

# Norsk landbruksforskning

*Norwegian Agricultural Research*

Supplement No. 5 1989

Synspunkt på forskning i  
planteproduksjon og  
fôrkonservering, med  
hovedvekt på grovfôr

*Aspects of research in  
plant production and  
fodder conservation,  
with special reference to  
forages*



Norsk institutt for skogforskning  
Biblioteket

P.B. 61 - 1432 ÅS-NLH

Statens fagtjeneste for landbruket, Ås, Norge  
*Norwegian Agricultural Advisory Centre, Ås, Norway*

## NORSK LANDBRUKSFORSKING / NORWEGIAN AGRICULTURAL RESEARCH

Norsk landbruksforskning er en fortsettelse av Meldinger fra Norges landbrukshøgskole og Forskning og forsøk i landbruket og dekker et publiseringsbehov for norske forskningsresultater innenfor fagområdene: Akvakultur/*Aquaculture*, Husdyrbruk/*Animal Science*, Jordfag/*Soil Science*, Landbruksteknikk/*Agricultural Engineering and Technology*. Naturgrunnlag og miljø/*Natural Resources and Environment*, Næringsmiddelteknologi og hygiene/*Food Technology*, Plantedyrking jord- og hagebruk/*Crop Science*, Skogbruk/*Forestry*, Økonomi og samfunnsplanlegging/*Economics and Society Planning*,

Tidsskriftet har abstrakt, figur- og tabelltekster, overskrift samt nøkkelord på engelsk.  
*Articles published in the journal will always contain titles, abstracts, key words and figures and tables legends in English.*

**Ansvarlig redaktør/Managing Editor, Jan A.: Breian**

### Fagredaktører/Subject Editors

Even Bratberg	Atle Kvåle
Ketil Gravir	Fridtjov Sannan
Unni Dahl Grue	Trygve Skjevdal
Knut Heie	Jon Stene
Arne Hermansen	Steinar Tveitnes

### Redaksjonsråd/Editorial Board

Sigmund Christensen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for maskinlære  
Birger Halvorsen, Norsk institutt for skogforskning  
Sigmund Huse, Norges landbrukshøgskole, Institutt for naturforvaltning  
Ole Øivind Hvatum, Norges landbrukshøgskole, Institutt for jordfag  
Ådne Håland, Særheim forskingsstasjon  
Åshild Krogdahl, Institutt for akvakulturforskning  
Karl Alf Løken, Norges landbrukshøgskole, Institutt for bygningsteknikk  
Toralfv Matre, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag  
Einar Myhr, Norges landbrukshøgskole, Institutt for hydroteknikk  
Kjell Bjarte Ringøy, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning  
Ragnar Salte, Institutt for akvakulturforskning  
Martin Sandvik, Norsk institutt for skogforskning  
Hans Sevatdal, Norges landbrukshøgskole, Institutt for

jordskifte og arealplanlegging  
Arne Oddvar Skjelvåg, Norges landbrukshøgskole, Institutt for plantekultur  
Anders Skrede, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag  
Grete Skrede, Norsk Institutt for næringsmiddelforskning  
Kjell Steinholt, Norges landbrukshøgskole, Institutt for meieri- og næringsmiddelfag  
Arne H. Strand, Norges landbrukshøgskole, Institutt for meieri- og næringsmiddelfag  
Hans Staaland, Norges landbrukshøgskole, Zoologisk Institutt  
Asbjørn Svendsrud, Norges landbrukshøgskole, Institutt for skogøkonomi  
Geir Tutturen, Landbruksteknisk institutt  
Odd Vangen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag  
Sigbjørn Vestrheim, Norges landbrukshøgskole, Institutt for hagebruk  
Kåre Årsvoll, Statens plantevern

### UTGIVER/PUBLISHER

Statens fag tjeneste for landbruket/*Norwegian Agricultural Advisory Centre*, Moerveien 12, 1430 Ås, Norway. Norsk landbruksforskning/*Norwegian Agricultural Research* (ISSN 0801-5333) blir utgitt med fire hefter pr. år som utgjør et volum. Hvert hefte skal være på ca. 100 sider. Abonnementsprisen er NOK 400,- pr. år. Eventuelle supplementer vil bli sendt gratis til abonnenter, men kan bestilles separat hos utgiveren.

### KORRESPONDANSE/CORRESPONDENCE

All korrespondanse av redaksjonell eller forretningsmessig karakter skal sendes til Statens fag tjeneste for landbruket/*Norwegian Agricultural Advisory Centre*.

# Norsk landbruksforskning

*Norwegian Agricultural Research*

Supplement No. 5 1989

Synspunkt på forskning i  
planteproduksjon og  
fôrkonservering, med  
hovedvekt på grovfôr

*Aspects of research in  
plant production and  
fodder conservation,  
with special reference to  
forages*



Statens fagtjeneste for landbruket, Ås, Norge  
*Norwegian Agricultural Advisory Centre, Ås, Norway*



## HONNØRSKRIFT

til

**professor, dr. agric. Birger Opsahl**

Birger Opsahl er født 1. oktober 1917 i Hetland (nå Stavanger) kommune i Rogaland. Han tok artium i 1938, agronomeksamen i 1940 og eksamen ved Norges landbruks-høgskole, jordbruksavdelingen, i 1944. Han arbeidet som vitenskapelig assistent og amanuensis ved Statens forsøksgard Forus, og som vitenskapelig assistent, amanuensis, forskningsstipendiat og førsteamanuensis ved Institutt for plantekultur, Norges landbrukshøgskole. I juli 1963 ble han tilsatt som forsøksleder ved Statens forsøksgard Forus/Særheim, og i september 1966 ble han utnevnt til professor ved Institutt for plantekultur, Norges landbrukshøgskole. Han tiltrådte professoratet i november 1966.

I 1965 ble Birger Opsahl tildelt doktorgraden i landbruksvitenskap (dr. agric.) ved Norges landbrukshøgskole på avhandlingen «Contribution to the breeding methods of timothy» (Meld. Norg. LandbrHøgsk. 43 (12)). Utenom doktorarbeidet har Opsahl en betydelig skriftlig produksjon av vitenskapelig og faglig veiledende art. Hans vitenskapelige engasjement har også vært rettet mot en rekke praktiske sider ved norsk planteproduksjon. I denne forbindelse nevnes at han i 1970-årene sto i spissen for arbeidet med et faglig opplegg for stamsæd- og bruksfrøavl i nesten alle förvekster her i landet. I perioden som forskningsstipendiat ved Institutt for plantekultur og seinere, arbeidet professor Opsahl med rotvekstforedling. Konkrete resultater av dette arbeidet er bl.a. Foll nepe (1962) og den klumprotsterke Gry kålrot (1965). Disse sortene er fremdeles i handel.

Opsahl har gjort en betydelig innsats i undervisningen. Fra han tok til som professor i 1966 og til han gikk av i 1987, har han kontinuerlig bygd opp undervisningen i förvekstproduksjonen og i generell plantekultur som er deler av plantekulturfaget ved Norges landbrukshøgskole. I denne sammenheng er det skrevet kompendier og øvelsesrettleiiing som dekker mye av stoffet i undervisningen. Dessuten har han i perioden som professor vært lærer og veileder for 91 studenter med hovedfagoppgave fra forskjellige sider av norsk planteproduksjon. Han har også vært veileder for 19 lisensiat/dr. scient-studenter, derav 5 med plantekultur som støttefag. Flere doktorander som er tildelt doktorgraden (dr. agric.), og mange andre forfattere i landbruksvitenskap, takker ham for gode råd og positiv kritikk av skriftlige arbeider. Resultater av det vitenskapelige arbeidet som er publisert fra disse studiene, representerer viktige bidrag i landbruksforskningen, teoretisk og praktisk.

Som medlem av faggrupper, utvalg og styringsorgan har Opsahl i stor grad vært med på å forme förvekstforskningen her i landet i de siste 20-25 årene. Han har videre vært engasjert i en rekke N.L.V.F.-utredninger som bl.a. produksjon av encelleprotein fra olje/gass, utvinning av bladprotein fra forskjellige vekster, grunnlaget for produksjon av fett/protein fra planter her i landet, og om mulighetene for utnyttning av permanente enger og fjellområder i Norge.

Professor Opsahl har deltatt i FAO's grasmarksgrupper for forskning i fjellområder og lågland i Nord- og Mellom-Europa, og vært medlem av Commission for Agricultural Meteorology (CAgM) under WMO. Dessuten har han lagt ned et stort arbeid i European Grassland Federation (EGF). Han var president i denne organisasjonen fra 1982-84 og for EGF-kongressen på Ås i 1984.

Forfatterne ønsker å hedre professor, dr. agric. Birger Opsahl med denne artikkel-samlingen. Artikkelen berører emner som Opsahl har vært opptatt av og arbeidet med i hele sitt yrkesaktive liv. Vi takker for stor innsats.

Ås/Bodø/Tromsø i november 1988

Ole Bernt Olsen

Øystein Simonsen

Ivar Schjelderup

## SKRIFTLIGE ARBEIDER

1. Opsahl, B. 1946. Uten fosforsyre i 15 år. Statens forsøksgard Forus, meld. 28, 106-111.
2. Opsahl, B. 1950. Forsøk med havresorter, Forsk. fors. landbr. 1, 1-34.
3. Opsahl, B. 1951. Forsøk med kalkkvelstoff mot frøugras og som kvelstoffgjødsel i potet. Forsk. fors. landbr. 2, 263-275.
4. Opsahl, B. 1952. Brukskrysning i planteavl. Bondevennen 55, 81-83.
5. Opsahl, B. 1952. Forsøk med aukande kunstgjødselmengder til eng. Bondevennen 55, 146-150, 162-166.
6. Eikeland, H. J. og B. Opsahl 1953. Stamme- og såmengdeforsøk med timotei i blanding med kløver 1946-1952. Forsk. fors. landbr. 4, 423-438.
7. Flovik, K. og B. Opsahl 1953. Forsøk med sortar og stammer av nepe 1947-1951. Forsk. fors. landbr. 4, 121-142.
8. Opsahl, B. 1953. Valg av rotvekststammer. Samvirke 48, 122-123.
9. Opsahl, B. 1954. Forsøk med stammer av førbeter 1950-1953. Forsk. fors. landbr. 5, 525-545.
10. Opsahl, B. 1954. Valg av rotvekststammer. Samvirke 49, 141-142.
11. Opsahl, B. 1956. The discrimination of interactions and linkage in continuous variation. Biometrics 12, 415-432.
12. Opsahl, B. 1956. En biometrisk metode i planteforedlingen. Nordisk Jordbr.forskn. 38, 307-309 (kongress).
13. Opsahl, B. 1957. Forsøk med sorter og stammer av nepe 1953-1956. Forsk. fors. landbr. 8, 433-446.
14. Opsahl, B. 1957. Valg av rotvekststammer. Samvirke 52, 105-106.
15. Opsahl, B. 1958. Nye metoder i rotvekstdyrkingen. Samvirke 53, 35-36.

16. Opsahl, B. 1958. Valg av rotvekststammer. Samvirke 53, 129-130.
17. Opsahl, B. 1958. Forsøk med stammer av kålrot. Forsk. fors. landbr. 9, 1-16.
18. Opsahl, B. 1958. Forsøk med formargkål. Forsk. fors. landbr. 9, 295-313.
19. Opsahl, B. 1958. Nye metoder i rotvekst dyrkingen. Jord og avling nr. 3, 5-7.
20. Opsahl, B. 1959. Utnytt rotvekstenes avkastningsevne. Norsk Landbruk nr. 4, 76-77.
21. Opsahl, B. 1959. Valg av rotvekststammer. Samvirke 54, 146-147.
22. Opsahl, B. 1960. Forsøk med stammer av forbeter 1956-1959. Forsk. fors. landbr. 11, 587-605.
23. Opsahl, B. 1960. Valg og dyrking av förvekster. Østlandets melkesentral, stensiltrykk, 26 s.
24. Opsahl, B. 1960. Nepedyrking og nepestammer i Trøndelag. Landbrukstidende 66, 210-212.
25. Opsahl, B. og E. Glemmestad 1960. Rotvekstar = Kraftför. L.O.T. Småskrift 7/60, 11 s.
26. Opsahl, B. 1961. Valg av rotvekstsortar. Samvirke 56, 159-160.
27. Opsahl, B. 1961. Slipt frø av forbeter. Samvirke 56, 167-168.
28. Opsahl, B. 1961. Beising av rotvekstfrø. Samvirke 56, 168-169.
29. Opsahl, B. 1961. Bladfaks gir store grasavlinger. Norsk landbruk nr. 7, 224-225.
30. Opsahl, B. og K. Ringlund 1961. Avling, handelsverdi og matkvalitet hos forskjellige kålrotsorter. Forsk. fors. landbr. 12, 57-78.
31. Opsahl, B. og O. Lode 1961. Virkning av frøbeising på spiring, vekt av kimplanter og frødiameter hos kålrot. Forsk. fors. landbr. 12, 165-185.



32. Aamlid, K., L. Hunskaar  
B. Opsahl, J. Rasten 1961. Instilling om offentlige tiltak til fremme av plantforedling, sortforsøk, stamfrøavl og bruksfrøavl i rotvekster og grønnsaker. Statens Såreråd, 1961. 52 s. + 11 tab.
33. Opsahl, B. 1961. Rotvekster eller førmarginål. Bondevennen 64, 11-17.
34. Opsahl, B. 1962. Rotvekster og førmarginål. Bondevennen 65, 18-19.
35. Opsahl, B. 1962. Bør kålrot- og neppefrøet sorteres sterkere? Samvirke 57, 99-101.
36. Opsahl, B. 1962. Smooth bromegrass in Norway. Agronomy Journal 54, 55.
37. Opsahl, B. 1962. En ny nepesort for Trøndelag. Landbruks-tidende 68, 207-208.
38. Opsahl, B. 1962. Rotvekstedyrking med gode resultater. Samvirke 57, 135-136.
39. Opsahl, B. 1962. Foll, en ny nepesort. Samvirke 57, 137-138.
40. Opsahl, B. 1962. Tynningsarbeidet og dobbeltplanter i rotvekståkeren. Jord og avling nr. 2, 2-3.
41. Opsahl, B. 1962. Forsøk med nepesorter 1958-1961. Forsk. fors. landbr. 13, 427-446.
42. Opsahl, B. og A. Bylterud 1962. Reaksjon på økende mengder TCA hos forskjellige sorter av rotvekster. Forsk. fors. landbr. 13, 465-480.
43. Opsahl, B. 1962. Arter og sorter av rotvekster. I Bondens Handbibliotek 3, 21-27, Norsk Landbruks Forlag, Oslo.
44. Opsahl, B. og J. Ryssdal 1964. Forsøk med kålrotsorter 1959-1962. Forsk. fors. landbr. 15, 215-223.
45. Opsahl, B. 1964. Contributions to the breeding methods of timothy. Meld. Norg. Landbr. Høgsk. 43 (12), 86 s.
46. Opsahl, B. 1965. Kvantitative genetiske virkninger av kromatidespalting hos en autotetraploid. Prøveforelesning for den landbruksvitenskapelige dok-torgrad 23.2. 1965. 22 s.

47. Opsahl, B. 1965. Prinsipper og metoder i krysningsforedling hos selvbefruktende vekster. Prøveforelesning for den landbruksvitenskapelige doktorgrad 23.2. 1965, 21 s.
48. Opsahl, B. 1965. Førhaustar og gjenvekst. Bondevennen 68, 2-3.
49. Opsahl, B. 1965. The value of biometrical models in plant breeding. IV. Eucarpia Congress. Lund July 1965, 81-90.
50. Opsahl, B. og K. Herje 1966. Stamsæd jamført med ukontrollert utsæd i potet. Forsk. fors. landbr. 17, 21-32.
51. Opsahl, B. og J. Ryssdal 1966. Forsøk med gjenlegg til eng. Forsk. fors. landbr. 17, 33-46.
52. Opsahl, B. 1966. Foreløpig rapport om gjødslingsforsøk på fjellbeite i Sirdal. Stensiltrykk, 21 s.
53. Opsahl, B. 1971. Perspektiver i grasdyrkingen. Ny Jord 58, 18-35.
54. Opsahl, B. 1971. Vassdragsreguleringen i Jotunheimen. A. Sjøa-Nedre Otta. I: A.O. Skjelvåg (red.) Følgjer av vassdragsregulering for planteproduksjon i vassdraget, s. 2-7. NLVF 1986.
55. Opsahl, B. 1972. Vassdragsreguleringen i Jotunheimen. B. Øvrige områder (I) Ibid. s. 9-14.
56. Opsahl, B. 1973. Vassdragsreguleringen i Jotunheimen. C. Øvrige områder (II). Ibid. s. 16-23.
57. Opsahl, B. 1976. Vassdragsreguleringen i Jotunheimen. D. Breheimen. Ibid. s. 25-30.
58. Opsahl, B. 1973. Vassdragsreguleringen i Jotunheimen. E. Breheimen - Stryneutbyggingen. Ibid. s. 32-34.
59. Opsahl, B. 1973. Uttalelse om reguleringen i Reindalen, Tafjord. Ibid. s. 36-38.
60. Opsahl, B. 1973. Uttalelse om reguleringen av Øvre Orkla. Ibid. s. 40-44.
61. Opsahl, B. 1974. Uttalelse om reguleringen av Otra. Ibid. s. 46-48.

62. Opsahl, B. 1973. Uttalelse om Alta-utbyggingen. Ibid. s. 50-56.
63. Opsahl, B. 1976. Uttalelse om kraftutbyggingen i Nordland. Ibid. s. 58-67.
64. Opsahl, B. 1982. Pastures on outlying land in Norway. In: Låg, J. (ed) 1982. Basis of accounts for Norway's natural resources, 89-97. Universitetsforlaget. Oslo - Bergen - Tromsø.
65. Opsahl, B. 1984. Growth climate, agricultural land, soil and grazing resources in Norway. In: Riley, H. and A.O. Skjelvåg (eds.) 1984. The impact of climate on grass production and quality. Proc. 10th Gen. Meet. Europ. Grassld. Fed., Ås-Norway, 14-23. The Norwegian State Agr. Res. Stations, Ås, Norway.
66. Opsahl, B. 1985. Lys, varme og vekst hos gras. Foredrag, Jæren forsøksring 21. febr. 1985.

#### *Kompendier*

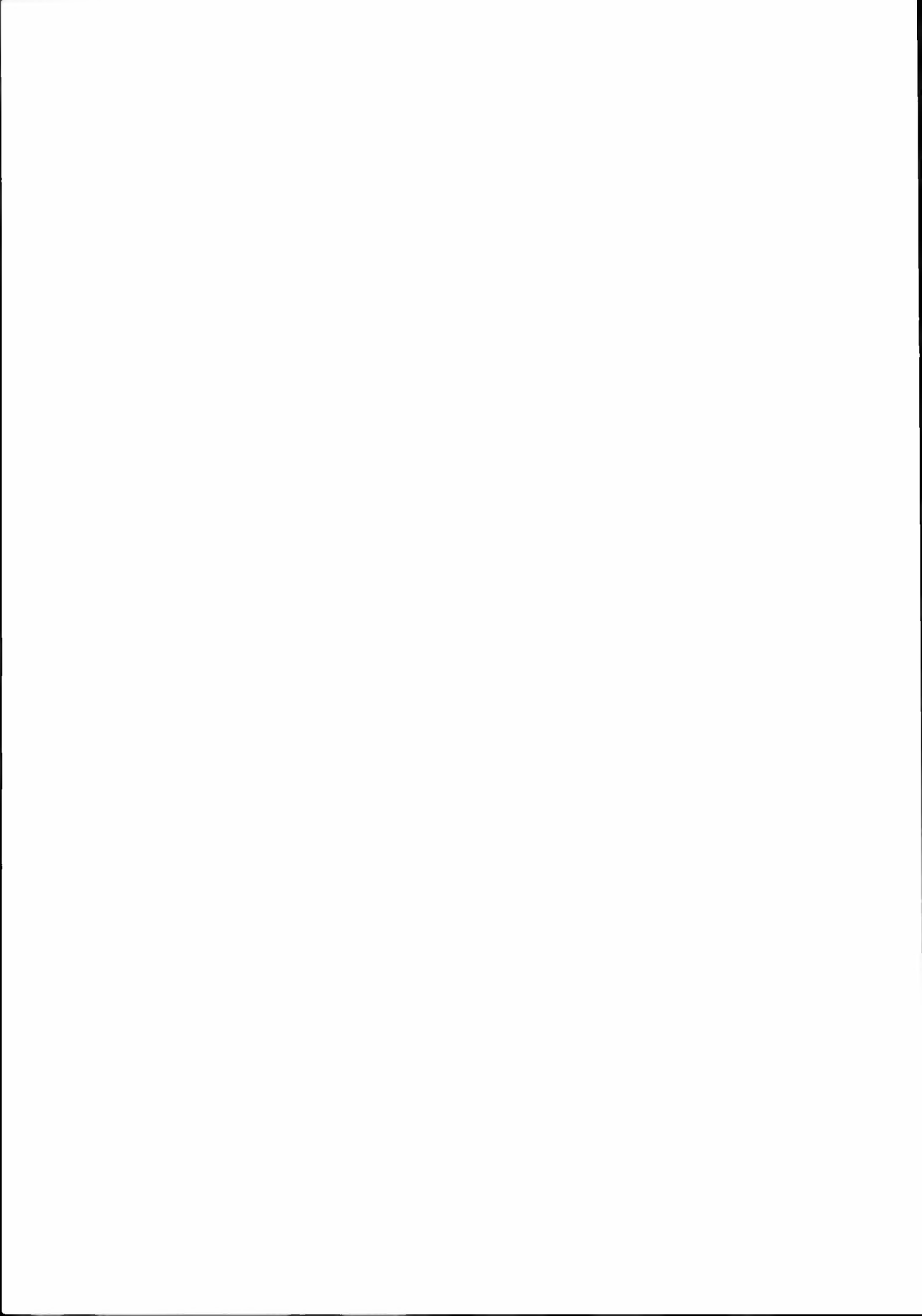
67. Opsahl, B. 1974. Rotvekster. Landbruksbokhandelen. Stensiltrykk, 180 s.
68. Baadshaug, O.H. og B. Opsahl 1974. Overvintring hos eng- og beitevekster. Landbruksbokhandelen. Stensiltrykk, 108 s.
69. Opsahl, B. 1976. Kulturplantane. Opphav, utvikling, alder, særmerke, opphavsområde. Stensiltrykk, 46 s.
70. Opsahl, B. 1980. Ressurser i planteriket: mat, fôr, fibre, stimulans. Landbruksbokhandelen. 82 s.
71. Opsahl, B. 1980. Viktige vekster i verdens jordbruk. Landbruksbokhandelen. 138 s.
72. Opsahl, B. 1981. Frø, spiring, vekst og oppbygging hos noen kulturplanter (Til bruk ved øvelser). Landbruksbokhandelen. Stensiltrykk, 122 s.
73. Opsahl, B. og A. O. Skjelvåg 1983. Attlegg til eng og beite. Landbruksbokhandelen. Stensiltrykk, s. 89.
74. Opsahl, B. og A. O. Skjelvåg 1984. Varig eng i Noreg. Areal, opphav, plante-setnad, fornying. Landbruksbokhandelen. Stensiltrykk, 102 s.

75. Opsahl, B.

1985. Endringer i arealer og planteproduksjon i jordbruket i Norge, og utvikling på enkelte andre områder med tilknytning til emnet. Landbruksbokhandelen. Stensiltrykk, 63 s.

## INNHOLD

1. Utfordringer til ei desentral landbruksforskning	Ole Bernt Olsen	3
2. Planteforedling fram mot århundreskiftet	Knut Aastveit	19
3. Ny teknologi i planteforedlingen, med hovedvekt lagtpå i genteknologi	Øisten Simonsen	27
4. Framtidig frøavlsforskning	Odd Arne Rognli	35
5. Sikring av var engfrøforsyning	Ragnar Hillestad	45
6. Kulturbeitet - Quo Vadis?	Einar K. Time	53
7. Engavlinger i ulike deler av landet	Markus Pestalozzi	59
8. Foredling for overvintringsevne hos engvekster	Arild Larsen	65
9. Belgvekstar i grovfôrdyrkinga	Tor Lunnan	71
10. Verknader av drifts- og bruksmåte på botanisk samansetnad i eng	Lars Nesheim	77
11. Teknikk og grovfôrdyrking Hvor står vi i dag, og hva vil framtida bringe?	Knut Lindberg	85
12. Husdyrgjødsla - ressurs og problem Framtidige forskningsoppgåver	Kjell Vastveit	93
13. Ensilering av grovfôr Retninga for den framtidige forskinga	Jan Reid Hole	101
14. Våderlek och vâxtproduksjon Ett tillâmpningsområde i fôrvaldning	Bengt W. R. Torssell	107
15. Bruk av klimadata i framtidig forskning, undervisning og rådgjevning	Arne O. Skjelvåg	121
16. Plantevernforskinga i det komande 10-året	Kåre Årsvoll	127



# UTFORDRINGAR TIL EI DESENTRAL LANDBRUKSFORSKING

OLE BERNT OLSEN

Statens forskingsstasjonar i landbruk, Ås

Lokal forskingsverksemd i landbruks-samanheng har noko å gjere med dei naturlege vilkåra for å drive landbruk i landet vårt. Men ut over dette er det ikkje særleg klårt kva innhald og føresetnader ei slik desentralisert forskning skal ha. Dette trass i at det er ei verksemd av heller stort omfang, og at det ligg føre fleire utgreiingar og dokument om denne frå den seinare tid.

