seine spiringsmodning omvendt være en feil som foredleren må prøve å fjerne. Det gjelder for maltbygg som bryggeriene gjerne vil begynne å bruke tidlig på høsten. Asplundbygget har våre bryggerier ikke villet ha av den grunn. - Hos høstkveite har også seie spiringsmodning vært regnet for en feil, fordi det gjør at en ikke godt kan bruke såkorn av årets avl. Spiringsmodninga hos kveite står i sammenheng med faktoren for brunrød kornfarge; kvitkornet kveite har så lett for å gro at den er nesten ubrukelig i vårt regnfulle værslag, og spireumodenheten øker etter som det er en, to eller tre faktorer for rød kornfarge. På Svaløf har de ved kryssing fått plukket ut en av de tre rødfaktorer hos den første Solkveite, fordi den var alt for seint spiremoden.

6. Store, jevnstore og velformede korn. Dette er først og fremst kvalitetssegenskaper. En kunde tenke at store korn også vilde medføre at avlinga ble stor, og vi finner nok også noe oftere folrrike sorter med store enn med små korn, men det er en mengde unnatak fra den regelen, - om det kan kalles en regel. De aller folrrikeste havreslag vi har no, Gullregn og Ørnhavre, er nærmest småkornet, og et av våre folrrikeste byggslag, Asplund, er småkornet. At sammenhengen er så løs, kommer av at kornstorleiken er bare en av de faktorer som har innvirkning på avlingsmengda ($\text{kg korn pr. dekar} = \text{antall planter pr. dekar} \times \text{aks pr. plante} \times \text{korn pr. aks} \times \text{milligram pr. korn}$). Variasjonen i de andre faktorer gjør at de aller mest storkornede sorter ofte kommer til kort i avling.

Kvalitativt skulde store korn være en fordel, fordi overflaten og dermed skallet her skulde bli mindre i forhold til kjerneinnholdet enn hos de små. Men det er slett ikke alltid at storkornede sorter har mindre skallprosent enn småkornede, den nevnte virkning kan oppheves ved at småkornede sorter har tynnere skall, det er f.eks. tilfellet med de ovenfor nevnte, nokså småkornede havre og byggslag.

En kornvare tar seg flottere ut når den er storkornet, og kjøperne vil gjerne overvurdere en storkornet vare. Ved tørgsalg av havre var det f.eks. lettere å få solgt den storkornede Seierhavre enn Gullregn, skjont den siste er vel så god i virkelig kvalitet.

Til grynnavre er ikke størst mulige korn noen fordel, de har lettere for å bli knust under avskalling og pressing enn middels store. I det hele er det sjelden grunn til å legge an på å skaffe sorter med de størst mulige korn, men for små korn er også en feil.

Jamnstore korn gjør at en vare tar seg bedre ut enn når den er en blanding av store og små korn. En viss praktisk verdi kan det også ha. Hos maltbygg vil jamnstore korn gi jammere spiring og omlaging av stoffene. Ved grynmaling gir de jammere avskalling og mindre avfall. På de større havregrynsmøller har ikke dette så mye å si lenger, fordi de har sortermaskiner som kan dele opp varen i partier med ens kornstorleik.

Formen ellers kan det også være en foredlingsoppgave å få forandret. En vil gjerne ha trinne, fyldige korn, fordi disse oftest har mer kjerne i forhold til overflaten (skallet) enn lange og smale. Formen vil ha noen innvirkning på prisen ved at trinne og fyldige korn får høyere hektolitervekt.

7. Tynt skall (liten skallprosent). Skallet er av liten verdi, særlig (inneragnene) hos havre og bygg, forverdien hos havre minker f.eks. med 1 f.e. pr. 100 kg for hver prosent skallmengden stiger, derfor er det en foredlingsoppgave å minke skallprosenten. Det er jo forbrukeren som får nytte av dette, produsenten får slett ikke alltid bedre betaling for tynnskallet korn. Men heldigvis behøver ikke tynt skall å minke masseavkastningen; flere av våre aller fyllrikste sorter har tynt skall.

En kan drive det for vidt også med å prøve å skaffe tynneste mulig skall, fordi en da er mer utsatt for avskalling under tresking. Her er det forresten også andre egenskaper som spiller inn, bl.a. den måte inneragnene omslutter kjernen på, hvis de ikke slutter tett sammen i toppen, har de lettere for å bli revet av. Avskallingen er særlig uheldig for såkorn, men også for grynnavre, fordi de korn som er avskallet før tørking gir mørkere gryn.

I sammenheng med skallprosenten må nevnes dobbeltkorn hos havre, det er korn der innerkornet i småkset vokser inn i agnene til ytterkornet, som da blir uten egen kjerne. En får altså her to sett av inneragner til en enkelt liten kjerne, og er det mange slike dobbeltkorn - som det kan være hos uforedledede landsorter - blir skallprosenten høy. I mange foredledede sorter er en kommet langt med å bli kvitt dobbeltkornene.

Snerp som blir sittende på kornet etter treskinga, er på samme

måte som skallet en verdiløs ballast, og det vil dessuten senke hektolitervekten sterkt. Hos havre har derfor foredlerne helst satt på sorter med minst mulig snerp. - Hos bygg har snerpene mye å si for avkastningen, snerpene assimilerer så lenge de er grønne, og den sterke transpirasjon fra snerpene gjør vel også at saftstrømmen til akset blir større. I hvert fall minker avlinga mye om en klipper av snerpene tidlig i veksttida, og det er hittil ikke funnet noen naturlig snerpløs sort av bygg som kan konkurrere med de beste snerpete i avling. Ellers kunde det nok ha vært bra å bli kvitt snerpene, på grunn av mothakene på dem er bygget ubehagelig å ha med å gjøre under berging og tresking; og de gjør agnene nesten ubrukelige til for. Mye bedre i så måte enn vanlig bygg er de former som har glatte agner uten mothaker.

Hos kveite er det ikke påvist noen slik sammenheng mellom snerp og avling, og vi ser helst at kveiten er snerpløs.

8. Et høvelig kjemisk innhold. Kornartene er først og fremst stivelsesprodusenter, og til visse slags bruk er det en oppgave å få stivelsesinnholdet størst mulig. Dette gjelder maltbygg; stort stivelseinnhold fører automatisk til lågere proteininnhold, og det er også ønskelig her, fordi proteinet over en viss mengde (ca. 10,5 %) virker uheldig ved å gjøre øllet mindre holdbart og ofte mindre klart, og det kan også volde vansker under maltingen.

For korn til annet bruk kan det være en oppgave å øke proteininnholdet, protein har jo større verdi enn kullhydrater. Dessuten står bakeevnen hos kveite i nøye sammenheng med proteinet, noe med mengden av det og noe med sammensetningen av proteinet. Mange foredlede sorter av høstkveite gir mjøl med dårlig bakeevne, fordi foredlerne har lagt for ensidig vekt på masseavkastningen.

I land som eksporterer kveite eller som avler nok til eget bruk, har det vist seg nødvendig for foredlerne å legge seg etter å skaffe kveite med bedre bakeevne, og et middel til det er da å heve proteininnholdet. Til dels vil dette også ha innvirkning på kveiteprisen, i Sverige f.eks. er det pristillegg for proteinrik kveite. I vårt land er dette spørsmål enda ikke fullt så viktig, vi innfører normalt en stor del av den kveite vi bruker, og når vi da passer på å kjøpe proteinrik kveite til blanding med vår egen, kan resultatet bli svært bra, gjerne bedre enn av den proteinrikeste brukt ublandet. Men den kveite som blir dyrket til eget bruk på gardene, blir jo i regelen ikke blandet, så her har god ba-

keevne hos sorten en del å si.

Bakeevnen har i og for seg lite å gjøre med næringsverdien av brødet. Det er mest fysiske egenskaper det gjelder, det at mjølet skal kunne ta opp mye vatn så det blir stor brødvækt, og at det skal gi stort brødvolum på grunn av at porevolumet er stort, og porene skal være jamnstore med tynde porevegger.

9. Ytre egenskaper, utseende, har ikke direkte så stor betydning for verdien når det gjelder kornartene som f.eks. for prydplanter eller for frukt eller visse grønnsakplanter, men indirekte kan noen av dem ha en del å si. En egenskap som kornfargen hos havre har ingen ting å si for næringsverdien, den kan være like bra om det er kvithavre, gulhavre eller svarthavre. Men for avsetningen kan det til dels være avgjørende. Hos oss har det alltid vært vanskelig å få solgt svarthavre; de første år Gullregnhavren var dyrket her, var det mange av kjøperne på torget i Oslo som ikke vilde ha den heller, de trodde den var stabrent fordi den ikke var kvit som den havre de var vant med. Til grynnavre er svarthavre mindre tjenlig fordi de korn som ikke blir avskallet, er så mye mer synlige i grynene enn gul og kvit havre. - Av bygg fins også svartkornede sorter; de vilde rimeligvis også bli avvist hos oss av samme grunn som svarthavren. Foretleren må altså ta noe omsyn til det kjøperne vil ha, enda om egenskapen i og for seg ikke har noen egenverdi.

Hos kveite står kornfargen som før nevnt i sammenheng med en viktig praktisk egenskap. Rødkornet kveite har ikke så lett for å gro i regnfullt vær under berginga, derfor vil vi i vårt og andre land med mye regn ikke gjerne sende ut kvitkornede sorter.

Ensartet kornfarge hos rug har mange foredlere lagt seg etter å skaffe. Landsorter er en blanding av grøgrønne, gule og brune korn. I Europa har de fleste holdt på den grøgrønne farge, fordi de mente den stod i sammenheng med andre gode egenskaper. I Amerika er det laget ensartet gulkornede rugslag, fordi disse gir litt lysere mjøl.

Aksformen ble det lagt stor vekt på av de eldre foredlere, særlig i den tid de drev med masseutvalg. En tid var det Squarehead-formen som var på moten - aks som er tette og derfor tjukkest i toppen -. Sorter med denne aksform pleier å ha stivt strå, men formen har den ulempe at kornene blir sittende for tett i toppen, de klemmer hverandre så de kan bli kantete. I de seinere år holder en derfor mer på jamntette aks. - Skar i aksene (fordiflere eller færre av blomstene ikke setter korn) kan vi ha som arvelig egenskap hos bygg og rug. Det er en foredlingsoppgave

å bli kvitt denne feil.

Opprett, vannrett eller hengende aks er egenskaper som kan ha litt å si. Opprett aks pleier å være tegn på stivt strå, men i regnfullt vær medfører det den ulempe at regnvæte har lett for å samle seg i akset; særlig for rug vil en derfor heller ha noenlunde vannrett aks, slapt hengende aks følger gjerne langt og veikt strå.

Hos havre kan vi ha 1, 2 eller 3 korn i småakset. Enkelte foredlere har før lagt an på å få mest mulig trekornede småaks, i håp om at det også skulde føre til større avling. Det har ikke vist seg å slå til, sorter med mest tokornede småaks er vel så folllrike og gir jammere kornstorleik. Sorter med mye enkornede småaks er derimot lite folllrike. Hos rug har det heller ikke vist seg å være noen fordel ved trekornede småaks framfor de vanlige tokornede.

Lodne eller glatte agner hos kveite er en ytre egenskap med en viss praktisk betydning. Lodne agner gjør at væte holder seg lenger i kornbandet når det blir gjennomvått av regn under berginga og gjør dermed at kornet har lettere for å gro.

Fastsittende korn - så de ikke har for lett for å drysse - er en egenskap som foredlere må være oppmerksom på, særlig hos rug og havre, men også hos de andre.

Store aks var et viktig grunnlag for utvalget i den tid de brukte masseutvalg. Sammenhengen mellom denne egenskap og stor avkastning er omtrent som for store korn, altså nokså løs, det fins folllrike sorter med små aks og omvendt. Storaksede sorter har lett for å bli overvurdert av gardbrukerne, men både denne og mange andre ytre egenskaper har no mindre å si enn før, fordi forsøkene kan gi sikker beskjed om hva sortene duger til.

Foredlingsoppgaver for knollvekster (rotvekster og poteter).

1. Stor avkastningsevne er det også her et avide viktigste formål å oppnå. Her er det også en viss plantedel - knollene - det særlig gjelder å øke mengden av; bladene blir sjelden nyttet hos poteter, og hos rotvekster er de i hvert fall av underordnet verdi.

Til visse slags bruk kan vi legge hovedvekten på å få så stor

masse av knoller som det er mulig. Det gjelder for dem som blir omsatt i fersk tilstand uten at tørrstoffinnholdet i regelen blir undersøkt eller lagt vekt på av kjøperne f.eks. matpoteter eller gulrot og kålrot til mat. Men heller ikke her må tørrstoffinnholdet bli så lågt at knollene virker vasne.

Men det meste av rotvekster blir dyrket til for eller industrielt bruk, og da er det ikke nok at knollmassen er stor; stor avkastning vil her si stor avling av tørrstoff (eller av et bestemt stoff i tørrstoffet) på målet. En egenskap som - ved sida av stor knollmasse - kan hjelpe til å oppnå det er:

2. Stort prosentisk tørrstoffinnhold. Denne egenskapen kan gjøre sorter med bare middels knollmasse konkurransedyktige i tørrstoffavling på målet. Men det ser ut til å være en grense for hvor høgt det lønner seg å drive tørrstoffprosenten opp. For sukkerbeter som er drevet lengst i så måte, er de aller tørrstoffrikeste stammer ikke konkurransedyktige i tørrstoff- (og sukker-)avling på målet.

Stort tørrstoffinnhold kan være nyttig på andre måter også. Tørrstoffrike sorter er gjerne mer holdbare, dessuten slipper en å frakte på så mye vatn; med en nepeavling på 700 kg tørrstoff blir det f.eks. i Kvit mainepe med 14 % tørrstoff 4 tonn vatn å frakte, i f.eks. Greystone med 7 % tørrstoff hele 9 tonn vatn. For fabrikkrotvekster har også dette med frakten en del å si, og i sukkerbeteforedlingen har det også vært tatt hensyn til det. De store foredlingsinstitutter for sukkerbeter fører gjerne stammer med ulike tørrstoffprosent. Klein-Wanzleben har f.eks. stammene:

E = Ertrag, med stor knollmasse, men middels sukker- og tørrstoff-%.

N = Normal, med middels knollmasse og høgre innhold.

Z = Zuckerreich, med liten knollmasse og enda høgre innhold.

Før har de dessuten ført en stamme ZZ med ekstra høg sukker- og tørrstoffprosent, men den er ikke i handelen lenger, fordi den gav for liten tørrstoff- og sukkeravling på målet. De to siste merker var da særlig til bruk for de dyrkere som hadde aller lengste vegen til fabrikkene; E-betene var for dem som dyrket betar tett inntil fabrikkene.

For poteter til fabrikkbruk kan også hensynet til frakten spille en viss rolle.

For bruken til for kan også høg tørrstoffprosent være nyttig, når en bruker svært store mengder av rotvekster. Tørrstofffattige rotvekster vil da fylle for mye og ikke bli så godt utnyttet. Men også her er

det nok en grense som det ikke lønner seg å gå ut over.

3. Høvelig sammensetning av tørrstoffet. For knollvekster til for har det hittil nesten bare vært lagt vekt på stort samlet innhold av tørrstoff; omtrent alt tørrstoff er fordøyelig, og de har da gått ut fra at det ikke spilte så stor rolle hvordan det var sammensatt. Men det er nok mulig at en i framtida vil legge seg etter å øke proteininnholdet (og minke stivelsesinnholdet av serbepsolje) i rotvekstene til for.

For sukkerbeter og poteter til fabrikkbruk kan det være en hovedoppgave for foredlingen å øke innholdet av et visst stoff og minke innholdet av andre. Med sukkerbeter er en også kommet langt i så måte, sukkerinnholdet er øket fra 8-9 % til 17-19 % og saltinnholdet (som motvirker utkrystalliseringen av sukkeret) er minket fra nær 4 til omkring 2 %. Hos fabrikkpoteter er det stivelsesinnholdet det gjelder om å øke, et stoff som her gjerne kan minkes er sukker, som vil gå til spille under stivelsesutvinningen. Storleiken av stivelseskornene er det også grunn til å prøve å øke, storkornet stivelse har bedre glans, og det går mindre til spille av den under utvaskingen.

Når det gjelder knollvekster direkte til mat, må foredleren også være oppmerksom på innholdet av smaksstoffer. Hos gulrot og kålrot vil øking av sukkerinnholdet bedre smaken. Potetene inneholder også smaksstoffer som det kan bli for lite av, så potetene blir helt smakløse, men det kan også bli for mye av smaksstoffer; det er ikke lett å treffe det rette her, fordi folks smak er så forskjellig.

Både for poteter og gulrøtter kan det være en oppgave å øke innholdet av vitamin (henholdsvis C og A).

I sammenheng med stoffinnholdet står også konsistensen av poteter etter koking; de kan være mjølne eller mer eller mindre faste, såpeaktige. Det er særlig forholdet mellom stivelse og proteinstoffer som har innvirkning på denne egenskap, de stivelsesrike pleier å bli mer mjølne. Smaken er ulik når det gjelder denne egenskap også, hos oss ser de fleste gjerne at poteten er noe mjølen, men det kan bli for mye av det, potetene koker da i stykker utvendig før de blir gjennomkokte.

4. Motstandsevne mot sjukdom. For poteter har det vært en av de aller viktigste foredlingsoppgaver å skaffe sorter med stor motstandsevne mot de mange farlige sjukdommer som denne vekst er utsatt for. Det var et av de verdifulleste foredlingsresultater i forrige århundre at foredlerne skaffet sorter som var sterkere mot tørr-råte, som holdt på å umuliggjøre

potetavlen i Europa i 1830-40-årene. Helt løst er denne oppgave ikke enno; i de seinere år har det vært prøvd å komme videre ved kryssing av dyrket potet med ville Solanumarter, særlig *S. demissum*. Også når det gjelder tørr-råteresistens er det den vanske for foredlingen at det fins mange fysiologiske raser av råtesoppen.

Potetkreft kunde kanskje ha blitt en enda farligere sjukdom hvis det ikke hadde vært så vel at det fantes helt immune sorter innenfor arten. I de siste 25 år har da foredlerne arbeidet med å få kombinert denne egenskap med flest mulig andre verdiegenskaper. Det ser ut til at det ikke er noen avgjørende hindring for at dette kan lykkes, men det er tvilsomt om en kan si at aller beste matkvalitet enno er kombinert med kreftimmunitet.

Virussjukdommene er det vanskeligere med, fordi det er så mange av dem og fordi hel immunitet er svært sjelden om den i det hele forekommer. Men det kan sikkert her også oppdras mer resistente sorter.

Motstandsdyktighet mot skurv, stengelråte og rustflekksjuke må foredleren også være oppmerksom på.

I de nærmeste år vil det bli en svært viktig foredlingsoppgave å prøve å lage potetslag som er resistente mot coloradobillen (*Leptinotarsa decemlineata*), den kom inn til Frankrike under forrige verdenskrig og har nå bredd seg til store deler av Mellom-Europa. Her må en nok også ta til hjelp kryssing med villformer av Solanum-slekten, bl.a. den før nevnte *S. demissum* og kanskje særlig visse former av *S. chacoense* som er bent fram giftig for billene.

Hos de egentlige rotvekster er det neppe fullt så mye en kan gjøre for å motvirke sjukdommer ved foredling. Det vilde jo være overordentlig verdifullt om en kunde få fram kålrot- og nepestammer som var immune mot jordloppe; men utsiktene er ikke særlig gode her.