Forskningsinstitusjonane i landbru-  
et har dei siste par åra vore opptekne med strategisk planlegging. Dette er i røynda ein svært djuptgripande prosess, som kan føre til store endringar i måten forskningsinstitusjonane ser seg sjølve og sine oppgåver på. Den bør hos overordna organ føre til nye oppfatningar om styrings- og ansvarstilhøve i forskinga, og få brukarane av forskingsresultat til å stille større krav og forventningar.

I denne planprosessen bør vi

- prøve å setje våre nære spørsmål inn i et lengre og vidare perspektiv, for å bøte på vår historieløyse, og
- ta opp også meir vesentlege og kontroversielle problemstillingar enn vi brukar å gjere.

## DET RELATIVE MANGFALDET

Av inntrykk som festna seg i eiga studietid, kom nokre inn frå sidelina, m.a. desse to:

Marsen 1953, med utsyn til ein pannekakeflat Nord-Aust-polder, tek den nederlandske fagmannen si utgrei-

ing til med jordvariasjonen på arealet og kva den har å seie for val av vekstar og dyrkingsopplegg.

Eit ideal av ei flat, jamn forsøksjord vert med ein gong meir jordnær, og relativitetsteorien får - omsider - eit visst innhald.

Eitt år tidlegare, ved ein tysk forskningsinstitusjon for arbeidsteknikk og rasjonalisering, får ei lokal gruppe jordbrukarar omvising og orientering. Ein spade og eit jordprofil er det den tyske fagmannen står seg til, i si utgreiing om veksevilkår, val av produksjonar, driftsvilkår o.m.

Det kan ikkje provast at dei to inntrykka, som nok etter kvart forsterka kvarandre, vart avgjerande for den leia den faglege interessa seinare tok. Men eit noko vidare og meir jordnært perspektiv medverka dei nok høgst sannsynleg til.

I vårt eige vidstrakte land må mangfaldet i veksevilkår vera eit sentralt interesseområde for alt som har med plantedyrking, og dermed grunnlaget for landbruket vårt, å gjere.

Korleis har vi teke oss av dette mangfaldet - i praksis og forskning?

## NORGE SOM JORDBRUKSLAND

Mykje brukte karakteristikkar av Norge som jordbruksland er den særskilde andelen av jordbruksareal i høve til landarealet totalt - ca. 3 prosent, og arealet av dyrka jord pr. innbyggjar - ca. 2 dekaar. Bruksstorleik, avgrensa produksjonsval og låg sjølvbergingsgrad er

karakteristikkar som plar følgje opp dette.

Åleine i verda er vi knapt om alle desse karakteristikkane, men ser vi på innhaldet i jordbruksarealet, vert det snart meir einsamt og veglaust.

Det vesle arealet vi har, har vi fått spreidd over eit vidt geografisk område, med høgst skiftande terreng- og jordtilhøve, kombinert med stor - om ikkje alltid rekordstor - variasjonsbreidd i alle dei klimafaktorar vi veit har direkte og indirekte verknad på plantevekst og planteproduksjon. Dei viktigaste av desse faktorane - temperatur og lengde av veksetida, daglengde og globalstråling, nedbør og vintertilhøve - er nærare omtala i ein oversynsartikkel av Opsahl (1984).

Korleis klima-, jord- og terrengfaktorar verkar på plantevekst, er komplisert og noko vi treng vite mykje meir om. Men i ein sum vil vi få eit sluttresultat som avlingsmengd og -kvalitet. Kostnadene ved produksjonen heng også sterkt saman med dei faktorane vi har nemnt. Samanlagt sit vi då att med eit økonomisk resultat.

Det særleine ved Norge som jordbruksland, er at vi vil ha ein moderne intensiv planteproduksjon med sikte på eit godt økonomisk resultat, under vekse- og drivevilkår som for delar av landet er utan sidestykke i andre land.

Det særleine ved Norge som land og samfunn er at vi, trass i alle dei kostnadstunge faktorane, vil ha både like levevilkår for alle over heile landet, og levevilkår utan sidestykke i andre land.

Om det er komplisert nok på den biologiske sida, vert det meir enn nok for dei fleste når økonomiske og samfunnspolitiske sider kjem til for fullt.

Vi har innan landet vårt dei naturlege dyrkingsgrensene for alle dei artar vi nyttar ut i økonomisk planteproduksjon i jord- og hagebruk. Den jordbruksfaglege utfordringa ligg i kor langt ut mot dei naturlege grensene vi kan tøye dei økonomiske.

Ved hjelp av tiltak frå samfunnet si side kan den økonomiske dyrkingsgrensa tøyast svært langt. Dette har også blitt gjort, både i tidlegare og nyare tid. Forsking og rådgjeving har prøvd å møte dei faglege utfordringane, kan hende ofte ut frå snevre sektorsynsvinklar, men sterke økonomiske verkemiddel dekkjer lett over dei faglege.

Ein situasjon der innsats av økonomiske verkemiddel vert tona ned, og måla framleis er dei same, må logisk føre til at fagleg innsats må prioriterast opp. Dette er ei utfordring til forskinga, ikkje minst lokal forskingsverksemd, som no kan bli sett på ei ny og større prøve. Samfunnspolitiske og landbruksfaglege sider må spele kvar si rolle, men dei må samstundes påverke kvarandre.

Men den største utfordringa ligg vel i at måla ikkje lenger er dei same. Biologisk produksjon skal gå føre seg både på økologisk og økonomisk forsvarleg måte. Forskinga må skaffe betre kunnskap og forståing for denne prosessen og for nye måtar å gjennomføre produksjonen på.

Før vi går vidare inn på dei perspektiv dette gir for forskning lokalt, og for Norge som jordbruksland, bør vi få med oss noko meir av perspektivet bakover.

## DET HISTORISKE PERSPEKTIVET

Det moderne jordbruk, med skiftebruk, stor kapitalinnsats og omsetnad - m.a.o. eit intensivt jordbruk - har ei relativt stutt tid bak seg. Det gjeld ikkje berre vårt land, men slik vi ligg til geografisk, kom vi nok noko etter i starten.

Ut over i førre hundreåret sette føregangsfolk i gang utviklinga frå ein-sidig engdyrking til skiftebruk. Det var ei utvikling knytta til dei beste jordbruksområda. Men det gjekk ikkje utan vidare lett føre seg. Dei 'rike og sunde naturlige enge' hadde sin styrke, som det går fram av Jacob Sverdrup si 'Lærebog i den



norske landhusholdning', 1849: (e. Olsen, 1964 b).

'At opbryde deslige enge til dyrkning av sæd eller hvilkensomhelst anden vekst, skulde være et daarlig foretagende, fordi ingen frugt er saa sikker som græsveksten, ingen vindes med saa ringe omkostninger, og intet gir i vort jordbrug den fordel som kvægavlen.'

Men den siste fjerdeparten av hundreåret vart ei vanskeleg tid for jordbruket - og for landet. Billeg korn frå Amerika fløynde inn over grensene, arbeidskraft fløynde ut. Utviklinga av det sterke, eller intensive jordbruket stogga opp, og gjekk endåtil tilbake.

Ved århundreskiftet var det sterke meiningsskilnader mellom fagfolk omkring korn- og grasdyrking, skiftebruk og einssidig engbruk, intensiv og ekstensiv drift. Dette var meiningsskilnad på landbrukspolitisk og driftsøkonomisk grunnlag, men utgangspunktet for den einskilde var oftast dei naturlege vilkåra han kjende best til. Dermed kan vi godt seie at konstellasjonane korn - gras og sentrale jordbruksområde - utkantjordbruk var trekte opp.

Faktorar utanfrå fekk avgjerande innverknad også på den vidare utviklinga i jordbruket i form av:

- matforsyningsproblema under første verdskrigen, og
- overskottet på arbeidskraft ut over i mellomkrigsåra.

Både faktorar bygde sterkare opp under krava om ei meir intensiv jordbruksdrift i større delar av landet enn nokon kunne ha tenkt seg.

Fagleg fekk dette si utforming i Paul Borgedal si avhandling om Intensitetsproblemet i norsk jordbruk (1926): (e. Olsen, 1964 a).

'Hvor jorden er optatt og har verdi og hver bruker bare har et givet jordareal blir den driftsmessige opgave å utnytte dette jordareal ved hjelp av arbeide og arbeidskapital i sådanne mengder at

nettoavkastningen pr arealenhet blir størst mulig.'

Dette driftsøkonomiske programmet har hatt stor gjennomslagskraft og langvarig verknad - og etterverknad - i politikk, praksis, rådgjeving og forskning. Det har jamvel blitt tøygd endå lenger - til avlingsmengd pr arealeining som resultatmål.

Som ofte elles vart atterhald som låg bak formuleringa borte under vegs. Det intensive skiftebruket skulle vera den karakteristiske driftsmåten for heile landet - 'hvor den på grunn av naturforholdene ikke fortreges av eng- og beitebruket'.

Til skiftebruk må vi også rekne den kortvarige enga. Konsulent Eystein Gjelsvik, som kanskje meir enn nokon annan sto midt oppe i den praktiske gjennomføringa av det driftsøkonomiske idealet i utkantjordbruket, formulerte i 1939 røynslene sine som lei ar bureisingsarbeidet i Selskapet Ny Jord slik: (e. Olsen, 1964 b).

'Jeg kjenner ikke noe dogme som har gjort vårt jordbruk større skade enn denne at vi ikke kan drive med annet enn ensidig høyavl over største delen av landet. Det er riktig nok at velstelt eng hos oss gir rik avling. Men jeg har ennå tilgode å se velstelt eng uten forholdsvis meget åpen åker'.

Det er nær eit hundreår mellom dette sitatet og det vi tok til med i dette avsnittet. Saman illustrerer dei hovudmotsetnaden vi står overfor også i dagens situasjon. Det første tek utgangspunkt i dei sentrale, frå produksjonsstadsrike, jordbruksområda, det andre i utkantjordbruket - eller kanskje vi heller skal seie - dei naturlege eng- og beitebruksområda. Både tok feil, men på ulike premisser - det første med for stor vekt på dei naturlege produksjonsvilkåra og for små forventningar til skiftebruket, og det andre med for lite vekt på naturvilkåra og for stor tru på skiftebruksdogmet i denne samanhengen.

Den noko enkle problemstillinga, med størst mogleg produksjonsauke og

produksjonsteknisk framgang, er halden godt ved like under og etter den siste krigen. Den største skilnaden finn vi i at det no i langt større grad er høgare arbeidsproduktivitet som er målet. Dette går av og til på arealproduktiviteten sin kostnad, men kapitalproduktiviteten er det store uløyste problem.

I 1980-åra sit vi så med eit hovudmønster for plante- og husdyrproduksjonen vår som er nokolunde slik:

- einssidig intensiv kornproduksjon i storparten av dei store jordbruksområda - med unntak av Jæren
- einssidig intensiv gras- og husdyrproduksjon i resten av landet

Kor langt vi har lukkast med dette produksjonsopplegget ut frå tradisjonelle mål og resultatmålingar for jordbruksproduksjon, er det delte meiningar om. Men einssidig intensiv produksjon skapar nye problem og kostnader som samfunnet må bera.

Før vi eigentleg har løyst den reine produksjonsfaglege oppgåva under vanskelege veksevilkår, står dei nye utfordringane på rekkje og rad. Kravet om eit meir miljøvennleg landbruk med utgangspunkt i Brundtlandkommisjonen sitt mål om ei berekraftig utvikling, er vel det som samlar heile problemstillinga.

Nye skiljeliner oppstår mellom industrijordbruk og miljøjordbruk, heiltidsbrukarar og deltidbrukarar, mellom indre og ytre marknadstilhøve, mellom jordbruk og andre næringer.

Svært mange meiner vel den situasjonen vi står overfor no, set avgjerande skilje mellom fortid og framtid, og at omsynet til miljøet no har kome opp på eit overordna plan for godt. I alle høve må forskning og utvikling i landbruket rekne med å bli stilt på si største prøve til no. Sentralt i dette står planteproduksjonen og annan produksjon som er basert på denne. Dei naturlege vilkåra for produksjonen er i endå større grad enn før av-

gjerande for kva problem vi møter og korleis vi møter dei.

Forskinga skal likevel berre vera kunnskaps- og premissleverandør til dei som skal ta avgjerder - og ikkje ein eigen styringsfaktor for ei bestemt utvikling.

Forskningsaktivitet lokalt vil som tidlegare ha sin plass og oppgåve i denne samanhengen.

## LOKAL FORSKNING I PERSPEKTIV

Lokal forskning i jordbruk, hagebruk og husdyrbruk i Norge er i hovudsak den som sidan 1974 er organisert i Statens forskingsstasjonar i landbruk, med 14 lokale forskingsstasjonar spreidd over heile landet.

Utviklinga av lokal forsøksverksemd i jord- og plantekultur, som etter kvart vart til det forskingsapparatet vi har i dag, har klår samheng med den jordbruksutviklinga som er omtala.

Dei tre første statlege distriktsforsøksgardane i jordbruk vart oppretta omkring 1910 i kvart av dei tre sentrale jordbruksområda, Austlandet, Jæren og Trøndelag, og like etter 1920 kom etter tur fjellbygdene, Sørlandet og Nord-Norge med. Dessutan kom det ein hagebruksforsøksgard på Vestlandet og ein i Trøndelag.

Utviklinga seinare kan ein også stort sett lese av mot den allmenne jordbruks- og jordbrukspolitiske utviklinga.

Dette var ei verksemd som hadde tyngdepunkt i plantedyrkingsspørsmål med hovudvekt på å ta i bruk nye artar og sortar, betre dyrkingsteknikk, sterkare gjødsling, betre jordkultur osv. - eller m.a.o. å byggje ut kunnskapsgrunnlaget for allsidig skiftebruk i dei ulike distrikt over heile landet.

Mykje har lukkast - fram for alt der dei naturlege og økonomiske føresetnadene låg til rette for meir krevjande driftsmåte - og der nær sagt ein kvar produksjonsteknisk framgang var ei økonomisk vinning for den som tok den i bruk.

Men det kan nok kanskje hevdast at forsøksverksemda var varsam med å gå ut i dei områda der produksjonsvilkåra ikkje var dei beste - eller at den kom seg fort ut av dei.

Vi har vel på ein måte, både i praksis og forskning, prøvd å eliminere jord- og klimavariasjonar og ulike dyrkingsproblem ved hjelp av nye sortar av plante-materiale og tiltru til Norsk Hydros produkt. Tilsnittsmidlar og politiske og fag-politiske vedtak har gjort sitt i tillegg.

Ein slik tradisjon kan ikkje halde fram under stigande driftsvanskar og sterkt aukande miljøproblem. Pasienten må få meir og betre fagleg kunnskap og mindre medisin, midlar, forskrifter og vedtak.

## ORGANISERING AV FORSKING LOKALT

Det tok lang tid før spørsmålet om organiseringa av forskning innan jordbruk og hagebruk kom opp på eit avgjerande plan. I den første tida etter siste krig var teknikk, økonomi, plantevern o.m. høgast på dagsorden.

Ved 'Innstilling om programforskningen i jord- og plantekultur' (NLVF, 1970) var det skissert ein organisasjonsmodell for den jord- og hagebruksforskninga som har til hovudføremål å løyse praktiske problem. Uttrykket lokal forsøksverksemd vart i den samanheng skrinlagt, og i valet mellom anvendt forskning, prosjekt- og programforskning, tok innstillinga i bruk det siste uttrykket. Denne forskinga skulle også omfatte grunnleggjande undersøkingar av meir teoretisk slag når dei var nødvendige for å løyse dei praktiske problema.

Forsking som tek sikte på å byggje opp og fornye kunnskapsgrunnlaget om dei allmenne lovbundne samanhengar, er i innstillinga kalla grunnforskning. Men utvalet som laga innstillinga fann at det låg utanfor mandatet å koma inn på organisasjon og administrasjon for denne forskinga.

Fleirtalet i utvalet gjorde framlegg om at institutt ved Norges landbrukshøgskole skulle ta seg av programforskninga for det nærastliggjande distriktet. Forskinga elles i landet skulle organiserast i fem distrikt med ein eksisterande forskingsstasjon som forskingssenter i kvart distrikt.

Heile programforskninga skulle liggje under eit sams styre for jord- og plantekulturforskninga, med eit råd samansett av forskarar frå forskingssentra, Norges landbrukshøgskole og Statens plantevern. Programstyret måtte etter fleirtalet sitt framlegg få eit slag forvaltningsfunksjon overfor forskingssenteret under Landbrukshøgskolen.

Landbruksdepartementet og Stortinget følgde opp mange av dei faglege vurderingane i innstillinga (St.meld. nr 92 (1971-72)), men ikkje framlegget om organisering av forskingssentra, og organisasjonsmodellen elles vart også vesentleg endra. Dette gav som konklusjon ei samling av forskingsstasjonane i distrikta i ein institusjon - Statens forskingsstasjonar i landbruk. Institusjonen skulle vera administrativt sjølvstendig, men fagleg samordna med Norges landbrukshøgskole og andre sentrale forskingsinstitutt. Denne samanknyttinga av forskning tenkte departementet å sikre gjennom samansetjing og representasjon i styringsorganet - institusjonsstyret - og i faglege råd.

Stortingsmeldinga er svært varsam med å forme ut kva oppgaver den samordna institusjonen skulle ha, ut over det å vera ein anvendt - eller målretta - desentralisert forskingsinstitusjon for jordbruk og hagebruk. Ved Stortinget sitt vedtak vart også dei dåverande tre saueavlsgardane lagde til institusjonen som forskingsstasjonar. Det er også lite konkret om leiings- og styringsfunksjon, og særst lite om korleis den faglege samordninga til andre institusjonar, i første rekkje Landbrukshøgskolen, skulle skje.

Det som vart borte undervegs, og som enno ikkje har vore oppe til inngåande vurdering, er kva plass, omfang

og organisering anvendt - eller målretta - forskning skal ha ved Norges landbruks-høgskole og andre sentrale forskingsinstitutt, på dette og andre område. Og - som den andre sida av same sak - kva grunnforskning er og skal innebera organisatorisk og administrativt i landbruksforskingsamanheng.

Den strategiske planleggingsprosessen har så langt heller ikkje sett desse spørsmåla på dagorden.

Dersom vi skal koma fram til rasjonelle samarbeidsformer institusjonar imellom, bør det skje betydeleg avklaring på desse områda.

### MODELLAR FOR DESENTRALISERT LANDBRUKSFORSKING

Alle land vi med rimeleg grunn kan samanlikne oss med, har ein modell for organisering av landbruksforskning med ei eller anna form for desentralisering. Dette gjer seg sterkast gjeldande på område som har med planteproduksjon og veksevilkår å gjera.

Dei lokale forskingseiningane kan vera ulike i fagleg tyngde og arbeidsfelt. Det administrative systemet dei er knytte opp i kan variere. Ofte er dei mindre lokalavdelingar av eit tungt sentralt institutt. Modellen kan ha større eller mindre innslag av arbeidsdeling og av sjølvstendig instituttorganisasjon.

Den *danske* modellen er fagleg og organisatorisk mykje lik den norske.

Institusjonen Statens Planteavlssøg, med Statens Planteavlsudvalg som styringsorgan direkte under Landbruksministeriet, står for lokal forskingsverksemd med tyngdepunkt i plantedyrking i jord- og hagebruk. Til dette høyrer også plantevern og funksjonar som hos oss ligg til Statens planteavlssråd.

Ved ei sterk omstrukturering som er i gang, vil institusjonen få tre geografisk skilde faglege tyngdepunkt - eit plantevern-, eit hagebruks- og eit jordbruks-senter, og eit fjerde administrativt senter med einskilde sams servicefunksjo-

nar for institusjonen, som har i alt om lag 550 tilsette.

Dei fleste lokale mindre forskingsstasjonane får, i alle fall førebels, ei framtid som avdelingar under dei ulike sentra, i første rekkje under jordbruks-senteret, med sterkt avgrensa sjølvstendig fagleg funksjon.

Den faginndelinga som denne hovudstrukturen byggjer på, stiller store krav til samarbeid mellom sentra, for effektiv utnytting av ressursane, og for utvikling av fagområde og servicefunksjonar som er av sams interesse, t.d. bioteknologi, forsøksmetodikk, datateknologi o.m.

Den *britiske* modellen finn vi i den svært omfattande institusjonen The Agricultural and Food Research Service (AFRS), under leiing av The Agricultural and Food Research Council (AFRC).

Denne forskingsorganisasjonen er fristilt frå det statlege styringsapparatet, men har hovudsakleg statleg finansiering for å løyse oppgåvene sine. Midlane kjem frå Utdannings- og vit-skapsdepartementet og Landbruksdepartementa for England og Skottland.

AFRS hadde i 1984 heile 6 600 tilsette, av desse litt over halvparten vitenskaplege medarbeidarar, ved 35 spesialiserte institutt over heile landet, men med sterk konsentrasjon i sørleg del av så vel England som Skottland (AFRC, 1985).

Ei hardhendt budsjettinnstramming har seinare redusert medarbeidartalet kraftig.

Institusjonen går både i djupna og breidda - i det den skal dekkje all ikkje-medisinsk forskning i biologi og tilgrensande vitenskapar - både m.o.t. forbrukarane, landbruksnæringa og andre biologisk baserte næringar og industriar sine interesser.

Forskningsaktiviteten spenner over grunnforskninga og anvendt produksjonsteknologisk forskning for dei einskilda næringar og produsentar, for kvaliteten på matvarene og for nasjonal konkurransevne. Forskinga skal dessutan i

stigande grad skaffe grunnlag for å forme ein langsiktig politikk for landbruket sin verknad på miljøet, arealbruken, ernæringa og husdyra si velferd.

Fleire institutt med ulik lokalisering er knytte saman i ein fagleg og administrativ struktur - som storinstitutt med større fagleg breidd. Fagleg og administrativ leing av ein slik institusjon blir ei svært krevjande oppgåve.

*Svensk og finsk* modell har element av likskap med dansk og norsk, som kunne peike i retning av ein nordisk modell. Men båe har sterkt sentraliserte organisasjonar, med lokalnett av stort sett svært små einingar. Den svenske modellen er bygd inn i Lantbruksuniversitetet sin organisasjon, og har tre hovudsentra.

Den *norske* modellen, uttrykt i Statens forskingsstasjonar i landbruk sin organisasjon, har som særkjenne eit relativt stort tal likestilte forskningseiningar, med eigen forskingskompetanse og sjølvstendig ansvar under ein hovudadministrasjon og eit institusjonsstyre direkte under Landbruksdepartementet. Bortsett frå dette, og Landbrukshøgskolen sin rett til å foreslå eitt medlem i institusjonsstyret, har organisasjonen ingen formelle bindingar til andre organisasjonar, institusjonar eller styresmakter. Dette kan ha vore ein veikskap, men kan under nye vidare perspektiv for landbruksforskninga, bli ein styrke.

Dei 13 einingane med forskarkompetanse er kvar for seg små, med frå 2 til om lag 10 forskarar, og fordeler seg jamt over landet. Svanhovd fagsenter - som den 14. eininga, har ikkje eigen forskarkompetanse.

Det er dei lokale forskingseiningane som utgjer sjølve forskingsorganisasjonen, som det ikkje hadde vore grunnlag for utan eit omfattande samarbeid mellom einingane, og moderne kommunikasjonar.

Det var tidlegare tiders behov og strategiar for fagleg utvikling som låg til grunn for oppretting av forsøksgardar og forskingsstasjonar. Spørsmålet er om det

mønsteret vi har er tenleg for å møte dei utfordringane vi no står overfor. Dette gjer det nødvendig å sjå på kva desse utfordringane er.

## DET UTVIDA LANDBRUKSOMGREPET OG KONSEKVENSAAR FOR LANDBRUKSFORSKINGA

Det er truleg allmenn semje i alle vestlege land med eit høgt og stadig stigande teknologisk nivå, stigande overproduksjon av matvarer, og strammare offentlege budsjett, om å sjå på landbruksforskninga med nye augo (OECD, 1984).

Nye verdiar, som det å ta vare på naturen, skape arbeidsplassar i distrikta, og finne stabil jamvekt mellom menneskeleg aktivitet og økosystemet, er den utfordringa også forskninga må ta opp. Den må få fram kunnskap og finne nye måtar å gjennomføre biologisk produksjon på som er økologisk og økonomisk forsvarlege.

Dette må få verknad for dagens landbruk, som er karakterisert ved høg produksjon og produktivitet, stort forbruk av energi og andre innsatsvarer - spesielt kjemiske produkt - og av store produksjonseiningar.

Dei positive sidene ved noverande produksjonssystem er mange og store, som tilstrekkeleg tilgang på matvarer til rimeleg pris og betre arbeidsvilkår og inntekt for produsentane. Men dei negative er også store, som stigande inntektsskildnader, færre arbeidsplassar og uheldige verknader for miljøet og jorda si produksjonsevne.

Eit 'integrert landbruk' er eit landbruk som omfattar meir enn reine produksjonstekniske funksjonar og produsentinteresser. Det prøver å integrere ulike verdiar og interesser i eit system som tilfredsstillar behova både til produsentar, forbrukarar, økologar og andre interessegrupper, og det gjer landbruket mindre sårbart.

Målet for landbruksforskninga var tidlegare hovudsakleg vekst i matvare-

produksjonen. Veksten har vore raskare og produksjonskapasiteten på verdsbasis større enn ein tenkte seg. Det er likevel underliggjande uvisse knytt til framtida, til svingingar i produksjonen, og til den økonomiske og politiske stabiliteten.

Sjølv om det kan stillast spørsmål ved eindel av den tradisjonelle forskinga, er det nødvendig å oppretthalde både ei sterk landbruksforskning og jordbruket si produksjonsevne.

Prioriteringar og strategiar for landbruksforskning må tilpasse seg desse måla, og eit meir kritisk syn frå samfunnet si side på fordelane ved vekst og teknologiske nyvinningar.

Tre viktige komponentar i strategien vil vera:

- å sikre grunnleggjande vitenskapleg kunnskap som kan takast i bruk når ein treng den
- oppretthalde høveleg menneskeleg og vitenskapleg ekspertise
- oppretthalde ein institusjonell struktur.

Produktivitetsauke vil ikkje nødvendigvis seia vidare produksjonsauke. Eit utvida produktivitetssomgrep må forståast som uttrykk for utbytte frå ei lang rekke ressursar, t.d. meir produkt pr eining av vatn eller gjødsel.

På tilsvarande måte vil eit utvida effektivitetssomgrep gi uttrykk for kor langt ein når fram mot dei måla ein har sett i høve til innsatsen av ulike ressursar. Ein effektiv produksjon kan vera den som sparar ressursar og reduserar forureininga.

Når ein vurderer utviklinga i landbruket til no, bør ein hugse på at heile samfunnsutviklinga til dels har teke feil retning, og at landbruket berre er ein del av det heile.

Sjølv om landbruket tek inn meir heilskapsvurderingar, vil verdiar og idear framleis alltid vera under endring. Ei tilnærming til meir heilskapsforskning vil krevja meir forskingsgeneralisering, med forståing av heile landbrukssek-

toren og tilgrensande emne, enn fleire høgt kvalifiserte spesialistar i kvar sin sektor.

## UTFORDRINGAR TIL EI DESENTRAL LANDBRUKSFORSKING

Dei allmenne trekk i tida kjenner ikkje landegrensar. Landbruksforskninga står stort sett overfor dei same problem og oppgåver i alle land. Ikkje minst går utfordringa til den delen av forskinga som ligg nærast opp til brukarinteressene.

Kva er kjernen i utfordringa - som best kan samanfattast i forskning for ei berekraftig utvikling - og korleis er ei desentral landbruksforskning i stand til å møte den i vårt land?

Det som med ein gong teiknar seg av, er at vi står midt oppe i intensitetsproblemet i norsk jordbruk på nytt. Kritiske augo er sett på det intensive 'industrijordbruket'. Pendelen er - om sider - på veg tilbake. Slår den for langt ut i eit ekstensivt 'miljø-jordbruk'?

For ei forskning som vil vera aktuell og nyttig, er det freistande å følgje pendelen. Men den primære oppgåva vil også no måtte bli å få fram kunnskap som kan nyttast av dei som må ta avgjerder og setje tiltak ut i livet.

Kanskje har ikkje forskinga lukkast godt nok med dette tidlegare og mange avgjerder er tekne på sviktande grunnlag.

Kunnskap er kanskje heller ikkje alltid eit så ettertrakta gode som vi gjerne vil ha det til? Det står ikkje til å nekte at kunnskap også kan vera brysam - ein kan bli nøydd til å omstille seg, endringar kan kjennast ubehagelege, pengar eller verdiar skiftar eigar, utan kunnskap kan ein lettare 'gamble' eller halde mange kjepphestar i god form.

Ei forskning som vil noko, let seg ikkje merke ved slike faktorar, men dei minner oss om forskinga si kritiske oppgåve. Denne bør gå så langt at kunnskapen skal kunne oppfatast av dei som

treng den, men ikkje tvinge løysingar inn på nokon.

Større grunn er det vel til å sjå på forskinga sjølv - kvar den trass i all framgang kan ha feila. Feil unngår vi ikkje i framtida heller - men vi kan prøve å gjera dei færre og mindre.

Eit grunndrag ved landbruksforskning, som ved anna forskning, er at vi forskar, som vi lærer og utdannar oss, bitvis og sektorvis, medan naturen, mennesket og teknikken alle kvar for seg er samansette - og endå meir samansette når dei går saman i ein heilskap.

Landbruksforskninga står no overfor sterke krav om større heilskap i problemstillingar, oppgåver og løysingar. Det gjeld ikkje berre innafor tradisjonelle avgrensingar, men framfor alt i tilhøvet biologisk produksjon - miljø - nærings- og samfunnsinteresser.

Korleis skal ei desentral landbruksforskning møte desse krava?

Først av alt bør den definere si eiga oppgåve og rolle i den samla landbruksforskninga.

Vi har brukt uttrykka lokal forskning - eller forskingsverksemd - og desentralisert forskning. Dei leier bae lett til mistyding med omsyn til innhaldet i den forskingsaktiviteten som er knytt til Statens forskingsstasjonar i landbruk sitt nett av forskingseiningar over heile landet.

Lokal forskning vert til forskning som tek seg av lokale problem, og desentralisert forskning til sentral forskning som er spreidd ut over distrikta t.d. ved statlege vedtak og direktiv.

Den tanken at forskingsaktiviteten som går føre seg i distrikta har ei sjølvstendig fagleg oppgåve så vel i landsom i landbruksforskningssamanheng, har vist seg vanskeleg å formulere og dermed også å marknadsføre.

Noko av dette skuldast dei omgrepa vi nyttar når vi skal greie opp i organisering, oppgåve- og arbeidsdeling mellom institusjonar i landbruksforskninga. Sentralt står her grunnforskning og anvendt forskning.

Norges landbruksvitskaplege forskningsråd (NLVF, 1988) har bede om at desse definisjonane vert nytta:

## GRUNNFORSKNING

'Eksperimentell eller teoretisk virksomhet som primært utføres for å erverve ny viten om grunnlaget for fenomener og observasjoner - uten sikte på særskilte praktiske mål eller anvendelser.

I en del sammenhenger kan det være forståstjenlig å skille mellom:

- Målrettet grunnforskning som er styrt av konkrete mål og som forventes å gi nytteeffekt på lengre sikt
- Fri grunnforskning som er forskning uten sikte på praktisk nytteverdi.'

## ANVENDT FORSKNING

'Virksomhet av original karakter for å erverve ny viten, først og fremst rettet mot bestemte praktiske mål eller anvendelser.'

Som praktisk rettesnor er disse definisjonane lite tenlege. Det vi treng å skilje mellom er

på den eine sida:

- Fag-, disiplin- eller kunnskapsorientert forskning, og

på den andre sida:

- Problem-, emne- eller brukarorientert forskning.

Sentrale forskingsinstitutt vil oftast vera fag-/disiplinorienterte i si forskning. Om dei vert rekna som grunnfagsinstitutt eller høyrer til dei såkalla anvendte fagområda, vil ikkje ha noko å seia for dette. Derimot vil fleire disiplin-



orienterte institutt til saman kunne dekkje ein problemorientert funksjon.

Institutta ved Norges landbrukshøgskole, og i Ås-miljøet elles, kunne gjennom tverrfagleg organisering integrere kunnskapane innan dei einskilde fag og dekkje eit brukarorientert forskingsbehov for heile landet. Ved hjelp av lokale forsøksstader, forsøksringar o.l. kunne datainnsamling, oppbygging av modellar, utprøving og tilpassing av løysingar gjennomførast.

Spørsmålet er om ein slik forskingsmodell, der høgare undervisning, disiplinorientert og problemorientert forskning skal gå føre seg på like vilkår og i same prioriteringskrins, vil vera ei føremålstenleg løysing.

Den svenske modellen har slike hovudelement, uten at det her kan seiast kor gode dei tverrfaglege funksjonane er.

Forskningsstasjonane i landbruket har vore etter måten sterkt fag-/disiplinorienterte, samstundes som arbeidet klårt skulle ha ein målretta - dvs. brukarorientert - karakter.

Hovudaktiviteten har vore innan plantekultur- og delar av jordkultur-faget. Kunnskapsproduksjon i seg sjølve har vore viktig, og svært mykje av denne har også gått inn som lekk i brukaren si løysing av sine samansette problem.

Med aukande kompleksitet i desse problema, og aukande spesialisering innan og mellom fagsektorane, vil utviklinga m.o.t. til ei brukarorientert forskning, uvilkårleg gå i feil lei. Delproblem og delløysingar gir ei form for ansvarsfråskrivning for dei heilskapsløysingar som vil måtte fungere i praksis. Forskinga kan på denne måten bli ein meir eller mindre passiv tilskodar til det som skjer.

Ei problem-, emne- eller brukarorientert forskning vil måtte møte problemstillingane der dei finst, og i den samanheng dei er i. Ut frå dette må den trekkje inn kunnskap som kan medverke til å forklare årsaker og samanhengar, og til å finne løysingar.

I St.meld. nr 92 (1971-72) vart ei oppsplitting av distriktsstasjonane etter snevre faggrenser og instituttmønster, avvist av departementet, men ei samordna organisering og ei tillempa sentralstyring vart sett som nødvendig.

Ved organiseringa av Statens forskningsstasjonar i landbruk til ein administrativt sjølvstendig institusjon, vart den faglege organisering og styring eit halvgjort arbeid. Det administrative sjølvstende var elles heller ikkje så imponerende, etter det som går fram av stor tingsmeldinga, s. 22:

'Ein må difor sjå på organiseringa av forskningsstasjonane i ein sjølvstendig institusjon som ei praktisk administrativ ordning, som ikkje må gi grunnlag for faglege skilje eller brot i samarbeidslinene frå Høgskolen og ut eller omvendt. Samanknyttinga i forskinga meiner departementet som nemnt at ein må sikre gjennom samansetnad og representasjon i styringsorganet og i faglege råd.'

Å skilje mellom administrativt og fagleg ansvar, og å planleggje forskning i styringsorgan og råd, var ein daudfødd tanke, som praksis også har prova.

Men enno så seint som i St.meld. nr 70 (1984-85), om organisering av landbruksforskninga, s. 14-15, er institusjonen sine oppgåver formulerte slik:

'SFL skal drive målrettet forskning som et naturligt mellomledd mellom de sentrale forskningsinstitutter og det praktiske jordbruk, hagebruk og husdyrbruk. Institusjonen skal ta seg av forskningsoppgaver av praktisk/økonomisk betydning for næringen, og som må løses under naturlige produksjonsforhold i distriktene. SFL kan også ta opp mer grunnleggende forskningsemner i den grad det ligger til rette for det, og er nødvendig for gjennomføringen av den øvrige virksomhet ved institusjonen.'

Denne formuleringa skil seg ikkje mykje frå det som står i 'Innstillinga fra Landbruksdepartementets forsknings- og forsøksutvalg Del II' frå 1948 (e.



NLVF, 1970, s.12), og som kanskje var formulert langt tidlegare:

'Distriktsforsøkgardene skal først og fremst drive praktisk forsøksvirksomhet og danne et naturlig mellomledd mellom de sentrale forskningsinstitutter og det praktiske jord- og hagebruk. Forsøks-gardene må ta seg av alle forsøksoppgaver som er av større betydning innen distriktet, men de må samtidig i så stor utstrekning som mulig, konsentrere seg om enkelte hovedoppgaver, som enten er av spesiell betydning eller er særegen for vedkommende distrikt.'

I stortingsmeldinga frå 1971-72 har departementet gitt så klare signal om distriktsforskningsstasjonane sine oppgaver, at institusjonen like vel har hatt grunnlag nok til å utvikle seg til ein fagleg sjølvstendig institusjon med høg kompetanse. Mange av desse signala var mykje framtidsretta, m.a. (s. 12) større kompetansebreidd, klårare økonomisk målsetting, meir vekt på årsakssammenhengar, ein vidare synsvinkel i høve til samfunnet og andre næringar sine interesser, distriktsutbygging og planlegging av natur- og miljøvern o.a.

Ein fag- og disiplinorientert tankegang er lett å halde vedlike også ved forskningsstasjonene, både gjennom utdanningsmønster og forskarutdanning. Ein forskningsstasjon med fire forskarstillingar og kvar sine teknikerstillingar, kan utgjere fire fagsektorar - eller miniinstitutt - som arbeider med kvar sine fagspørsmål, eller dei kan utgjere eit lag på åtte medarbeidarar, som arbeider saman om å løyse samansette problem.

Sjølv om utviklinga lenge har gått i retning av lagarbeid - samarbeid, er det dei utfordringane ei desentral landbruksforskning no står over for, som kjem til å avgjere institusjonen sin arbeidsmåte, arbeidsdeling og samarbeid - og kva framtid den vil få.

## KORLEIS KAN STATENS FORSKINGSSTASJONAR I LANDBRUK MØTE UTFORDRINGANE?

Miljøproblema har lenge vore høgst synlege - for mange også alvoret i dei. Forskinga kunne tidlegare og i større grad ha gjort det klart kva konsekvensar utviklinga ville medføre. Det ville kanskje ha påverka rammevilkåra for denne forskninga, men i alle fall førebudd forskninga sjølve betre på den dagen då emnet ville koma høgast på den politiske dagorden.

Den nyttar lite å gjera om på dette no, men det nyttar å bu seg på å møte framtidsutfordringar på ein betre måte.

Dei gode føresetnadene Statens forskningsstasjonar i landbruk har for å arbeide med samansette problemstillingar knytt til biologisk produksjon, vert forsterka når omsynet til miljø og ressursar kjem til for fullt.

- Eit landsdekkjande nett av forskningsstasjonar, med nær tilknytning til dei høgst ulike vilkår for biologisk produksjon, gir også tilknytning til dei ulike miljøaspekt.
- Tverrfaglege forskarmiljø som kan bryte ned fagsektorgrensar og skape samarbeid om heilskapsløysingar - innan institusjonen og med andre desentrale og sentrale forskings- og fagmiljø.
- Nærleik til brukarmiljø av alle kategoriar, med mangfald i problemstillingar, interesser og vilkår for løysingar.

Det er likevel klart at det trengst omfattande omstillingar og eit temposkifte så vel i omstillingar som i aktivitetar. Det vert spørsmål om å sjå og handtere oppgåver på ein annan måte enn før - mindre opptekne av kg avling og meir av heilskapen i produksjonen.

Dette krev utvikling av fagkompetanse på fleire område, utvikling av ny teknikk og metodikk i forskingsarbeidet,

og utvikling av samarbeid og samarbeidsmønster.

Ei slik omstilling vil krevja tid, samstundes som avgjerande krav til ei brukarorientert forskning ikkje kan setjast til side: - Resultat som vert levert på kortare tid og med høgare bruksverdi enn før.

Det er noko av eit paradoks at for å greie dette må også langsiktige sider ved forskingsarbeid takast med.

Ut frå desse utfordringane arbeider institusjonen med å forme ut noko som kan vera eit samla overordna mål for aktivitetane, eller m.a.o. grunnlaget for at institusjonen bør vera til. Dette har førebels fått slik form i utkast til strategidokument:

'SFL forskar for at naturressursane i landet skal nyttast effektivt til å dekkje behova for mat, fôr og grønt miljø av høg kvalitet, på ein slik måte at vi tek vare på produksjonsgrunnlag, miljø, etiske og estetiske verdiar, og utviklar eit godt næringsgrunnlag i distrikta'.

Bak ordet 'effektivt' må vi sjå både det utvida landbruksomgrepet og det utvida effektivitetsomgrepet, eller m.a.o. at ein biologisk produksjon skal gjennomførast både på økonomisk, ressurs- og miljømessig forsvarleg måte.

Det høyrer med til dette at langsiktig god ressurs- og miljøforvaltning også er langsiktig god økonomi.

Vi vil få ei sterk utviding av fagkompetanseområdet for institusjonen, der også område som teknikk og økonomi må spele ei viktig rolle.

Tyngdepunktet i den desentrale forskinga knytt til Statens forskingsstasjonar i landbruk, vil likevel framleis vera biologisk produksjon på planter og dyr. Dette bør ikkje føre til at alle problem institusjonen skal engasjere seg i vert sett ut frå denne synsstaden. Her som elles bør ein heilskapsanalyse liggje til grunn for problemforming og arbeidsmåte.

Dei ulike vekstfaktorane og innhaldet i desse, må få ein langt vidare plass, på tilsvarande måte som avfalls-

stoffa frå den biologiske produksjonen, og verknaden av desse.

Dei mange nye føresetnader og utfordringar stiller også store krav til utvikling av ny forskningsteknikk og metodikk. Det vil alltid vera ein viss fåre for at ein medvite eller umedvite prøver å tilpasse problema til metodikken og ikkje omvendt. Det gjeld vel særleg om det finst ein innarbeidd, utprøvd og godteken metodikk, som tilfellet er ved forsøksverksemda i jord- og plantekultur. Å koma ut i større sporbreidd og nye spor her, er nødvendig i det nye biletet vi har av desentral landbruksforskning, og ei av dei større utfordringane til denne.

#### UTFORDRINGAR TIL NY TEKNIKK OG METODIKK

Klassiske statistiske metodar, som vi kjenner frå tradisjonelt forsøksarbeid i jord- og plantekultur, høver for relativt små mengder av observasjonar, men ikkje for den flaumen av data ny teknologi har sett oss i stand til å skaffe fram og handtere.

Ulike former for matematisk modellbygging er tekne i bruk og området er under sterk utvikling. Denne utviklinga må ein i høg grad vera open for og stø opp under. Men dei som ser dette som den eine brukande reiskapen, bør minnast om at det avgjerande er å sjå kritisk på ein kvar metode i høve til det problemet som skal løysast.

Metodar på avvegar vil vera der vi ikkje har tilpassing til mål og midlar. Det vil t.d. i ei brukarorientert forskning vera ved å bruke større og større ressursar til å fastslå mindre og mindre skilnader meir og meir nøyaktig.

Det avgjerande vil vera om det er resultat som er anvendelege for praktiske føremål og praktiske avgjerder, anten det er i produksjonssamanheng eller for politiske eller forvaltningsmessige føremål.

Det vil ikkje vera urimeleg å tru at det i denne forskinga svært ofte er mykje å oppnå ved enkle metodar og analysar.

Eit utvida landbruksomgrep, med sterkt utvida problemstillingar og krav til heilskapsløysingar, er ei utfordring til forskingsmetodikken.

Vanlege faktorielle forsøk er ei tvangstrøye for forskinga også innafor tradisjonelle problemstillingar. Dei nye elementa i forskingsarbeidet må føre til at spektret av arbeidsmåtar og reiskapar må utvidast.

Eit førebels svar på denne utfordringa er systemforskning.

Karakteristisk for systemforskning er at det er heile produksjonssystema som vert undersøkte og analyserte, og ikkje verknaden av enkeltfaktorar som ved vanlege faktorielle forsøk.

I plantedyrkinga er dette spørsmål om å utvikle produksjonsmåtar og dyrkingssystem som tilgodeser både økonomiske og miljømessige omsyn (Statens Planteavlsvorsøg, 1986).

Dette krev grunnleggjande undersøkingar av økologiske samanhengar med sikte på at produksjonsmetodane i vidast mogleg utstrekning samarbeider med naturen, og av miljømessige konsekvensar.

Det primære føremålet med systemforskning på faste forsøksareal er å utvikle dyrkingssystem - t.d. eit økologisk, eit integrert og eit konvensjonelt - på systema sine eige premissar. I dagens situasjon vil det for dei fleste vera naturleg å leggje hovedvekt på eit integrert system med sikte på å utvikle dette som økonomisk og miljøvennleg produksjonssystem.

Med velkontrollerte fastliggjande felt vert det mogleg å følgje utviklinga av viktige faktorar knytt til jordsmonn, avling, kvalitet, avrenning m.v. nøye gjennom tida i dei ulike systema. Det vert også mogleg å studere omsetjing, transport og balanse av næringsstoff og energi, ulike biologiske samanhengar, og å skaffe fram datamateriale for utvikling og kontroll av matematiske

modellar under varierte, veldefinerte tilhøve.

Dei omfattande registreringane på felta gjer dei til viktige referanseareal for parametrar som vedkjem planteproduksjon og miljø. Ved faktorielle forsøk innan dei ein-skilde dyrkingssystema kan resultatata av desse samankoplast til eit heile.

Systemforskning inneber at det vert lagt inn heilskapssyn i forskinga. Det er primært ikkje tale om samanlikning mellom dyrkingssystem. Forsking og forsøk innan desse tener til å utvikle systema. Samanlikningar kan tene som hjelpemiddel i denne prosessen.

Det er stor interesse i fleire land i Europa for å ta i bruk og utvikle systemforskning - spesielt forskning i dyrkingssystem. Det er også klåre teikn på interesse for dette i vårt land.

Systemforskning er ei utfordring til nytinking, til samspel mellom ulike fagdisiplinar og samarbeid mellom fleire institusjonar og fagmiljø.

Aller mest er dette ei utfordring til ein allsidig desentral forskingsinstitusjon.

## UTFORDRINGAR TIL MENNESKA I FORSKINGA

Alle dei utfordringane ei desentral brukarorientert landbruksforskning står overfor, samlar seg i ei utfordring til det ein-skilde mennesket, antan det er som forskar, i teknisk eller i administrativt arbeid. Dette er ei utfordring til å arbeide for eit best mogleg resultat med dei ressursar ein rår over, og ikkje noko anna enn det ein står overfor på kva område som helst i nærings- og samfunns-liv.

Likevel har ord som ansvar, styring, resultat o.l. ikkje same rom og innhald i forskingsmiljø som i andre miljø. Ansvar brukar vi helst i samband med ansvarsområde - om eit virkefelt vi helst vil halde for oss sjølve, eller m.a.o. som andre bør halde seg borte frå. Styring

gjer seg best når det er tale om sjølvstyre eller fråver av styring - i verste fall kan ein nytte omskrivingar som koordinering eller samordning. Resultat er gjerne likt med rapport eller publikasjon som er god nok til å bli godteken av fagfellar.

Med ei brukarorientert forskning vert det tale om eit resultatansvar - som grad av måloppnåing i høve til brukarbehov og ressursinnsats. Det vert også tale om målstyring - som det å peike ut måla ein skal arbeide mot og skape føresetnader for at dei kan nåast.

Det er ikkje utan grunn at ordet styring har dårleg ord på seg i forskingsmiljø, ikkje minst i dei desentrale miljøa.

Det ser ut til å vera bortimot eit allment fenomen at aktivitetar som går føre seg utanom sentrale område skal måtte ha sentral styring og kontroll.

Dette kan knapt ha med ulikskap i menneskelege kvalitetar å gjere, men desto meir med utøving av styringsmakt, som ser ut til å måtte vera sentral.

Styring er noko enkelt sagt utarbeiding og bruk av regelverk, eller m.a.o. knytt til ein byråkratisk organisasjonsmodell.

I forskning er det lite av slikt regelverk. For å bøte på dette vert det lagt mykje arbeid og omtanke i å utforme regelverkstyring i form av planleggingsprosessar, plandokument, forskingsprogram, handlingsprogram og -planar, med prioriterte innsatsområde.

Ein slik planleggingsmodell som styringsreiskap er ofte mykje bortkasta arbeid. Når det kjem til stykket er det ingen som vil ta på seg ansvaret for å teikne opp eit eller fleire framtidsbilete som eigentleg er ein føresetnad for modellen. Når det likevel skal leggjast planar vert det med utgangspunkt i det vi kjenner til frå før. Ei slik baklengsstyring vert lett ein klamp om foten. Utviklinga tek alltid delvis andre vegar i høve til planen sine føresetnader - også om dei mange atterhald vert rekna med. Planen kan også hindre at vi ser dei nye signala i utviklinga i tide, og at vi vert i stand til å gjera noko med dei.

Viktige særkjenne ved vår tid er den kolossale auken i talet på teknologiske nyvinningar, i farten endringar skjer med, i talet på kontaktar og i kompleksitet i samfunnet. Eit av desse momenta kan illustrerast ved tida det tek frå oppfinning til økonomisk utnytting. For fotografiet tok det t.d. 112 år - frå 1720-talet til 1840, for elektromotoren 65 år (1820-talet til 1890-talet), medan transistoren tok 3 år (1940-talet) og solbatteri 2 år (1950-talet) (e. Ansoff, 1981).

Den tida vi har til omstillingar har m.a.o. blitt av ein heilt annan dimensjon. Det er grunn til å tru at dette, med varierende styrke, gjer seg gjeldande også i landbruks- og i brukarorientert forskingssamanheng.

Dette, saman med endringar i sosiale verdiar og i utviklinga av informasjonsteknologien, har ført til at tidlegare byråkratiske styringsmodellar ikkje fungerer lenger.

Lik rett til informasjon, og det at denne både i prinsipp og praksis i hovudsak er tilgjengeleg for alle til ei og same tid, gjer at styringsvegar må kortast vesentleg inn. Mange tidlegare formidlings- og tolkingslekkar vert også meir og mindre sette ut av spel.

Denne situasjonen, saman med den einskildes rett til medverknad og medansvar, legg tilhøva til rette for å erstatte tradisjonell styring med leiarskap.

Desse grunntankane i strategisk planlegging for ein mål- og resultatorientert organisasjon, ser berre ut til å ha fått delvis gjennomslag. Ei årsak kan liggje i ordet planlegging, som lett fører tanken tilbake til tradisjonell planlegging og planleggingsmetodar, som forlenging av pågåande trend. Eit betre uttrykk for føremålet med prosessen ville vera strategisk leiing.

Det er vel også eit nytt særkjenne ved utviklinga at det vert stilt same krav til effektivitet i offentleg som i privat verksemd. Det gjer strategisk leiing til ein i prinsippet like viktig faktor i båe sektorar - sjølv om vilkåra den skal tøvast under kan vera nokså ulike.

Det offentlege ansvar for ei målretta landbruksforskning er allment godteke i dei landa det kan vera aktuelt å samanlikne oss med (OECD, 1984). Mange omsyn både på kortare og lengre sikt, ikkje minst det å forsvare allmenne og langsiktige interesser, objektivitet og å gjera resultatata tilgjengelege, tilseier dette. Men skulle ikkje ein offentlig organisasjon fungere like godt som om den var privat, bør det vera all grunn til å sjå på organisasjonsforma.