Klumprot er derimot en sjukdom som kan motvirkes ved foredling, særlig av neper har vi sorter med ganske sterk motstandsevne f.eks. den norske stamme Kvit mainepe. Slike sorter kan da brukes i kryssing, det er gjort både her og i Sverige. Av kålrot har vi ingen fullt så resistente, men noen slag som den svenske Østgata og den danske Wilhelmsburger og noen Bangholmstammer er sterkere enn andre.

5. Store, pene knoller. Store knoller kan være et middel til å få stor masseavkastning på målet, og hvis en hos rotvekster bruker samme planteavstand for storknollede og småknollede sorter, vil det jo virke sterkt i den lei. Med mindre planteavstand kan mer småknollede sorter være kon-

kurransedyktige i avling, men de vil gi mer arbeid med tynning, høsting og bruk. Foredlerne av forrotvekster legger derfor vekt på å få store knoller.

Hos poteter har vi stor variasjon i knollstorleiken. Vi har sorter som har dobbelt så store knoller som andre. Også her har dette en del å si for arbeidsutgiftene, med samme avlingsmengde må en plukke opp dobbelt så mange knoller av de siste som av de første. Til for- og fabrikkbruk kan foredleren gjerne prøve å få så store knoller som mulig. Matpotetsorter bør derimot helst ha bare middels store knoller, de svært store er ofte hule innvendig, og en er utsatt for at de koker i stykker utvendig før de rekker å bli gjennomkokte. Jamnstore knoller er også viktig for matpotetsorter.

Knollformen har også mye å si for matpoteter til salg, knollene bør ha jamn overflate med grunne øyer, da går det minst til spille ved skrelling, særlig maskinskrelling, av potetene. Kuleform skulde synes å være det ideelle, men kjøperne vil helst ha den langovale form, som vi har f.eks. hos Magnum bonum.

Hos rotvekster vil vi ikke ha grenete, uregelmessige knoller, ikke bare fordi de er stygge å se på, men særlig fordi de er vanskeligere å ta opp og de drar med seg mer jord. - Runde knoller vil ha fordeler framfor lange ved maskinhøsting. Ensartet knollform er særlig viktig for matrøtter som gulrot, kålrot og matneper, men også foredlere av forrotvekster legger vekt på denne egenskap.

Knollfargen kommer også inn under egenskapen pene knoller. For poteter er det den gulkvite skallfarge som pleier å være best likt hos oss. Den har også den fordel under høstinga at det ikke er så lett å overse knoller som når de har mørkere skallfarge.

Kjøttfargen hos poteter bør være rent kvit eller rent gul uten det gråskjær i fargen som mange sorter har. En feil ved mange potetsorter er også at de blir mer eller mindre gråsvarte etter koking. Det skyldes et stoff, tyrosin, som blir oskydert til et svart stoff, når lufta kommer til ved at kjøttet blir knust ved støt og som nevnt også ved koking. Det er særlig viktig å bli kvitt denne egenskapen hos matpoteter, men det kan ha en del å si også for poteter til stivelsesutvinning.

Hos rotvekster til mat kan det også være en foredlingsoppgave å få en viss kjøttfarge. Hos matkålrot er gul farge bedre likt enn kvit. Hos gulrot rød kjøttfarge bedre enn gul eller kvit, her skal barken, som er sterkere farget enn margen, utgjøre den størst mulige del av rota.

6. God dekkeevne hos riset (bladene). Denne egenskap vil vi gjerne ha fordi det sparer oss mye renskingsarbeid i veksttida, det at plantene sjøl ved hjelp av stor bladmasse hjelper til å døyve ugraset. Dekkeevnen er forresten avhengig både av bladmassen og av bladstillingen; en sort med opprette blad dekker dårligere enn en med utliggende blad. Sukkerbete har stor bladmasse, men opprette blad og dekker derfor ikke særlig godt. Her er dette ikke så farlig, fordi vi av andre grunner gjerne vil radrenske lengst mulig i sukkerbeter. Men for forrøtvekster vil vi helst ha god dekkeevne.

Hos poteter er også smått og dårlig dekkende ris en feil, storrisede sorter har stor evne til å holde ugraset i age på ettersommeren når en bare tar renskinga grundig på forsommeren. Storrisede sorter pleier også å stå seg bedre mot tørke, og de har ikke så lett for å få riset helt ødelagt av en enkelt frostnatt, fordi de øvre deler av riset motvirker varmeutstrålingen fra de nedre deler.

I de siste år er det også prøvd å oppnå større evne til å tåle frost ved kryssing med froststerke ville Solanumarter, særlig *S. acaule* som tåler inntil -8° , dessuten den før nevnte *S. demissum* o.a.

7. Vekstmåten. Hos rotvekster kan knollen vokse mer eller mindre over eller under jorda. Hos flatneper ligger nesten hele knollen ovenpå jorda, rundnepene har 1/3 til 2/3 av knollen under jorda, og langneper har i regelen enda mer under jorda. Hos sukkerbeter og mange gulrotsorter er nesten hele knollen underjordisk.

Mest mulig overjordiske knoller gjør høstarbeidet lettere og rensligere, særlig ved maskinhøsting, og knollene drar mindre jord med seg. Til visse slags bruk har det likevel vært en foredlingsoppgave å få mest mulig underjordisk vekst, således for matgulrøtter fordi den del som stikker over jorda får en amen farge og dårligere smak. Likeså for sukkerbeter, her vil den overjordiske del være fattigere på sukker og rikere på stoffer som motvirker utkrystalliseringen av sukker.

Hos poteter vokser jo knollene normalt under jorda, men noen sorter setter knollene helt oppe i jordskorpa. Det er en feil, fordi knollene her lett vil bli avdekket så lyset kommer til, og de blir grønne og beske. - En foredlingsoppgave hos poteter er å få korte stoloner (utløpere) så potetene blir liggende samlet under planten. Etter frøformering får en ofte utspaltet former med svært lange stoloner, hos slike har knollene lett for å bli avdekket eller skadd under radrensking og hypping.

8. En høvelig veksttid. Når det gjelder produkter som skal markedsføres tidlig, er det viktig å ha sorter med rask utvikling, så de er ferdige til salg tidligst mulig mens prisen enda er høy. For tidligpoteter kan noen få dagers skilnad i utviklingstid være avgjørende for lønnsomheten. Også for steder med kort sommer er det en oppgave å skaffe sorter med rask utvikling.

For sorter til vinterlagring vil vi ha så sein modning at de utnytter fullt ut den veksttid som står til rådighet på stedet. I og for seg er det her ikke nødvendig at de har avsluttet veksten helt før de blir høstet, men de bør ikke være alt for langt fra avslutningen.

I sammenheng med veksttid kan nevnes det vi kaller stokkløping, det er en unormal forkorting av veksttid, - de normalt toårige rotvekster gjør fra seg på ett år når de går i stokka, knollen blir da liten og treen. Det er en viktig foredlingsoppgave, særlig for nordlige land, å bli kvitt anleggene for stokkløping. Kjølig vær i den første tid etter oppspiringa gjør at disse anlegg gir seg utslag i sterk stokkløping. Et middel til å renske materialet for slike anlegg er derfor å så det ut tidligst mulig i kald jord og så kassere alle de stokkløpende planter.

9. Holdbarhet er en viktig egenskap for knollavlinger som skal lagres i lengre tid, og det blir jo i regelen hovedmassen av avlingene. Holdbarheten som arvelig egenskap er avhengig av flere andre egenskaper. Det er nevnt før at tørrstoffrike sorter gjerne er holdbarere enn tørrstofffattige. Sjukdomssterke sorter er også oftest holdbarere enn andre, en del sykdommer går over på knollene og ødelegger disse, andre lager inngangsporter for råteorganismene. Stengelråte og tørr-råte vil av disse grunner ofte føre til blautråte i lagrede poteter.

Enzyminnholdet i potetene har en del å si, enzymrike sorter ånder sterkere og gror tidligere og sterkere, så det blir stort stofftap av den grunn.

Foredlingsoppgaver for eng- og beitevekster.

1. Stor avkastningsevne. Her er det ikke som hos de to foregående grupper en enkelt plantedel som er hovedproduktet, alle overjordiske deler av planten blir brukt til fôr. I regelen er det produsenten som bruker av-

linga til sine egne husdyr, og stor avkastning vil da si stor avling av fordøyelig næring på målet. Helt likeverdige er ikke alle deler av planten, bladene er næringsrikere, særlig proteinrikere, enn stengler og strå, derfor ser vi gjerne at bladmassen er stor.

Stor frøavkastning er ikke så avgjørende som for kornartene, men foredleren må være oppmerksom på den, den må ikke være så liten at frøavlerne vil tape noe nevneverdig ved å bruke stammen til frøavl.

2 og 3. Hardførhet og varighet. Dette er to ulike egenskaper, men det høver best å omtale dem i sammenheng, fordi hardførhet er nødvendig i et land som vårt for at et slag skal være varig. Men hardførhet er ikke det samme som varighet. Høstrug eller grasarten åkerfaks kan være noenlunde like hardføre som timotei, de kan overvintre like godt første år, men dermed har de også gjort fra seg, fordi de ikke har egenskapen varighet, den varige timotei kan derimot leve i mange år. En vekst som har egenskapen varighet i stor monn, men som likevel ofte ikke holder lenge ut hos oss fordi den ikke er hardfør nok, er lusernen.

Når det gjelder å oppdra hardføre eng- og beitevekster, har foredleren god hjelp av det naturlige utvalg. De fleste av våre gras- og kløverslag stammer vel fra frø som i sin tid er innført fra land med mildere værslag; men under de mange overvintringer her i landet er de kjelnere "linjer" etter hvert blitt utryddet, slik at de norske stammer er av de hardføreste som fins. Vi må da prøve å få kombinert denne egenskap med flest mulig andre gode egenskaper. Ulike landsdeler eller i det hele ulike lokaliteter kan også trenge ikke bare ulike grader, men også ulike arter av hardførhet. Et sted trengs kanskje særlig hardførhet mot kulde, et annet sted kan evne til å tåle isbrann være enda viktigere, et tredje sted kanskje evne til å tåle tjukt snødekke. Det kan derfor være mer grunn for lokal foredling for engvekster enn for mange andre, en timotei- eller kløverstamme oppdratt sørpå vil ofte ikke være hardfør nok til å greie vintrene i Nord-Norge.

Varighet er en verdifull egenskap, kanskje i særlig grad i vårt land, fordi vi bruker så langvarig eng. Men varigheten kan bli for stor også for eng som skal veksle med åker. Mange grasarter med utløpere er så varige at de har lett for å holde seg som ugras i åkeren når den skal løse av enga.

4. God buskingsevne, d.e. evne til å sette mange skudd pr. plante er en verdifull egenskap hos eng- og beitegras, den gjør at grasdekket blir tett,

og holder seg tett ved at nye skudd fort fyller ut igjen åpninger i plantedekket. Former med god buskingsevne pleier også å tåle bedre tørke og kulde og andre vansker.

5. Motstandsevne mot sjukdommer. Hos grasarter er det særlig ymse former av rust og andre bladsjukdommer en må passe på. Her kan en ofte se stor skilnad i motstandsevne når en har et materiale av enkeltplanter, noen kan være helt ødelagt av sjukdommen, mens andre står friske og grønne. Tidlig bladvisning av fysiologiske grunner er like lite ønskelig som at de blir ødelagt av sjukdom.

På kløver er det særlig kløverråte og kløverål som er farlig. På Svaløf har de fått laget en stamme - Mercurrødkløver - som er sterk mot disse sjukdommer ved å dyrke kløver til frø år etter år på smittet jord, på den måten har de ved naturlig utvalg fått utryddet alle som hadde liten motstandsevne. Våre norske seinkløverstammer ser også ut til å ha bra motstandsevne mot disse sjukdommene. Men ellers kan det være andre årsaker også til at vi er mye mindre plaget av dem enn Sør-Sverige og Danmark.

5. Vekstmåten. Det er før nevnt at blad er mer næringsrike enn strå, det er derfor en oppgave å få oppdratt bladrike stammer. En kan da være nesten sikker på at foret også blir proteinrikere og lettere fordøyelig, men proteininnholdet kan variere noe uavhengig av bladprosenten også, så på et senere stadium i foredlingen kan det nok bli tale om å gjøre direkte proteinanalyser i enkeltplanter.

Men vi må ha noe strå også hos engvekstene, og i visse tilfelle kan det være ønskelig å ha ganske kraftig strå; der hele avlinga skal tas i en gangs slått, kan vi ikke få riktig store avlinger uten at strået er temmelig stivt. En mjukstrået stamme vil ikke kunne drives så høgt opp i avling f.eks. med rikelig gjødsling, den vil legge seg for tidlig, så de gode vekstvilkår ikke blir utnyttet. Det stive strå er nok en av grunnene til at timotei er så overlegen i avlingsmengde hos oss.

Ved foredling av beitegras er det mer grunn til å legge vekten noe mer ensidig på bladrikdom, og her da særlig på å få mye rotblad. Rotbladene er proteinrikere enn stråblad (hos de siste øker proteininnholdet nedenfra og oppover på strået). Men også beitegrasarter må ha noe strå for frøavlens skyld.

Rask og rikelig gjenvekst etter slått er viktig der de slår to eller flere ganger for sommeren. I denne egenskap er det stor skilnad både mellom artene og mellom stammer eller enkeltplanter innen arten. Sær-

lig viktig er gjenveksten for beitevekster.

Noen grasarter har tuedannende rotstokk, andre krypende (utløpere), av noen grasarter fins begge disse typer. Til vanlig slåtteeng som skal veksle med åker, bruker vi helst tuedannende slag, fordi utløpergrasartene lett kommer igjen som ugras i åkeren. Men til permanent eng og til beite har de siste fordeler nettopp fordi de oftest er varigere, og de har større evne til å holde plantedekket tett og jevnt. Typiske utløpergras er slike som kveke, svingelfaks (bladfaks), engrap, markrap (overjordiske utløpere), krypkvein, rausvingel o.a.

For de tuedannende arter som har de aller tetteste tuer, kan det være en foredlingsoppgave å gjøre tuene noe løsere og åpnere for å få jevnere plantedekke.

7. Høvelig utviklingstid. Engvekstene blir hos oss nesten alltid dyrket flere sammen i blanding, og da vil det være viktig at de er høsteferdige noenlunde samtidig, ellers vil en tape i avlingsmasse om en innretter høstetida etter de tidligste, og i kvalitet om en venter til den seineste er ferdig. Det kan derfor være en foredlingsoppgave å oppdra tidligere eller seinere stammer av en gras- eller kløverart. Det lar seg også nok så lett gjøre, det er stor variasjon i utviklingstempo innenfor de enkelte arter. Våre viktigste engvekstslag, rødkløver, alsikekløver og timotei følges forresten bra i utvikling. Men slike som hundegras, engsvingel, reverumpe, høyhavre, rap o.a. er for tidlige til å høve godt sammen med de først nevnte -- med de stammer vi no har. En utveg var også å lage tidligere kløverstammer til blanding med de tidlige grasslag. Tidlige kløverstammer er mye brukt i noe varmere land, men de er ikke hardføre nok hos oss.

8. En rimelig frøavkastning er som før nevnt nødvendig for at en stamme skal få noen større verdi for praksis. For de vanlige slåttegras har foredlerne ikke lagt større vekt på å øke frøavkastningen ut over det vanlige. For mange beitegras kunde dette i og for seg være ønskelig, men det støter på den vanske at en her av andre grunner vil ha lite strå for å få mer blad. -- For rødkløver er det i høg grad ønskelig å få gjort frøavlingene større og sikrere. Et middel som her har vært prøvd, er å lage kløverstammer med kortere kronrør, så ikke bare humler, men også bier kan hjelpe til mer med bestøvningen. -- For luserne er det en viktig oppgave i vårt land å få oppdratt stammer som kan frøavles her; på den måten kunde vi ved naturlig utvalg få fram hardføre stammer på tilsvarende måte som vi har fått det for kløver og gras. Et slikt arbeid med luserne er påbegynt, men det vil nok ta tid før resultatene foreligger.

Utvalgsmetoder i planteforedlingen.

Alle foredlingsmetoder må nytte utvalg i en eller annen form ; i de aller fleste tilfelle er nettopp utvalget helt avgjørende for resultatet.

En foredler må stadig velge og vrake. Han må f.eks. foreta:

- 1) Valg av utgangsmateriale for foredlingen.
- 2) Utvalg av enkeltplanter innenfor dette materiale.
- 3) Valg mellom avkomslinjer etter enkeltplanter.
- 4) Valg av foreldresorter til kryssing (for å få kombinert disses egenskaper og anlegg).
- 5) Valg av linjer eller sorter til sammenkryssing for å oppnå heterosis.

Et valg forutsetter at det er ulike ting å velge imellom, at det er variasjon i utgangsmaterialet. Og en slik variasjon vet vi det er, - i den grad at en aldri finner to planter som er nøyaktig like.

Men for at ulikhetene skal ha noen verdi som grunnlag for et foredlingsutvalg, må de være arvelige. Ulikheter kan være både arvelige og ikke arvelige etter som de skyldes den ene eller den andre av disse årsaker:

1. Modifikasjoner, d.e. egenskaper som plantene har fått på grunn av ulike ytre påvirkninger som større eller mindre vokserom, næringstilgang, lystilgang osv. Slike ulikheter er etter det vi no vet ikke arvelige.
2. Ulike kombinasjoner av arvefaktorer på grunn av naturlig eller kunstig kryssing for kortere eller lengre tid tilbake. De er arvelige.
3. Mutasjoner, d.e. genetiske ulikheter av andre årsaker enn kryssing. Disse er også arvelige.

Utvalget vil da i regelen ha til oppgave å få tak i det planteindivid eller den linje som har arvelige egenskaper - eller anlegg for arvelige egenskaper - som gjør dem særlig verdifulle for dyrkeren eller brukeren. Det er utformet flere utvalgsmetoder som tar sikte på å løse denne oppgave. Når det er flere metoder og ikke bare en enkelt, skyldes

det bl.a. at en enkelt måte ikke vil passe for alle planteslag eller for alle oppgaver.

De viktigste utvalgsmetoder er:

1. Masseutvalg.
2. Linjeutvalg. = Renlinjeutvalg hos sjølbefrukttere.
= Klonutvalg ved vegetativ formering.
3. Familieutvalg, særlig for fremmedbefrukttere.

Masseutvalg.

Denne metoden går ut på å velge ut flere eller færre - men alltid mange - planteindivider som synes å ha den egenskap eller de egenskaper som er ønskelige. Etter utvalget blir de utvalgte igjen slått sammen og formert sams. Neste år blir i regelen det samme utvalg gjentatt, og utvalget pleier å fortsette år etter år. I stedet for hele planter blir ofte plantedeler utvalgt - formeringsorganer som korn, aks, knoller o.l. - når vedkommende verdiegenskap er knyttet til disse deler.

Masseutvalgsmetoden er nok den eldste foredlingsmetode, den har vel vært praktisert mer eller mindre bevisst så lenge planter har vært dyrket. En gammel form av masseutvalg er kornsortering med bruk av utsorterte store korn til utsæd. Sorteringa har nok først og fremst vært gjort med tanke på å gi såkornet bedre vareegenskaper, altså for å få skilt ut lettkorn, ugrasfrø og avfall o.l., men mange har dessuten håpet på en arvelig virkning, at en ved stadig å sortere ut de store korn til utsæd etter hvert skulde få oppdratt et mer storkornet slag. Og mange mente at dette - i og med at det var mer storkornet - også vilde være follikere. Fra siste halvdel av forrige århundre finner vi ofte slike synsmåter framholdt i landbrukslitteraturen.