Målstyring må vera ei mål- og rammestyring som må gjelde på alle nivå - dvs. på så få nivå som mogleg. Det må følgje med eit ansvar for å nå resultat, og konsekvensar av dette ansvaret. Dette er eit leiaransvar, som må gjelde på overordna nivå så vel som på institusjonsnivå.

Den uerstattelege leiarfunksjonen er å peike ut måla, og å få organisasjonen til å arbeide saman for å nå dei. Det må difor vera samsvar mellom ansvar og fullmakt til å leie og ta avgjersler. Mål, rammevilkår og resultatkrav må vera under kontinuerleg vurdering.

Leiarskap har også med iverksetjarfunksjonar å gjera. Dette har ei forretningsmessig og ei institusjonspolitisk side. Den første tek seg av det å kvitte seg med forelda produkt og tenester, det å skape nye, sikte inn målgrupper, gjera produkta tiltrekkjande og å få dei ut på marknaden. Den andre sida er å identifisere målet for organisasjonen sin eksistens, fridomen og avgrensingane den har til å handle og spelereglane for dette, og å forhandle med mål- og ramme-setjarane om endringar (Ansoff, 1981).

Den einskilde organisasjon sin identitet og plass i den totale samanheng er avgjerande for å utvikle samarbeid og samarbeidsmønster. Samarbeid krev sams mål og samanfall i interesser. Mål og identitet må difor definerast.

Statens forskingsstasjonar i landbruk vil stå sentralt i høve til svært mange aktørar både lokalt og sentralt, i det utvida landbruksomgrepet. Dette må ikkje føre til at organisasjonen vert lam-

ma av samarbeidsoppgåver. Det er difor viktig å klårleggje grunnlaget for samarbeidet.

For forskning som har med biologisk produksjon å gjere vil dei viktigaste signal frå framtida liggje innafor ramma av

- oppfatninga av den avgrensa tilgangen på ressursar for å dekkje nødvendige menneskelege behov
- oppfatningar av at miljøproblema er etablerte for godt som ein del av rammevilkåra våre.

Men nye signal om etiske verdiar og om kosthald og helse, er alt sterke nok til å halde oss vakne.

Utfordringa til leiarskap er å fange opp og formidle desse signala, arbeide for å betre rammevilkåra for å arbeide med løysingar, og setja menneska i organisasjonen i stand til dette.

Det trengst å ha fotfeste på bakken og i nåtida, men det er også nødvendig å løfte augo og den eine foten, om ein skal vidare fram over. Den som har baa beina på bakken kan vera heilt trygg på å stå stille.

#### LITTERATUR

AFRC - Agricultural and Food Research Council - 1985. Corporate Plan 1985 - 1990. London.

Ansoff, H.I. 1981. Strategisk ledelse. Norsk utgave. Bedriftsøkonomens forlag, Oslo. 207 s.

NLVF - Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd - 1970. Instilling om programforskningen i jord- og plantekultur. Oslo.

NLVF - Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd - 1988. Langtidsplan for norsk landbruksforskning fram mot år 2000. Arbeidsrapport nr 4: Begreper i forskningsadministrasjonen.

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development - 1984. Summary Record of the Fifth Working Conference of Directors of Agricultural Research. Paris.

Olsen, O.B. 1964 a. Skiftebruk eller einssidig eng/beitebruk. Ny Jord 51: 163 - 168.

Olsen, O.B. 1964 b. Grasproduksjonen frå eit grensesynspunkt. *Ny Jord* 51: 187 - 192.

Opsahl, B. 1984. Growth Climate, Agricultural Land, Soil and Grazing Resources in Norway. Proceedings of The 10th General Meeting of The European Grassland Federation, Ås-Norway 26 - 30 June 1984: 14-23.

Statens Planteavlsforsøg, Fagligt Sekretariat 1986. Forskning i dyrkingssystemer. Intern rapport. Ørum Sønderlyng.

Stortingsmelding nr 92 (1971-72) 1972. Landbruksdepartementet. Om organisering av forskning innan jordbruk og hagebruk.

Stortingsmelding nr 70 (1984-85) 1985. Om Norges landbruksvitenskapelige forskningsråds virksomhet i 1983 og om organisering av landbruksforskningen.

# PLANTEFØREDLING FRAM MOT ÅRHUNDRESKIFTET

KNUT AASTVEIT

Institutt for genetikk og planteforedling, NLH, Ås

Det er alltid vanskelig å spå om framtiden. Slik er det også med planteforedling fram mot år 2000, for ikke å snakke om tiden etter århundreskiftet. Enhver bedømmelse av framtidig utvikling må nødvendigvis ta som utgangspunkt den utvikling som har foregått, situasjonen på det tidspunkt bedømmelsen blir foretatt, og på de krefter en kan skimte i horisonten, som kan komme til å påvirke utviklingen. Likevel føler jeg en viss likhet med meteorologen som forsøker å gi langtidsvarsler om været. Han vet hvordan været har vært, han kjenner til værforholdene i andre deler av verden, og han har tilgang til observasjoner av forskjellige slag. På tross av slik informasjon vet vi at en prognose som går ut på solskinn lett kan forandre seg til storm, for ikke å si orkan. Jeg forutsetter at det ikke blir noen orkan, men at det vel kan bli mindre lokale konflikter av og til.

Som utgangspunkt for mine betraktninger velger jeg å se på planteforedlingens plass i et markedsrettet planteproduksjonssystem (fig. 1), som er basert på forskning og utvikling. Utgangspunktet er de naturgitte forhold som vi har i et land eller region i form av jord, klima og tilgang på innsatsfaktorer av forskjellige slag. Vi kan utnytte dette naturgrunnlaget til planteproduksjon, som igjen gir produkter for et større eller mindre marked. De endelige produktene fra planteproduksjonen er i første rekke mat, fiber, energi, medisiner, planter til prydd, eller råstoffer for en rekke industriprodukter. I et planteproduksjonssystem basert på forskning og utvikling

blir planteforedling en hjelpedisiplin på linje med planteernæring, plantevern og produksjonsteknologi. Det er planteforedlingens oppgave å skaffe til veie plantematerialer som best mulig kan utnytte det gitte naturgrunnlag med sikte på å produsere produkter som kan finne regningssvarende omsetning på et marked. Ved å studere fig. 1 nærmere, vil en finne at de ulike komponentene i

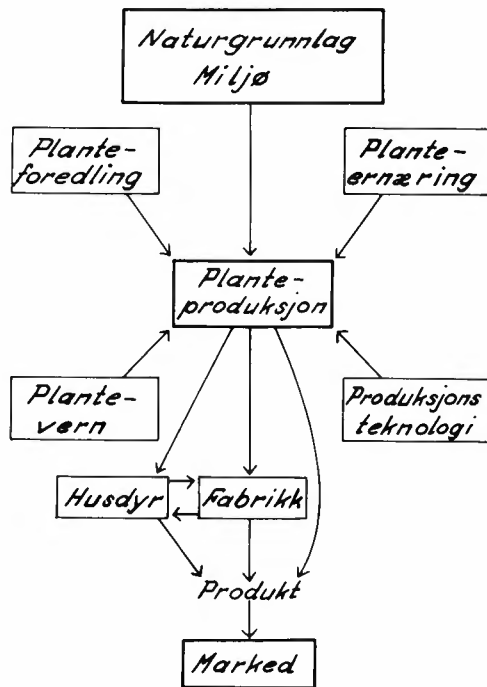


Fig 1. Et markedsorientert agro-forst system basert på resultater fra forskning og utvikling

systemet ikke kan betraktes isolert, de er i høy grad avhengige av hverandre. For planteforedlingen gjelder i høyeste grad at den ved sine målsettinger må ta hensyn til markedet for ulike produkter fra planteproduksjonen. Det må tas hensyn til utviklingen innen de andre hjelpedisiplinene og til de foredlingsmuligheter som foreligger i form av husdyrhold og industriell bearbeiding av primærproduktene. Som overordnede målsetninger kan en si at det skal være brukbar økonomi og leve-vilkår for alle sysselsatte i systemet. Og naturgrunnlaget må ikke ødelegges eller sterkt forringes.

Vårt land har en beliggenhet og et naturgrunnlag som er slik at det passer best for skogstrær, fôrvekster, potet, grovere grønnsaker, bær og mange prydvekster. I dag er situasjonen den at mer enn 90 % av det dyrkede arealet blir brukt til vekster som går til fôr. Vi dyrker likevel en del vekster der vi må sies å ligge på dyrkingsgrensen. Som følge av vår beliggenhet, har vi lite skadegjørere på våre kulturvekster, befolkningstettheten er stort sett liten, og vi burde ha muligheter for å kunne bevare et rent dyrkingsmiljø sammenlignet med de fleste andre land i Europa.

Her i landet har vi gjennom lang tid vært vant til å ha et skjermet marked for våre viktigste jord- og hagebruksprodukter opp til et visst produksjonsnivå. Dette innebærer i praksis at Regjering og Storting bestemmer produksjonsmålene, og dermed også i høy grad områder og målsetninger for en stor del av den landbruksforskning og utvikling som skjer i offentlig regi. De nåværende produksjonsmålsettinger, som gjelder fram til 1990, er fastlagt i de to vel kjente stortingsmeldingene Nr. 14 (1976-77 om landbrukspolitikken) og Nr. 32 (1975-76 om ernærings- og matforsyningspolitikken). I korthet er produksjonsmålene at norsk jordbruk skal dekke vårt behov for *mjølk og mjølkeprodukter, kjøtt, egg, poteter og grove lagringsdyktige grønnsakslag. For mindre lagringssterke*

*grønnsakslag samt frukt og bær*, er målet å dekke så mye som mulig av behovet. For kornproduksjonen ble det satt opp spesielle mål, som gikk ut på en sterk økning fram til 1990. Stort sett kan en si at målet var å dekke mest mulig av det nasjonale behov ved egen kornproduksjon. Produksjonsmålsettingene var i høy grad motivert ut fra et ønske om en tilfredsstillende grad av selvforsyning i tilfelle avsperring, og ut fra behovet for arbeidsplasser og bosetting i distriktene. Stortingsmelding Nr. 14 sier ellers at forurensningene fra landbruket må begrenses, og at grunnlaget for biologisk produksjon i framtiden ikke må forringes.

Fra midten av 1970-årene ble det ved hjelp av flere NLVF-utredninger utarbeidet målsetninger, programmer og handlingsplaner for foredling i våre viktigste jord- og hagebruksvekster. Det ble etter hvert kanalisert betydelig økte ressurser til denne virksomheten, og en må si at programmene er kommet godt i gang. En må også si at det har vært og blir utført ikke så rent lite av det som en kan kalle foredlingsforskning. Dette er, etter min mening, helt nødvendig for å oppnå en tilstrekkelig skolering og kompetansenivå for at en disiplin som planteforedling skal kunne gi resultater av verdi for den praktiske foredling og planteproduksjon.

Spørsmålet i dag er, om det ut fra den utvikling en kan skimte, er grunn til å forandre på dagens målsetninger. Så vidt jeg kan se, er det særlig 4 faktorer som kan føre til større forandringer, nemlig: Landbrukspolitikken, miljø og utvikling i verden, endringer i folks kosthold, spisevaner, livsstil og trivsel, samt endringer i planteforedlingens muligheter som følge av bioteknologiens utvikling. Disse faktorene er på ingen måte uavhengige av hverandre.

## LANDBRUKSPOLITIKKEN

Alt tyder på at de produksjonsmål som



ble satt for norsk jord- og hagebruk midt på 1970-tallet, vil bli oppfylt innen og før perioden løper ut i 1990. I våre naboland og hele den industrialiserte verden er det overproduksjon av de fleste landbruksvarer, og som følge av det dumpingpriser på verdensmarkedet. Dette har utvilsomt vært sterkt medvirkende til at vår landbrukspolitikk igjen er kommet i søkelyset, og for at det er nedsett et departementoppnevnt utvalg som skal gjennomgå den nåværende landbrukspolitikk og eventuelt komme med forslag til endringer. Jeg vil ikke gjette hva det endelige resultatet kan bli etter at saken har passert Regjering og Storting. Jeg ville imidlertid bli meget forundret om vi ikke skulle få en politikk som går ut på en produksjonsmålsetning og skjerming av markedet som sikrer en selvforsyningsgrad for de viktigste matvarene opp til et bestemt nivå. Men ut over det tror jeg at det norske markedet blir mer åpent. Dette tror jeg kommer til å skje enten vi i år 2000 er utenfor eller innenfor EF. Dette betyr at norske planteprodukter må bli mer konkurransedyktige om de skal kunne omsettes. For planteforedlingen betyr det at det må legges mer vekt på kvalitet, og på egenskaper som senker produksjonsomkostningene.

#### MILJØ OG UTVIKLING I VERDEN. BRUNDTLANDKOMMISJONENS RAPPORT

Etter de prognoser som foreligger vil verdens folketall være doblet etter vel 30 år. 90 % av økningen vil skje i u-land, og 90 % av denne økningen vil igjen skje i byer som allerede er overfylt. Det er svært begrensete muligheter for å øke det totale landbruksarealet i verden, heller tvert imot. Et større folketall vil øke presset på dyrket og dyrkbar jord til andre formål som boliger, veier, industriarbeidsplasser, etc. Hvert år blir nye 6 millioner hektar produktiv jord omdannet til ørken. I løpet av 30 år vil et

område omtrent like stort som Saudi Arabia være omdannet til ørken. Over 11 millioner hektar skog ødelegges årlig, og i løpet av 30 år tilsvarer det et område på størrelse med India. Mye av denne skogen blir omdannet til mindreverdige jordbruk, som er så lite produktivt at det knapt kan brødfø de bøndene som dyrker jorda. I Europa dreper forurenset nedbør skoger og innsjøer. Industri og landbruk fører giftige stoffer inn i menneskets næringskjede og grunnvann, som ikke eller meget vanskelig lar seg rense.

De konklusjoner en kan trekke på grunnlag av Brundtlandkommisjonens rapport er, etter min mening, for det første at for verden som helhet er det bare et høyproduktivt landbruk som kan ventes å skaffe mat nok. Men dette må skje uten at natur-grunnlaget forringes. Det er en formidabel oppgave for landbruksforskningen å utvikle et produksjonssystem som gjør dette mulig. For foredlingen betyr dette at det må lages planter som utnytter næringsstoffene bedre, er mer resistente mot sykdommer og skadedyr, og som gir mindre erosjon.

Foreløpig har vi ikke disse problemene så nære innpå livet her i landet som i mange andre områder av verden. Vi har imidlertid noen av problemene allerede nå, og det er all grunn til å anta at de vil bli forsterket i årene som kommer. Selv om veksten i verdens folketall i første rekke kommer til å skje i andre deler av verden, så tror jeg ikke at økningen kommer til å gå ubemerket her i landet. For det første tror jeg at vi vil få et betydelig innvandringspress. Dessuten kan det føre til at situasjonen på verdensmarkedet for varer fra landbruket kommer til å forandre seg, kanskje drastisk. Det kan i hvert fall bli slik at det ikke lenger er så lett å innføre billige jordbruksvarer som nå.

Sammenlignet med de tett befolkete områdene lenger sør i Europa har vi tross alt et forholdsvis rent miljø. Det er relativt få sykdommer på kulturvekstene, luftforurensningene er betydelig mindre, og den spredte bosetting burde

kunne gi mindre avrenning fra landbruket. Forutsatt at vi stiller oss fornuftig, burde vi ha muligheter for å produsere landbruksprodukter som på grunn av sin kvalitet kunne være attraktive både på hjemmemarkedet og for eksport.

#### ENDRINGER I KOSTHOLD, SPISEVANER, LIVSSTIL OG TRIVSEL

Her i landet må det vel kunne sies at vi blant folk flest har hatt et nokså konstant mønster med hensyn til spisevaner og livsstil. Utviklingen i senere år tyder på at mye av dette er i ferd med å endre seg. Folk reiser mye, og på sine reiser får de smake nye produkter og retter. De liker noen av disse rettene, og vil gjerne fortsette med dem etter at de er kommet hjem. Gammeldagse husmødre, som gikk hjemme og laget mat hver dag, er snart en saga blott. Denne utviklingen har ført til at etterspørselen etter forskjellige slags matvarer har endret seg. Mest tydelig er det kanskje for grønnsaker og frukt. Totalt har forbruket av disse varene steget sterkt. Men kravet til produktbredde og kvalitet er blitt mye større, og tilberedningen i stigende grad annerledes. En rett som stekt flesk, kokte poteter, avkokt kål og gulrøtter har ikke lenger den samme plass som før. Til gjengjeld har pizza og salater av mange slag og med mye rart i, fått stort innpass. Ris har vunnet stigende innpass i norsk kosthold, og kan i hvert fall forklare en del av tilbakegangen i potetforbruket, som nå er nede i under 50-60 kg pr. person og år. Det foregår også en omlegning i retning av at det i husholdningene blir brukt mer ferdigvarer. De som har studert kosthold, kan fortelle at folk gjennom ukedagene, når de fleste er på arbeid, bruker mye ferdigvarer eller halvfabrikata som er lette å tilberede. I helgene tilbereder de gjerne maten selv. Og det er en tendens til at de da lager utsøkte retter.

Når folk legger om kosthold og matretter, ser jeg to hovedårsaker til det. En årsak er sikkert hensynet til smak og hva folk har tid til å lage, med andre ord smak og praktiske hensyn. Den andre årsaken er utvilsomt hensynet til sammenhengen mellom kosthold og helse. I senere år har det vært drevet en ganske intens forskning på dette området, og det har særlig gjennom virksomheten til Statens ernæringsråd vært drevet en ganske intens opplysningsvirksomhet rettet mot allmenheten. Folk hører ikke alltid på disse rådene. De er f.eks. anbefalt å spise mer poteter, men folk spiser mindre. Derimot ser det ut til at vi hører på rådene når det gjelder å spise mer brød og cerealier med med mye fiber, mer grønnsaker og frukt, mindre sukker, mindre fett, erstatning av melkefett med fett av vegetabilsk opprinnelse, osv. Jeg spår at den kampanje som har vært og blir ført i forbindelse med hjerte-karssykdommer mot næringsmidler med mye mettede fettsyrer, vil bli et hardt slag mot melkefettet. For meg står det klart at hvis ikke norsk planteproduksjon og ikke minst norsk planteforedling tar de forandringene som skjer i forbruksmønsteret alvorlig, så vil norsk landbruk miste markedsandeler på hjemmemarkedet. Selv om dette i prinsippet er beskyttet, så tror jeg ikke at denne beskyttelsen går så langt at det vil bli forbud mot innførsel av produkter og kvaliteter som ikke blir produsert i landet.

I forbindelse med livsstil og trivsel er det også naturlig å se på den økte betydning som planter lenge har vært i ferd med å få i forbindelse med landskapspleie, småhagebruk og bruk av avskårne blomster og potteplanter til pryd og gaver i sosial omgang. På dette området har det i min tid skjedd en formidabel utvikling. Dette har skapt et godt marked for frø, småplanter og for avskårne blomster og ferdige planter.

## PLANTEFØREDLINGENS MULIGHETER

Om en ser på planteforedlingen fra et rent faglig synspunkt, så er jeg overbevist om at den aldri har hatt slike muligheter til å nå sine mål som nå. For det første har det gjennom de siste 20-30 årene skjedd en utvikling innen områdene populasjons-genetikk, biometrisk genetikk og forsøkssteknisk utstyr som kombinert med statistisk analyse ved hjelp av moderne databehandling har ført til at foredling basert på klassiske prinsipper er blitt langt mer effektiv. Dernest er bioteknologien i ferd med å gjøre sitt inntog i planteforedlingen. Bioteknologien kan stort sett klassifiseres i to grupper, nemlig 1) Vevs- og cellekulturer, og 2) genteknologi. Slik situasjonen ser ut i dag, er det grunn til å tro at vevs- og cellekulturene vil få størst betydning i planteforedlingen de nærmeste årene framover. Som eksempel kan nevnes at bruk av kromosomdoblete haploider vil kunne gjøre det mulig å ta i bruk hybridforedling og derved utnyttelse av heterosis i vekster der dette hittil ikke har vært mulig i praksis. For engvekster er dette noe professor Opsahl har ønsket og talt varmt for gjennom mange år. De nye teknikkene medfører at kravene til faglig kompetanse og organisatorisk talent blir store for de som skal drive med planteforedling. Dessuten kan det komme problemer som vi ikke, eller bare i liten grad, er vant med å håndtere. I den forbindelse tenker jeg på patentering og dominans fra multinasjonale selskaper.

## HVORDAN KAN NORSK PLANTEFØREDLING MØTE DE UTFORDRINGER SOM FORELIGGER?

For å svare på dette spørsmålet er det grunn til først å dvele litt ved en del forhold som, etter min mening, bør være overordnede målsettinger med vår planteproduksjon, og dermed også i for-

edlingen. Og siden målsettingene i foredlingen henger så nøye sammen med hva vi ønsker i produksjonen, vil jeg deretter diskutere litt om det er behov for å gjøre forandringer i våre løpende foredlingsprogrammer. Hva bør så målsettingen med vår planteproduksjon være?

### *Selvforsyning*

Ut fra hensynet til mulig avsperring, folketilvekst i verden, muligheten for miljøkatastrofer og på lengre sikt energitilgang, mener jeg at det vil være til beste for det norske folk som helhet at selvforsyningsgraden med hensyn til planteprodukter som brukes direkte eller indirekte til mat, fiber og energi, ligger på et høyt nivå.

### *Bosetting, sysselsetting og trivsel*

Dersom vi vil at hele dette landet skal være bebodd, så kommer en til det resultat at en eller annen form for plantedyrking må til. I flere områder vil mer tradisjonelt jord-, hage- og skogbruk i overskuelig framtid være de viktigste bærebjelkene i næringslivet. Og selv i områder der andre næringer som industri, fiske og turisme er det viktigste næringsgrunnlaget, vil det i alle fall være behov for plantedyrking i form av småhagebruk og landskapspleie.

### *Planteproduksjon og miljø*

Så vidt jeg kan bedømme, må norsk planteproduksjon i årene framover bli mer miljøvennlig. Det må gjøres store anstrengelser for å få til mindre bruk av sprøytemidler, mindre avrenning av nitrogen og mindre erosjon.

### *Planteproduksjon og markedskrav*

Det er viktig at de varer som blir produsert, kan finne et betalingsdyktig marked. Viktige forutsetninger for det er at de varer som tilbys til enhver tid, er slike som markedet vil ha, og at de holder mål med hensyn til kvalitet. Ser vi på utviklingen her i landet etter den annen verdenskrig, er det, etter min mening, bare noen få områder som har vært

flinke nok til å tilpasse seg markedskravene. Det gjelder i første rekke husdyrbruket. Her er det nok å nevne utvikling av ulike ostetyper, stjernegriss og fiskeoppdrett. Når det gjelder planteprodukter for direkte konsum, vil jeg særlig nevne avskårne blomster og stueplanter, samt jordbær. Stort sett mener jeg at det er gjort altfor lite når det gjelder produktutvikling av plantematerialer. Resultatet av sviktende samsvar mellom det som tilbys og det som blir etterspurt, er stagnasjon eller tilbakegang i markedsandeler, selv om markedet er skjermet ved importreguleringer. Som eksempler på dette kan jeg nevne kornprodukter og poteter til konsum, epler, pærer, juletrær, m.m. Produktutvikling er gjerne avhengig av et samvirke mellom foredling, dyrkingsteknikk, plantevern, planteernæring og industriell bearbeiding. Skal det bli mer skikk på dette, mener jeg at landbruksorganisasjonene må ta skjeen i sin egen hånd, slik de har gjort det på meieri- og husdyrbrukets områder. Jeg har ingen tro på at det nytter å overlate dette til spredte industrier, som bare ser på primærproduktene fra landbruket som råstoff.

*Reduksjon i produksjonsomkostningene*  
Jeg tror at det i årene framover vil bli et sterkt press i retning av å redusere omkostningene i planteproduksjonen mest mulig. Sviktende evne og vilje til overføringer til landbruket og et mer åpent marked vil forsterke dette kravet. Som nevnt kan planteforedlingen alene ikke løse disse problemene. Men planteforedling er et meget viktig ledd i bestrebelsene på å nå målsettingen.

#### SYNSPUNKTER PÅ FORDELINGEN AV DE ENKELTE GRUPPENE AV VEKSTER

##### *Skogstrær*

Så vidt jeg kan se, er det ingen fare for overproduksjon når det gjelder pro-

dukter fra skogstrær som helhet. Foredlingsmålene er stort sett tilpassning til vekstforholdene, størst mulig tilvekst og god kvalitet. Kvalitetskravene i framtiden er vel kanskje noe usikre. Men ellers synes målsettingen å være klar. Sett på bakgrunn av det potensiale skogen representerer, må en imidlertid si at innsatsen i skogstreforedling er altfor liten her i landet.

##### *Vekster til fôr*

Denne gruppen omfatter eng- og beitevekster, korn og ertter til fôr, samt litt oljevekster og rotvekster. Når det gjelder fôr til våre tradisjonelle husdyr, så produserer vi selv det aller meste av grovfôret i dag, 90 % av karbohydratkraftfôret og 80 % av proteinkraftfôret. For disse vekstene foreligger det klare foredlingsmål i de programmene som foreligger. Jeg tror imidlertid at foredlingen sammen med planteernæring og dyrkings-teknikk må legge større vekt på miljøproblemene i årene framover. Dette betyr at kjemikaliebruken må reduseres, avrenning av nitrogen og erosjon begrenses. Forøvrig skal en være oppmerksom på at det er avsetningen på husdyrprodukter som bestemmer taket på produksjonen av disse vekstene. For tiden er dette nokså flatt, bortsett fra fiskeoppdrett, som ekspanderer sterkt. Til fiskeoppdrett vil det etter hvert bli behov for ikke ubetydelige mengder fôr fra planter. Å få til en norsk planteproduksjon som passer til dette formålet, er en utfordring.