P. Nielsen - den første forsøksleder i Danmark - var en av dem som trødde på dette, men han vilde skaffe et helt sikkert bevis for det for å kunne overbevise andre, og han satte derfor fra 1882 i gang forsøk med utvalg etter kornstorleik i havre, toradsbygg og seksradsbygg. Kornet ble såldsortert i 4 klasser: størst, neststørst, nestminst og minst, kornene ble sådd ut og neste år ble avlinga sortert på samme måte. Det ble fortsatt med dette utvalg i 18 år, altså slik at hvert år ble sådd ut de største korn avlet etter de største korn foregående år, og de minste korn etter de minste foregående år, det ble altså gjennomført både positivt og negativt utvalg. Da forsøkene ble endelig oppgjort, viste det seg at utvalget hadde virket, det stadige utvalg av de største korn hadde resul-

tert i en litt mer storkornet stamme enn utgangsmaterialet; enda virksomere var utvalget i negativ lei. Derimot slog det ikke til det P. Nielsen hadde håpet, at de storkornede stammer også skulde være follikere enn de blandede sorter han gikk ut fra, det omvendte var tilfellet. Men i den egenskap som det direkte var valgt ut etter var det altså tydelig virkning.

Av liknende eksempler på virkning av kornsortering kunde det nevnes mange. Men det er også mange eksempler på at utvalg etter kornstorleik ikke har virket hos de sjølbefruktende kornarter.

Begge deler er lett forklarlige med det kjennskap vi no har til arvelovene. I de tilfelle der utvalget har virket, har utgangsmaterialet vært en blanding av linjer med arvelige ulikheter i egenskapen kornstorleik; i de tilfelle utvalget ikke har virket, har alle individer vært genotypisk like i vedkommende egenskap, og de utvalgte store eller små frø har vært bare ikke-arvelige modifikasjoner.

Hos fremmedbefruktere vil det nesten alltid finnes arvelige ulikheter i materialet, så her kan én regne noenlunde sikkert med at en vil få en større eller mindre virkning av masseutvalg. Få Vollebekk har vi f.eks. fått virkning av utvalg etter kornstorleik hos rug, og likeså etter kornfarge. Ved stadig utvalg av grågrønne korn steg prosenten av slike korn fra år til år slik: 58, 66, 81, 90, 92, 98 %. I løpet av 6 år var det altså lyktes å lage en nesten ensartet grågrønnskornet rugsort av et utgangsmateriale med bare vel så halvparten av denne farge. Grågrønn farge er dominant hos rug, derfor tar det lang tid å få fargen helt ensartet, det skulde være mye lettere å få den recessive gulkerne type ensartet, hvis en kan holde fremmedblomsterstøv borte. - Hos den fremmedbefruktende mais er det gjort svært langvarige forsøk (inntil 40 år) med utvalg etter rekketall i akset, etter proteininnhold og etter fettinnhold, i alle tilfelle med tydelig virkning av utvalg både i positiv og negativ lei.

I den praktiske planteforedling var masseutvalg den mest brukte metode i siste halvdel av forrige århundre. Og metoden gav også mange verdifulle resultater. Det mest kjente er økingen av sukkerinnholdet i sukkerbeter, men så ble også arbeidet her gjennomført i så stor målestokk og så systematisk som for ingen annen vekst. De undersøkte hvert år sukkerinnholdet i hundretusener av enkeltbeter og brukte de sukkerrikeste til frøavl. For forrotvekster ble ikke utvalget drevet så systematisk etter en enkelt egenskap, og framgangen er da også mindre her. Det samme gjelder kornartene.

Det kan gjøres et par vektige innvendinger mot masseutvalgsmetoden:

- 1) En vil praktisk talt aldri få helt ensartede og konstante slag,

utvalget vil sjelden føre til at en enkelt ren linje blir isolert.

- 2) En kan ikke velge ut direkte etter den praktisk viktigste egenskap, avkastningsevnen.

Det siste er den viktigste mangel ved metoden. Det gjør at når det gjelder å øke avkastningen, må foredleren for en stor del arbeide i blinde. Han kan nok velge ut store planter, men han kan ikke vite om plantestørleiken i det enkelte tilfelle er en arvelig egenskap eller om den bare skyldes modifikasjon på grunn av bedre ytre kår. Og heller ikke på avkommet kan en her avgjøre om det ene eller det andre har vært tilfellet for den enkelte utvalgte plante, for frøene av de utvalgte planter blir slått sammen før utsåinga.

I stedet for å velge direkte etter avkastningsevnen valgte de derfor etter egenskaper som de mente stod i korrelasjon til avkastningsevnen.

Korrelasjon er en lovmessig sammenheng mellom to eller flere egenskaper, slik at vi kan slutte fra en egenskap til en annen. Matematisk kan en slik korrelasjon uttrykkes ved korrelasjonskoeffisienten og regresjonskoeffisienten for to egenskaper.

Slike korrelasjoner treffer vi stadig på hos plantene, det er egenskaper som mer eller mindre regelmessig følges at (positiv korr.) eller som utelukker hverandre (negativ korr.).

Korrelasjonen kan ha ulike årsaker. For det første genetiske, f.eks. når flere egenskaper beror på en enkelt arvefaktor, så vil disse egenskaper være korrellert; men heller ikke her behøver korrelasjonen å være absolutt, vi har før nevnt et eksempel på dette hos erter, A-faktoren hos erter gir i regelen både fargede blomster og fargeavtegn på akselbladene, men det fins sorter med fargede blomster som ikke har den sistnevnte egenskap; for at den skal komme fram, trengs det en komplementær faktor som ikke er nødvendig for blomsterfargen.

Kobling er også en genetisk årsak til korrelasjon; egenskaper som skyldes faktorer som ligger i samme kromosom, vil i regelen følges at, men denne korrelasjon kan brytes på grunn av "crossing over".

Fysiologiske korrelasjoner er det påvist en mengde av, de er nærmest et uttrykk for den vekselvirkning det alltid vil være mellom de ulike organer eller prosesser hos en plante. Statistisk kan det f.eks. påvises negativ korrelasjon mellom stivelse- og proteininnhold i korn, likeså mellom proteininnhold og masseavkastning hos kveite, eller mellom rotstørleik og tørrstoffprosent hos rotvekster. Slike eksempler fikk i sin

tid enkelte forskere til å hevde at det så godt som alltid er negativ korrelasjon mellom verdiegenskaper, at en ikke kan bedre en verdiegenskap uten å få tilbakegang i en annen. Hvis dette var en almen lov, vilde det jo se nokså håpløst ut for planteforedlerne. Men så galt er det ikke. Som så ofte sier statistikken heller ikke her hele sannheten om forholdet. Statistikken viser de store lovmessigheter, men skjuler ofte unntakene, og det er gjerne de siste som har størst verdi i foredlingen. Om det er negativ korrelasjon mellom to verdiegenskaper, så kan det forekomme korrelasjonsbrytere som forener de to (etter statistikken) uforenlige egenskaper.

Det er mange eksempler på det fra praktisk planteforedling. Schindler påviste f.eks. at det var negativ korrelasjon mellom hardførhet og avkastningsevne hos høstkveite, men bl.a. på Svaløf har de kombinert høge grader av begge disse egenskaper. Det kan statistisk påvises negativ korrelasjon mellom små korn og stor kornavling, men i sorter som Gullregnshavre eller Asplundbygg har vi disse to egenskaper forenet. Det er verdt å merke seg at disse sorter ikke hadde kunnet lages ved masseutvalg etter kornstorleik.

Ved masseutvalg er det i det hele liten utsikt til å få tak i korrelasjonsbrytere. Skal en øke avkastningsevnen ved masseutvalg, må en velge etter egenskaper som er funnet å stå i positiv korrelasjon til avkastningsevnen. Men denne sammenheng er ofte nokså løs. Vi har nevnt at P. Nielsen ikke øket fyllrikheten ved å øke kornstorleiken. I slutten av forrige århundre var det vanlig at foredlerne valgte ut store aks for å øke fyllrikheten; men heller ikke her er sammenhengen fast, i Danmark stod f.eks. en kveitesort med små aks, "Småhvede", i lang tid som den aller beste i avkastning. Ikke en gang samtidig utvalg etter egenskapene store korn, store aks og store planter fører alltid til det beste resultat. Rimpau i Tyskland laget sin Schlandstedrug ved et slikt utvalg, og den har også alle disse egenskaper, men den står likavel under Petkusrugen i avkastning, fordi den med sine store planter ikke tåler å stå så tett.

Foredleren bør være oppmerksom på mulige korrelasjoner også om han bruker andre metoder enn masseutvalg, det er alltid lettere å foredle med en korrelasjon enn mot den. Men det siste kan altså også la seg gjøre, en må bare da bruke andre metoder enn masseutvalg.

Masseutvalgsmetoden er da også praktisk talt oppgitt når det gjelder sjølbefruktende vekster og vekster med vegetativ formering i praksis, fordi vi der har metoder som er avgjort sikrere og bedre. For frem-

medbefruktare er den enda en del brukt, men også for den har vi no metoder som er bedre for de fleste formål.

Det naturlige utvalg er også et slags masseutvalg som en kan ha stor nytte av i foredlingen ved den foreløpige sortering av foredlingsmaterialet som det kan utføre. En kan f.eks. få valgt ut de hardføreste planter i en kryssingspopulasjon av høstkorn ved å dyrke den noen år under vanskelige overvintringsvilkår før en begynner med "kunstig" utvalg. Eller en kan dyrke en kålrot- eller nepestamme på sterkt klumprotsmittet jord og på den måten få utvalgt de planter som har størst motstandsevne mot sjukdommen. På tilsvarende måte kan en få oppdratt kløverstammer som er sterke mot kløver-råte og kløverål, osv. Blant de kulde- eller sjukdoms-resistente former som naturen på denne måten velger ut, kan så foredlere velge ut dem som er best i andre egenskaper. I det hele vil vel nesten alltid det naturlige utvalg virke ved sida av det utvalg som foredlere gjør, i svært mange tilfelle altså til gagn for resultatet, men det omvendte kan nok også inntreffe.

Masseutvalg kan også brukes til å holde en sort ren for innblandinger hvis sorten har greie morfologiske kjennemerker, før ble denne framgangsmåte f.eks. mye brukt i stamsåvlen, men i de seinere år har en for sjølbefruktare gått over til linjeutvalg også til det bruk.

Linjeutvalg.

Framgangsmåten er her at frøene (eller knollene) av de enkelte utvalgte planteindivider ikke som ved masseutvalget blir slått sammen etter utvalget, men utsådd for hver plante for seg, og at avkommet etter hver enkelt plante blir holdt for seg i alle følgende generasjoner. Disse enkeltplanteavkom blir så sammenliknet og prøvd i flere år, og det (eller de) beste av dem eventuelt utsendt som nye sorter.

Hvert slikt enkeltplanteavkom er da hos sjølbefruktare en ren linje (forutsatt at utgangsplanten var homozygot); hos planter med vegetativ formering er hvert enkeltplanteavkom en klon (vegetativ linje).

Skilnaden fra masseutvalget er særlig den at der blir valget gjort etter egenskaper hos enkeltplanter uten noen nøyere prøving av disse, ved linjeutvalget blir valget gjort mellom avkomslinjer etter at disse er grundig prøvd, også med hensyn til avkastning.

De viktigste fordeler ved linjeutvalget er:

1. Det gir høve til individuell avkomsprøving.
2. Det gir høve til valg direkte etter avkastningsevnen.

3. Det kan gi ensartede og konstante slag.
4. Det er ikke nødvendig å fortsette utvalget år etter år.

Renlinjeutvalg for sjølbefruktere. Utgangsmaterialet kan her være en gammel landsort. Slike landsorter inneholder nesten alltid en mengde genotypisk ulike former, som en da kan få utskilt og prøvd ved hjelp av renlinjemetoden. I foredlede sorter som er laget ved masseutvalg kan det også være en del å finne.

I de seinere år er det blitt mer og mer vanlig å skaffe seg utvalgsmateriale ved kunstig kryssing. Her kan en jo ikke begynne med renlinjeutvalg straks, for avkommet etter de enkelte planter vil her for en stor del spalte og altså ikke være rene linjer, men hvis en formerer kryssingsavkommet sams uten utvalg i 6-8 år, vil det meste av spaltingen være unnagjort i mellomtida, så de aller fleste planter vil være homozygoter og gi grunnlag for rene linjer.

Arbeidet begynner da med at en tar ut flere eller færre enkeltplanter av dette utgangsmateriale. Disse enkeltplanter kan tas ut i en vanlig åker eller på et stykke som er tilsådd særskilt for formålet. Det siste har den fordel at en kan så tynt, så de enkelte planter blir store og kraftige med mange aks og korn; en får da et tallrikere avkom etter hver plante og dermed noe sikrere prøving av avkommet første år. Av samme grunn tar en også helst store planter når en tar dem ut i en vanlig åker. Noen arvelig virkning venter vi sjølsagt ikke av et slikt utvalg av store planter.

I det hele er det ikke grunn til å legge noen overdreven vekt på hvordan de ser ut de planter vi tar ut, det er f.eks. ikke nødvendig å foreta målinger og undersøkelser av de enkelte planter som det ofte ble brukt ved masseutvalg. Ved linjeutvalg skal vi ikke velge mellom enkeltplanter, men mellom enkeltplanteavkom etter at disse først er sammenliknet og prøvd. Men helt i blinde bør en jo ikke ta ut; ser vi planter som synes å utmerke seg på en eller annen måte, f.eks. sjukdomsfrie planter i en ellers sjukdomsfengt åker eller stående planter i en ellers liggende åker, tar vi dem sjølsagt med. Likeså planter med avvikende morfologiske kjennetegn som kan tjene som sortskjennemerker.

Viktigere er det at en tar ut så mange planter som en kan overkomme å prøve avkommet etter. Dess flere linjer en tar med i prøvingen, dess større utsikt er det til at en blant dem har fått med de verdifulleste linjer i utgangsmaterialet. Noen hundre enkeltplanter bør en i hvert fall ta ut og helst mange flere.

Frøene av disse enkeltplanter blir så neste vår (eller for høst-sådd samme høst) utsådd for hver plante for seg i rader eller små ruter ved sida av hverandre. Til såinga blir gjerne brukt markør av et eller annet slag, slik at frøene blir sådd med jamn avstand og like mange frø fra hver enkelt plante, så en kan få en noenlunde pålitelig sammenlikning av avkastningen allerede i første prøveår.

Under veksten må så de rene linjer - som vi no altså har - studeres nøye og alt som kan være av interesse noteres f.eks. aksskytningstid (som mål for tidlighet), tilbøyelighet til legde, sjukdommer, modningstid osv. Ensartetheten får en også se på, for det kan jo treffe at en eller annen av de uttatte planter er heterozygot; særlig når en arbeider med kryssingsmateriale, må en være forberedt på det.

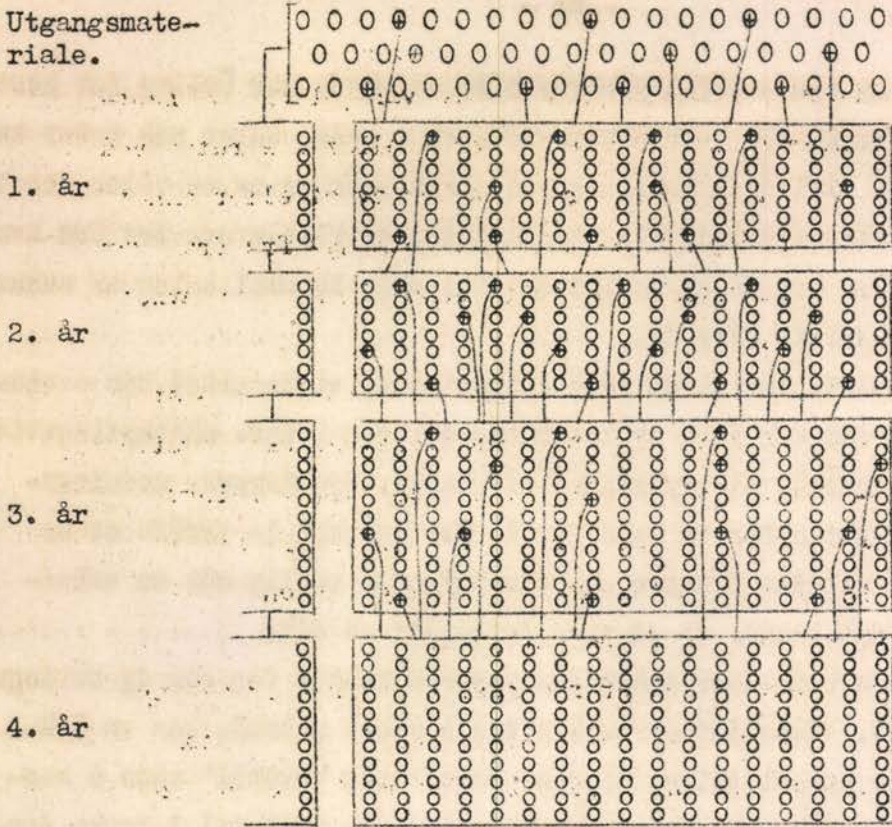
Om høsten blir hver smårute eller rad høstet for seg og avlinga av lo og korn veid. Hvis det er om å gjøre å spare arbeid, kan en nok uten skade kassere en hel del av linjene bare etter "øymål" uten å koste på tresking og veiing av alle. En vil ofte være nødt til å bruke denne utveg hvis materialet er så stort som det helst bør være.

Avkastningsbedømmelsen blir sjølsagt noe usikker når den skal skje på grunnlag av avlingsvekten av bare en enkelt rute med kanskje høgst 100 planter. Men det er viktig å kunne begynne med avkastningsbedømmelse allerede første år for så tidlig som mulig å ha et grunnlag for kassering av linjer som er mindreverdige. Materialet kan da være så mye større til å begynne med - med de fordeler det medfører - uten at arbeidet blir uoverkommelig. Det er lettere å prøve 1000 linjer første år enn femteparten så mange i de følgende. Og om vi f.eks. kasserer tredjeparten av linjene etter avkastningen i første år, er det liten fare for at den fyllrikste linje er mellom de kasserte. Foruten de som synes underlegne i avkastning, bør også de som viser andre uheldige egenskaper i regelen kasseres, f.eks. linjer som er sjukelige for veike i strået, for seine osv. De linjer som en skal fortsette prøvingen av, må få et nummer eller annet merke, f.eks. det rad- eller rutenummer de har hatt på feltet første år.

Første år blir det som nevnt bare 1 rute eller rad av hver linje. I de følgende år bør det være flere parallellruter for å få sikrere sammenlikning; det vil da også være såkorn nok til flere, og det vil bli plass til flere, fordi det hvert år blir kassert flere eller færre av linjene. Når det blir såkorn nok til det - i regelen i 3. eller 4. år - bør forsøkene (sammenlikningen) utføres under dyrkingsvilkår noenlunde som i praksis, bl.a. med vanlig tett radsåing.

Eksempel på masseutvalg:

Utgangsmateriale.



Formering av de ikke utvalgte planter til salg som foredlet såkorn.

Formering som ovenfor

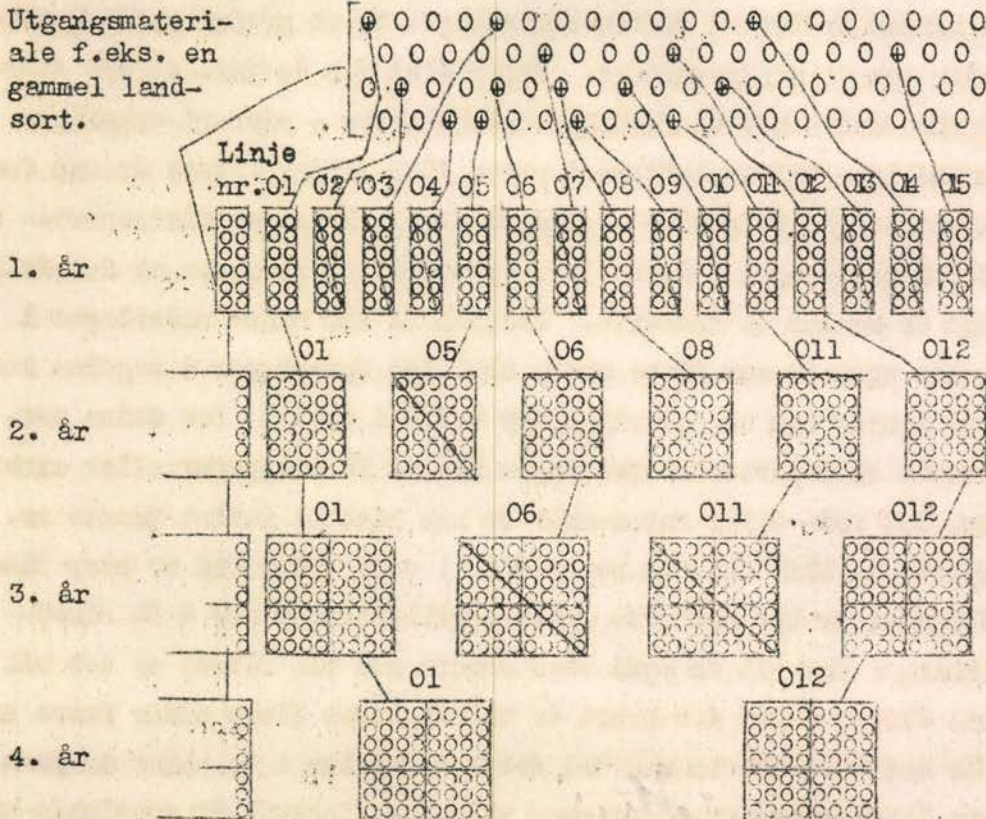
osv.

o o o = enkelte planter

• • • = utvalgte planter (alle de utvalgte tilsammen utgjør den såkalte elite)

Eksempel på renlinjeutvalg hos selvbefruktare:

Utgangsmateriale f.eks. en gammel land-sort.



osv.
2 à 400 nr.

osv.
1 à 200 nr.

osv.
20 à 40 nr.

osv.
10 à 20 nr.

oooo = enkelte planter. @ = utvalgte planter.

oooooo = forsøks-formeringsruter hver med en ren linje.

oooooo = kasserte linjer.

Etter 5-6 års prøving hos foredleren skulde det være noenlunde sikkert påvist hvilken av linjene er den beste, og om den er bedre enn de beste eldre sorter, som også bør være representert i forsøkene. Deretter følger en like lang prøvetid på spredte forsøksfelter utover bygdene før den nye sort blir sendt ut til bruk i praksis. Til dels kan enda lengre prøvetid være nødvendig, for det er ikke alle egenskaper som kan bedømmes i alle år f.eks. hardførhet hos høstkorn, stråstivhet, motstandsevne mot visse sjukdommer o.l. Ved større, velutstyrte foredlingsinstitutter kan de ofte vinne tid ved å undersøke slike egenskaper direkte ved prøving i fryserom, ved særskilte apparater til prøving av stråstivheten og ved kunstig smitting med vedkommende sjukdom.

Ofte vil en under foredlingsarbeid etter renlinjemetoden treffe på linjer som visstnok ikke synes lovende med hensyn til avkastning, men som kan ha en eller annen ønskelig enkeltegenskap. Så lenge en ikke hadde noen annen foredlingsmetode enn utvalg, hadde ikke slike linjer noen større praktisk verdi. Men spørsmålet er kommet i en helt ny stilling siden den planmessige kryssing er innført i foredlingsarbeidet. Vi kan nå få utnyttet en slik verdifull enkeltegenskap hos en linje som kanskje i alle måter ellers er undermåls ved å krysse den med en annen linje eller sort som har de andre verdiegenskaper. Dette er en følge av at de enheter kryssingsforedleren opererer med ikke er den enkelte rene linje, men de enkelte arvefaktorer som ligger til grunn for egenskapene.

Derfor bør en nå ikke se bare på den gjennomsnittlige avkastning og kassere alle som ikke holder mål i så måte. Det gjelder å studere også andre verdiegenskaper så nøye som mulig. Det er f.eks. sannsynlig at det innenfor våre gamle landsorter fins verdifulle enkeltegenskaper som kunde komme til nytte på denne måten. Derfor er det ikke bare bra at disse blir fortrent av foredlede sorter og forsvinner før de er blitt grundig analysert ved renlinjeutvalg.

Den framgangsmåte som her er skissert for renlinjeutvalg hos sjølbefruktede, gjelder først og fremst når utgangsmaterialet er en gammel landsort e.l. Her vil praktisk talt alle planteindivider være homozygote og altså gi konstant og ensartet avkom; ved den ene gangs utvalg skulde her være oppnådd alt det som i det hele kan oppnås ved utvalg.

Det er en del foredlere, særlig av de noe eldre, som holder på at utvalget bør fortsettes også innenfor den rene linje, de tar årlig ut enkeltplanter igjen av hvert enkeltplanteavkom. I Tyskland har denne måten vært så vanlig at den er blitt kalt "den tyske metode". De interes-

serte anfører mange grunner for framgangsmåten, men den viktigste - (som i regelen ikke blir nevnt) - er vel den forretningsmessige at foredlerne - som her gjerne er private foretninger - på den måten kan gi inntrykk av at de kan skaffe bedre såkorn enn gårdbrukerne sjøl kan avle eller andre såvareforetninger skaffe.

Dette årlig gjentatte utvalg i en mengde linjer blir sjølsagt arbeidskrevende og dyrt, eller det fører til at en må nøye seg med et fåtalligere utgangsmateriale med mindre utsikt til å få tak i de aller beste linjer. Og dette stadig gjentatte utvalg skulde være unødvendig når utgangsmaterialet er noenlunde homozygot. Litt annerledes kan saken stille seg hvis det er kryssingsmateriale en arbeider med, og en begynner med utvalget litt tidlig før det meste av spaltingen er ferdig. Men heller ikke da er det nødvendig med nytt utvalg i hver generasjon, en kan vente med det til prøvingen av avkomslinjene har gitt litt inntrykk av hva de enkelte linjer dner til.

Før en ny linje skal sendes ut til bruk i praksis, bør det i alle tilfelle gjøres nytt enkeltplanteutvalg i den for å sikre seg at den er ensartet og ren. Under de mange års dyrking på forsøksfeltene side om side med en mengde andre linjer og sorter vil den enkelte linje lett bli forurenset ved mekanisk innblanding og til dels ved naturlig kryssing.

Også etter at en renlinjesort er utsendt, vil det være nødvendig med visse mellomrom å gjøre nytt renlinjeutvalg i den for å sikre seg at den virkelig er ren, for også i praksis vil det forekomme mekanisk innblanding, naturlig kryssing og mutasjoner. I stamsædavlten bruker vi no for sjølbefruktene nytt renlinjeutvalg med 4-5 års mellomrom for å renske sortene for slike forurenninger. Men her blir da i regelen ikke bare avkom etter en enkelt plante brukt, alle linjer som en finner å være identiske blir slått sammen og formert opp til såkorn.

Linjeutvalg hos planter med vegetativ formering (klonutvalg).

Av åkervekster som blir formert vegetativt i praksis, har vi hos oss ikke andre enn poteter.

Framgangsmåten med - og resultatet av - foredlingsarbeidet blir i mange måter som for sjølbefruktene.

Også for poteter kan det bli tale om å bruke en gammel landsort som utgangsmateriale. I slike gamle sorter vil det ofte finnes flere ulike former; de kan være kommet der ved mekanisk innblanding eller ved knoppmutasjoner, eller om det er en svært gammel sort, kan uensartetheten komme av at sorten i sin tid er laget ved frøutsæd uten at det er gjort noe utvalg blant frøplantene eller de kloner som stammer fra disse. Vi har

eksempler også fra vårt eget land på at garbrukere har laget potetslag ved frøutsæd.

I nyere foredlede potetslag, som i regelen er avkom etter en enkelt plante, kan en ikke vente å finne mange genetisk avvikende former; en kan nok finne mange avvikende planter, men årsaken er da gjerne ulike virusangrep.

Når en vil prøve å få isolert de verdifulleste former i et uensartet potetslag, må en også her begynne med å ta ut enkeltplanter. I veksttida går en over potetåkeren og merker ut med nedsatte stokker e.l. planter som synes å utmerke seg framfor de andre i en eller annen egenskap, f.eks. ved kraftig vekst, og særlig bør en merke seg friske planter i en ellers sjukdomsskadd åker. Ved høstinga blir plantene tatt opp enkeltvis og knollene fra hver plante lagt i en haug for seg. Så velger en blant disse hauger f.eks. 100 av dem som viser de fleste, største eller peneste knoller, putter dem i hver sin pose eller kasse og gjemmer dem i kjelleren til neste vår.

Da blir potetene satt på små parseller (rader), like mange knoller av hvert nummer (klon). I veksttida og ved opptakinga blir så notert alt som kan være av interesse for sammenlikningen og vurderingen av de enkelte kloner. Særlig må en være oppmerksom på sjukdommer på ris og knoller. Avlinga av hver klon må veies og tørrstoffinnholdet undersøkes, knollform og farge må også noteres.

På grunnlag av avlingstallene og de opplysninger undersøkelsen har gitt om andre verdiegenskaper, kan da en stor del av de 100 kloner kasseres. Med resten blir det neste år gjort sammenliknende forsøk, og da på større ruter og helst flere ruter av hver klon. Et par av de beste eldre slag bør også være med i sammenlikningen. Om høsten kan så igjen flere eller færre av klonene kasseres. Etter enda 3-4 års sammenlikning av de resterende kloner innbyrdes og med de beste eldre potetslag skulde det kunne avgjøres om noen av klonene er så verdifulle at det er grunn til å sende den ut som et nytt slag.

Som nevnt kan en ikke vente å finne svært mange ulike former ved klonutvalg i et eldre potetslag. Som egentlig foredlingsmetode er heller ikke framgangsmåten mye brukt i vår tid. Men den er svært bra til å holde et potetslag rent for innblandinger og til å rense det for virus-sjukdommer og stengelrøte.

Et mye form rikere utgangsmateriale vil en få ved å foreta en frøformering, og det er den vanlige framgangsmåte i potetforedlingen.

Frøene kan en skaffe seg på to måter: En kan ta "toppepler" som en finner i potetåkeren; frøene i disse er vel oftest framkommet etter sjølbestøving. Fremmedbestøving kan nok foregå hos poteter, men også om støvet skulde være kommet fra en annen plante, vil det her i regelen genetisk sett bli å regne for sjølbefrukting, for de aller fleste planter i en potetåker hører til samme klon og er så å si bare deler av en og samme plante.

Eller en kan skaffe seg frø ved kunstig kryssing. Kryssingen er lett å utføre når en har å gjøre med sorter som kan sette frø. Men det er en vanske ved frøformering av poteter og dermed for foredlingen,

at det er så mange, særlig av de aller beste sorter, som ikke setter frø. Årsaken er oftest at de ikke lager blomsterstøv eller i hvert fall ikke befruktingsdyktig blomsterstøv, blomstene visner da eller knoppene detter av uten å sette frukt. Det er derfor forholdsvis få potetslag som kan brukes til farplanter, derimot kan de fleste brukes som morplanter. Ved kunstig bestøving med støv fra en "fruktbar" farplante kan en således få frø på de aller fleste potetslag som ellers aldri setter frø.

En vil få overordentlig stor variasjon i avkommet etter frøfor-
mering hos poteter - også etter sjølbestøving, fordi praktisk talt alle potetplanter er heterozygoter i en mengde egenskaper. Variasjonen er så stor at det nok kunde la seg gjøre å oppdra på hundrevis av potetslag av frø fra en enkelt plante.

I regelen vil frø etter kunstig kryssing være å foretrekke fram-
for frø etter sjølbestøving. Ved den kunstige kryssing kan vi prøve å få kombinert verdifulle egenskaper fra to ulike potetslag f.eks. stor avkast-
ning fra det ene med god kvalitet eller motstandsevne mot sjukdom fra et annet. Som før nevnt kan det også være tale om å bruke ville Solanumar-
ter til innkryssing i vanlig potet for å få innført i denne slike egen-
skaper som motstandsevne mot frost, mot tørr-råte, mot virussjukdommer
eller mot coloradobillen. Men en kan ikke vente med en enkelt kryssing
å få kombinert slike egenskaper med alle de mange verdiegenskaper som vi
krever av et godt potetslag. Også ellers kan det være noe vanskeligere
å drive planmessig kombinasjonsarbeid med poteter enn f.eks. med de sjøl-
befruktende kornarter, nettopp fordi alle potetplanter - praktisk talt -
er heterozygoter, så det er vanskeligere å vite hvilke faktorer og egen-
skaper vi kommer til å kombinere.

Men i visse måter kan det nok også sies at føredlingsarbeidet
er lettere for poteter. Således ligger det en fordel i at kryssingsavkom-
met her på grunn av den vegetative formering er konstant allerede fra F_1 ,
slik at vi kan begynne utvalget av kloner i denne generasjon, uten at det
siden er nødvendig å gjøre nytt utvalg innenfor den enkelte klon. Som før
nevnt er det også en fordel at en mulig heterosisvirkning her så å si er
fastlagt, vi behøver ikke som f.eks. hos mais å gjenta kryssingen hvert
år for å få nytte av heterosisvirkningen. Det er ikke usamsynlig at
"livskraften" hos mange av våre bedre potetsorter for en større eller mind-
re del beror på heterosisvirkning. Det skulde være mer utsikt til å få
en slik virkning når en skaffer seg frø ved kryssing enn når en tar det
etter sjølbestøving. En annen sak er det at det kan være grunn til å

bruke sjelbestøving (innavl) også iblant for å bli kvitt dårlige arveanlegg, og for å skaffe kloner som er homozygote for visse, særlig viktige verdiegenskaper; slike kloner vil være av stor verdi for det fortsatte foredlingsarbeid.

De frukter (toppepler) som en får etter kryssing eller sjelbefrukting lar en først ligge en tid til ettermodning; når de er blitt mjuke, klemmer en dem sund under vatn og vasker ut og tørker frøene.

Tidlig på våren (i mars eller april) blir frøene sådd ut i kasser inne i hus, plantene blir omplantet med litt større mellomrom, også helst i kasser, og når faren for vårfrost er over, blir de plantet ut på feltet i rader med f.eks. 60 cm mellom radene og 40-50 cm mellom plantene i raden.

Også her er det om å gjøre å ha stort materiale, og det er ikke særlig vanskelig å skaffe det, det er ofte 200 eller flere frø i en enkelt frukt, så en kan lett få 1000 frøplanter fra en potetplante.

Første året vil potetknollene i regelen være mindre enn "normalt" (til dels også andre året), så de nye klonene kan ikke da direkte sammenliknes med eldre potetsorter. Men innbyrdes kan de nye klonene sammenliknes, og det vil alltid være en stor del av dem som kan kasseres bare etter øyemål f.eks. fordi de har for få, for små eller for stygge knoller, fordi de har for lange utløpere eller plantene for svak vekst.

Andre året blir så knollene av de kloner som blir igjen, satt ut. Det blir no flere planter av hver klon og derfor noe sikrere sammenlikning, en kan nok da kassere f.eks. tre fjerdedeler av klonene uten at det er større fare for at en kasserer noe særlig verdifullt. I hvert fall fra og med tredje året bør også foreldreslagene eller andre av de beste eldre potetslag være med i sammenlikningen.

Framgangsmåten med prøvingen videre blir omtrent den samme som er omtalt foran for klonutvalg i et gammelt potetslag eller som i vanlige sortforsøk med poteter. Først og fremst må avlingsmengde og tørrstoffinnhold undersøkes, dessuten flest mulig av de verdiegenskaper som er nevnt under foredlingsoppgaver. Forholdet overfor sjukdommer er det alltid viktig å skaffe seg greie på, for matpoteter også en rekke kvalitets-egenskaper, det vil bl.a. være nødvendig å foreta koke- og smaksprøver.

Heller ikke her kan en vente å finne svært mange kloner som er avgjort bedre enn det beste en har før; det har vært regnet med at en må ha et utgangsmateriale på minst 30 000 kloner for at det skal være noe større utsikt til det, men en kan jo være mer og mindre heldig også.

Som før nevnt er kloner omtrent like konstante som rene linjer, det er derfor ikke nødvendig å gjøre noe nytt utvalg innenfor den enkelte klon under foredlingsarbeidet, men når en ny sort skal sendes ut, må en også her gå den igjennom med nytt klonutvalg for å sikre seg at den er ren for mekaniske innblandinger og fri for sjukdommer som kan overføres med knollene. I stamsåvlen må dette utvalg gjentas så ofte det er nødvendig.

Etter samme prinsipp som for poteter kan foredlingen drives med de grasarter som har apomiktisk frøformering. Likeså med de mange hagevekster som i praksis blir formert vegetativt med pødekviser, stiklinger, avleggere, knoller, rotstokker, løk o.l.

Utvalgsmåter for fremmedbefruktere med frøformering i praksis.

Som før omtalt byr fremmedbefruktene på atskillig større vansker for foredlere enn sjølbefruktene, særlig når det gjelder å skaffe mest mulig ensartede og konstante slag. Og det må brukes andre framgangsmåter for å nå målet.

Rent teknisk sett er det forresten ingen ting i vegen for å arbeide på samme måte f.eks. med den fremmedbefruktende rug som med de sjølbefruktende kornarter. Men arbeidet vil ikke føre til det samme resultat.

Vi kan tenke oss at vi vil prøve å foredle rug etter samme framgangsmåte som er omtalt under renlinjeutvalg, at vi altså tar ut enkeltplanter og sår ut frøene av disse i rader ved sida av hverandre for å få formert dem opp og for å få sammenliknet avkastningsevnen hos de ulike avkomstlinjer (som her altså ikke er rene linjer). Det vil også her vise seg skilnad mellom linjene i avkastning og andre egenskaper, og skilnaden vil delvis ha sin grunn i ulike arvelige anlegg. Men vi kan her ikke regne med at de linjer som var best dette året, vil være like overlegne, om vi prøver dem om igjen neste år. For under formeringen er de blitt noe annet enn de var; de har krysset seg med de linjer som stod omkring og like ofte med dårlige som med gode linjer, eller rettere sagt, de aller beste linjer - som alltid vil være i mindretall - har i regelen krysset seg med dårligere. Denne kryssing vil gjenta seg hvert år så lenge prøvingen pågår, og når denne etter 6-10 år skulde være ferdig, vil nok det meste av den overlegenhet de beste utgangslinjer viste, være utvasket.

Denne framgangsmåte, som har gitt så gode resultater for sjølbefruktere, fører altså ikke fram for fremmedbefruktene. Det må finnes andre metoder.

Under utformingen av disse metoder er det særlig to ting en må være oppmerksom på.

1. Det må finnes utveger til å unngå at de utvalgte beste linjer igjen blir utskjemt ved kryssbefrukting fra andre, mindreverdige linjer.
2. Fordi praktisk talt alle individer her er heterozygoter, og altså vil gi spalting i avkommet, kan vi ikke her nøye oss med bare en gangs utvalg. Utvalget må gjentas år etter år i avkommet etter de utvalgte planter, skal vi få fram noenlunde ensartede slag.

Noen enkelt metode som er den beste for alle fremmedbefruktende planteslag, har vi ikke. Visse særegenskaper hos de enkelte planteslag gjør at det til dels kan bli nokså store ulikheter i metodene.