##### *Korn til mat*

Her dreier det seg i første rekke om hvete, dessuten litt rug, havre og bygg. Bortsett fra at det også her må tas mer hensyn til miljøproblemene, tror jeg at selve foredlingsprogrammet har gode målsetninger. Det importeres i dag betydelige kvanta ferdigvarer og halvfabrikata av kornvarer. Derfor er jeg glad for at det nå kommer i gang produktutvikling når det gjelder kornvarer. Dette kan på sikt forandre foredlingsmålene.

*Poteter*

Forbruket av poteter har gått sterkt tilbake i senere år. Det synes jeg er beklagelig. Dette har skjedd på tross av at det i senere år er kommet mange nye og, etter min erfaring, gode sorter på markedet. Etter min bedømmelse er sviktende markeds kvalitet en hovedårsak til tilbakegangen, noe som igjen skyldes svikt i dyrkingsteknikk, mangelfull lagring og manglende produktutvikling. Jeg anser poteten for å være en nærmest vidundervekst med et meget stort markeds potensiale. Her ligger en utfordring for ekspertene på alle plan.

*Grønnsaker, frukt og bær*

For denne gruppen av vekster gjelder at forbruket øker. Det gjør også produksjonen av enkelte vekster, som f.eks. jordbær. Når det gjelder frukt, er det vel nærmest stillstand i produksjonen. Importverdien av produkter i denne gruppen dreier seg om ca. 2,2 milliarder kroner pr. år. Her er det muligheter for å erobre betydelig større andeler av hjemmemarkedet. Jeg tror også at forholdene burde ligge til rette for eksport av i hvert fall enkelte produkter, f.eks. bær og bærprodukter. Disse vekstene er relativt lite arealkrevende, flere av vekstene passer godt til vårt dyrkingsmiljø, og det burde være mulig å utnytte de fordeler vårt dyrkingsmiljø kan gi med hensyn til produksjon av kvalitetsprodukter. Men det kreves stor innsats av forskning, som bare delvis er foredling. Videre trengs det mer produktutvikling og bedre organisering av markedsføring og omsetning.

*Vekster til småhagebruket, dekorasjon og landskapspleie*

Dette er til sammen en meget stor gruppe. HÅBJØRG (1987) regner med at det i landskapsleien dyrkes ca. 650 forskjellige arter. Han sier at ca. 60 % av de plantematerialene som omsettes, er importert som småplanter, og at de importerte materialene er dårlig tilpasset

vårt klima. Her ligger det en utfordring til planteforedlingen, som går ut på en bedre utnytting av våre egne genressurser til prydd og landskapspleie.

Vekster til bruk i småhager og til stuepryd er også et stort marked for foredling. En del av vekstene i småhager, slik som frukttrær og bærbusker, må sies å representere en kombinasjon av både nytte og prydd. For slike vekster og for vekster til mat faller foredlingsmålene ofte sammen med foredlingsmålene til handelsdyrking. Sprøyting er lite populært i småhager, og resistens er enda mer viktig enn i handelsdyrkingen.

Foredling av vekster spesielt egnet for landskapspleie, dekorasjon og småhager har vi svært lite av her i landet. Jeg håper at det blir en økt aktivitet på dette området.

*Vekster for produksjon av vegetabilsk olje og søtningstoffer*

Hittil har vi dekket vårt behov av vegetabiliske oljer, sukker og søtningstoffer ved import. Verdien av disse produktene er begge tunge poster på vårt importbudsjett. Det har gjennom lang tid vært et sterkt ønske fra jordbruket å kunne produsere i hvert fall sukker på norsk jord. I de tilfellene dette problemet har vært oppe tidligere, er det produksjon av sukker på sukkerbeter som har vært aktuelt. Nå synes spørsmålet å være aktuelt igjen. I en innstilling fra markeds- og produksjonsutvalget i Norges Bondelag går dette utvalget inn for produksjon av søtningstoffer basert på stivelse fra potet eller korn, og vegetabilsk olje basert på oljeraps (SIMONSEN 1987). Jeg synes begge deler er fornuftig. Jeg kan imidlertid tenke meg andre aktuelle vekster for produksjon av olje, f.eks. havre og eller solsikke. Dette er imidlertid spørsmål som må undersøkes bedre. Kommer dette istand, vil det sikkert stille nye utfordringer til foredlingen. Her vil moderne bioteknologi kunne hjelpe til både i foredlingen og på prosessiden.

## KONKLUSJON

Jeg tror at utviklingen både før og etter århundreskiftet vil stille planteforedlingen overfor en rekke nye oppgaver, som til dels blir vanskelige, men utfordrende. Min anbefaling til de som er unge planteforedlere i dag, er at de møter problemene med et åpent, men kritisk og analytisk sinn. Det vil kreves stor faglig dyktighet og innsikt i hva som rører seg i både næring og samfunnet forøvrig. Det er sikkert grunn til å advare mot både for stor konservatisme og på den andre siden eventyrlyst. En viss dristighet må til, men det gjelder å finne den rette balansen.

## LITTERATUR

- Budsjettnemnda for jordbruket. Jordbrukets totalregnskap og totalbudsjett. Oslo, 1987.
- Gertsson, B. og Jonsson, R. 1986. Förädling av solros. Sveriges Utsädesförenings Tidskrift, (3), 1986.
- Grue, P. H. 1987. Hagebruket i økologisk og samfunnsmessig perspektiv. Høgskoledagene ved NLH, 1987. Møterapport.
- Håbjørg, A. 1987. Miljøriktige grøntanleggsplanter. Høgskoledagene ved NLH, 1987. Møterapport.
- Mattsson, B. 1986. Förädling för höjd proteinhalt i havre. Sveriges Utsädesförenings Tidskrift (3), 1986.
- NLVF 1979. Animalsk fett i norsk kosthold. NLVF-utredning nr. 103.
- Njøs, A. 1987. Småhagebruket - et satsingsområde for NLH. Høgskoledagene ved NLH, 1987. Møterapport.
- Pedersen, P. A. 1987. Vegetasjon og trafikkforurensning. Høgskoledagene ved NLH, 1987. Møterapport.
- Redalen, G. 1987. Frukt- og bærplanter i bomiljøet. Høgskoledagene ved NLH, 1987. Møterapport.
- Simonsen, Ø. 1987. Genteknologi - status og perspektiver i planteproduksjonen. Foredrag ved Landbrukssamvirkets temakonferanse, 26.-28. oktober 1987.
- Statens ernæringsråd. Årsmeldinger.
- Statistisk sentralbyrå. Statistiske årbøker.
- Verdenskommisjonen for miljø og utvikling. Fra en jord til en verden. Tiden Norsk Forlag, 1987.

# NY TEKNOLOGI I PLANTEFØRELINGEN, MED HOVEDVEKT LAGT PÅ GENTEKNOLOGI

ØISTEIN SIMONSEN  
NLVF

Effektiviteten i planteproduksjonen avhenger av flere faktorer, hvor noen er næringspolitiske, mens andre er vitenskapelige. Blant de vitenskapelige faktorene er planteforedling og plantekulturforskning de dominerende, og med hensyn til foredling er det beregnet at den har bidratt med omkring 50 prosent til produksjonsøkningen i planteproduksjonen.

Den tradisjonelle planteforedlingen har således hatt stor suksess. I internasjonal sammenheng kan dette illustreres ved hveteproduksjonen i Europa og maisproduksjonen i USA. I de siste 40 årene har de gjennomsnittlige hvetavlingene i Europa økt med 10 kg pr. dekar pr. år. I USA viser avlingskurven for maisproduksjonen en lignende trend (fig. 1.). Starten på perioden med store årlige økninger i produktiviteten faller sammen med introduksjonen av hybridmais.

Tradisjonell foredling er primært grunnlagt på kombinasjon av positive egenskaper ved seksuelle kryssinger. Veien om slike kryssinger innebærer flere begrensninger som foredlerne alltid har ønsket å kunne omgå.

Kryssingsbarrierene mellom arter og slekter er utvilsomt den største begrensningen. Nært beslektede arter kan vanligvis krysses med hverandre, men avstanden i slektskap skal ikke være stor før begrensningen er total. Og selv om utviklingen av spesielle teknikker for dyrking av embryo in vitro har økt mulighetene for videre artskryssinger og

enda til slektskryssinger, er betydelig grad av slektskap en betingelse for fertilitet hos artshybridene. Uten fertilitet hos artshybridene, er metoden nytteløs.

Artskryssinger brukes vanligvis ved overføring av spesielle egenskaper som sykdomsresistens, salttoleranse, frosttoleranse o.l. fra beslektede kultur- eller villarter til verdifulle sorter som er svake i nettopp slike egenskaper.

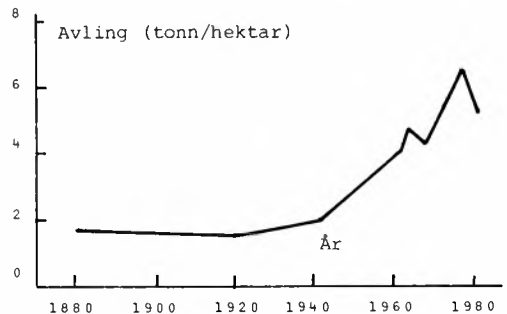


Fig. 1. Utviklingen i maisavlingen i USA

Ved seksuelle kryssinger får en imidlertid med seg et helt kromosomsett med alle genene fra donor-arten, både de en ønsker og de en vil unngå. Og 6-8 tilbakekryssingsomganger til resipient-arten er nødvendig for å kvitte seg med uønskede gener. I noen tilfeller kan genet(ene) en ønsker å overføre fra en donor-art være så sterkt koblet til gener som spesifiserer uheldige egenskaper, at tilbakekryssing nærmest er nytteløs.

Stabilisering av genotyper etter kryssing innenfor arter er også en om-

stendelig prosess. I selvbestøvere trenges det 7-10 generasjoner med selvbestøvning før man kan velge ut stabile linjer for sammenlignende forsøk. Begrensningen ligger i kostnadene med hensyn til tid og arbeid.

I fremmedbestøvende frøformerte vekster ligger begrensningen i de stadige endringer av genotypene innenfor foredlingspopulasjonen som følge av omkombinasjonen av gener for hver ny generasjon. Og i treaktige vekster med lang juvenil fase (ungdomsfase), setter tidsfaktoren nærmest en absolutt grense for bruk av tradisjonelle foredlingsmetoder som kryssing og tilbakekryssing.

Framskrittene i cellebiologi og molekylærbiologi de siste 10-15 årene har ført til utvikling av et helt sett med nye teknikker eller verktøy, som vanligvis omtales som plantebioteknologi. Disse nye teknikkene vil neppe forringe betydningen av tradisjonelle foredlingsmetoder, men de vil utvilsomt fjerne noen av de begrensningene som er omtalt ovenfor. Vurdering av forskningsresultater så langt, tyder på at plantebioteknologi vil muliggjøre:

- (i) økning av genetisk variasjon uten å gå veien om seksuell kryssing,
- (ii) vegetativ oppformering av genotyper som er ustabile ved seksuell formering,
- (iii) reduksjon i antall generasjoner ved seleksjon

Det første punktet som er listet ovenfor innebærer modifisering av genotypen, mens de to sistnevnte innebærer stabilisering. De ulike teknikkene som brukes i plantebioteknologien, kan klassifiseres med hensyn til disse to kriteriene: Se *oversikt øverst*.

Av de 6 teknikkene i plantebioteknologi, er det genteknologi som bærer i seg de største mulighetene i planteforedlingen. Den vil i relativt nær framtid gjøre det mulig å forbedre viktige egen-

	Genteknologi
Modifisering av genotypen	Somatisk hybridisering Somaklonal variasjon
Stabilisering av genotypen	Haploidisering Somatisk embryogrense Masseformering ved celle- og vevskulturer

skaper hos mange kulturvekster. Den er samtidig den mest kontroversielle, fordi teknikken innebærer genmanipulering i laboratorium, som av mange oppfattes som en forkastelig måte å «tukle» med naturen på.

Det ligger også betydelige potensialer i de øvrige teknikkene som er nevnt ovenfor, og resultatene fra forskningen på disse områdene vurderes verken som risikofylte eller etisk betenkelige. Dette gjør at teknikkene kan tas i bruk i planteforedlingen så snart de framviser interessante resultater. Dette har allerede skjedd med haploidteknikk og masseformering.

Hver enkelt teknikk kan fylle mange artikler, og jeg har derfor funnet det nødvendig å begrense meg til en av de seks. Og jeg har valgt genteknologi fordi denne teknologien kan få de mest vidtrekkende konsekvenser for planteforedlingen.

## 1. GENTEKNOLOGI I PLANTEFØRDLINGEN

Genteknologi i planteforedling omfatter tre elementer:

- Identifisering av aktuelle gener



- Transformering av planteceller
- Gjenskaping av transformerte planter

### 1.1. Identifisering av aktuelle gener

Molekylær kloning av DNA innebærer in vitro oppkutting av DNA-molekylet i små fragmenter og skjøting av disse fragmentene enkeltvis til vektorer som reproducerer seg selv. På denne måten kan individuelle gener bli gjort «udødelige» og tilgjengelige i «store» mengder. Oppkutting og skjøting gjøres ved hjelp av enzymer (henholdsvis restriksjonsenzymer og ligaser). Vektoren som DNA-fragmentene skjøtes til, er gjerne en plasmide (små ringformede kromosomer som finnes i cytoplasma hos bakterier). De rekombinante plasmidene settes inn i bakterier ved hjelp av transformasjon, og formeres opp i takt med veksten av bakteriepopulasjonen. Det klonede DNA er nå tilgjengelig i ren form, og kan manipuleres videre enten for analytiske formål og/eller for innsetting i mer komplekse organismer.

En samling av samtlige kloner fra et genom kalles vanligvis «genbibliotek». I organismer som høyere planter og dyr, vil et slikt genbibliotek inneholde flere hundre tusen forskjellige kloner. Hvordan kan en så finne (identifisere) vedkommende klon som inneholder det genet en søker?

I dag kan dette gjøres på to forskjellige måter. I tilfeller hvor en kjenner genets polypeptidprodukt (eks. lagerproteiner i frø), er det mulig å identifisere individuelle kloner i kraft av deres evne til å spesifisere produksjonen av dette proteinet.

Den andre metoden innebærer identifisering av gener på grunnlag av deres funksjon. Dette gjøres ved å overføre individuelle kloner til muterte organismer, og sortere dem på grunnlag av deres evne til å rette opp de muterte genotypene. Metoden begrenses til organismer med relativt små genomer, og for slike hvor det er utviklet effektive

leveringssystemer for klonet DNA. Effektive systemer for seleksjon av transformerte celler og gjenskaping av organismer i stort antall, er også en forutsetning. I praksis er det derfor ennå slik at identifisering av gener på grunnlag av deres funksjon stort sett er begrenset til de som finnes i mikroorganismer.

Når man først har identifisert og isolert et gen, kan dette analyseres i minste detalj, og enda til endres hvis dette er ønskelig. Dette skjer ved hjelp av teknikker som er utviklet i løpet av det siste tiår.

### 1.2. Transformering av planteceller

Genetisk transformasjon kan defineres som kontrollert innsetting av DNA i genomet til en vertscelle. Innsettingen kan enten gjøres ved hjelp av naturlige plantepatogener som *Agrobacterium* og virus, eller fysisk ved mikroinjeksjon og direkte opptak.

Jordbakterier med slektsnavnet *Agrobacterium* har utviklet den merkelige egenskap at de kan overføre en liten del av sitt eget DNA til mange forskjellige planteslag. DNA-biten (T-DNA) som overføres, integreres i genomene til de angrepne cellene hos vertsplanten. Under normale vilkår inneholder den integrerte DNA-biten gener som spesifiserer produksjon av særskilte plantehormoner. Disse hormonene forårsaker bl.a. uregulert celledeling som fører til dannelse av en svulst ved infeksjonsstedet. Plantesykdommen kalles derfor krongallesyke. De svulstframkallende genene er imidlertid ikke nødvendige for overføring av T-DNA. Evnen spesifiseres nemlig av DNA-sekvenser som flankerer denne regionen. Det er således mulig å skifte ut sykdomsgenene med annet DNA, som så kan bli overført til genomene hos planter som koloniseres av *Agrobacterium*. Bakteriene angriper de fleste tofrøbladete arter og noen få enfrøbladete. Hittil har det lyktes å transformere kulturplanter

som tobakk, tomat, potet, luserne og poppel.

Av de 26 kjente plantevirus, er det bare to som inneholder DNA-genomer. Disse to er blomkålmosaikkvirus og geminivirus. De øvrige 24 virusgruppene inneholder RNA-genomer. Den største interessen har knyttet seg til blomkålmosaikkvirus, fordi dette har et dobbeltrådet DNA-genom. Men forskningsarbeidet har vist at viruset har mange egenskaper som gjør det lite egnet som vektor ved transformering av planter. Størrelsen på virusgenomet er for lite til å frakte et helt plantegen, og dette er den mest begrensende faktor.

Våre viktigste kulturvekster, som korn og gras, koloniseres ikke av *Agrobacterium*, og det foregår derfor et betydelig forskningsarbeid rundt om i verden for å finne fram til brukbare fysiske overføringsmetoder. Direkte mikroinjeksjon av DNA i protoplaster og intakte planteceller har vist seg mulig (Lawrence et al. 1985, Crossway et al. 1985, Morikawa et al. 1985, Nomura et al. 1986). Den fysiske begrensningen ved metoden ligger i at hver enkelt celle må behandles individuelt. En har derfor søkt etter metoder for innføring av DNA i mange planteceller samtidig. Og det viser seg at protoplaster kan ta opp DNA fra en løsning gjennom cellemembranen, men transformasjonsfrekvensene er vanligvis meget lave, gjerne i størrelsesorden  $10^{-6}$ . (Davey et al. 1980). Det har derfor vært arbeidet mye med å finne fram til metoder som kunne øke transformasjonsfrekvensene, og den mest lovende er «electroporation». Ved denne metoden utsettes løsningen som inneholder vertsceller (protoplaster) for elektriske sjokk som fører til midlertidig økning i gjennomtrengeligheten til cellemembranene. De forbigående hullene som dannes i cellemembranen på denne måten øker opptaket av DNA i betydelig grad, og har gjort metoden brukbar for praktiske forsøk (Zimmermann et al. 1982, Fromm et al. 1985, Fromm et al. 1986).

### 1.3. Gjenskapning av transformerte planter

Genetisk transformering av planter skjer vanligvis ved innsetting av fremmed DNA i somatiske celler. Av grunner som ennå ikke er kjent, er det for noen planteslag som tobakk, gulrot, potet, poppel og tomat, relativt enkelt å gjenskape normale individer fra protoplaster. Andre arter er langt vanskeligere, og noen er nærmest umulige å gjenskape ennå. Den siste gruppen omfatter våre viktigste kulturvekster som hvete, ris, mais og bygg. Forskning og utvikling er imidlertid intens på disse områdene, og nyere resultater tyder på at det er mulig å gjenskape normale planter fra protoplaster hos særskilte genotyper av ris og mais (Fujimura et al. 1985, Yamada et al. 1986, Rhodes et al. 1988).

### 1.4. Noen lovende resultater

#### 1.4.1. Insektresistens

Det er en bakterie, *Bacillus thuringensis*, som produserer krystallinske proteiner. Disse proteinene har dødelig virkning når de kommer inn i fordøyelseskanalen til sommerfugllarver. Genet som spesifiserer produksjonen av dette dødelige proteinet, er blitt klonet og satt inn i genomene hos tobakks- og tomatplanter ved hjelp av *Agrobacterium*. De transformerte plantene viser seg å være resistente overfor angrep fra sommerfugllarver (Fischhoff et al. 1987, Vaek et al. 1987).

#### 1.4.2. Virusresistens

Det har vist seg at dersom genet som spesifiserer dannelsen av kappeprotein hos et virus settes inn i genomet til en vertsplante, oppnår den transformerte planten økt resistens overfor dette viruset. Mekanismen bak denne resistensen er ikke kjent. Lovende resultater med transformering av virusresistens er rapportert for tobakk og lucerne (Abel et al. 1986, Loesch-Fries et al. 1987).

### 1.4.3. Herbicidresistens

Hvis man kunne gjøre kulturplantene resistente overfor et miljøvennlig ugras-middel som var så effektivt at det holdt alle ugrasartene nede, vil en både forenkle ugrasrenholdet og redusere faren for forurensing fra ugrasmidler. Dette er filosofien bak arbeidet med å lage herbicidresistente kulturplanter. Og det har allerede lyktes ved hjelp av genetisk transformasjon å lage tobakks- og tomatplanter med betydelig toleranse overfor glyfosat (Comai et al. 1985, Fillatti et al. 1987, Shah et al. 1986). Nylig ble det rapportert om at man også hadde klart å lage herbicidresistente sukkerbeteplanter (New Scientist 19. mai 1988).

### 1.5. Begrensninger og perspektiver

Flere metoder er nå tilgjengelige for innsetting av DNA i planteceller, og ved alle metoder har det vist seg mulig å få integrert fremmed DNA i genomene hos vertscellene (Johnston 1988, Tacchini et al. 1987). Det er imidlertid ennå ikke mulig å kontrollere innsettingstedet i genomet, og hver enkelt metode har også begrensninger på annet vis. Som nevnt koloniserer *Agrobacterium* bare tofrøbladete kulturvekster med få unntak. Virusgenomet er for lite til å frakte et helt plantegen. Ved mikroinjeksjon kan bare en celle behandles av gangen, og teknikken med direkte opptak gjennom cellemembranen begrenses av manglende viten om hvordan man skal gjenskape transformerte planter fra protoplaster.

Problemene som er forbundet med transformasjon og gjenskaping av fertile planter fra transformerte protoplaster, vil med all sannsynlighet bli løst i løpet av det nærmeste tiår (OECD- Rapport 1988). Transformasjonsmetodene som er beskrevet ovenfor vil bli forbedret i betydelig grad, og det vil også bli utviklet nye metoder hvor man kan unngå problemene med gjenskaping av protoplaster. Det pågår således forsøk med

mikroinjeksjon av DNA i intakte celler i kultur, i embryoer, og i multicellulære strukturer, og bruk av pollen og embryoer for direkte opptak av DNA (Lörz 1988, Neuhaus et al. 1987). Det kan heller ikke utelukkes at man kan finne stammer av *Agrobacterium* som er i stand til å kolonisere våre viktigste kornarter (Persson 1988 pers. med.). Nyere forsøk antyder forøvrig visse muligheter for gjenskaping av planter fra protoplaster fra ris og mais (Fujimura et al. 1985, Yamada et al. 1986, Rhodes et al. 1988).

Det er mulig at videreutviklingen av transformasjons- og gjenskapingsteknikken vil komme til å ligge i forkant av arbeidet med å identifisere viktige plantegener. Hittil er det bare få gener som er tilgjengelig for transformasjon (se pkt. 1.4.). Og man kan ikke snakke om genteknologi som en moden disiplin, før man kan mestre egenskaper som sykdomsresistens, modningshastighet, og toleranse overfor miljømessige forhold som kulde/frost, varme, saltholdig jord og tørke.

Identifisering av plantegener er i dag meget vanskelig i alle tilfeller der en ikke kjenner noe polypeptidprodukt, og det gjelder de fleste tilfellene. Identifisering av gener på grunnlag av deres funksjon, har hittil ikke vært mulig i planter p.g.a. deres store genomer og tungvint transformasjonsteknologi. Ved utvikling av mer effektive transformasjonsmetoder, vil det nok bli mulig å overføre et helt genbibliotek til muterte planteceller og selekterte kloner på grunnlag av deres evne til å rette opp de muterte genotypene. Denne metoden kunne få betydning ved leting etter gener for sykdoms- og salttoleranse (Tacchini et al. 1987.). Forsøk med overføring av genbibliotek fra *Arabidopsis thaliana* til planteceller er allerede startet opp (Simoens et al. 1986). *Arabidopsis thaliana*, eller vårskrinneblom, har det minste genomet som er kjent blant blomsterplanter.

En annen lovende metode for kloning av gener, er bruken av transposoner (hoppende elementer) til å merke de gener en søker. Disse elementene er adskilte DNA-segmenter som har evnen til å flytte seg fra en lokalitet til en annen i genomet. Hvis transposonet setter seg inn i et funksjonelt gen, ødelegger det funksjonen til dette genet og resulterer i en mutantfenotype. Transposoner er blitt identifisert og karakterisert både i bakterier, sopp, planter og dyr. Dersom en mutasjon er forårsaket av innsetting av et slikt element, er det mulig å kloner dette genet ved å bruke transposon-DNA som en probe (søker). Ved hjelp av proben kan en fra et genbibliotek fiske ut den rekombinante plasmiden som inneholder transposonet og det flankerende DNA som skriver seg fra det muterte genet. Dette flankerende DNA kan i sin tur brukes til å identifisere det tilsvarende villtypegenet.

Transposonmerking har allerede blitt brukt ved identifisering av gener i mais (Fedoroff et al. 1984, Paz-Ares et al. 1986). Det viser seg imidlertid at metoden ikke er problemfri, først og fremst fordi det gjerne finnes mange kopier av samme transposon i genomet (Grandbastian 1987.). Det er likevel håp om at bruk av transposoner vil føre til identifisering av plantegener som er forbundet med sykdomsresistens, vekstform og næringsmessig kvalitet av frøet.