Av ting som spiller inn her kan nevnes:

1. Om planteslaget er absolutt fremmedbefruktende, eller om det mer eller mindre lett kan tvinges til sjølbefrukting.
2. Om tvungen sjølbefrukting fører til stor innavlsdepresjon eller ikke.
3. Om bedømmelsen av plantenes "avlsverdi" kan gjøres før blomstring som for rotvekster og delvis engvekster, eller først etter blomstring og modning som hos rug.
4. Om planteslaget også lett kan formeres vegetativt eller ikke.

Masseutvalg kan brukes for alle fremmedbefruktende, og den måten har holdt seg lenger for dem enn for sjølbefruktende, ikke fordi den er tilfredsstillende for de første heller, men fordi det har vært vanskeligere å gjennomføre mer rasjonelle metoder her.

Som vi har sett eksempler på, lar det seg gjøre ved gjentatt masseutvalg å forandre et fremmedbefruktende planteslag (eks. kornfargen, kornstorleiken eller plantestørleiken hos rug, sukkerinnholdet hos betor, protein- eller fettinnholdet hos mais). Men det går i alle tilfelle smått, og når det gjelder den viktigste verdiegenskap - avkastningsevnen - blir det i stor monn å arbeide i blinde, fordi vi ikke har den individuelle avkomsprøving til rettleiing.

Masseutvalg er likevel brukt ikke så lite enno bl.a. for rotvekster og for grønnsaks- og andre hagevekster, ikke alltid for å gjøre dem bedre enn de er, men for å hindre at de blir dårligere. De gjør hvert år utvalg av de tilsynelatende beste og mest typeekte planter og avler stamfrø på disse.

Det er for sukkerbeter masseutvalget har vært mest systematisk gjennomført, og det er også her det har gitt de beste resultater. Som et eksempel på hvordan metoden ble gjennomført, kan vi ta Erhard Fredriksens

sukkerbeteforedling i Danmark i siste del av forrige århundre. Han valgte hvert år ut i et materiale på 800 000 planter, skjematisk var framgangs-måten slik:

1. år: 1. utvalg av røtter	800 eliterøtter (1 ‰)	8000 stamrøtter (1 ‰)	
2. år: Frøavl	Elitefrøavl	Stamfrøavl	
3. år: 2. utvalg av røtter	800 eliterøtter	8000 stamrøtter	Røtter til bruksfrøavl
4. år: Frøavl	Elitefrøavl	Stamfrøavl	Bruksfrøavl
5. år: 3. utvalg av røtter	800 eliterøtter	8000 stamrøtter	Røtter til bruksfrøavl
6. år: Frøavl	Elitefrøavl	Stamfrøavl	Bruksfrøavl
Osv.			

Det ble først gjort en skarp sortering etter ytre egenskaper så bare omkring fjerdeparten av de 800 000 røtter ble igjen. Denne fjerdepart ble så om vinteren undersøkt nøyere, rot for rot, på vekt, sukkerinnhold, saftrenhet o.a. og den aller beste ‰ av dem utvalgt som elite for det fortsatte foredlingsarbeid, og den nest beste ‰ av den ble tatt ut som grunnlag for stamfrøavlen.

På tilsvarende måte, men ofte i enda mye større omfang, ble sukkerbeteforedlingen drevet ved de store foredlingsinstitutter i Tyskland og Frankrike.

For forrotvekster har foredlingen også vært drevet etter det samme skjema, men her i mindre omfang og med mindre inngående undersøkelser av røttene; sukkerinnhold og saftrenhet har jo mindre interesse her, men de har ofte prøvd å skaffe seg noen opplysning om tørrstoffinnholdet ved flyteprøve i vatn eller for de tørrstoffrikere slag i saltoppløsninger eller i de seinere år ved refraktometer-undersøkelser.

Masseutvalget har som sagt i mange tilfelle gitt bra resultater, men de framsteg som ble oppnådd, ble etter hvert mindre og mindre, så det syntes grunn til å prøve andre metoder. Det som for en stor del har avløst masseutvalget, er da ulike former av familieutvalg.

Familieutvalg for rotvekster.

Det som særkjenner familieutvalget i motsetning til masseutvalget er at utvalget blir gjort på grunnlag av individuell avkomsprøving og ikke bare på grunnlag av fenotypiske egenskaper hos morplantene. Dessuten det at en prøver å få noe bedre kontroll også med faren og ikke bare

med morplantene.

Den siste - kontrollen med faren - blir forresten mer eller mindre fullstendig, etter som en velger den ene eller den andre bestøvingsmåte. Vi kan i så måte skille mellom:

1. Sjølbestøving, når hver plante får sitt eget isolasjonshus eller blir plantet i slik avstand fra andre frøplanter av samme art at ikke fremmed blomsterstøv kan komme til.
2. Parvis søskenbestøving, når to og to planter av avkom fra samme plante blir stengt inne i samme isolasjon.
3. Fri søsken- eller halvsøskenbestøving, når familien (d.e. avkom etter en enkelt morplante) er plantet ut samlet, men i så stor avstand fra andre familier at bestøvningen i hvert fall i hovedsaken foregår innenfor familien.
4. Fri bestøving, her blir også frøplantene gjerne satt ut familievis, men uten at det blir gjort noe særskilt for å hindre overføring fra en familie til en annen.

Innavlsgraden synker fra 1 til 4. Ved den første skulde en fortest nå fram til ensartede og konstante linjer. Men måten kan bare brukes for de mer sjølfertile arter, vi får forresten ofte lite fre hos disse også, ikke bare på grunn av sterilitetsfaktorer, men også på grunn av de unaturlige vilkår i isolasjonshusene. Dessuten får vi i regelen større eller mindre innavlsdepresjon. Ved de andre befruktingsmåter blir disse ulemper mindre, og arbeidet blir billigere.

Den parvise bestøving blir til dels gjennomført i den form som kalles diallell kryssing. Har en f.eks. valgt ut 5 stamplanter, kan disse krysses sammen slik:

Stamme	b	c	d	e
a	x	x	x	x
b		x	x	x
c			x	x
d				x

Alle stammer blir altså her krysset med alle, og en kan ved å undersøke avkommet få atskillig opplysning om genotypen for de ulike stammer, uten at en - som ved tvungen sjølbefrukting - får sterk innavlsdepresjon. Diallell kryssing kan brukes ikke bare for enkeltindivider, den kan også brukes for familier eller innavlslinjer. Den vil være særlig verdifull når det gjelder å finne ut hvilke familier eller linjer som skal krysses sammen for å få heterosisvirkning hos bruksfrøet.

Rotvekstforedling ved familieutvalg begynner gjerne med at en om høsten tar ut i en stor rotvekståker noen hundre rotknoller - desto flere dess bedre - med tiltalende ytre egenskaper. De kan siden undersø-

kes på tørrstoffinnhold ved flyteprøve som nevnt foran, eller ved å bore ut små propper til tørking eller undersøkelse med refraktometer. Men ellers blir hovedvekten ved familieutvalg som nevnt, ikke lagt på de fenotypiske egenskaper hos morplanten, men på avkomsprøvingen i de følgende år.

Neste vår blir de utvalgte retter utplantet til frøavl. Alle våre rotvekster er som før nevnt fremmedbestøvere i noe ulike grad, men de gir en del frø også etter tvungen sjølbestøving, så det lar seg gjøre å frøavle hver av utgangsplantene isolert; i regelen blir det da brukt et lite lerrretshus over hver plante. En kan i regelen kassere en del planter allerede i første frøavlsår, fordi de gir for liten frøavkastning, det vil jo være en uheldig egenskap for en rotvekststamme.

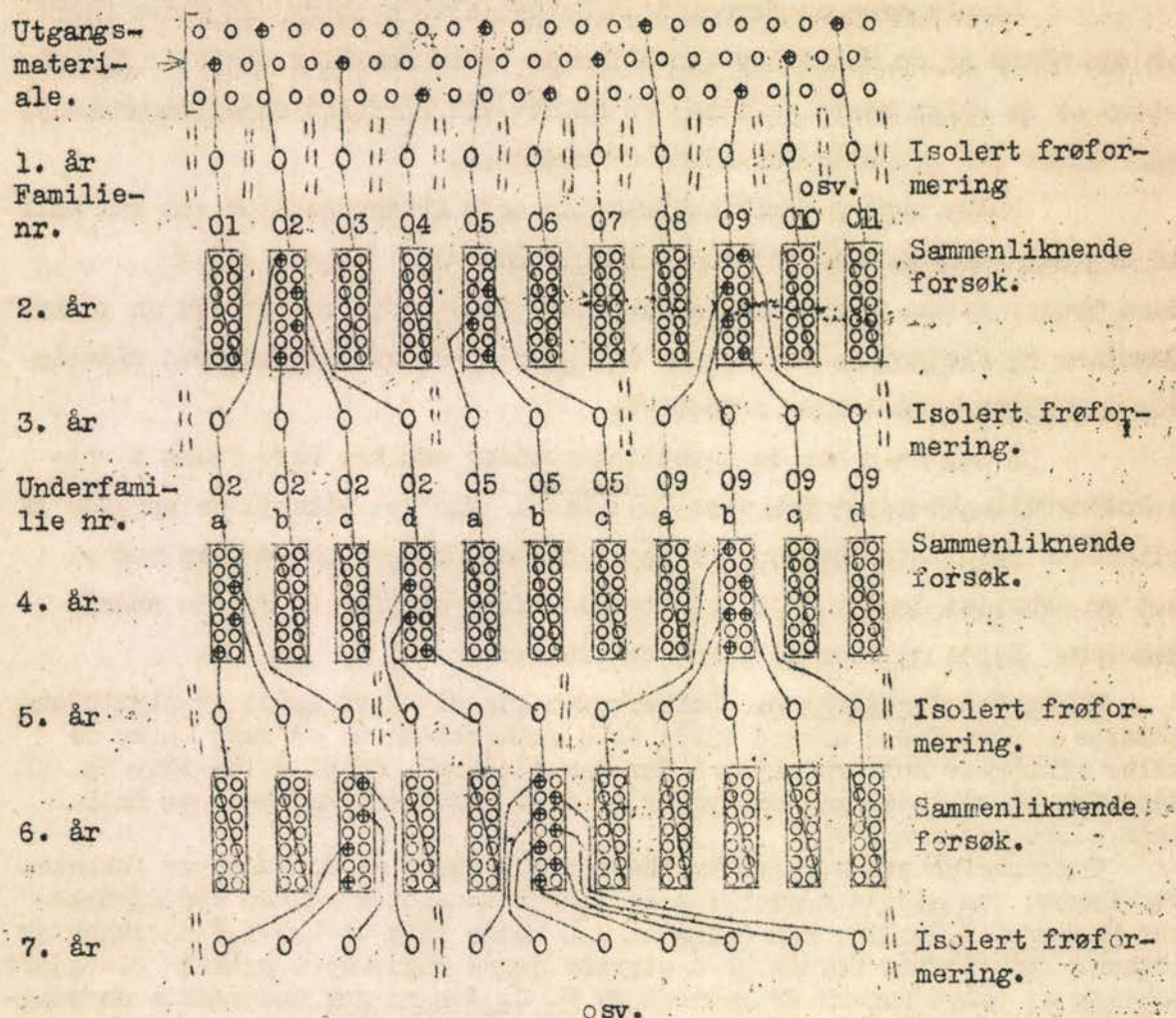
Den følgende vår blir så frøet fra hver enkelt plante sådd ut for seg på forsøksruter ved sida av hverandre (som ved renlinjemetoden) for å få sammenliknet avkastningsevne og andre egenskaper. Avkommet etter hver enkelt plante er da en familie, og utvalget skal nå skje på grunnlag av sammenlikning av familiene. Her er det sjølsagt ikke noe i veien for å dyrke de ulike familier side om side, for rotvekstene blomstrer jo ikke i sitt første leveår og har altså ikke høve til å krysse seg med hverandre. Dette at de viktigste verdiegenskaper kan prøves før blomstring hos rotvekster, er til stor lette for foredlingsarbeidet. Den enkelte plante gir også gjerne så mye frø at avkommet kan prøves på flere ruter for hver, i mange tilfelle er det nok frø til forsøk i 2-3 år, så sammenlikningen av familiene kan bli ganske sikker.

De familier som viser seg underlegne i avlingsmengde eller tørrstoffinnhold eller som viser uensartet og utypisk rotform, mange stokkløpere eller andre mangler blir uten videre kassert, altså hele familien og ikke bare de enkeltplanter som viser manglene.

Innenfor de få (f. eks. femteparten av det utsådde antall) familier som er igjen etter denne sortering, blir det så igjen tatt ut frøretter, som neste vår blir utplantet til frøavl. Ved frøavlen i dette og de følgende år blir ofte brukt en av de omtalte mildere former for innavl, vel oftest fri søskenbestøving som en kan få ved at de ulike familier er isolert ved avstand, eller ved at det er "isolasjonsvegger" av høge planter (solsikke, hamp o.l.) mellom familiene.

Frøene fra de enkelte planter blir det følgende år igjen utsådd i sammenliknende forsøk og de samme undersøkelser gjort som i første forsøksår. Resultatene blir nå oppgjort særskilt for hver enkelt

Eksempel på familieutvalg for rotvekster:



○ ○ ○ ○ ○ = enkelte planter (knoller)

○ - - - - = frøplanter.

|| - - - - = isolasjon

○ ○ ○ ○ ○
○ ○ ○ ○ ○
○ ○ ○ ○ ○
○ ○ ○ ○ ○
○ ○ ○ ○ ○ = forsøksruter med avkom etter en enkelt morpl.

○ ○ ○ ○ ○
○ ○ ○ ○ ○
○ ○ ○ ○ ○
○ ○ ○ ○ ○ = kasserte ruter og familier.

familie (til samme familie hører no alle som stammer fra samme bestemor), og på grunnlag av gjennomsnittresultatene for hver familie blir så de dårligste av disse kassert.

På denne måten blir det da fortsatt år etter år. Til slutt blir kanskje bare 1 familie igjen, blik at alt det materiale en arbeider med, stammer fra en enkelt av de først utvalgte frøretter. Men for sikkerhets skyld pleier en gjerne å beholde minst 2-3 av de beste familier, så en i tilfelle kan krysse dem sammen om det skulde vise seg innavldepresjon.

For rotvekster og for andre fremmedbefrukttere kan det ikke som for sjølbefruktterne sies noe sikkert om når det endelige resultat av foredlingsarbeidet er ferdig, så arbeidet med vedkommende materiale kan avsluttes. Det fins hittil sikkert ingen rotvekststamme som er nådd så

langt i ensartethet og konstans at fortsatt utvalg er uvirksomt.

Resultatene av foredlingsarbeidet blir nyttiggjort etter hvert på den måten at de røtter av den eller de beste familier som blir igjen etter at de aller beste (eliten) er uttatt til fortsatt foredlingsarbeid, blir brukt til grunnlag for avlen av bruksfrø.

Under navnet familieutvalg går også framgangsmåter som kan skille seg mer eller mindre fra den her skisserte. En del foredlere bruker f.eks. å slå sammen de fenotypiske beste røtter fra en rekke familier og frøformere dem sams; det gjør arbeidet enklere, men rimeligvis i regelen også mindre effektivt.

I det hele har de foredlingsmetoder som har vært brukt i rotvekstforedlingen langt fra vært fullkomne. Når det likevel er oppnådd så glimrende resultater nettopp på dette område, henger det sammen med at det er arbeidet lenger og i mye større omfang enn for de fleste andre vekster. Dette gjelder da først og fremst:

Sukkerbeteforedlingen. Sukkerbete kan vi si er laget av planteforedlerne; uten deres arbeid vilde ikke sukkerbete no ha vært en av de aller viktigste kulturplanter i Europas jordbruk, og vi vilde ikke ha hatt den store industri som bygger på den. Navnet sukkerbete er heller ikke eldre enn fra 1799.

Sukkerbete stammer fra kvitbete som nærmest er en avart av forbete. Den første som gjorde oppmerksom på at den inneholdt sukker var kjemikeren Markgraf i Berlin, han oppga at han hadde fått ut 0,5-1,6 % sukker av betene. Det første forsøk på å utnytte denne kunnskap i praksis ble gjort omkring et halvt hundre år seinere av F. C. Achard som undersøkte en mengde beteværieteter og festet seg ved den "kvite schlesiske bete", som er stamformen for alle sukkerbeter som siden er blitt dyrket. Han fikk også i gang den første betesukkerfabrikk i Cunern i Schlesia i 1802. Den gikk ikke godt, sukkerinnholdet i betene var for lite, og det var for stort innhold av stoffer som hemmet utkrystalliseringen av sukkeret.

Så kom Napoleons-krigene med fastlandsavsperringen, Europa kunde ikke få rørsukker fra koloniene, og sukkerprisene steg voldsomt. Det grodde da opp en mengde sukkerfabrikker i Tyskland og Frankrike. Men da sperringen ble hevet, måtte de aller fleste av dem innstille, bare i Frankrike ble en del fabrikker holdt gående ved hjelp av statsbidrag.

Planteforedlerne tok da fatt på arbeidet med å gjøre betene mer skikket som råmateriale for sukkerutvinning. Den første som drev planmessig utvalg, var vel von Kopyy i Tyskland. Men de første som kunde vise noen større resultater av arbeidet, var franskmennene Phillipe de Vilmorin (fra 1820) og hans sønn, den før omtalte Louis de Vilmorin.

Det ble først valgt ut etter morfologiske egenskaper som står i en viss sammenheng med sukkerinnholdet, siden etter den spesifikke vekt og fra 1853 direkte etter sukkerinnholdet bestemt polarimetrisk. Dette siste, som først ble brukt av Vilmorin (den yngre), gjorde utvalgsarbeidet mye mer effektivt. Vilmorin var også den første som innførte individuell avkomsprøving, men dette slo ikke igjennom hos andre foredlere før et sneis år seinere.

Hvor høg den gjennomsnittlige sukkerprosent var da foredlerne begynte, kan ikke sies helt sikkert, bl.a. fordi det er få analyser fra den før-

ste tid. Men vi har oppgaver over hvor mye sukker prosentisk som ble utvunnet av betene, fra Achards fabrikk er f.eks. oppgitt 6 %. Fra 1850-årene har vi statistikk over utbyttet for alle sukkerfabrikker i Tyskland. Den viser følgende tall:

År	Rotavling pr. dekar	Sukkeravling pr. dekar	Utvunnet sukker %
1850-59	2390	186	7,8
1860-69	2470	200	8,1
1870-79	2580	223	8,5
1880-89	3060	345	11,3
1890-99	3000	400	13,3
1900-09	2950	460	15,6
1910-19	2570	411	16,0
1920-29	2600	415	16,0
1930-37	3140	518	16,5

Framgangen er altså stor; sukkeravlinga på målet er nesten tredoblet fra første til siste periode. No er sjølsagt ikke alt dette plante-foredlernes verk; en stor del av framgangen skyldes også bedre dyrkingsmåter og bedre tekniske metoder for utvinningen av sukkeret. At dyrkingsmåten har mye å si, kan vi se av tallene fra krigs- og etterkrigsårene da rotavlingene gikk sterkt ned.

Et mer ublandet uttrykk for foredlingsresultatene gir tall fra foredlingsinstituttene. Strube oppgir f.eks. høyeste sukkerprosent i enkeltrot (på over 1 kg) hvert år fra 1878, den er steget kontinuerlig fra 15,0 % i 1878-82 til 23,1 % i 1928-30. Tallene ovenfor viser at framgangen i sukkerprosent ikke har vært jevn; den sterke stigning i 90-årene henger rimeligvis for en stor del sammen med at de fleste foredlere da var gått over fra masseutvalg til en eller annen form av familieutvalg.

Som vi ser er framgangen i sukkerprosent mye større enn i rotavling på målet. Det henger for en stor del sammen med at foredlingsarbeidet i Tyskland (for en stor del også andre steder) er drevet for sukkerfabrikkenes regning, og disse vil av tekniske grunner ha mest mulig sukkerrike beteter, sjøl om det skal gå ut over masseavkastningen.

De mest kjente foredlingsinstitutter for sukkerbeter i Tyskland er Klein-Wanzleben som begynte i 1859 og Heinrich Mette, Quedlinburg, som begynte med utvalg i beteter så tidlig som 1825. Slike institutter utfører ofte bortimot en halv million sukkeranalyser hvert år.

Det har vært framgang både i avlingsmengde og sukkerprosent, men det er tydelige tegn på at framgangen slakker av etter hvert, så en er kanskje snart ved grensen for det som kan oppnåes med de metoder som no er i bruk. Det har da også vært eksperimentert med andre metoder, bl.a. med sterkere former for innavl for å bli kvitt dårlige anlegg som enda kan være igjen, og for å få faktorene for verdiegenskapene i mest mulig homozygot tilstand. Ellers bruker nok mange foredlere sammenkryssing av flere av de beste linjer for å få heterosisvirkning hos bruksfrøet.

Utvalgsmåter for eng-grasarter.

De fleste eng-grasarter er like avgjort fremmedbefruktende som rotvekstene, som hos disse kan også de viktigste verdiegenskaper bedømmes før blomstring. En fordel framfor rotvekstene når det gjelder foredling, har grasartene i at det for dem er mye lettere å bruke vegetativ formering som hjelpemiddel under foredlingen.

Utgangsmaterialet for utvalget bør i regelen være et slag som har vokset i lange tider på stedet eller i distriktet, en er da sikrere på at de stammer en får fram, passer til vekstvilkårene bl.a. at stammene er hardføre nok.

En skaffer seg også her først et stort utvalgsmateriale av enkeltplanter. Dette kan gjøres på to måter:

1. Ved å samle inn fullvoksne enkeltplanter i eng eller beite og plante ut disse på foredlingsfeltet.
2. Ved å så ut frø med noenlunde rikelig avstand (3-4 cm) i kasser tidlig om våren og sette ut plantene enkeltvis på feltet om høsten.

Ved den siste framgangsmåte er en sikrere på at det virkelig er enkeltplanter en setter ut, i eng og særlig beite er plantene ofte så sammenvokset at en ikke alltid kan være sikker på det. Dessuten kan en øvd foredler ofte gjøre et utvalg av planter allerede i spirekassene, det er visse verdiegenskaper som kan sees på frøplantene.

På foredlingsfeltet blir plantene satt i rader med god avstand, f.eks. 50 x 50 eller 40 x 60 cm, for arter med lange utløpere helst enda mer.

Her kan enda sammenlikne enkeltplantene i flere eller færre år og kassere alle som er tydelig underlegne i en eller annen egenskap, f.eks. alle som viser svak vekst, som er for tidlige eller for seine, som viser seg mottakelige for sjukdommer osv. I en slik samling av enkeltplanter av grasarter vil det gjerne være svært stor variasjon.

De planter som synes mest lovende blir så formert vegetativt, dvs. grastuene blir tidlig på høsten oppdelt og delene utplantet i rader eller små ruter ved sida av hverandre. Det er ofte på hundrevis av skudd i en flerårig plante, og med godt stell kan en få enkeltskudd til å vokse opp til planter, men en deler gjerne ikke sterkere enn så det blir minst 5 skudd i hver del. Planter en f.eks. 16 eller 25 slike deler på en kvadratmeter, vil de gi noenlunde samme avkastning som vanlig tett eng, og en kan sammenlikne avkastningsevnen for de ulike kloner.

Av de kloner som etter 3-4 års sammenlikning ser mest lovende

ut, blir no grastuene oppdelt enda en gang og utplantet til frøformering. De enkelte kloner kan utplantes isolert fra hverandre ved avstand eller ved å settes innimellom høge planter (i skog, i rugåker e.l.) som kan hindre fri overføring av blomsterstøv.

Med det frø en får på denne måten, blir det så anlagt vanlige engvekstforsøk til sammenlikning av stammene innbyrdes og mellom disse og de beste eldre sorter av samme grasart.

Viser en av stammene gjennom flere års prøving at den er utvilsomt bedre enn de beste en har før, kan den formeres (også no isolert ved avstand fra andre stammer) og sendes ut til bruk i praksis.

Ensartet vil en slik stamme være bare så lenge den blir formert vegetativt. Når utgangsplanten er heterozygot, som den alltid vil være, vil den jo så snart den blir frøformert, vise spalting i flere eller færre egenskaper. Men er den bare noenlunde ensartet i praktisk viktige egenskaper og særlig avgjort overlegen i avkastning, er det full grunn til å sende den ut. Den størst mulige ensartethet er ikke så viktig for engvekster som for korn og rotvekster.

Men det er i hvert fall bare et foreløpig mål som er nådd. Det vil være grunn til å prøve å gjøre stammen enda bedre ved utvalg i avkom etter frøformering. En kan bruke frø fra en klon som har blomstret isolert ved avstand, det skulde jo genetisk sett være frø etter sjølbefrukting, men vil en være helt sikker på å ha frø som stammer fra sjølbefrukting, kan en lage et blomstringshus av glass eller pergamin over vedkommende klon, eller en kan isolere i pergaminposer noen aks eller topper av den beste klon. Grasartene er ikke absolutt sjølsterile, så en kan få en del frø på den måten, for timotei f.eks. omkring tiendeparten av det en får ved fri avblomstring.

Disse frøene blir så sådd ut i kasser tidlig på våren eller om høsten og etter et foreløpig utvalg (bortplukking av de dårligste planter) i kassene blir de resterende plantet ut i rader på foredlingsfeltet som før omtalt, neste høst.

Her blir da igjen enkeltplantene sammenliknet noen år og storparten av dem kassert. De andre blir formert vegetativt, og etter sammenlikning av disse blir de som synes best av dem, plantet ut til isolert frøavl for å skaffe frø til nye avkastningsforsøk osv.

Den framgangsmåte som er skissert her, har vært kalt "Svaløfs metode", fordi den først er utførlig beskrevet derfra, det er forresten andre som har brukt den før. Den vil gi sterk innavl av familiene, hvis

avstandsisoleringen virkelig er effektiv, men det er den nok ikke i alle tilfelle i distrikter der det blir dyrket nye timotei. Innavlsidepresjon har nok til dels vært merket på Svaløf også, men de har også hatt innavlede familier som ikke har vist noen slik depresjon. I Amerika er det også laget gode timoteistammer ved innavl. På Tammisto i Finland var derimot innavlsvirkningen overordentlig sterk; setter en storleiken av utgangsplantene = 100, var den i i_1 70, i i_2 27, i i_3 19, dvs. i løpet av 3 innavlsgenerasjoner var de fleste planter blitt rene dverger som det syntes håpløst å fortsette med. Det er vel ulike faktorsammensetning i utgangsmaterialet som er årsak til at resultatet er blitt så avvikende på ulike steder.

Foredlingsmetodikken for grasarter må forresten sies å stå på forsøksstadiet enno, det blir eksperimentert med en rekke større eller mindre avvikelser fra den omtalte metode.

Her på Ås har vi prøvd en framgangsmåte som gjør det mulig å få prøvd et stort antall enkeltplanteavkom etter frøtsæd på et tidlig trinn i foredlingsarbeidet, det er jo avkastningen etter frøtsæd som må være det avgjørende, fordi det er denne formeringsmåte som blir brukt i praksis. Det er her tatt frø på enkeltplanter på foredlingsfeltet, etter at plantene er sammenliknet noen år. Det er til dels tatt frø av isolerte enkeltplanter, men oftest etter fri avblomstring etter at de mindreverdige planter først er slått ned før blomstring. Frøet blir da her dels etter sjelbestøving, dels etter bestøving fra de andre planter på feltet, (og i mange tilfelle vel også fra timoteienger utenom feltet). Frøet blir sådd ut til forsøk på ruter på 1-5 m² og avlingsmengde og andre egenskaper, bl.a. varighet, blir undersøkt i 4-5 år.

De skilnader som forsøket viser mellom enkeltplanteavkommene, kan en gå ut skriver seg særlig fra ulike anlegg hos morplantene, det fremmede blomsterstøv som blir tilført, blir rimeligvis gjennomsnittlig nokså likt for de enkelte morplanter. En får altså på denne måten utpekt de beste morplanter.

Så går en tilbake til de opprinnelige enkeltplanter på foredlingsfeltet og tar ut de nummer som har gitt de beste resultater i forsøket til å fortsette foredlingsarbeidet med. De blir delt opp og plantet ut til kloner for frøavl til fortsatte forsøk.

Frøavlen kan gjøres på avstandsisolerte kloner som etter Svaløf-metoden, men vi har også brukt isolasjonshus for enkeltkloner eller for to og to kloner plantet sammen til innbyrdes kryssing. Frøet blir igjen

brukt til forsøk som gir opplysning om hvilke kloner eller sammenkryssinger en bør bygge det fortsatte foredlingsarbeid på. Forsøkene blir dels utført som vænlige engforsøk, dels blir det også oppdratt enkeltplanter i kasser som før omtalt og plantene satt ut i rader på feltet. Det siste gir jo mest detaljert opplysning om hvordan de enkelte egenskaper blir nedarvet og skaffer materiale for fortsatt utvalg.

Fordelen med denne framgangsmåte skulde da være at en med overkommelig arbeid får en grovsortering av et stort utgangsmateriale, før en begynner med det mer arbeids- og utstyrskreivende klonings- og isoleringsarbeid. Dette siste vil ellers lett føre til, at én begynner med for fåtallig utgangsmateriale med tilsvarende mindre utsikt til å få fram de best mulige stammer.

Grasforedlingen må en alltid regne med vil ta lang tid, bl.a. fordi det tar et par år før frøplanter eller oppdelte planter når normal storleik. Prøvingen av de nye stammer etter frøutsæd tar også mange år, fordi plantene er flerårige, og fordi varigheten er en av de viktigste verdiegenskaper; hardførheten kan ofte heller ikke bedømmes sikkert uten etter lang tids prøving. I heldigste tilfelle kan en kanskje ha en ny sort ferdig til å sendes ut etter 12-15 års arbeid.

Utsiktene til å nå verdifulle resultater skulde ellers synes å være ganske gode når det gjelder grasarter, fordi vi ser det er så stor variasjon mellom enkeltplanter i verdiegenskaper, og fordi det er gjort lite før på dette område. Også et mindre framsteg i avkastningsevne for en grasart som timotei vilde være av stort verd for vårt landbruk, fordi timoteien vel er den enkeltplante som opptar det største areal av vår dyrkede jord. Når det gjelder engvekster kan vi heller ikke vente å ha så stort gagn av utenlandsk foredlingsarbeid, fordi de fleste utenlandske slag vil være for lite hardføre og varige til vårt bruk. Her er altså mer enn f.eks. for rotvekster og poteter og delvis korn bruk for innenlandsk foredlingsarbeid. Det kan også trenge lokalt foredlingsarbeid i de ulike landsdeler, særlig i Nord-Norge, fordi stammer som er oppdratt ser på, ofte ikke er hardføre nok der.

Kløverforedling.

Her er vanskene for foredleren enda større enn ved grasforedling. De aller fleste kløverplanter er på det nærmeste absolutt sjelsterile, og de planter som kan gi noen frø etter sjelbestøving, viser i regelen uvanlig sterk innavlsdepresjon. Vegetativ formering kan ikke bru-

kes så lett - eller på samme måte - som hos grasartene, fordi kløveren har pålerot, dvs. alle skudd har samme rot, ikke hver sine som hos grasartene. Kløveren kan formeres vegetativt med stiklinger som først må få lage røtter i drivbenk og siden plantes ut på feltet.

Utgangsmaterialet må også her helst være en stedegen stamme, det er snarest enda viktigere for kløver enn for gras at stammen ved naturlig utvalg er tilpasset til vekstvilkårene i det distrikt den skal dyrkes. Det kan også være tale om å bruke villkløver til innkryssing for å øke hardførheten.

Foredlingsarbeidet må som for grasartene begynne med at en skaffer seg en større samling av enkeltplanter, enten ved å samle inn planter fra eng eller beite (det siste for kvitkløver), eller ved å oppdra frøplanter i kasser og siden plante dem ut i rader på feltet.

Her vil det også vise seg stor variasjon i materialet, og det er lett å finne planter som fenotypisk synes verdifullere enn hovedmassen av plantene på feltet. Slike får en da ta ut til å fortsette foredlingsarbeidet med.

I regelen kan en ikke her bygge opp familier på grunnlag av enkeltplanter på grunn av sjelsteriliteten, en må bruke minst to individer som grunnlag for hver familie. De to kan da enten krysses for hånd (en kan bruke tynne, spisse strimler av trekkpapir som en stikker inn i blomstene), eller en kan plante de to sammen i samme isolasjonsbur av gas eller finmasket netting og slippe inn en liten flokk humler eller bier. Også her vil en ofte få lite frø fordi plantene kan føre de samme sterilitetsfaktorer så de blir kryssingssterile. Men i mange tilfelle kan en oppdra familier på grunnlag av slike perkryssinger, og disse familier kan så sammenliknes i småforsøk. Men en kan ikke regne med at det vil lykkes å bygge en praktisk verdifull stamme bare på en enkelt slik familie, fordi en da under den fortsatte formering vil få mer eller mindre sterk innavlsdepresjon som bl.a. viser seg i nedsatt avling. I hvert fall når det gjelder å skaffe praktisk brukbare resultater innen rimelig tid, ser det ut til å være nødvendig å bygge stammens på grunnlag av flere enkeltplanter eller enkeltfamilier. Det blir da et slags masseutvalg eller gruppeutvalg av planter som synes å svare til foredlingsformålet og som er noenlunde ens i type, i blomstringstid og varighet.

I et langsiktigere foredlingsarbeid vil det være bruk for innavl (f.eks. søsken- eller halv søskenkryssing) for å få bedre greie på de

arvelige anlegg i materialet, for å bli kvitt en del sterilitets- og andre skadelige faktorer, og for å skaffe innavlslinjer som er homozygote for viktige verdiegenskaper. Men også når en slik framgangsmåte blir brukt, vil det nok i regelen være nødvendig å bygge de stammer som skal sendes ut ikke på en enkelt innavlslinje eller familie, men på en rekke slike, dels for å oppheve innavlsdepresjon, og dels også for at stammen ikke skal bli for ensidig i sine krav til vekstvilkårene.

Kløverforedling vil alltid ta lang tid. Her i landet begynte (etter noen resultatløse tilløp tidligere) dr. Christie med kløverforedling på Vidarshov i 1922, fra 1927 er arbeidet fortsatt av Wexelsen. Det varte nesten 20 år før de første stammer kunde tas med i offentlige forsøk. Men arbeidet har da også vært drevet mer som et grunnleggende forskerarbeid enn med sikte på å skaffe praktiske resultater snarest mulig.

Foredlingsmetoder for rug:

Rug er fremmedbefruktet i enda høyere grad enn rotvekster og de fleste enggrasarter, og den har dessuten den for foredlingen uheldige egenskap at den viktigste verdiegenskap - avkastningen av korn - ikke kan bedømmes sikkert før etter blomstring og modning. Vegetativ formering kan heller ikke brukes i noen større grad.

Masseutvalg er den eldste foredlingsmetode for rug også, Rimpø laget som før nevnt sin Schlanstedrug ved masseutvalg av store planter med store aks og store korn. En vil hos rug nesten alltid ved masseutvalg få noen virkning på den egenskap en direkte velger ut etter, en kan f.eks. få mer ensartet kornfarge, kornstorleik eller aksform på den måten. Hos oss kunde det være verdt i utkantene av rugområdet å prøve med aksutvalg i lokale stammer der; de er i regelen mye hardførere enn rug fra andre steder, og slike steder er det bruk for denne høye grad av hardførhet. Men slike gamle sorter har gjerne mange planter med skar i aksene (tomme kornplasser) som arvelig egenskap. Et masseutvalg av godt kornsatte aks skulde her være nyttig.

Foredleren av den verdenskjente Petkusrug, von Lochow, begynte også med masseutvalg (i 1881), men han gikk 10 år seinere over til et slags familieutvalg. Han valgte ut en rekke enkeltplanter som så ut til å ha de egenskaper han ønsket. Frøene fra hver enkelt plante ble sådd på hver sin rad side om side. Plantene ble høstet med rot og buntet sammen, hver rad (altså enkeltplanteavkom) for seg. Etter tørking ble buntene veid, og de som viste den største lovakt ble tatt ut til nærmere granskning av

de enkelte planter. De planter som syntes å svare best til formålet med foredlingen, ble så valgt ut til radvis utsåing igjen neste år på samme måte som i første. - Arbeidet har vært drevet i stort omfang; det blir hvert år sådd ut omkring 6 000 enkeltplanteavkom etter utvalg blant over en halv million planter.

Resultatet må sies å være godt for så vidt som Petkusrugen står som en av de aller beste i verden. Men det er jo mulig at resultatet kunde ha vært lettere med andre metoder.

En innvending som kan gjøres mot metoden, er at den individuelle avkomsprøving her må bli mye usikrere enn renlinjeprøvingen for sjølbefrukterne. Hvert enkeltplanteavkom blir jo prøvd bare 1 år på en rad med forholdsvis få planter. Dessuten har en her ingen kontroll med faren til de enkelte avkomslinjer, faren er den blanding av - genetisk sett - godt og mindre godt blomsterstøv som svever over feltet i blomstringstida. Etter hvert som utvalget virker, blir jo også fedrene gjennomsnittlig bedre og bedre, men i det enkelte tilfelle har en ikke greie på hvem som er far.

Av forslag til bedre metoder kan nevnes:

1. Isolering og dermed tvungen sjølbefrukting for enkeltplanter.

Blir denne framgangsmåte brukt lenge nok, skulde vi av rug som av de normalt sjølbefruktende vekster kunne få fram homozygote og dermed ensartede og konstante sorter. For mais har som vi har sett en slik framgangsmåte vist seg brukbar; maisen gir noenlunde rikelig frø etter tvungen sjølbefrukting, og den innavlsdepresjon som følger med sjølbefruktingen, kan en få opphevet igjen ved å krysse sammen de beste av de innavlede linjer.

For rug er vanskene større. De aller fleste rugplanter gir ingen eller bare noen få korn etter tvungen sjølbefrukting. Og de få som setter noenlunde rikelig med frø, viser i regelen sterk innavlsdepresjon. Heribert Nilsson isolerte i løpet av 10 år omkring 50 000 rugplanter og fant til slutt en enkelt plante som både var sjøliertil og "sjølvital" (uten innavlsdepresjon). Han mener å ha påvist at depresjonen hos rug ikke bare har genetiske årsaker, men også plasmatiske - at plasmaet fra far- og morsida er for likt.

Innavlen kan vel få en viss verdi i rugforedlingen for de samme formål som er nevnt under andre fremmedbefruktere, men det er i hvert fall en møysommelig veg til å lage praktisk verdifulle sorter.

2. Å holde tilbake en del såkorn av de utvalgte planter. Gir hver

av disse f.eks. 200 korn, kan en så ut 100 av disse i sammenliknende forsøk og gjemme resten. På grunnlag av de opplysninger forsøket gir kan da en hel del av linjene kasseres. Neste år blir det anlagt et nytt forsøk med det såkorn som var holdt tilbake av utgangsplantene. I dette nye forsøk blir da tatt med bare de "linjer" som viste seg overlegne i første år. De vil sjølsagt også her krysse seg med hverandre, men her er dette ikke så farlig, fordi kryssingen bare vil skje mellom linjer som er prøvd i første forsøksår og funnet bedre enn resten av materialet. På dette felt kan en så igjen ta ut enkeltplanter av de linjer som forsøket utpeker som de beste, så ut halvparten av kornene og gjemme resten som i første år osv.