Eksemplene antyder at det etter hvert sannsynligvis vil bli klonet viktige plantegener, men det er hele tiden tale om egenskaper som styres av enkeltgener. Kloning og overføring av gener som styrer biokjemiske synteseveier og manipulering av kvantitative karakterer, er imidlertid enda urealistiske mål i genteknologien. Men kanskje forblir de ikke urealistiske alt for lenge. I siste nummer av Nature rapporteres det nemlig om framskritt i arbeidet med å kartlegge gener som styrer kvantitative karakterer i tomat (Paterson et al. 1988.). Kartleggingen gjøres ved hjelp av en metode som går under betegnelsen

«restriction fragment length polymorphism», forkortet til RFLP. Brukt i kombinasjon med isogeniske linjer, mener Paterson og medarbeidere (l.c.) at metoden kan gi muligheter for fysisk kartlegging og molekylær kloning av kvantitative gener.

Resultatene som er omtalt i denne artikkelen kan på mange måter virke noe spinkle, men de bør vurderes opp mot genteknologiens korte historie i planteforskning og foredling. Det er tross alt bare 5 år siden Herrera-Estrella og medarbeidere rapporterte om det første tilfelle av genetisk transformasjon i planter (Herrera-estrella et al. 1983.). Sett på denne bakgrunn, har utviklingen gått utrolig raskt, og det er ingen tegn som tyder på at den sakker av. Nye resultater publiseres ukentlig, og det er svært vanskelig å forutse hvilke muligheter som foreligger bare få år fram i tiden.

Det er imidlertid et faktum at blant brede lag av befolkningen, er det ingen entusiasme overfor bruken av genteknologi, og man bør ikke ta det som en selvfølge at man får ta i bruk genmanipulerte organismer etter hvert som de foreligger. Risikoen for spredning av uønskede gener til villarter og ugrasslag vil måtte utredes i hvert enkelt tilfelle før det kan komme på tale med tillatelse til bruk i naturen. Det er bare å håpe at en kan få skapt en nøktern holdning til bruken av genmanipulerte organismer og makte å unngå hysteri.

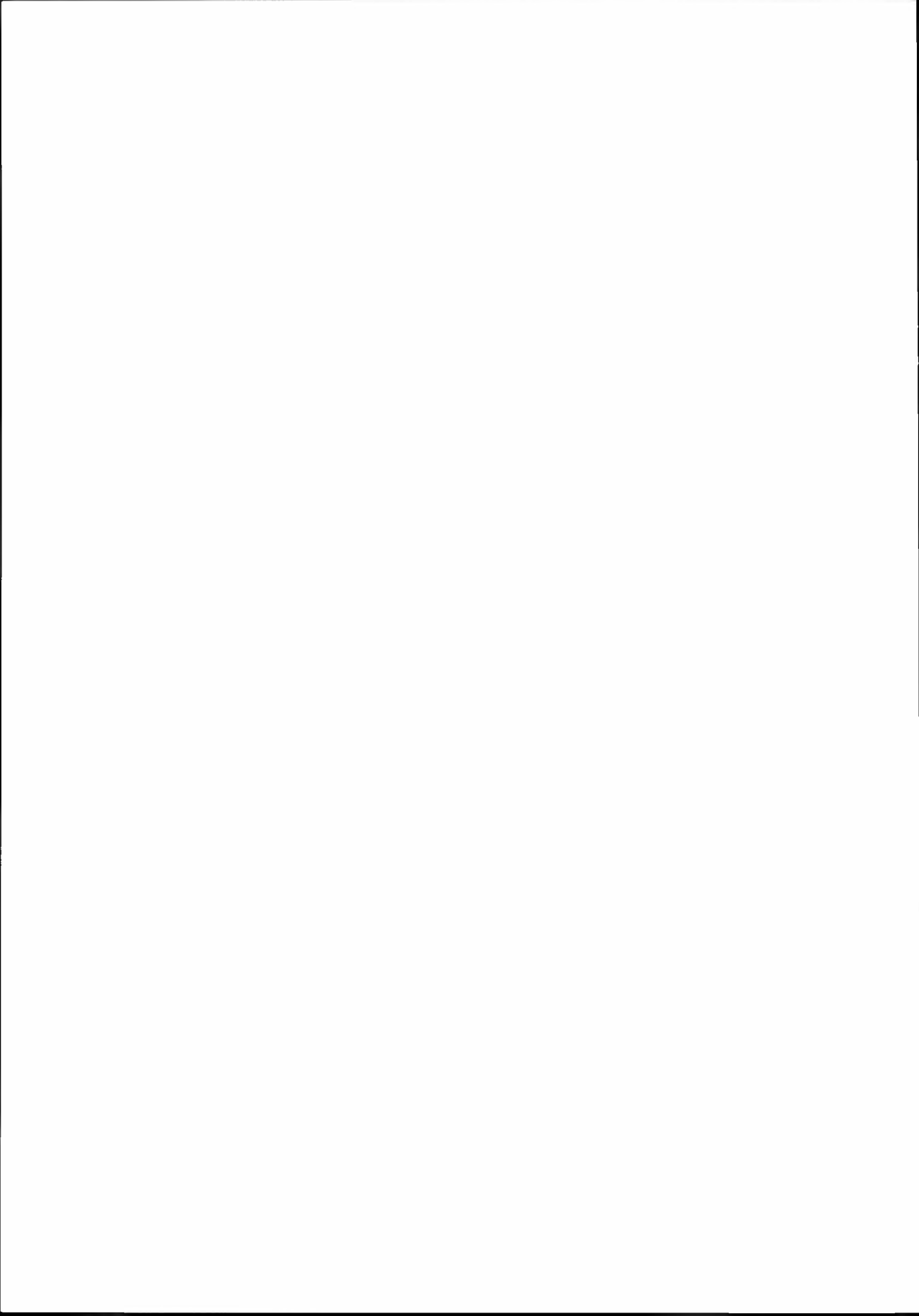
#### LITTERATURLISTE

Abel, P., Nelson, R., De, B., Hoffmann, N., Rogers, S., Fraley, R., Beachy, R. 1986. Delay of disease development in transgenic plants that express the tobacco mosaic virus coat protein gene. *Science* 232: 738.

Comai, L., Facciotti, D., Hiatt, W., Thompson, G., Rose, R., Stalker, D. 1985. Expression in plants of a mutant *aroA* gene from *Salmonella typhimurium* confers tolerance to glyphosate. *Nature* 317: 741.

Crossway, A., Houck, C.M. and Facciotti, D. 1985. The potential of micromanipulation techniques for

- plant improvement. In: Proc. Int. Symp. on Nuclear Techniques and in vitro culture for Plant Improvement, Vienna (Austria): 471.
- Davey, M.R., Cocking, E.C., Freeman, J., Pearce, N. and Tudor, I. 1980. Transformation of *Petunia* protoplasts by isolated *Agrobacterium* plasmids. *Plant Sci. Lett.* 18: 307.
- Fedoroff, N., Furtek, D.B. and Nelson, O.E. Jr., 1984. Cloning of the Bronze locus in maize by a simple and generalizable procedure using the transposable controlling element Activator (Ac). *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 81: 3825.
- Fillatti, J.J., Kiser, J., Rose, R., Comai, L. 1987. Efficient transfer of a glyphosate tolerance gene into tomato using a binary *Agrobacterium tumefaciens* vector. *Bio - Technology* 5: 726.
- Fischhoff, D.A., Bowdish, K.S., Perlak, F.J., Marrone, P.G., McCormick, S.M., Niedermeyer, J.G., Dean, D.A., Kusano - Kretzer, K., Mayer, E.J., Rochester, D.E., Rogers, S.G., Fraley, R.T. 1987. Insect Tolerant Transgenic Tomato Plants. *Bio - Technology* 5: 807.
- Fromm, M.E., Taylor, L.P. and Walbot, V. 1985. Expression of genes transferred into monocot and dicot plant cells by electroporation. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 82: 5824.
- Fromm, M.E., Taylor, L.P. and Walbot, V. 1986. Stable transformation of maize after gene transfer by electroporation. *Nature* 319: 791.
- Fujimura, T., Sakurai, M., Akagi, H., Nigishi, T., Hirose, A. 1985. Regeneration of rice plants from protoplasts. *Plant. Tiss. Cult. Lett.* 2: 74.
- Grandbastian, M.A. 1987. Transposable elements in plants. *Nestlh Research News* 1986/87: 31.
- Herrera-Estrella, L., Depicker, A., Van Montagu, M. and Schell, J. 1983. Expression of chimaeric genes transferred into plant cells using a Ti plasmid-derived vector. *Nature* 303: 209.
- Johnston, A.W.B. 1988. In vitro genetics and recombinant DNA. In *Towards an Agro-Industrial Future. The 6th Royal Show International Symposium*: 35.
- Lawrence, W.A. and Davies, D.R. 1985. A method for the microinjection and culture of protoplasts at very low densities. *Plant Cell Rep.* 4: 33.
- Loesch-Fries, L.S., Merlo, D., Zinnen, T., Burhop, L., Hill, K., Krahn, K., Jarvis, N., Nelson, S., Halk, E. 1987. Expression of alfalfa mosaic virus RNA in transgenic plants confers virus resistance. *EMBO J.* 6: 1845.
- Lörz, H. 1988. Transformation techniques for cereals. *EUCARPIA-symposium Genetic Manipulation in Plant Breeding*: 130.
- Morikawa, H. and Yamada, Y. 1985. Capillary microinjection into protoplasts and intranuclear localization of injected materials. *Plant Cell Physiol.* 26: 229.
- Nomura, K. and Komamine, A. 1986. Embryogenesis from microinjected single cells in a carrot cell suspension culture. *Plant Science* 44: 53. OECD-Rapport om Economic and Wider Impact of Biotechnology 1988. Paris 23rd June 1988.
- Paterson, A.H., Lander, E.S., Hewitt, J.D., Peterson, S., Lincoln, S.E. and Tanksley, S.D. 1988. Resolution of quantitative traits into Mendelian factors by using a complete linkage map of restriction fragment length polymorphisms. *Nature* 335: 721.
- Paz-Ares, J., Wienad, U., Peterson, P.A. and Saedler, H. 1986. Molecular cloning of the C locus of *Zea mays*: a locus regulating the anthocyanin pathway. *EMBO J.* 5: 829.
- Persson, Göran. 1988. Skogshögskolan Umeå. Personlig meddelelse.
- Rhodes, C.A., Lowe, K.S., Ruby, K.L. 1988. Plant regeneration from embryogenic maize cell cultures. *Bio - Technology* 6: 56.
- Shah, D., Horsch, R., Klee H., Kishore, G., Winter, J., Tumer, N., Hironaka, C., Sanders, P., Gasser, C., Aykent, S., Siegel, N., Rogers, S., Raley, R. 1986. Engineering herbicide tolerance in transgenic plants. *Science* 233: 478.
- Simoens, C., Alliotte, T.H., Mendel, R., Møller, A., Schiemann, J., Van Lijsebetters, M., Schell, J., Van Montagu, M. and Inze, D. 1986. A binary vector for transferring genomic libraries to plants. *Nucleic Acid Res.* 20: 8073.
- Tacchini, P. and Walbot, V. 1987. Transformation of Plants. *Nestlh Research News* 1986/87: 19.
- Vaek, M., Reynaerts, A., Høfte, H., Jansens, S., De Beuckeleer, M., Dean, C., Zabreau, M., Van Montagu, M., Leemans, J. 1987. Transgenic plants protected from insect attack. *Nature* 328: 33.
- Yamada, Y., Zhi-Qi, Y., Ding-Tai, T. 1986. Plant regeneration from protoplast - derived callus of rice. *Plant. Cell. Rep.* 5: 85.
- Zimmermann, U. and Vienken, J. 1982. Electric field-induced cell-to-cell fusion. *J. Membrane Biol.* 67: 165.



# FRAMTIDIG FRØAVLSFORSKNING

ODD ARNE ROGNLI

Institutt for genetik og planteforedling, Ås-NLH

Frøavlsforskning og praktisk frøavl er en nødvendig videreføring av alt foredlingsarbeid med frøformerte vekster. Det hersker i dag full enighet om at norsk landbruk er best tjent med norske sorter. Særlig gjelder dette for flerårige vekster, bl.a. eng- og beitevekstene, som hovedvekten vil bli lagt på i dette festskriftet til Professor Birger Opsahl. I løpet av de 10 siste årene har det vært satset sterkt på å utvikle gode, norske sorter av eng- og beitevekster. For fullt ut å kunne utnytte de verdifulle egenskapene i vårt sortsmateriale, og fordi vårt sortsmateriale har egenskaper som gjør det vanskelig å frøavle i utlandet, er en sikker frøforsyning avhengig av at vi så langt som råd produserer frøet innenlands. Betydningen av en sikker frøforsyning blir behandlet i seksjonsleder Ragnar Hillestad's artikkel. I denne sammenheng vil jeg bare understreke at målet om økt selvforsyning av frø til eng og beite også førte med seg et sterkt behov for forskning i frøavl. Denne frøavlsforskningen, som ble initiert på slutten av 1970-tallet, må en si har gitt gode resultater. Dette skyldes ikke minst Professor Opsahl's interesse og entusiasme for saken. Frøavlsforskningen har vært sterkt medvirkende til at vi i dag tildels produserer for mye frø av våre viktigste engvekster.

Celle- og vevskultur får en stadig større betydning i foredling og oppformering av plantemateriale. Hittil har det først og fremst vært i to-frøbladete plantearter at in vitro teknikker, og spesielt regenerering av planter, har gitt brukbare resultater. Det settes imidlertid store ressurser inn på å løse de problemene en har hatt med å regenerere

planter in vitro av arter i Grasfamilien, og det er sannsynligvis bare et spørsmål om tid før disse lar seg manipulere i cellekultur. Bioteknologiske metoder vil uten tvil få stor innvirkning på framtidig foredlingsmetodikk. På lang sikt vil dette kunne gi oss nye typer sorter som krever nye oppformeringsmetoder, og dermed påvirke framtidig frøavlsforskning. Ved siden av å gi en oversikt over aktuelle forskningsoppgaver innen tradisjonell frøavlsforskning, vil jeg se litt lenger fram i tiden, og drøfte hvordan ny teknikk, spesielt bioteknologiske metoder, vil kunne tenkes å påvirke framtidig oppformering og frøavl. På kort sikt er slike metoder mest aktuelle for hagebruksvekstene, både fordi forskningen i celle- og vevskultur er kommet lengst i disse vekstene, og fordi frøprisen er så høy at den kan forsvare moderne, kapitalintensiv teknologi. Med den økte innsatsen i foredling av hagebruksvekster de seinere år, vil det bli et behov for økt innsats i frøavlsforskning også i disse vekstene.

## PRIORITERTE FORSKNINGSOPPGAVER FOR FRØAVLSFORSKNINGEN INNEN FORVEKSTENE PÅ KORT SIKT

### *Dyrkingsteknikk*

Når det gjelder dyrkingsteknikk kan vi si at vi idag stort sett har tilfresstillende kunnskap om hvordan en best skal avle frø av de viktigste enggrasartene. Det er bare for det en i frøavlssammenheng kan kalle «nye» arter, dvs. bladfaks, strandrør og kvitkløver, og eventuelt nye plengrassorter, at dyrkingstekniske under-

søkelser trengs i større omfang for gjennomføring av en sikker frøproduksjon.

På noen områder har vi imidlertid generelt mangelfulle kunnskaper. Disse områdene er blant de prioriterte forskningsoppgavene i «Program for grovforskingen 1986-1990 - Frøavlsforskning innen forvekster». De viktigste er: i) bruk av vekstregulatorer i frøeng, ii) *ugrasbekjempelse*, iii) etablering av frøeng med *pelletert* frø og iv) *høstbehandling* av frøeng. Jeg vil kort peke på noen sider ved disse dyrkingstekniske områdene.

I de seinere år har det, spesielt i England og USA, foregått en intensiv forskning i bruken av *vekstregulatorer* i frøeng. Enkelte ser for seg at man en gang i framtida kan manipulere vekst og utvikling hos grasplanten fullstendig ved hjelp av kjemiske midler slik at karakterer som strå lengde og forholdet mellom generative og vegetative skudd kan kontrolleres (HEBBLETHWAITE 1986). Etterhvert som mulighetene for å øke frøavlingene ved forbedringer i tradisjonell dyrkingsteknikk blir mindre, kan bruk av vekstregulerende stoffer gi fortsatt avlingsøkning. To gibberelin-inhibitorer, Paclobutrazol (PP333) og RSW0411, som tas opp gjennom jorda, har gitt de mest lovende resultatene i utenlandske undersøkelser. Frøavlingene har i enkelte tilfeller økt betydelig, noe som enten skyldes en økning i antall fertile strå/arealenhet, og/eller bedre frøsetting p.g.a redusert legde og bedre pollinering (HEBBLETHWAITE 1986). Virkningen på strå lengden og legden er avhengig av værforholdene. Interessen for vekstregulering i frøeng er stor blant våre frødyrkerne, og Paclobutrazol og noen andre midler (klormekvatklorid (CCC), triapentenol og ethefon) har vært prøvd i 15 forsøk her i landet. Foreløpig har denne forskningen, både her i landet og i andre land, fått et skudd for baugen i og med at de mest lovende, nye midlene, paclobutrazol og triapentenol, ikke blir godkjent, og er trukket tilbake. Statens Plantevern driver i dag forsøk med CCC,

og en har oppnådd gode resultater spesielt i bladfaks, hvor CCC-behandling har gitt opptil 50% avlingsøkning (SKUTERUD pers. komm.). Slike vekstregulerende midler har effekter både på fysiologisk og fenologisk utvikling hos graset (HEBBLETHWAITE 1986). Vi har lang erfaring med bruk av slike midler i ettårige vekster, slik som korn. Vårt grasmateriale reagerer sterkt på lang dag, og har en intensiv stråstrekking. Det ser ut til å være en direkte sammenheng mellom denne langdagsreaksjonen og gibberelin i gras (HEIDE et al. 1985). Vekstregulatorer som inhiberer gibberelin griper direkte inn i fysiologiske prosesser som formidler daglengedreaksjonene. Hvordan vil skuddproduksjonen, fordeling av tørrstoffet, rotveksten og overvintringsevnen påvirkes under norske forhold ved bruk av slike midler? Kan andre kulturtiltak erstatte bruken av kjemiske midler for å redusere legde og forbedre pollineringsforholdene i frøenga? Det er helt nødvendig å se bruken av slike midler i sammenheng med N-gjødsling, og slike undersøkelser er underveis.

De største problemene når det gjelder *ugrasbekjempelse* i frøeng knytter seg til fremmede grasarter, spesielt knebøyd revehale (*Alopecurus geniculatus*) og tunrapp (*Poa annua*). Her i landet er det i samarbeid mellom Statens Plantevern og SFL lagt ned en betydelig forskningsinnsats både med selektive midler og totalherbicid kombinert med den såkalte «kolpulvermetoden». Det er fortsatt behov for videreutvikling og tilpassning av kolpulvermetoden til norske forhold. Denne metoden bygger på at det sådde frøet beskyttes mot totalherbicid av aktivt kol som sprøytes på etter såing. Foruten at metoden kan være aktuell i praktisk frødyrking med den nåværende dyrkingsteknikken, vil den være spesielt interessant i kombinasjon med framtidige metoder for frøproduksjon, f.eks. ved presisjonssåing av pelletert frø eller somatiske embryo.



Foreløpige undersøkelser med *pelletert* grasfrø ved SFL Landvik tyder på at det lar seg gjøre å nytte slikt frø i praktisk frøavl. Ved presisjonssåing av pelletert grasfrø vil en teoretisk kunne produsere bruksfrø direkte på foredlerens elitefrø, og således oppnå en foredlingsgevinst ved at en kan hoppe over stamsædledet i oppformeringen av engvekstene (se ROGNLI 1985). Når det gjelder pelletering åpner det også muligheten for å tilsette kjemiske stoffer, f.eks. herbicid, pesticid og vekstfremmende stoff, i pelletteringsmassen. Erfaring med etablering av frøeng har vist at tynne plantebestand gir kraftige enkeltplanter, og større frøavlinger over flere år enn tette plantebestand. Dette er også tilfelle i rødkløver, hvor det i plantet bestand lar seg gjøre å oppnå store frøavlinger også av den tetraploide sorten 'Tripo' som det har vist seg svært vanskelig å avle bruksfrø av (VESTAD pers. komm.). I engbelgvekstene har det praktisk talt ikke vært frøavlsforskning i gang på lenge her i landet. Med tanke på de store problemene ved frøavl av kløver, og det faktum at interessen for engbelgvekster er sterkt stigende, så bør det settes i gang frøavlsforskning i disse artene. Spesielt gjelder dette kvitkløver, en art det nå foregår foredling i, men som vi ikke har noen erfaring i frøavl av. I rødkløver er det satt i gang forsøk med presisjonssåing for å studere virkningen av svært glisne plantebestand på frøproduksjonen.

Hos oss foregår induksjon av blomstring for de fleste arter om høsten året før en høster frø. Viktige avlingskomponenter bestemmes altså i denne perioden. *Høstbehandling*, dvs. behandling av frøhalm, slått av gjenvekst og tynning, i samspill med gjødslingsmengde og -tidspunkt, er derfor svært viktig. I utlandet er det brenning av frøhalmen som har gitt størst avlingsøkning, mens de forsøk som har vært utført her i landet har gitt tildels motstridende resultater. Våre klimatiske forhold er så spesielle at vi ikke kan regne med å overføre slike forsk-

ningsresultater direkte. Høstbehandling er et område som bør få høy prioritet i de nærmeste årene.

#### *Grunnleggende forskning*

Når det gjelder det vi kan kalle grunnleggende frøavlsforskning er det to viktige områder. Disse er: i) *vekst, utvikling og fysiologi*, og ii) *foredling*. Vi har hatt en ganske omfattende forskning her i landet når det gjelder blomstringsfysiologi i gras, spesielt i engrapp. Denne forskningen har hatt sin bakgrunn i problemene med frøavl av nord-norske sorter sør i landet. Alle kulturtiltak som settes inn i ei frøeng må være utformet slik at de samstemmer med grasplantenes vekst- og utviklingsrytme. En må øke forståelsen av at frøavlingen i stor grad er bestemt av den forutgående vegetative veksten. Gjødslingsmengde og -tidspunkt, høstbehandling, ja alle dyrkingstekniske tiltak må ha sin bakgrunn i forståelsen av plantenes vekst og utvikling. Professor Opsahl har vært en foregangsmann på dette området her i landet. Vi har hittil hatt for lite av denne typen forskning, og det er positivt at det nå er satt i gang et slikt grunnleggende forskningsprosjekt i engrapp.

Frøavkastning er idag med som et eget foredlingsmål ved *foredling* av engvekstene. Fordi frøproduksjonen er en spesialisert produksjon, hvor avkastningsnivået betyr mye for lønnsomheten, har en etterhvert erkjent at en sorts markedsverdi er sterkt avhengig av hvor lett det er å avle frø på den. I denne sammenheng er det nok å nevne problemene med 'Leikra' engrapp her i landet. Samtidig er det klart at vi dyrker engvekstene først og fremst for forproduksjon, og frøavkastning kan aldri bli mer enn en sekundær karakter ved foredling av disse. Dersom en ønsker å foredle for bedre frøavkastningsevne, viser undersøkelser at det er stor genetisk variasjon, og at arvbarheten er høy for karakteren frøavkastning i vårt grasmateriale. Seleksjonsvirkningen skulle derfor kunne bli høy (se ROGNLI 1988).

Det er imidlertid bare i enkelte arter, så som bladfaks, strandrør og engrapp og rødsvingel til plengras, at frøsettingsevnen er såpass usikker at foredling for frøproduksjon er aktuelt i tillegg til dyrkingstekniske undersøkelser. Generelt bør foredlingsmateriale av alle arter testes for frøavlsegenskaper i løpet av foredlingsprosessen, og en bør sette terskelverdier for frøavlsnivået. Ettersom foredlingsmaterialet blir mer avansert enn det er i dag, og dermed sterkere selektert, er faren for å skape sorter med dårlige frøavlsegenskaper større. Når det gjelder enkelte karakterer, burde dryssfasthet, som er et stort problem i mange arter, bli viet større oppmerksomhet i framtida. Dryssing er skyld i en stor del av frøtapet mellom blomstring og høsting, og det er enkelt å foredle for dryssfasthet (HIDES 1986).

#### LANGSIKTIGE PERSPEKTIVER FOR FRØAVLSFORSKNINGEN

Først noen innledende betraktninger omkring celle- og vevskultur i tilknytning til frøavl/oppformering. Utviklingen innen in vitro teknikker for dyrking av celler og plantedeler har vært enorm de seinere årene. I dag foregår det masseformering (kloning) av en hel rekke vegetativt formerte arter av prydblatter, grønnsaker og trær. Masseformeringen har erstattet stiklingsformering, og foregår hovedsakelig ved hjelp av vevskultur (sideskudd- og adventivskuddutvikling). Samtidig er det helt klart at det gjenstår svært mye grunnleggende forskning før vi forstår hva som skjer i celle og vevskulturer. Som nevnt er det også i grasartene at problemene er størst. Med dagens vevskulturteknologi er det klart at kostnadene ved in vitro-formering av frøformerte vekster uansett er alt for høye. På bakgrunn av dette er det ikke lett å forutsi hvilken betydning såkalte bioteknikker vil få for frøavl og frøavlsforskning på lengre sikt. Kanskje det en gang i framtida er avleggs å etablere

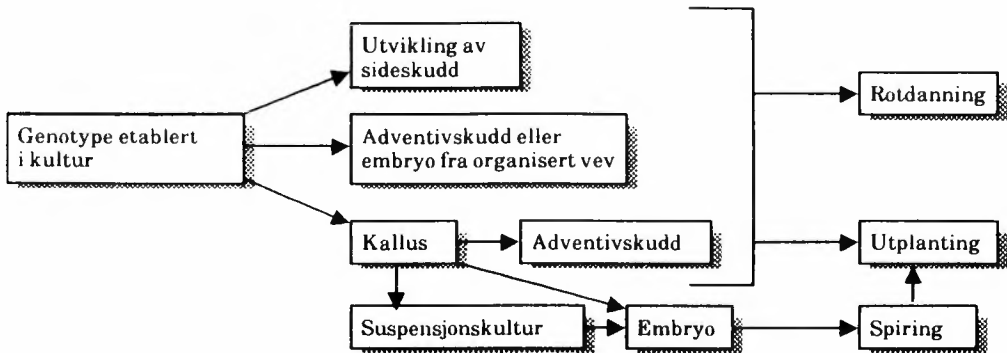
grasmark ved å så frø som er dannet ved vanlig seksuell formering? I blomkål, gulrot, selleri og luserne er det gjort forsøk med såkalte «kunstige frø», dvs. somatiske embryo fra celleduspensjonskulturer som er innkapslet i et syntetisk frøskall for å kunne tåle overgangen til voksemedia (KITTO og JANICK 1985; REDENBAUGH *et al.* 1986). Som jeg vil komme tilbake til ligger en praktisk anvendelse av en slik teknikk langt inn i framtida. De perspektivene det imidlertid gir for engvekstene er at en fullt ut vil kunne utnytte det vegetative vekstpotensialet. Ved foredling kunne en kanskje se bort fra frøproduksjonsevnen, og selektere sterkt for produksjon av bladmasse. Til og med sterile hybrider kunne oppformeres ved somatisk embryogenese.