Denne måten er vel no den mest brukte i praktisk rugforedling, von Lochow på Petkus har også gått over til den.

3. Separasjon har Heribert Nilsson kalt en metode som han brukte da han drev rugforedling på Weibullsholm i Sverige. Den går ut på å isolere (separere) enkeltplanteavkommene ved avstand ved å så frøene fra hver enkelt plante på småruter med 50 m avstand i en kveiteåker. Her blir det også en del innvoldsdepresjon, men den opphever han ved å krysse sammen enkeltplanteavkommene to og to på den enkle måte at han blander såkornet av de to og sår denne blanding på ruter isolert ved avstand. Med den ganske store mengde såkorn en får her kan det så anlegges forsøk.

- - -

Kryssingsforedling.

Det teoretiske grunnlag for kryssingsforedling er omtalt i arvelæren og s. 24-49 foran. Det står igjen å se litt på hvordan kryssingen teknisk sett blir utført, og hvordan resultatene blir tatt vare på og utnyttet.

1. Valg av foreldresorter. Dette valg er helt avgjørende for resultatet, og valget må sjølsagt rette seg etter hva det er en vil oppnå med kryssingen. Formålet kan dels være å få i stand en kombinasjon av ulike verdiegenskaper fra de to foreldreformer, så vi får samlet i en enkelt sort noen gode egenskaper fra den ene av dem og andre gode egenskaper fra den andre. Eller formålet kan være å øke graden av en viss en-

keltegenskaper ved å utnytte polymere eller på annen måte samvirkende arvefaktorer, så vi får transgressiv spalting.

Det er viktig at en har det best mulige kjennskap til foreldresortene, både til deres egenskaper og så vidt mulig også til de gener som ligger til grunn for egenskapene. Kjennskapet til de siste er jo ofte mangefullt, særlig til genene for kvantitative egenskaper, men når det gjelder en sort som er brukt i kryssing før, vet en i regelen noe om det. Dess mer en vet i så måte, dess mer planmessig kan arbeidet drives. Men hvis en treffer på en sort som viser seg å ha særlig verdifulle enkelt-egenskaper, så lar en jo ikke være å bruke denne sort til kryssing for det om en ellers kjenner lite til den. - Foreldresortene bør helst være homozygote.

Det har i regelen ikke noe å si for resultatet, hvem en velger som mor- eller farplante av de to foreldreplanter, men en tar helst til farplante den som har greie dominante egenskaper. Da kan en se på F_1 -plantene om kryssingen har lyktes eller ikke.

2. Foreldreplantene kan stå i en vanlig åker når en bare har sikret seg at det er vedkommende sort. Eller en kan ha foreldrene sådd på små ruter med ganger omkring, det er da lettere å komme til plantene når de skal krysses. Enda lettere er det om en har plantene, i hvert fall morplantene i pletter. En kan da flytte dem i hus under kryssingen så en er uavhengig av været og sikrere på at ikke fremmed blomsterstøv kommer til. Når en har plantene i pletter, kan en også regulere blomstringstida, hvis den ikke er den samme for de to sorter; en kan skyne på utvikling og blomstring for den seinere sort ved å stille den på et varmt sted, eller omvendt for den tidligere.

3. Forberedelse av foreldreplanter for kryssingen. Det blir ulikt for ulike planteslag. Hos våre kornarter pleier en å fjerne en del blomster som ofte ikke setter frø eller som setter små frø f.eks. de øverste og nederste småaks i akset hos kveite og bygg. Hos kveite tar en også bort de midtre blomster i hvert småaks, så en har igjen bare de to ytterste. Ellers må plantene såres så lite som mulig for at de ikke skal tørke ut. Havre tåler mindre i så måte enn de andre kornarter.

Morplanten må kastres før støvknappene åpner seg; for å være sikker, bør de tas mens de enda er grønnaktige. En plukker dem ut med en fin pinsett.

4. Isolering av de kastrerte blomster må gjøres slik at ikke frem-

med blomsterstøv kan komme til. Til isolering kan brukes poser av pergamin e.l. omkring blomsterstanden. Glasscylindrer (f.eks. lampeglass) med vattpropper i øvre og nedre ende kan også brukes. Glassisolasjon har den fordel at en alltid kan se det som er inne i den; men den har lett for å bli våt av dogg innvendig, og hvis akset da ligger inntil, kan det begynne å mugne. Pergaminposene trekker fuktigheten til seg og er derfor bedre i så måte.

Er det insektbestøvende planter en arbeider med, kan også nokså glisne tøyposer brukes til isolasjon, de er bedre (luftigere) enn pergaminposer også. For vindbestøvende planter er tøyposer i regelen ikke tette nok til å gi helt sikker isolasjon.

5. Samling og overføring av blomsterstøv kan gjøres på to måter:

- 1) En kan ta noen aks av farplanten (-sorten) og sette dem i et glass med vatn på et stykke glanspapir. Støvet vil da drysse ned på underlaget og kan feies sammen med en fin pensel når det skal brukes. Støv av våre kornarter tåler ikke å ligge mer enn et par dager før det blir brukt. Overføringen til morplanten kan gjøres med en liten pensel, med trekkpapirstrimler eller i helt stille vær med en pennesplitt.
- 2) En kan ta hele støvknapper som nettopp skal til å åpne seg og med pinsett føre støvknappen over i den blomst som skal bestøves. En må ha flere aks av farplanten for å være sikker på å ha nok støvknapper på det rette stadium.

Begge måtene er brukbare, men med den siste er en sikrere på at støvet er friskt og befruktingsdyktig.

Fruktknuten (eller eggcellen) hos våre kornarter holder seg befruktingsdyktig opptil 7 dager, men en pleier gjerne å bestøve 2-3 dager etter kastreringen. Når bestøvningen er gjort, setter en isoleringen på igjen og lar den sitte på til en ser at frøene begynner å utvikle seg. Er det en luftig isolasjon, kan den gjerne sitte på til modning.

En slik kryssing kan da lykkes mer eller mindre godt etter som en er kyndig eller heldig. Planteslaget har også mye å si, hos kveite kan en f.eks. regne med at 70-80 % av de bestøvede blomster gir frø, hos bygg ikke så mange og færrest hos havre. Hos kornartene får en jo bare 1 frø for hver bestøvet blomst, hos ertre 3-9, hos potet og tomat kan det bli opp til 2-300 frø pr. blomst.

Kryssingen er dermed ferdig, men det aller meste av foredlingsarbeidet står jo igjen. Det tar kanskje 10 minutter å utføre en kryssing, men det tar minst 10 års arbeid før det endelige resultat av kryssingsforedlingen foreligger.

Frøene fra kryssingen blir sådd ut for å få F_1 -planter. Har en høve til å dyrke dem i veksthus med kunstig lys om vinteren, kan en vinne inn et år. De bør såes med bra avstand i god jord og med gode vekst-vilkår ellers for å få store F_1 -planter med mange frø og dermed en tallrik F_2 -generasjon. Det er viktig at F_2 består av så mange individer som mulig, for at flest mulig av de kombinasjoner som kan ventes, kan bli realisert allerede i denne generasjon.

Opgaven videre blir da å få isolert og prøvd de avkomslinjer som representerer de beste kombinasjoner av foreldrenes arveanlegg og egenskaper. Det kan være flere framgangsmåter å velge imellom. For sjølbe-fruktere blir det særlig disse to:

1. Utvalg av enkeltplanter i F_2 og fortsatt utvalg av enkeltplanter i en del av de følgende generasjoner.
2. Formering av kryssingsavkommet sams (som populasjon), uten utvalg i de første 5-8 generasjoner og siden enkeltplanteutvalg med linjeutvalg etter samme framgangsmåte som er omtalt under renlinje-metoden.

Sluttr resultatet kan bli det samme med begge disse framgangsmåter, - at vi kan få påvist den genotypisk verdifulleste form i kryssingsavkommet. Med den første metode kan vi i visse tilfelle komme snarere til målet, og vi får bedre kjennskap til plantematerialet. Men metoden krevr mer arbeid, og ofte arbeid som til slutt kanskje viser seg å ha vært unødvendig.

Den første framgangsmåten vil ha mest for seg når de to en har krysset sammen er ulike bare i noen få faktorpar, og når det er kvalitative (ytre, synlige) egenskaper som er av interesse.

Er oppgaven f.eks. å oppdra en kortriset grønnert etter kryssing mellom langriset grønn og kortriset gul, kan vi allerede i F_2 ta ut de planter som viser den ønskede kombinasjon av de to egenskaper, de vil alle nedarve disse egenskaper konstant, fordi begge egenskapene er recessive. Er en eller flere av de egenskaper vi vil ha dominante, kan vi nok også begynne utvalget i F_2 , men vi får da først i F_3 opplysning om hvem av de utvalgte som er homozygote for vedkommende egenskap.

I hagevekstforedlingen kan oppgaven i enkelte tilfelle være så enkel som her; de ytre egenskaper kan være så viktige at hovedvekten kan legges på dem. Men når det gjelder jordbruksvekster, vil de ytre egenskaper i regelen være en biting, det er kvantitative egenskaper som er hovedsaken, og da først og fremst de kvantitative egenskaper som gir seg utslag i avkastningen.

Men det gjelder her som ellers at vi ikke kan dømme sikkert om de arvelige kvantitative egenskaper bare ved å se på eller undersøke den enkelte plante, for modifikasjoner på grunn av vekstkårene kan jo vise seg på samme måte. Vi kan derfor først velge ut etter avkomsprøving.

Vi sår da som ellers ved linjeutvalg frøene av hver F_2 -plante rad- eller rutevis for seg, men side om side, slik at vi kan sammenlikne avkastning og andre verdiegenskaper. En stor del av enkeltplanteavkommene pleier å kunne kasseres bare etter øyemål uten veiling, og av dem som blir veid kan også mange kasseres fordi de gir for liten avling. En er gjerne nødt til å gå nokså strengt til verks med kasseringen fordi arbeidet ellers blir uoverkommelig.

Plantene på de rader eller ruter som blir igjen etter den skjønsmessige kassering, blir gjerne høstet med rot, for at en igjen kan velge ut enkeltplanter til utsåing hver for seg i det følgende år. Et slikt gjentatt utvalg må jo til her, fordi i regelen de fleste F_2 -planter vil være heterozygoter og derfor gi spaltende avkom.

For å få sikrere sammenlikning av avkastningsevnen må de utvalgte avkomslinjer formeres opp så en får såkorn nok til forsøk på større ruter med flere samruter; her må da også foreldresortene og de beste sorter ellers av vedkommende kornart være med i sammenlikningen.

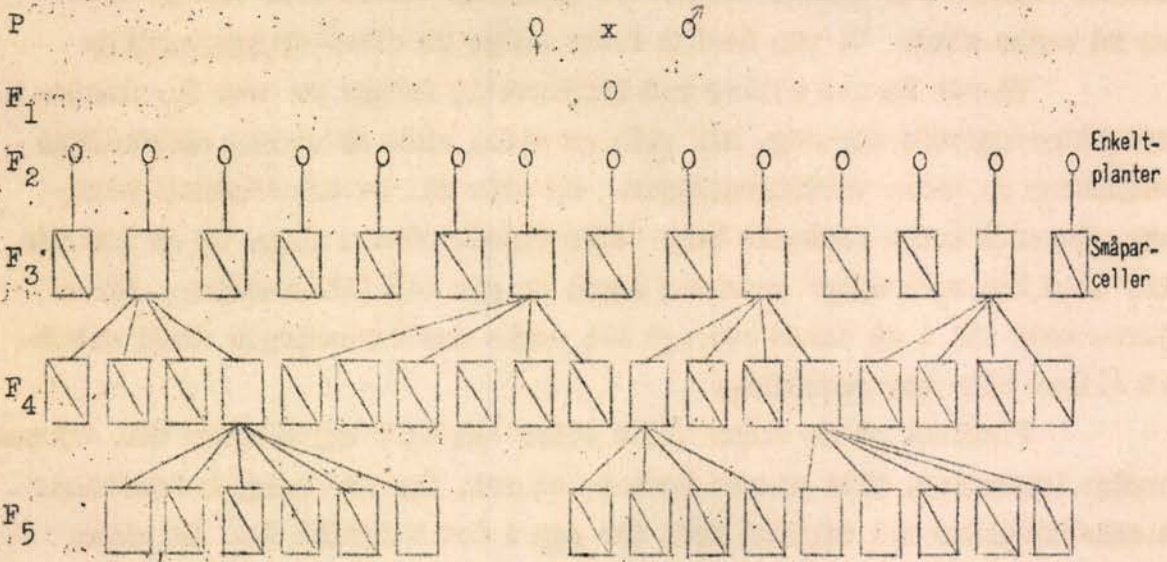
Når det ved forsøk gjennom flere år er påvist at en avkomslinje er overlegen i avkastning og andre verdiegenskaper, og den dessuten viser seg konstant og ensartet i ytre egenskaper, er det grunn til å sende den ut til bruk i praksis.

Men det er godt mulig at det kan lønne seg å prøve med fortsatt linjeutvalg innenfor en slik sort, for det er ikke sikkert at spaltingen med hensyn til kvantitative egenskaper er slutt for det om den ser ensartet ut i ytre egenskaper.

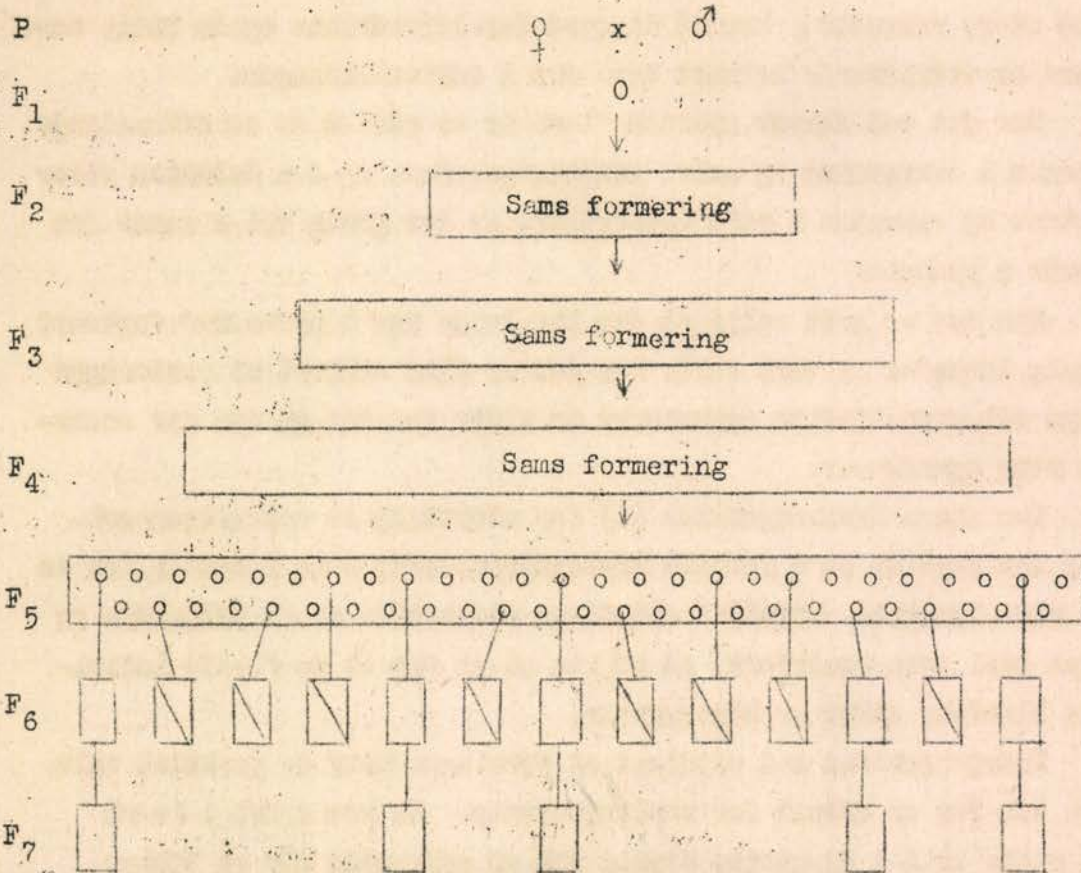
Den andre framgangsmåten (2) for utnyttning av kryssingsresultatet går som sagt ut på å formere kryssingsavkommet sams i 5-8 år før en begynner med utvalget. Formålet med denne utsettelse er at det meste av spaltingen skal være unnagjort, så en kan gå ut fra at de fleste individer i det blandede avkom er homozygoter.

Framgangsmåten med utvalget og prøvingen blir da praktisk talt den samme som før er omtalt for renlinjeutvalg. En kan spare i hvert fall det meste av det gjentatte utvalg som er nødvendig når en bruker framgangsmåte 1. Arbeidet blir i det hele enklere og greiere, og utsiktene til å nå et godt resultat skulde som sagt være noenlunde like gode.

Eksempel på frangangsmåte 1.



Eksempel på frangangsmåte 2.



Når det gjelder overvintrende vekster som høstkveite, kan vi vente at under disse flere års formering vil mange av de minst hardføre utspaltinger bli utryddet ved naturlig utvalg. Det vilde de nok bli om vi brukte den andre framgangsmåten også, men her vilde disse verdiløse former kanskje først bli utryddet etter at vi hadde hatt mye bry med å så, høste og treske dem enkeltvis. Også når det gjelder andre egenskaper, kan en få et (oftest nyttig) naturlig utvalg i formeringsårene.

Når en bruker denne framgangsmåten, kan en gjerne gjøre en hel del kryssinger samtidig og så dyrke avkommet fra hver av dem i populasjon til en får tid til å bearbeide dem. I mellomtida kan det da være nyttig å ta populasjonene med i sammenliknende forsøk, det kan gi litt rettleiing om hvem av dem det vil lønne seg best å legge utvalgsarbeid på. Det er nok ikke noe i veien for at en kan finne verdifulle former i en populasjon som gir liten avling, men utsikten er mye større når populasjonen som helhet er follik.

Framgangsmåtene kan ellers varieres på ymse måter; en kan f.eks. bruke en mellomting mellom de to som er omtalt, ta ut enkeltplanter i F_2 eller F_3 , formere opp disse og ha med avkomslinjene i sammenliknende forsøk en del år, og da først ta enkeltplanteutvalg i de avkomslinjer som har greid seg best i forsøkene. Her vil jo også i mellomtida de fleste planter ha blitt homozygoter.

Det er først og fremst metodene for sjølbefruktere som er omtalt i det foregående. Andre formeringsmåter må føre til avvik også i metodene. Kryssingsforedling for planteslag med vegetativ formering i praksis (poteter o.l.) er omtalt før. Her kan en altså ta ut enkeltplanter i F_1 , og det vegetative avkom etter disse vil være konstant, så det ikke er nødvendig med nytt utvalg innenfor de vegetative linjer.

Kryssingsforedling for fremmedbefruktere har - når vi tenker på planmessig kryssing - hittil vært mindre brukt enn for sjølbefruktere. Det kommer mest av at det her er nesten umulig å finne helt homozygote foreldreformere, og resultatet av kryssingen blir da nokså uberegnelig. Hertil kommer vanskene med å hindre at de gode kombinasjoner vi kan ha fått fram ved kryssingen, blir utskjemt igjen ved utilsiktet (naturlig) kryssing. Det har vel også gjort sitt at foredlerne i de fleste tilfelle har kunnet oppnå framsteg bare ved utvalg i det foreliggende materiale av fremmedbefruktere. Men også her vil en vel komme til en grense da fortsatt utvalg ikke lenger har noen virkning, - da sorten nærmer seg homozygoti i de egenskaper utvalget blir gjort etter. Og da kan det være

ønskelig også her å innføre nye gener ved kryssing.