Fig. 1. gir en oversikt over de muligheter vevskultur gir for in vitro kloning av plantemateriale. Det er et uttall typer vevsdeler («explant») som kan nyttes til å etablere in vitro kulturen, avhengig av art og utviklingsstadium.

Det er to hovedmåter å regenerere planter på ved vevskultur som kan få betydning ved frøavl: a) *organogenese*, og b) *embryogenese*.

#### *Organogenese*

For engvekstene vil organogenese som regel skje ved utvikling av sideskudd (axillære) eller adventive skudd i meristemkultur, fra udifferensierte blomsteranlegg (DALE og DALTON 1983) eller fra differensierte blomsteranlegg (JUNTTILA 1985). På grunn det absolute kravet til genetisk stabilitet ved oppformering av genotyper til frøproduksjon, er det med dagens teknikk bare utvikling av sideskudd ved meristemkultur som gir god nok ensartethet (MANTELL *et al.* 1985). I vekster som vanskelig lar seg stiklingsformere eller hvor frøformering er langsom og tidkrevende, bl.a. mange treslag, vil oppformering i meristemkultur ofte gi en mye raskere formering enn konvensjonelle metoder. Tabell 1 viser potensialet ved



Figur 1. Kloning av plantemateriale ved hjelp av vevskultur (etter Lutz et al. 1985).

in vitro formering av jams (*Dioscorea alata*) sammenliknet med tradisjonell formering.

I meristemkulturer av vanlig potet kan en inducere dannelsen av «minitubers» (småknoller) i stort antall, og disse kan behandles på samme måte som vanlige settepoteter.

I vekster som lett lar seg stiklingsformere, blir kostnadene ved in vitro meristemkultur for høye. Dette har sammenheng med at metoden gir lavest multiplikasjonsrate av alle potensielle in vitro metodene (MANTELL *et al.* 1985). Grasartenes voksemåte gjør at de vanligvis er svært lett å stiklingsformere. Forsøk med ulike betingelser for skuddanning i meristemkulturer av italiensk raigras (*Lolium multiflorum*) har imidlertid vist at det lar seg gjøre å oppnå ganske rask formering (DALTON og DALE 1981). De fant at det kunne produseres mer enn 40 skudd pr. mnd. in vitro, sammenliknet med 5-12 i veksthus. Bruk av meristemkultur i engvekstene kan være aktuell for følgende formål:

- \* Kutte ned antall generasjoner hos syntetiske sorter ved oppformering av et stort antall klonplanter for utplanting til produksjon av store mengder Syn-1 frø.
- \* Rask kloning av genotyper til spesielle formål (kryssninger etc.)

- \* Langtidslagring av genotyper, f.eks. morkloner til syntetiske sorter, hybridplanter, triploider, sterile etc.
- \* Sykdomsrensing - virus

Langtidslagring kan skje ved kjølelagring, dvs. en viss vekst skjer ved lav temperatur, og kulturen fornyes hvert år (se DALE 1980), eller ved kryopreservering (flytende nitrogen o.l.) av kalluskulturer.

Induksjon av skudd fra blomsterstanden er brukt for å oppformere foreldregenotypene til F1-hybrider av blomkål (CRISP og WALKEY 1974). I grasartene kan en inducere vivipari ved å manipulere med hormonbalansen og daglengde/temperatur, som vist i timotei av JUNTILA (1985). En vet lite om den praktiske anvendelsen av en slik metode.

#### Embryogenese

*Kalluskulturer* er etablert i alle de viktigste korn- og grasartene, og disse utvikler forholdsvis lett *somatiske embryo* (VASIL 1985; GRAY og CONGER 1985). Somatisk embryogenese er den vanligste formen for in vitro regenerering i Gramineae (VASIL 1985). Ved embryogenesen danner cellene bipolare adventive embryo som utvikler seg morfologisk på samme måte som embryo etter befruktning. Somatiske embryo kan

Tabell 1. Sammenlikning av knollproduksjon i løpet av to år ved tradisjonell formering og vevskultur av jams (*Dioscorea alata*) (etter Mantell et al. 1985).

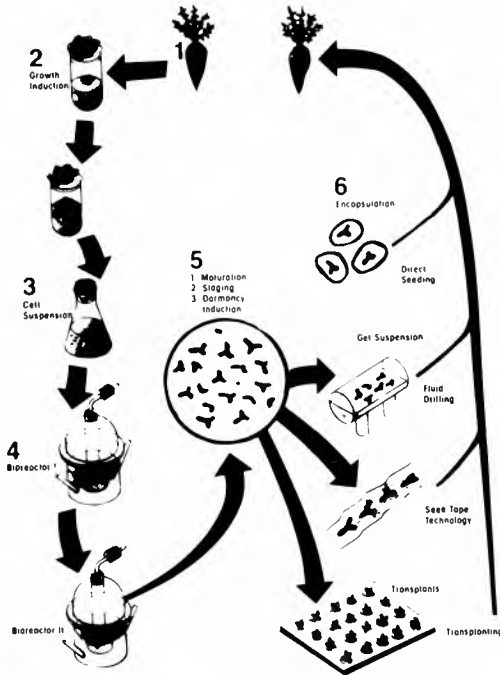
Tradisjonell	Masseformering	
100 g knoller	100g knoller	
↓	↓	
1 utvokst plante	1 forbehandlet plante*	
↓	↓	
1600 g knoller	10 knoppkulturer	
	↓	
	Skuddoppformering	
	↓	
	650000 miniknoller	Kvile
-----		
16 utvokste planter	617500 planter **	Vekstsesong
↓	↓	
16 x 600 g knoller	617500 x 500 g knoller	
= 25,6 kg	= 308750 kg	

\* Vokst ved 16 t daglengde i 12 uker

\*\* Forutsetter 5% tap ved etablering i jord

dannes både direkte fra vevsdelar, fra pollen, i cellesuspensjoner eller ved sekundær embryogenese. Med tanke på utnyttelse i frøavlsammenheng er det klart at produksjon av somatiske embryo i cellesuspensjonskulturer har det overlegent største potensialet for rask oppformering eller kloning. Dette skyldes at embryoidene dannes i stort antall, og fritt i flytende media, noe som er svært arbeidsbesparende når de skal isoleres og dyrkes videre (LUTZ *et al.* 1985). Suspensjonskulturer har lenge vært dyrket i vanlige glasskolber som blir ristet kontinuerlig. Ved masseproduksjon for oppformering må volumet være større, og det foregår i dag en intens forskning i bruk av såkalte bioreaktorer for dyrking

av celler i suspensjon (se AMMIRATO og STYER 1985; STYER 1985). Sammenliknet med dyrking i glasskolber gir bioreaktorer mulighet for kontinuerlig kontroll av næringsløsningen, f.eks. mineralsammensetning, pH, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> etc. MANTELL *et al.* (1985) nevner følgende arter som danner noenlunde homogene cellelinjer, og derfor lar seg dyrke i bioreaktorer: *Acer pseudoplatanus*, *Rosa sp.*, *Glycine max*, *Haplopappus gracilis*, *Triticum monococcum*, *Nicotiana tabacum*, *Daucus carota* og *Saccharum sp.* Ennå er det få eksempler på regenerering av planter fra suspensjonskulturer i gras, men langvarige og stabile kulturer med evne til embryoutvikling har vært i gang i arter av *Panicum* og



Figur 2. Masseformering ved bruk av bioreaktor (etter STYER, 1985)

*Pennisetum*, og i *Saccharum officinarum* (VASIL 1985).

Fig. 2 gir en oversikt over de ulike trinn ved produksjon av somatiske embryo i bioreaktorer, samt den praktiske utnyttelsen av slike embryo (STYER 1985). Eksemplet gjelder gulrot.

Cellesuspensjonskultur (3) dannes fra den opprinnelige kalluskulturen (2), og tjener som et inokulum for den første bioreaktoren, bioreaktor I (4). Sammensetningen av mediet i denne er slik at den fremmer celledeling. Etter at en viss tetthet er nådd i denne reaktoren, overføres en del av celledmassen til bioreaktor II, som har forhold for induksjon av embryo. Når de somatiske embryoene er modne, kan de utnyttes på ulike måter som vist i fig. 2. Det enkleste er å la dem spire, for deretter å prikle dem direkte i jord. Dersom somatiske embryo skal kunne erstatte vanlige frø, må de kunne sås direkte. En kan tenke seg å bruke «fluid drilling» på samme måte som en gjør ved såing av forspirte gulrotfrø,

eller mere sofistikerte metoder som «kunstige frø» (innkapslet i et syntetisk frøskall) eller «seed tapes» (se fig 2.). For utnyttelse til frøavlsformål er produksjon av kunstige frø fra somatiske embryo det som har størst interesse. Det er imidlertid mange krav som må oppfylles for at overgangen fra embryo til plante kan skje i tilfredsstillende omfang (se REDENBAUG *et al.* 1986). Somatiske embryo må kunne lagres, og det krever at en må kunne kontrollere kvile. Videre må det syntetiske frøskallet være slik at det gir beskyttelse mot uttørking, og mot skade ved transport, samtidig som det må være egnet til å fremme spiring. Idéelt sett burde en kunne sette til vekstfremmende stoff, herbicider etc. i det syntetiske frøskallet, for å sikre en god spiring og etablering. Forsøk med ulike syntetiske frøskall har vært utført i gulrot (KITTO og JANICK 1985), og i luserne, selleri og blomkål (REDENBAUG *et al.* 1986). Resultatene har vært mest lovende for luserne og selleri, hvor effektiv «spireprosent» in vitro hos disse syntetiske frøene var henholdsvis 30% for luserne og 65% for selleri. Såing direkte i jord ga omlag 10% spiring. Det syntetiske frøskallet var i dette tilfellet basert på et kalsiumalginat.

Når det gjelder vegetativt formerte vekster er det klart at somatisk embryogenese gir de samme mulighetene for klonformering som vanlig meristemkultur, bare enda mer effektivt. Hvilken betydning kan så somatiske embryo og syntetiske frø få for oppformering og praktisk frøavl av frøformerte vekster?

Følgende anvendelser er aktuelle:

- \* Oppformering av foreldrelinjer for F1-frøproduksjon
- \* Formering av hansterile planter uten tidkrevende tilbakekryssing
- \* Direkte oppformering av F1-hybrider, alternativ til et hansterilitetssystem

- \* Oppformering for tidlig testing av hybrider fra kryssninger som er vanskelige å utføre
- \* Formering av hybrider etter somatisk hybridisering, transformerte planter etc.
- \* Formering av sterile hybrider, triploider etc.

Framtidsdrømmen for oppformering av F1-hybrider i gras vil være at foreldregenotypene formeres i stor stil ved somatisk embryogenese i et sentralt laboratorium, og F1-frø produseres ved hjelp av syntetiske frø i stor skala ute hos kontrakt dyrkere. Alternativt kan en tenke seg at en lager bare noen få hybridplanter ved vanlig kryssningsteknikk, men at hybridplantene oppformerer direkte ved somatisk embryogenese og såing av syntetiske frø.

#### *Genmanipulering*

Jeg vil kort nevne to områder hvor jeg mener genmanipulering (rekombinant DNA teknikk) kan få betydning for frøavl. Disse er *apomiksis* og *herbicidresistens*. Mange foredlere er svært interesserte i apomiksis som et alternativ til F1-hybrider i gras. Dersom en kunne manipulere med apomiksimekanismen, dvs. overføre den fra art til art, og slå den på og av etter behov, ville en ha et idéelt system for produksjon av hybrider. I dag er gen for glyfosatresistens isolert og inkorporert i bl.a. kål, og det forskes intenst på dette feltet. Herbicidresistens vil kunne være særskilt viktig ved elite- og stamsædproduksjon av gras, hvor kravene til innblanding av andre arter, spesielt ondartede grasarter, er strenge.

#### *Problemer ved masseformering in vitro*

Hittil er det et faktum at in vitro kloningsteknikkene har vært av større verdi for planteforedlerne enn for de som arbeider med oppformering (MANTELL *et al.* 1985). Dette skyldes at det ofte skapes mye variasjon, såkalt *somaklonal variasjon*, i vevskultur. Spesielt gjelder

dette i kalluskulturer. Den somaklonale variasjonen har sannsynligvis to hovedårsaker. Den kan stamme fra somatiske mutasjoner som ligger skjult i vevet, og som kommer tilsyne i cellekultur, og/eller skyldes at selve vevskulturen har mutagen virkning. Som nevnt tidligere må det settes strenge krav til ensartetheten dersom en skal bruke slike teknikker til klonformering av plantemateriale. For de aller fleste kulturplantene er vi i dag ikke kommet langt nok i forståelsen av hva som skjer i cellekulturer til at slike kan brukes til klonformering. For grasartene er det foreløpig bare meristemkultur som er aktuell.

En forutsetning for å kunne produsere syntetiske frø via somatisk embryogenese er at en kan etablere kalluskulturer som er stabile over lang tid. Dette har en oppnådd i *Lilium*, *Fuchsia*, *Chrysanthemum*, *Tomat*, og *Hemerocallis* hvor en har kulturer som er 10-14 år gamle (MANTELL *et al.* 1985). Det er to hovedområder som må løses før et system med kunstige frø kan få praktisk anvendelse:

i) det må utvikles syntetiske frøskall som har de kvalitetene som trengs, og ii) somatiske embryo av høy kvalitet må kunne produseres rutinemessig. Høy kvalitet vil si at de somatiske embryo har de samme anlegg som zygotiske embryo, at de er like uniforme, og gir opphav til livskraftige planter som fenotypisk er identiske med morplanten (REDENBAUG *et al.* 1986; GRAY og CONGER 1985).

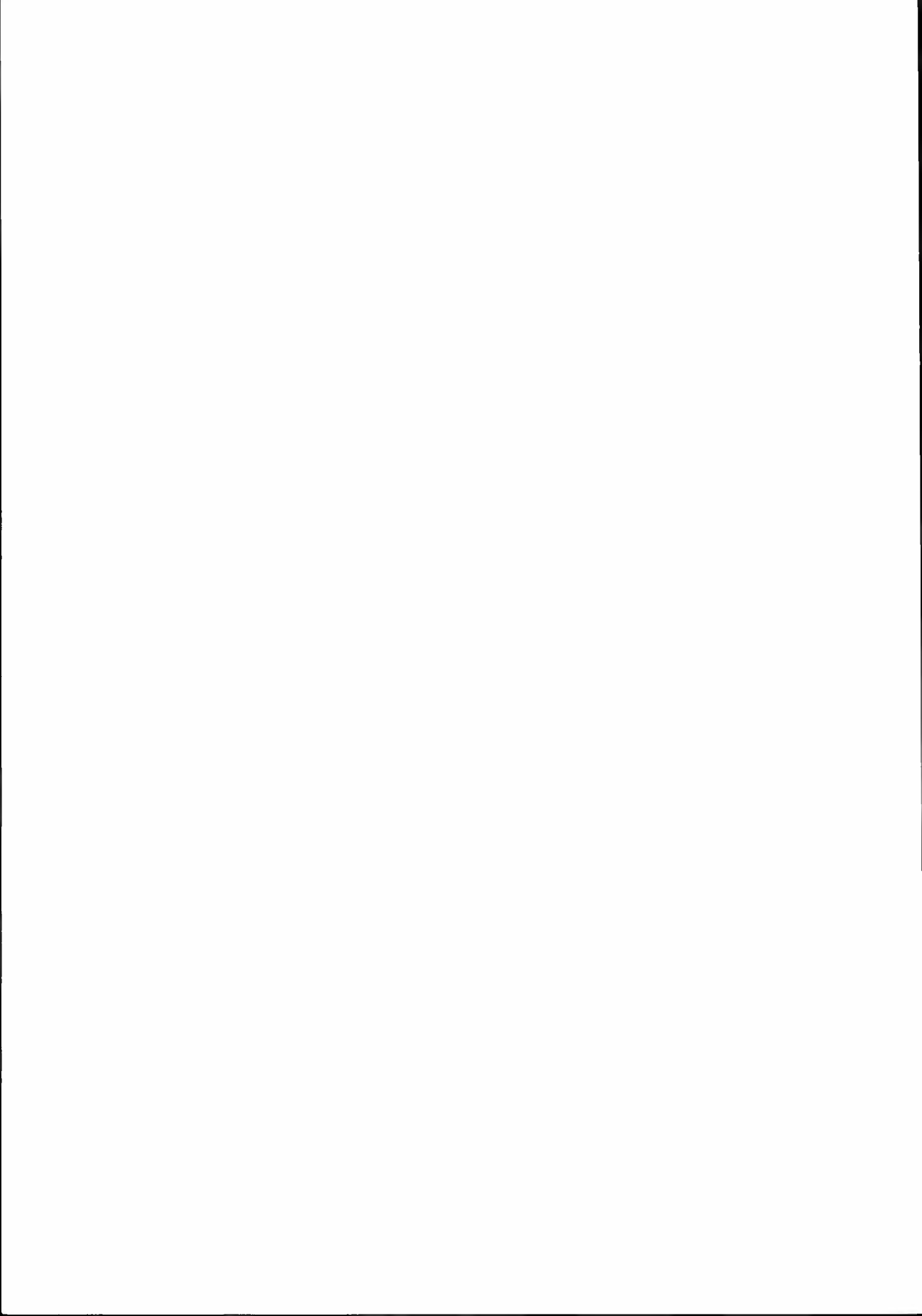
#### KONKLUSJONER

Selv om man ikke skal forsverge noen ting når en ser den raske utviklingen innen bioteknologi, vil jeg tro at utnyttelsen av de mest avanserte teknikkene i frøavlsammenheng nok ligger langt fram i tiden. Meristemkultur i gras for oppbevaring av kloner, som med vanlig teknikk er både arbeids- og plasskrevende, burde vi etter mitt skjønn ha

startet med forlengst. Når det gjelder kjemisk manipulering av veksten i frøenga har jeg liten tro på at denne retningen har framtida for seg. Dette skyldes hensynet til miljøet som det vil bli lagt stadig større vekt på framover.

#### LITTERATUR

- Ammirato, P.V. og Styer, D.J. 1985. Strategies for large-scale manipulation of somatic embryos in suspension culture. - I «Biotechnology in plant science - Relevance to agriculture in the eighties» (Eds. Zaitlin, M., Day, P. og Hollaender, A.), Acad. Press, pp.161-178.
- Crisp, P. og Walkey, D.G.A. 1974. The use of aseptic meristem culture in cauliflower breeding. - *Euphytica*, 23: 305-313.
- Dale, P.J. 1980. A method for in vitro storage of *Lolium multiflorum* Lam. - *Ann. Bot.* 45:497-502.
- Dale, P.J. og Dalton, S.J. 1983. Immature inflorescence culture in *Lolium*, *Festuca*, *Phleum* and *Dactylis*. - *Z. Pflanzenphysiol.* 111:39-45.
- Dalton, S.J. og DALE, P.J. 1981. Induced tillering of *Lolium multiflorum* in vitro. - *Plant Cell Tissue Organ Culture* 1:57-64.
- Gray, D.J. og Conger, B.V. 1985. Somatic embryo ontogeny in tissue cultures of orchardgrass. - I «Tissue culture in forestry and agriculture» (Eds. Henke, R.R., Hughes, K.W., Constantin, M.J. og Hollaender, A.), Basic Life Sciences, 32:49-57, Plenum Press.
- Hebbleshwaite, P.D. 1986. The chemical control of growth, development and yield in *Lolium perenne* grown for seed. - Foredrag ved «International Seed Conference», Tune, Danmark, 15-17. juni 1986, Stensiltrykk 6 s.
- Heide, O.M., Bush, M.G. og Evans, L.T. 1985. Interaction of photoperiod and gibberelin on growth and photosynthesis of high-latitude *Poa pratensis*. - *Physiol. Plant.* 65:135-145.
- Hides, D.H. 1986. Seed shedding in grass species and the potential for improvement by breeding. - Foredrag ved International Seed Conference», Tune, Danmark, 15-17. juni 1986, Stensiltrykk 8 s.
- Junttila, O. 1985. Experimental control of flowering and vivipary in timothy (*Phleum pratense*). - *Physiol. Plant.* 63:35-42.
- Kitto, S.L. og Janick, J. 1985. Production of synthetic seeds by encapsulating asexual embryos of carrot. - *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110:277-285.
- Lutz, J. D., Wong, J.R., Rowe, J., Tricoli, D.M. og Lawrence, R.H. 1985. Somatic embryogenesis for mass cloning of crop plants. - I «Tissue culture in forestry and agriculture» (Eds. Henke, R.R., Hughes, K.W., Constantin, M.J. og Hollaender, A.), Basic Life Sciences, 32:105-116, Plenum Press.
- Mantell, S.H., Matthews, J.A. OG McKEE, R.A. 1985. Principles of plant biotechnology. An introduction to genetic engineering in plants, Blackwell Scientific Publications.
- Redenbaugh, K., Paasch, B.D., Nichol, J.W., Kossler, M.E., Viss, P.R. og Walker, K.A. 1986. Somatic seeds encapsulation of asexual plant embryos. - *Bio/technology* 4:797-801.
- Rognli, O.A. 1985. Betydningen av frøavlsmiljøet for sortstabiliteten ved oppformeringen av nordnorske grassorter. I «Engvekstforedling IV, 1985», NLVF/SFL, s. 256-279.
- Rognli, O.A. 1988. Foredling for frøavkastning. - Foredrag ved «Planteforedlingsseminar», Honne, Biri, 15-16. feb. 1988, under trykking.
- Styer, D.J. 1985. Bioreactor technology for plant propagation. - I «Tissue culture in forestry and agriculture» (Eds. Henke, R.R., Hughes, K.W., Constantin, M.J. og Hollaender, A.), Basic Life Sciences, 32:117-130, Plenum Press.
- Vasil, I.K. 1985. Somatic embryogenesis and its consequences in the gramineae. - I «Tissue culture in forestry and agriculture» (Eds. Henke, R.R., Hughes, K.W., Constantin, M.J. og Hollaender, A.), Basic Life Sciences, 32:31-47, Plenum Press.





# SIKRING AV VÅR ENGFRØFORSYNING

RAGNAR HILLESTAD

Hellerud forsøks- og eliteavlsgard, 2013 Skjetten

Med vårt lands ekstremt nordlige beliggenhet er det viktig å ha et plante-materiale som er tilpasset de klimatiske forhold. Det gjelder i særlig grad planter som skal vare i flere år og hvor overvintringen har stor betydning, som i eng- og beitevekster. Mye av vår grovførproduksjon foregår i fjellbygdene og i den nordlige landsdelen. Under slike forhold stilles det spesielt store krav til sortsmaterialet.

Sorter som er foredlet i områder lenger syd enn vårt eget land, er generelt for lite hardføre de fleste steder her i landet. Da Norge også er et lite interessant marked for utenlandske foredlingsinstitusjoner, kan vi bare i liten grad vente å få spesielle sorter fra utlandet som er tilpasset våre forhold. Det er derfor et klart behov for en egen foredlingsvirksomhet her i landet.

Frøavl er videreføring av foredlingsarbeide, og det egentlige foredlingsprogram er ikke avsluttet før en kan skaffe tilstrekkelig med såvare av vedkommende sort. Med den store aktiviteten som vi for tiden har med foredling av eng- og beitevekster her i landet, er det viktig å ha et apparat som kan overta foredlingsmaterialet når det foreligger som godkjente sorter, og få det oppformert i tilstrekkelige mengder. Dessuten er det også viktig å frøavle foredlingsmateriale i den utstrekning det er nødvendig å skaffe frø under selve utprøvningsstadiet.

Norske sorter i eng- og beitevekster hevder seg meget godt i konkurransen med utenlandske sorter, og i mange strøk av vårt land er de totalt overlegne. Det er derfor av stor betydning å ha en

frøavl som dekker landets behov i så stor utstrekning som mulig. Hovedmålsettingen med vår gras- og kløverfrøavl er å produsere landets behov for frø av godkjente og anbefalte norske sorter, og at vi skal være mest mulig selvforsynte. Norge er et marginalområde for frøavl, og det er nødvendig med god organisering og stor faglig dyktighet for at målsettingen med vår frøavl skal oppfylles.

I denne artikkelen skal en prøve å gi en oversikt over den norske engfrøavlen, hvilke tiltak som er gjort, og hvilke oppgaver det bør arbeides videre med for å sikre landets engfrøforsyning i framtiden. Det bør her tilføyes at frøavl av gras til grøntanlegg hører naturlig sammen med eng- og beitevekster i denne forbindelsen.