Det er ofte lettere å utføre kryssingen for fremmedbefrukterne. Hos arter som er på det nærmeste absolutt sjølsterile som kløverartene, er det f.eks. ikke nødvendig å kastrere morplanten. De to som skal krysses kan (som nevnt under kløverforedling) settes sammen i samme isolasjonsbur, og så kan en slippe inn humler eller bier til å gjøre kryssingsarbeidet. Hos grasarter eller rug kan en få kryssing ved å blande og så ut sammen frø av de to en vil krysse sammen, avkommet vil da for en større eller mindre del være kryssingsavkom.

Kunstig kryssing av de enkelte blomster som for sjølbefruktere kan også brukes, og vil i regelen bli brukt hvis en ved innavl først har skaffet seg mer eller mindre homozygote foreldreformer. For de fleste eng-grasarter er det dog - på grunn av de små blomster - svært vanskelig å krysse enkeltblomster.

Metodene for utnyttning av kryssingsresultatene blir i hovedsaken de samme som før er gjennomgått for de ulike arter av fremmedbefruktere, hos disse er det jo i praktisk talt alle tilfelle kryssingsavkom en arbeider med. Det blir da særlig ulike former av familieutvalg en må bruke, men det kan også bli tale om å bruke masseutvalg i kryssingsavkommet, i hvert fall til foreløpig sortering av dette.

Hos fremmedbefruktere kan kryssing også brukes for et annet formål enn kombinerings av ulike egenskaper, nemlig for å skaffe bruksfrø med heterosisvirkning. Som før nevnt har dette vist seg å være et virksomt middel til å øke avlingene hos mais og hos vekster med vegetativ formering i praksis. Liknende virkning har vist seg også hos de fleste andre undersøkte fremmedbefruktere, men hos arter med tvekjønnede blomster er det i regelen ikke overkommelig å gjennomføre massekastring slik at alt avkom blir kryssingsavkom. Av slike som rug eller grasarter kan en så ut kryssingspartnerne sammen og la dem bestøve hverandre. En kan regne ut (under visse forutsetninger) at for to kryssingspartnere blandet sammen vil 50 % av avkommet være kryssingsavkom, er tre eller fire blandet sammen, vil henholdsvis 66 og 75 % være kryssingsavkom.

Heterosisvirkningen er størst når kryssingspartnerne er innavlet først, men det ser ikke ut til å være nødvendig å drive innavlen så vidt som til innavlsminimum (= maksimum av innavlsdepresjon) er nådd, 2-3 innavlsgenerasjoner ser ut til å være nok.

Som før nevnt kan en vente full heterosisvirkning bare i F_1

(for de ovenfor nevnte arter med bare delvis kryssing ofte også i F_2). Foredderen må altså stadig skaffe nytt bruksfrø, og for å kunne gjøre det, må han stadig fortsette å dyrke kryssingspartnerne i ukryssset tilstand. Dette vil gjøre at slikt såkorn blir dyrere enn vanlig, men i hvert fall for mais har overvekten i avling vært så stor at det skulde lønne seg.

Sjølbefruktene viser også ofte heterosisvirkning etter kryssing, men her må jo i regelen kryssingen utføres kunstig, blomst for blomst; for arter som gir bare ett eller noen få frø pr. blomst kan det derfor neppe bli tale om å utnytte denne virkning i praksis. For tomater, tobakk o.l. som gir på hundrevis av frø etter en enkelt bestøving, har det derimot vært brukt.

--

Oversikt over foreddingsarbeidet i Norge og noen andre land.

Norge. Planteforeddingen her har ingen lang historie. Enkelte gardbrukere har nok oppdratt nye potetslag etter frøtsåd. I 1830-årene ble det gjennom Selskapet for Norges vel sendt ut småporsjoner av potetfrø til gardbrukere som vilde prøve å lage nye potetslag, og vi vet om enkelte som samlet frø i åkeren for samme formål. Ved Den høiere Landbruksskole i Ås ble det i 1860-årene forsøkt med det samme.

Det er først i vårt århundre en kan tale om planmessig foreddingsarbeid her i landet. Ved Åkervekstforsøkene (Vollebekk) begynte assistent Høningstad med typeutvalg i bygg, og i 1907 ble det sendt ut to foreddede sorter, Bamsebygg og Finnegutt. Den første var mye brukt en del år. Høningstad laget også potetsorter etter frøtsåd. Sorten Rosenring stod høgt i masseavkastning og var sterk mot tørr-råte.

Foreddingsarbeidet ved Åkervekstforsøkene ble fortsatt av Vik, som bl.a. har sendt ut 3-4 vørkveitesorter, en høstveitesort, en rugsort og en stamme av engsvingel og av hundegras. Lunden har siden 1924 arbeidet med poteter og har bl.a. sendt ut den kjente Åspotet. I de seinere år har Nissen arbeidet med grasforedding her.

Flere av de andre forsøksgårder har også drevet med foredding.

Forsøksstasjonen for Hedmark (no Møistad) som ble opprettet i 1905, fikk som spesialoppgave å drive foredding. Christie arbeidet der med havre, bygg og ertter. Omkring 1916 ble det sendt ut 4 havresorter, 2 bygg-sorter (den ene Maskinbygg) og 2 ertesorter. Etter at Christie sluttet på Møistad i 1920 hadde foreddingsarbeidet der lite omfang til det igjen ble utvidet i 1930-årene, da det ble sendt ut en vørkveite og et par høstveitesorter. Møistad har i disse årene hatt en særskilt assistent for foreddingsarbeidet.

Ved forsøksstasjonen på Jæren (Forus) har Høningstad arbeidet en del med grasforedding, men det er ikke sendt ut noen foreddet sort. Assistent Lindland har sendt ut flere sorter av vørkveite, havre og bygg og av poteter.

Forsøksstasjonen for fjellbygdene (Løken) har sendt ut de tidlige

byggslag Jotun og Sølen og stammer av engsvingel og rausvingel.

Forsøksstasjonen for Trøndelag (Voll) sendte i 1922 ut en tidlig havresort og i 30-årene flere kryssingssorter av havre for Trøndelag. Like- så en ny byggsort.

Forsøksstasjonen for Troms og Finnmark har skaffet et par svært tidlige byggslag og arbeider dessuten med grasforedling. Stasjonen har cytologisk laboratorium.

På Felleskjøpets stamsædgard, Vidarshov, har det siden 1922 vært drevet kløverforedling og timoteiforedling, litt også med kornarter, det er sendt ut en tidlig havresort og en byggsort derfra.

Med hagevekster har det også vært arbeidet noe, bl.a. har prof. Moen, prof. Gran og forsøkslederne Johs. Lund og Bremer sendt ut sorter.

Det er vel få land som har kostet på foredlingsarbeidet så lite som vårt. Det meste har vært rent personlig arbeid som forsøksfolk og andre har gjort fordi de hadde interesse for det. Bortsett fra det lille statetilskudd til Christies foredlingsarbeid fra 1905 er det i grunnen først i 30-årene det uttrykkelig er bevilget noe til foredling. De foredlede sorter betaler sikkert med sin meravling i et enkelt år mangedobbelt det som hittil er kostet på planteforedlingen i vårt land. Etter hvert som de forholdsvis lett løselige foredlingsoppgaver blir løst, vil det nok bli nødvendig å koste på noe mer.

Foredlingsarbeidet hos oss har vært mer desentralisert enn i de fleste andre land, idet det for størstedelen er blitt utført ved forsøksstasjonene i de enkelte landsdeler uten noe egentlig sentralinstitutt. En slik ordning har mye for seg i et land som vårt, fordi vekstvilkårene er så ulike i de ulike landsdeler, og en lokal foredling vil da ha fordeler når det gjelder å skaffe sorter som høver til de naturlige vilkår og dyrkingsvilkårene i landsdelen. Det har vært et visst samarbeid mellom foredlerne gjennom et foredlingsutvalg i Rådet for jordbruksforskning (som er sammensatt av alle forsøkslederne), og ved at foredlerne til dels sender hverandre foredlingsmateriale og prøver hverandres sorter.

Men den sterke desentralisering har også sine skyggesider, og det er blitt mer og mer tydelig at vi har bruk for et større og bedre utstyrt sentralinstitutt for planteforedling også i vårt land. Det foreligger da også fullt utarbeidede planer for et slikt institutt ved Landbrukshøgskolen.

Sverige. Her er planteforedlingen noe eldre enn hos oss, og særlig har den vært drevet i mye større omfang. Foredlingsarbeidet på Svaløf er jo blitt verdensberømt. Denne institusjon - Sveriges Utsædesforening er det offisielle navn - ble satt i gang i 1886 med von Neergaard som leder. Som før nevnt brukte de masseutvalg til å begynne med, men da denne metode ikke gav det ventede resultater, gikk de - etter at Hjalmar Nilssoni 1890 var blitt leder - over til det de kalte pedigremetoden, som praktisk talt er det samme som renlinjemetoden. Med denne metode ble det da oppdratt en rekke framfrå sorter, og Svaløf vant et ry som de siden har sørget for å vedlikeholde.

Svaløf var også tidligere ute enn de fleste andre med å utnytte de muligheter som Mendels resultater syntes å love. Flere av foredlerne på Svaløf har også vært arvelighetsforskere av rang, særlig må Nilsson Ehle nevnes, han ble i 1924 leder av institusjonen.

Institusjonen har 5-6 avdelinger med hver sin forstander som har en vekst eller en gruppe av vekster som spesialitet. Dessuten er det spredd utover landet 8 filialer som prøver sortene fra hovedanstalten under de ulike lokale forhold og dessuten driver lokal foredling.

Pengemidler til arbeidet blir skaffet for en mindre del gjennom med-

lemsavgift til foreningen og avgift fra det firma (Allm. Svenska Utsädesaktiebolaget) som omsetter de sorter som blir laget, det aller meste av utgiftene - over 1/2 million årlig - blir båret av staten:

Weibullsholm er en privat foredlingsanstalt som blir drevet av såvarefirmaet W. Weibull i Landskrona. Det er vel så gammelt som Svaløf og var først kjent for sine gode rotvekststammer. Noe arbeider de der med alle vanlige jordbruksvekster og dessuten med høgevekster. Av høstkveite har de skaffet sorter som står over Svaløfs beste. Weibullsholm har også stort statstilskudd no.

Hilleshøg er en foredlingsanstalt for sukkerbeter som foreningen av svenske sukkerfabrikker driver.

Danmark. Der begynte de også i 1880-årene med privat planteforedling. Erhard Fredriksen laget fra da og utover til 1900 "den akklimatiserte danske sukkerroe", dessuten også bygg- og hvetesorter. Forsøksleder L. Hellweg ledet fra 1886 til 1920 rotvekstforsøkene og rotvekstfrøavl i Danmark, og han fikk de danske private rotvekstforedlere til å gå over til familieavl, de danske rotvekststammer har siden stått blant de beste i verden, og landet har hatt stor eksport av rotvekstfrø.

Den første danske forsøksleder, P. Nielsen, drev som vi har hørt, masseutvalg i korn. Hans etterfølger på Tystofte, N. P. Nielsen, var den første som brukte renlinjeutvalg i Danmark.

Abed forsøksstasjon med leder H. A. B. Vestergaard har skaffet en rekke gode sorter, særlig av toradsbygg (Binder, Opal, Kenia, Maja), som har slått bl.a. Svaløfs sorter av toradsbygg, skjont arbeidet har vært drevet på små arealer og med små pengemidler.

En mye større foredlingsinstitusjon er Østofte, som blir drevet av sammenslutninger av danske gardbrukere og husmenn - noe tilsvarende til Felleskjøpet hos oss med den skilnad at de danske sammenslutninger omfatter hele landet. Leder er H. N. Frandsen.

Finnland. Her er foredlingsarbeidet like ungt som hos oss. Ved Den agrikulturekonomiska försöksanstalten i Dickursby (Tikkurila) som kom i gang i 1909, ble det ved plantekulturavdelingen, bl.a. av seinere rikspresident Relander, utsendt noen nye havresorter. Fra 1923 ble det opprettet en særskilt avdeling for planteforedling og i 1928 ble denne avdeling flyttet til det store gods Jokioinen. Leder er Pesola.

Siden 1913 har det store samvirkelseskap Hankkija drevet foredlingsvirksomhet i ganske stort omfang på garden Tammiisto litt nord for Helsingfors.

England. Som vi før har hørt, var det her de først begynte et mer planmessig foredlingsarbeid med jordbruksvekster i forrige århundre. Det var privatmenn som begynte, og det er også i vår tid mange private foredlere der, dels enkeltmenn og dels såvarefirmaer. Det store firma Sutton & Sons har sendt ut mange foredlede sorter både av jordbruks- og høgebruksvekster. En del av firmaets sorter, bl.a. den velkjente potet-sort Magnum bonum, har vært av stor verdi også for vårt land. Firmaet Garton var blant de første som sendte ut kryssingssorter.

I de seinere år har vi hatt stor nytte av nye kreftimmune potetslag som er laget av engelske eller skotske foredlere.

Et par offentlige foredlingsinstitutter er knyttet til landbrukscollegene ved universiteter. Således har Biffen o.a. i Cambridge drevet kvalitetsforedling av kveite. Ved landbrukshøgskolen i Aberystwyth i Wales er vel den største foredlingsstasjon i verden for eng- og beitevekster.

Tyskland var litt seinere ute enn England, men fra 1870- og 80-årene er det en del kjente tyske foredlere. Rimpau og von Lochow er nevnt før, likeså den tyske sukkerbeteforedling. Foreddleren v. Rümcker skrev i 1889 den første "lærebok" i foredling.

Tyske potetforedlere har skaffet sorter som har vært mye brukt i vårt land også. Av Richters sorter har slike som General Cronje, Louis Botha og Jubel hatt stor verdi for vårt jordbruk. Likeså Cimbals sort prof. Wohltmann. Av nyere potetforedlere kan nevnes K. von Kameke som bl.a. har skaffet oss sorten Parnassia. - Mange tyske potetforedlere drev forresten før bare med klonutvalg i eldre sorter, men satte ofte nye navn på de kloner de sendte ut, skjønt de var det samme som morsorten. Dette er det no slutt med, de nye sorter må godkjennes av et offentlig utvalg før de blir sendt ut.

Det meste av foredlingsarbeidet i Tyskland blir drevet av private som forretning, midlene blir skaffet av fortjenesten på såvareomsetningen. Men det er også foredlingsarbeid i gang ved landbrukshøgskoler eller landbruksfakultetene ved flere universiteter.

Et stort institutt for foredlingsforskning er grunnlagt av Ervin Baur i Müncheberg. Det arbeider særlig med å utforske de beste metoder og samle foredlingsmateriale til bruk i den private foredling, men sender også til dels ut foredlede sorter.

Russland. Foredlingsarbeidet i hele Sovjetsamveldet blir ledet fra et Institutt for planteforedling (før Institutt for anvendt botanikk) i Leningrad. Direktør er den berømte N. J. Vavilov. Instituttet er vel det største i sitt slags i verden. Her fins også sikkert verdens største samling av ulike former av kulturplanter. Instituttet har en rekke underavdelinger og spesiallaboratorier for arvelighetsundersøkelser, cytologiske undersøkelser, for utforskning av den beste metodikk for ulike planteslag eller plantegrupper osv. Under instituttet sorterer også omkring 130 forsøks- og foredlingsstasjoner spredt utover unionen. Instituttet har hatt et årsbudgett på omkring 50 millioner rubler.

Arbeidet synes i det hele godt organisert, men det meste av det er enno så nytt at det er for tidlig å ha noen sikker mening om resultatene. I den øverste ledelse sitter mange kjente arvelighetsforskere, men det har nok vært mangel på fagfolk til å utføre arbeidet.

Amerika (U.S.A.) I vår tid blir foredlingen av jordbruksvekster særlig drevet ved de enkelte staters forsøksstasjoner, som igjen ofte er knyttet til landbrukscollegene ved universitetene. De samarbeider gjennom en særskilt avdeling i Department of Agriculture i Washington, som også kan ansette sine spesialister ved de enkelte staters forsøksstasjoner. Foreddlerne i Amerika arbeider med rikeligere pengemidler og bedre utstyr enn vel noe annet sted, og de har også skaffet mange verdifulle resultater.

Den eneste planteforeddler som er blitt verdensberømt, også utenfor fagfolkenes krets, Luther Burbank (1849-1926) var amerikaner. Han begynte med potetforedling i 1870-årene og hadde i 1875 ferdig flere nye sorter; en av dem - Burbankpotet - er i bruk enno. Samme år flyttet han fra Massachusetts til Santa Rosa i California og drev der siden foredlingsarbeid i stor stil, særlig med hagevekster - frukttrær og prydplanter. Han bare laget nye slag og solgte dem etter hvert til forretninger som sørget for å få dem spredt. Disse forretninger drev da amerikansk reklame for hans nyheter, og denne reklame kan vel ha gjort sitt til at han vant verdensry. Men han laget også mer av oppsiktsvekkende ting enn kanskje noen annen foreddler. Det meste av metodikken måtte han lære seg sjøl, det

var svært lite skrevet om slike ting da han begynte.

Av det som utmerker hans "metode" kan nevnes at han sørget for å ha størst mulig utgangsmateriale. Han samlet inn alt tilgjengelig materiale av vedkommende art før han gikk i gang med utvalg eller kryssing. Hans kryssinger var ofte svært vidløftige, enkelte av hans nye frukttresorter hadde arv i seg fra opp til 7 ulike sorter. At han likevel kunde ha de nye sorter ferdige på forholdsvis kort tid, skyldes bl.a. den vegetative formering som brukes for frukttrær.

Carnegiefondet betalte i en rekke av år 10 000 dollars årlig for å få ha en vitenskapsmann gående der for å sette seg inn i hans arbeid. Det var Shull som hadde dette verv. Han fant ikke noe "overnaturlig" i Burbanks metoder og resultater; alt kunde forklares ut fra kjente arvelover. Men Burbank har nok utnyttet disse lover på en genial måte.

Litteratur.

- "Better Plants and Animals". U.S.A. Yearbook of Agriculture, 1936 og -37.
- Fruwirth: Handbuch der landw. Pflanzenzüchtung, B. I-V, 1900 (siden mange utgaver, no delvis foreldet).
- Roemer & Rudorf: Handbuch der Pflanzenzüchtung, B. I-V, 1941-?.
- Baur: Grundlagen der Pflanzenzüchtung, 1923.
- Hayes & Garber: Breeding Crop Plants, 1921 og 1927.
- Babcock & Clausen: Genetics in Relation to Agriculture, 1918 og 1927.
- Nilsson Ehle: Den modärna ärftlighetsläran ock dess betydelse för växtodlingen, 1915.
- Hunter & Leake: Recent Advances in Agricultural Plant Breeding, 1933.
- Wexelsen: Arv og føredling, 1935.
- Roemer, Fuchs & Isenbeck: Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen, 1938.
- Tidsskriftene: Der Züchter og Zeitschrift für Pflanzenzüchtung. Sveriges Utsädesförenings Tidsskrift o.a.
-

Faint, illegible text at the top of the page, possibly bleed-through from the reverse side.

Section header or title, faintly visible in the center of the page.

Main body of faint, illegible text, appearing to be several paragraphs of bleed-through from the reverse side of the document.