## *Omfanget av engfrøavlen*

Engfrøsituasjonen i Norge har i løpet av få år forandret seg meget sterkt. Helt fram til begynnelsen av 1980-årene var det en ganske konstant situasjon med for lite frø av alle norske sorter, og en var avhengig av importvare. Fram mot midten av 1980-årene fikk vi en sterk økning i engfrøavlen. I tillegg til timotei- og rødkløverfrøavlen som var vel etablert fra tidligere, hadde vi også fått godkjente norske sorter i flere andre arter. Det omfattet engsvingel, hundegras, engrapp, rødsvingel og engkvein, og det siste skudd på stammen er en godkjent norsk sort i bladfaks. Vi har for tiden 18 godkjente norske sorter i eng- og beitevekster fordelt på 7 grasarter og 2 kløverarter.

All frøavl foregår nå på kontrakt med et godkjent frøfirma, og fig. 1 viser hvordan kontraktarealet av engfrø har endret seg fra slutten av 1960-årene og fram til nå.

Fram til 1977 holdt kontraktarealet seg svært konstant med i overkant av 10 000 dekar årlig. Deretter begynte det å stige sterkt og nådde en topp i 1984 med over 45 000 dekar til frøhøsting. For enkelte sorter ble det overproduksjon av frø, og det ble nødvendig å redusere arealene. Mye av årsaken til overproduksjonen var uvanlig store avlinger. Overskuddslagrene er nå imidlertid borte, og det er behov for økning av frøarealene igjen. Prognosene viser at det i 1989 igjen vil bli et frøareal til høsting på ca. 45 000 dekar.

Siden vi nå i flere år har hatt tilnærmet full behovsdekning av frø av de fleste norske sorter i eng- og beitevekster, har dette gitt muligheten til å få bedre kjennskap til det reelle frøbehov enn tidligere. En har nå ganske pålitelig statistikk over forventet etterspørsel og forbruk av de enkelte sorter og arter. Dette er viktig for å kunne planlegge den framtidige produksjonen. Men samtidig må en selvsagt følge med i utviklingen og fange opp signaler om nye trender som kan forårsake forandringer i etterspørselen mellom arter og sorter.

I tabell 1 har en satt opp antatt årlig forbruk og nødvendig arealbehov for å produsere tilstrekkelig frø av norske sorter i eng- og beitevekster.

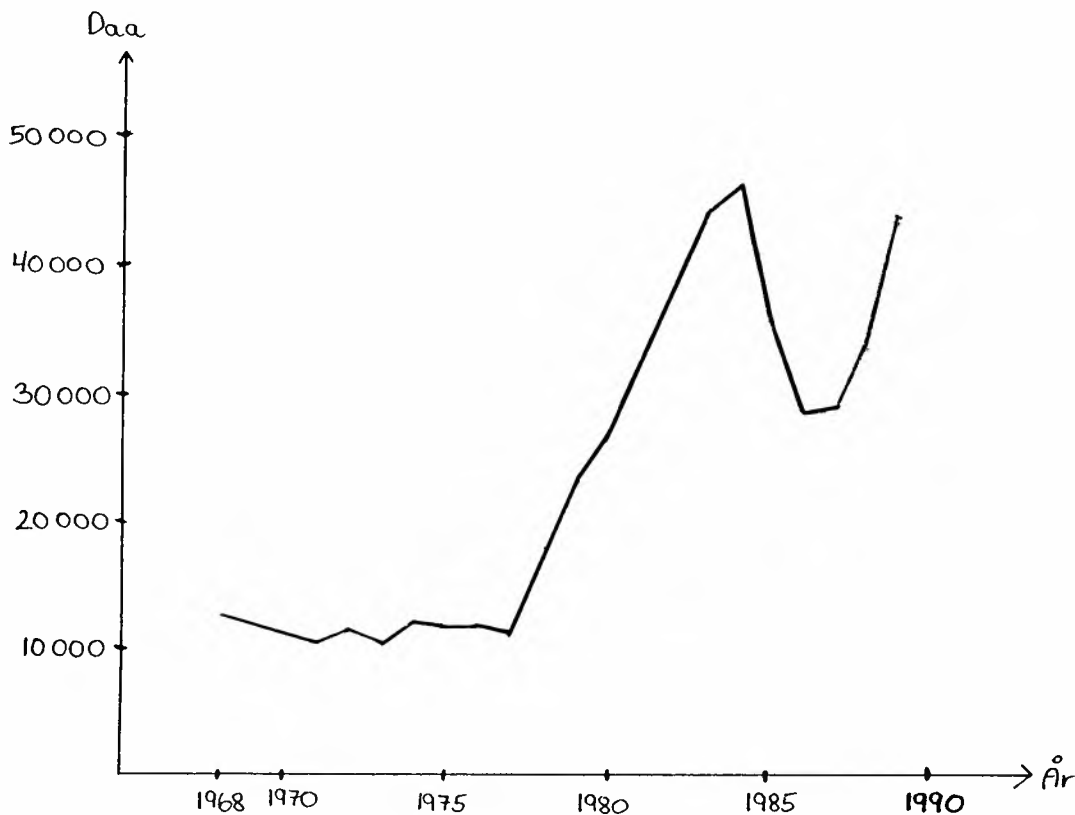


Fig. 1. Kontraktavl engfrø. Årlig høstareal 1968-88, dekar

Tabell 1. Norsk engfrøavl. Antatt frø- og arealbehov ved dekning av årlig forbruk.

Art	Frøbehov		Arealbehov for høsting, dekar
	tonn	%	
Timotei	1250	58,5	25000
Engsvingel	450	21,1	10000
Hundegras	170	8,0	2900
Engrapp	25	1,2	1200
Engkvein	20	0,9	1300
Rødsvingel	20	0,9	600
Bladfaks	80	3,7	3000
Alsikekløver	10	0,5	300
Rødkløver	110	5,2	4000
SUM	2135	100,0	48300

Totalt bør vi ha en årlig produksjon på omtrent 2 100 tonn, og med gjennomsnittsavlinger vil det utgjøre 45000 - 50000 dekar. For de fleste artene bør vi kunne greie denne produksjonen, men det trengs noen kommentarer.

Timotei, engsvingel og hundegras er de viktigste artene, og de utgjør 85-90% av det totale frøbehov. For diss artene har vi gode norske sorter som bør dekke markedet fullt ut, og frøavlens må organiseres slik at produksjonen blir tilstrekkelig.

For engrapp, engkvein og rødsvingel er antatt forbruk av norske sorter meget beskjedent. Disse sortene er først og fremst foredlet med henblikk på jordbruksformål, men interessen for disse artene i grovfôrproduksjonen er forholdsvis liten. Engrapp er riktignok en verdifull forplante, men oppført forbruk gjelder hovedsaklig den nord-norske sorten Lavang som anbefales i Troms og Finnmark. Leikra engrapp fra Løken forskingsstasjon i Valdres burde hatt betydelig utbredelse i hele Sør-Norge og helt opp til Nordland. Men en har ikke klart å få til økonomisk lønnsom produksjon på grunn av sortens dårlige frøavling. Frøavl av engkvein har foreløpig

lite omfang her i landet, men markedet blir dekket ved at den norske engkvein-sorten Leikvin blir bruksfrøavlet i USA, på grunnlag av stamsædavl i Norge.

Av engrapp og rødsvingel blir det importert betydelige kvanta som hovedsakelig brukes til grøntanlegg. De utenlandske sortene er foredlet for dette formålet, og de norske klarer her ikke å hevde seg i konkurransen.

Frøavl av bladfaks er en helt ny produksjon her i landet. Foreløpig har det vist seg å være visse vanskeligheter med å få til denne dyrkingen, og vi avler bare noen få tonn. Men en håper at denne produksjonen vil øke i årene framover.

#### Kan den norske engfrøavlens utvides?

Selv om den norske frøavlens har øket betydelig, er det fortsatt stor import av enkelte arter. De viktigste frøslag som for tiden blir importert, går fram av tabell 2.

Tabell 2. Årlig frøimport, tonn (Kilde: Statens planteavlslråds årsmeldinger 1984-86).

Art	1984	1985	1986	Middel
Engrapp	254	249	228	244
Rødsvingel	226	305	329	287
Raigras, ettårig	328	408	385	374
», toårig	314	259	346	306
», flerårig	77	116	90	94
Bladfaks	50	12	21	28
Strandrør	43	15	14	24

I tillegg til de mengder som går fram av tabellen, importerer vi også frø av noen andre arter. I middel for sesongene 1984-1986 importerte vi årlig 1832 tonn. Mye av dette var utenlandsavl av norske sorter som etter hvert er trappet betydelig ned. Men selv med selvforsyning av norske sorter, kan en regne med en import av gras- og kløverfrø som ligger på 1500-1600 tonn årlig.

Det er flere forutsetninger som skal til før en kan komme i gang med eventuell frøavl av «nye» arter:

- En må ha godkjent og anbefalt en eller flere norske sorter. Forutsetningen for dette er at en har eller har hatt foredlingsvirksomhet innen vedkommende art, og at materialet har vært med i verdiprøving.
- Det må være mulig å få til frøavl under våre klimaforhold med tilfredsstillende avlingsnivå og brukbar kvalitet.
- Frøavlen må være økonomisk forsvarlig slik at bøndene er interessert i vedkommende produksjon. Dette er særlig avhengig av prisene og hva en eventuelt må betale for tilsvarende importert vare. Hvis den norske sorten er overlegen i verdifulle egenskaper, vil forbrukeren være villig til å betale en overpris. Eventuell subsidiering av norsk produksjon kan også være aktuelt.
- Frøavl av norske sorter i utlandet kan også være en måte å ordne frøforsyningen på. Dette har vært prøvd innen flere grasarter og delvis i kløver, men erfaringene tilsier at en helst bør få til frøavlen innenlands.

For noen arter skulle det på noe sikt være mulig med en utvidelse av den norske frøavlen. Det gjelder først og fremst innen arter som brukes til plener og grøntanlegg. Det er nå i gang plante-foredling her i landet for å få fram typer som passer til slikt formål, særlig i eng-rapp og rødsvingel.

Av bladfaks er det sterkt behov for å øke den innenlandske frøavlen. Den er foreløpig bare på noen få hundre dekar og burde økes til 2000-3000 dekar.

Raigras som er den helt dominerende grasart i store områder i Mellom-Europa, er regnet for å være en art som er lett å frøavle, og den kan gi meget store frøavlinger. Både flerårig og ett-årig raigras kan frøavles også her i landet. Foreløpig har vi ikke godkjente norske sorter, men det er foredlingsvirksomhet i gang, og materiale er under

utprøving. Ved import av både bladfaks og raigras er det fare for å få floghavre, og dette er et sterkt medvirkende argument for å få til norsk frøavl av disse artene.

Det er også interesse for strandrør under spesielle dyrkingsforhold. Foreløpig har vi ingen godkjent norsk sort, men strandrør er med i foredlingsprogrammet, og det kan foreligge godkjent sort om få år. Vi har svært begrenset med kunnskaper om frøavl av strandrør, og det vil være viktig å få undersøkt mulighetene for frøavl også av denne arten.

Vi har ennå ikke klart å få til en innenlandsk frøavl av engkvein. Tidligere fikk en engkveinfrø som «avrens» ved timoteifrøavlen. Men ved god jordkultur og gjødsling og spesialisert engfrøavl er det ikke lenger noe å hente på den måten.

Prioriteringen av vekster som det skal arbeides med i frøavlen må sees i sammenheng med hvilke arter som det arbeides med i foredlingsarbeidet. Bladfaks, strandrør og flerårig raigras er med blant de prioriterte arter i foredlingen, og disse bør det også arbeides med i frøavlen.

#### *Organisering av engfrøavlen*

Statens planteavlslsråd har hovedansvaret for den statskontrollerte avl, og Statens frøkontroll står for all kontroll av avlen og klassifisering og godkjenning av frøpartiene. Det er utarbeidet klare bestemmelser for engfrøavlen i henhold til lov og forskrifter om såvarer.

Engfrøavlen foregår i følgende trinn:

- Eliteavl. Det er foredleren eller sortseieren som er ansvarlig for at det avles tilstrekkelig med elitefrø. Statens forskingsstasjoner i landbruk er eier av de aller fleste grassortene her i landet og Norges landbrukshøgskole eier de foredlede sortene i kløver.

- Stamsædavlens bygger på elitefrø, Stamsædsentralen i Det Kgl. Selskap for Norges Vel har hovedansvaret for organisering og gjennomføring av denne produksjonen.
- Bruksfrøavlens bygger på stamsæd og utføres av godkjente såvarefirmaer ved kontraktavl hos produsenter. Bruksfrøet er beregnet til salg som såvare for forproduksjon eller til grøntanlegg.

Ved oppformering av foredlede sorter i engvekster er utgangsmaterialet for frøavlens de klonene som foredleren velger ut som grunnlag for sorten. Det er viktig at oppformeringen foregår raskt og med så få generasjoner som mulig, da hver generasjon kan redusere avlingspotensialet i større eller mindre grad. Nedgangen er bl.a. avhengig av utgangsmaterialet og om dette er selektert eller ikke. Hos syntetiske sorter der elitefrøet avles på utvalgte kloner, må en antakelig alltid regne med at bruksfrøet gir mindre foravling enn elitefrøet. Det legges betydelig vekt på at oppformeringen foregår i henhold til dette, og det er viktig at det produseres tilstrekkelig med frø innen hver generasjon.

Eliteavlens og delvis stamsædavlens foregår så nærme sortens opprinnelsessted som mulig. Dette er spesielt viktig for de nord-norske sortene. Forskningsstasjonene i landsdelen (Holt i Tromsø og Vågønes i Bodø) har ansvaret for eliteavlens. Stamsædavlens av de nord-norske timoteisortene Engmo og Bodin foregikk tidligere på Helgeland. Men denne avlen var meget usikker, og en hadde stadig mangel på stamsæd. Først på 1980-tallet ble denne avlen flyttet til Trøndelag, og siden har produksjonen vært tilstrekkelig. Bruksfrøavlens foregår hovedsakelig på Østlandet.

*Kvaliteten av norskavlet engfrø*  
Kvalitetskravene til norskavlet engfrø er gitt i «Utfyllende bestemmelser» til Såvareloven og dens forskrifter. Det er

detaljerte bestemmelser som viser kravene til frøvarens renhet, innhold av ugrasfrø og nedre grense for godkjent spireevne.

Kvaliteten av norskavlet engfrø er gjennomgående god. Såvarefirmaene har moderne og effektive renseanlegg, og renheten på frøvaren blir vanligvis tilfredsstillende. Rensing av engfrø krever imidlertid god innsikt og lang erfaring før en mestrer jobben tilfredsstillende. Frøstørrelsen vil ofte variere med enkeltpartiene innen hver art avhengig av vekstbetingelsene fra år til år. Renserimesteren må ha evne til å bedømme dette, og partiene må ofte få individuell behandling.

Selv om en har gode maskiner og personale med betydelig erfaring i frørensing, er det likevel problemer med å skille ut og rense bort enkelte uønskede frøslag. En skal ikke her gå i detaljer, men bare nevne noen av de største vanskelighetene. Kveke er et problematisk frøslag også i forbindelse med rensing. I bladfaks er det ekstra vanskelig å rense bort, og dette er en av årsakene til at vi har vanskeligheter med å få godkjente frøpartier i denne arten. Men kveke er også et problem i vekster som engsvingel og hundegras. Det kan også være vanskelig i rødsvingel, men her har vi fått kjemiske midler som bekjemper kveke. I engrapp har en store vanskeligheter med å rense fra tunrapp og knebøyd revehale. I timotei er balderbrå kjent for å være vanskelig å rense bort, men renserimestrene har blitt flinke til å få bort dette ugrasfrøet. Meldestokkfrø kan være et større problem å rense fra et timoteifrøparti, og en bør alltid passe på å sprøyte frøenga hvis det er meldestokk. Det er en viktig grunnregel at frøavl skal foregå på mest mulig ugrasrein jord. Men kjemisk ugrasbekjempelse vil også i fortsettelsen være et viktig bidrag til å få så reint engfrø som mulig.

Spireevnen er en meget viktig egen-skap for engfrø. Det har bare verdi som såvare, og spireevnen skal være så høy som mulig. Høstemetode og etterfølg-

ende behandling av frøet har her stor betydning. Alt engfrø blir høstet med skurtresker. Ved feilaktig innstilling av skurtreskeren eller ved for tidlig høsting, kan det lett bli skade på spireevnen. Kravene til spireevne i henhold til regelverket og middels oppnådd spireevne for siste tilgjengelige 5-års periode i den statskontrollerte engfrøavl er vist i tabell 3.

Tabell 3. Minimum spireevne i henhold til regelverket og middels spireevne i den statskontrollerte avl 1982-86.

Art	Minimum spire %	Middels spire % 1982-86
Timotei	85	90
Engsvingel	80	90
Hundegras	75	84
Engrapp Holt/Lavang	80	87
Engrapp Leikra	80	80
Rødsvingel	80	92
Engkvein	80	90
Bladfaks	80	88
Alsikekløver	80	84
Rødkløver	80	86

Middels spireevne for alle kontraktavlede partier ligger gjennomgående godt over nedre grense for de aller fleste artene. For engrapp har en eksempel på at det er forskjeller i spireevne mellom sortene. De nord-norske sortene Holt/Lavang har gitt høyere spireevne enn den sør-norske Leikra. Det er sjelden at det forekommer så store forskjeller i spireevne mellom sorter innen en art. Ellers er hundegras den grasarten som gir lavest spireevne. Hundegras har «mykt» frø og kan lett skades ved skurtreskingen.

Det er spesielle regler for blanding av frøpartier slik at en også kan få utnyttet vare som i utgangspunktet ikke holder kravene. Men det forekommer også at partiene blir avvist på grunn av lav spireevne, og i slike tilfelle lider produsenten et betydelig tap.

#### *Lokalisering av frøavlen*

I følge statistikken er det store variasjoner i frøavlinger mellom ulike distrikter. Det er mange faktorer som virker inn på avlingsnivået, men naturgitte betingelser som klima og jordbunnsforhold synes å ha stor innvirkning. Hovedtyngden av frøavlen ligger på Østlandet, særlig i fylkene Vestfold, Østfold og Akershus. Frøavl av timotei, engsvingel og hundegras synes etter en totalvurdering å gå svært godt i leirjorddistriktene rundt Oslofjorden. Engrapp, rødsvingel og engkvein synes å gå vel så godt på lettere jordarter, og en har gode erfaringer med frøavl av disse artene i søndre deler av Hedmark og Oppland. Frøavl av bladfaks passer antakelig også best på lettere jordarter.

For å illustrere avlingsnivået i ulike distrikter, tar en med noen tall fra den statskontrollerte avl fordelt på fylker.

En skal være oppmerksom på at det er flere usikkerhetsfaktorer ved en slik sammneligning av praktisk frøavl. Men det er likevel enkelte klare tendenser. For timotei og engsvingel ligger Vestfold klart over de andre fylkene i avlingsnivå. Bortsett fra Trøndelag som ligger klart lavest for timotei, er det ingen store forskjeller mellom de andre fylkene for disse to artene. For rødkløver er det ikke mulig å peke på noen klare forskjeller i avlingsnivå mellom fylkene.

For hundegras er det oppnådd svært gode avlinger i Aust-Agder. Vestfold har ligget i en mellomstilling, mens Østfold, Akershus, Hedmark og Oppland har ligget litt lavere og omtrent likt. For mange distrikter er avlingstallene for hundegras svært usikre da det er få dyrkere bak dem. Gjenleggsmetoden har også vært noe forskjellig, og det kan virke sterkt inn på avlingsnivået.

Engfrøavl er en spesialproduksjon med begrenset arealbehov, og avlen bør i hovedsak konsentreres til de distrikter som har de beste naturlige betingelser for denne produksjonen og hvor en får det høyeste avlingsnivå. Dette vil også gi den billigste produksjon og medvirke til

Tabell 4. Avlingsnivå, kg frø pr. dekar. Middel 1982-84.

	Timotei	Engsvingel	Rødkløver
Vestfold	73	61	38
Østfold	59	45	35
Akershus/Buskerud	54	45	44
Hedmark/Oppland	51	45	38
Aust-Agder/Telemark	61	53	46
Trøndelag	30		

å holde prisnivået nede sammenlignet med produksjon over større områder, som vil gi gjennomsnittlig lavere avlingsnivå. Konsentrert frøavl vil også gi et godt faglig miljø.

#### Økonomi i engfrøavlen

På slutten av 1970-tallet var det en bevisst politikk å øke den norske engfrøavlen, og økonomien i produksjonen ble brukt som et viktig hjelpemiddel. Det var særlig sterk prisstigning på frø i årene 1979-81, og det var en viktig årsak til økningen i frøavlen i de nærmeste påfølgende år.

Frøprisene til produsent fastsettes ved forhandlinger mellom Frøavlerlagenes Kontaktutvalg som er en sammenslutning av de lokale frøavlerlag, og såvarefirmaene. Det er også innebygd i systemet visse tilskuddsordninger som hovedsakelig finansieres av jordbruksavtalemidler. Disse omfatter for tiden pristilskudd i kr pr. kg for rensset og godkjent vare av alle arter, arealtilskudd ved gjenlegg av engrapp, rødsvingel og bladfaks og garantibeløp ved feilslått avling i kløver.

Med det prisnivå som en har hatt i de seinere år, har det vært forholdsvis stor interesse for engfrøavl og lett å få tilstrekkelig med kontraktarealer for de fleste arter. Situasjonen må imidlertid følges meget nøye. Det ville være svært uheldig for landets grovfôr dyrking hvis vi igjen skulle få vanskeligheter med vår engfrøforsyning.

#### Forsøksoppgaver

Frøavlsforskningen har vært et viktig bidrag til framgangen i vår engfrøavl. Den ble intensivert ved Statens forskningsstasjoner i landbruk i midten av 1970-årene. Tidligere ble forskningen innen fagområdet i det alt vesentlige utført ved private og halvoffentlige institusjoner (Bjørke og Hellerud).

I dag foregår frøavlsforskningen hovedsakelig ved SFL Landvik, SFL Apelsvoll og Hellerud forsøks- og eliteavlsgard. Stamsædsentralen som også er etablert på Hellerud, gjør at forskningen får god kontakt med praktisk frøavl.

Også andre av SFL's stasjoner er involvert i frøavlsforskning i større og mindre grad. Frøavlsforskning utføres dessuten ved Ugrasbiologisk avdeling ved Statens plantevern og ved Institutt for genetik og planteforedling. Ved Institutt for plantekultur er det levert flere hovedoppgaver med tilknytning til den frøavlsforskning som er i gang her i landet.

Frøavlsforskningen har i den siste 10-års perioden særlig vært konsentrert om følgende emner: gjenleggsmetoder, gjødsling og vanning, høstbehandling av frøeng, høstetekniske undersøkelser og ugrasbekjempelse. Forskningen innen andre grasarter enn timotei har vært prioritert, da en der hadde størst mangel på kunnskaper.

I Program for grovfôrforskning 1986-1990 utarbeidet av Styringsutvalget for grovfôrforskning er følgende områder innen frøavlen gitt høyeste prioritet:



Professor Birger Opsahl studerer stamsædavl av engrapp på Tjøtta i Nordland. (Foto R. Hillestad)

- Forskningsoppgaver knyttet til frøavl av «nye» arter som bladfaks, strandrør og ettårig raigras.
- Forskningsoppgaver knyttet til frøavl av engrapp.
- Forskningsoppgaver knyttet til frøavl av plengras/miljøgras.
- Økonomien og lokalisering av engfrøavl.
- Frøteknologi.

Flere andre oppgaver er også foreslått tatt opp til forsøksmessig belysning. Det er bl.a. pekt på behovet for en intensivering av arbeidet med sykdommer og skadedyr.

Gjennomføring av det foreslåtte program forutsetter at forskningsaktiviteten opprettholdes på det nåværende nivå. Det er også nødvendig å legge betydelig vekt på forskerrekuttering.

De resultater som er oppnådd i frøavlsforskningen i de seinere år, viser at det har vært mulig å utvide vår frøavl i betydelig grad, og det skulle være gode muligheter for fortsatt framgang.



# KULTURBEITET - QUO VADIS?

EINAR K. TIME

Fylkeslandbrukskontoret i Rogaland

Eg har ved mange høve karakterisert kulturbeite som den «gløynde» kulturen i norsk jordbruk. Fram til 1975, då vi fekk omorganiseringa av forsøksvesenet vårt, hadde vi ein særskild forsøksgard for beitebruk, Apelsvoll på Toten. Denne hørde rett nok til Selskapet for Norges Vel, men Staten betalte ein del av drifta. Apelsvoll vart som kjent overtatt av Staten (1975), og gjekk då inn som sentral forskingsstasjon for flatbygdene på Austlandet. Det var den gongen ein føresetnad at dei statlege stasjonane etterpå skulle overta Apelsvolls ansvar for beiteforsøk i Norge. Men - desse føresetnadene vart ikkje innfridde, og tradisjonelle beiteforsøk gjekk etter kvart i gløymeboka. Forskingsstasjonane prioriterte, og prioriterer framleis av mange grunnar andre forsøksoppgåver høgare enn dei som er aktuelle i denne kulturen. Men rett skal vera rett. Her er nok utført ein del fine beiteforsøk dei siste åra både ved Særheim forskingsstasjon og Furuneset forskingsstasjon. Men dette har si forklaring i at forskarar ved desse stasjonane har hatt spesielle interesser for fagfeltet og jamvel har oppdaga at veterinærstellet kan vera ein interessant samarbeidspart. Men slike initiativ har ikkje utspring i sentral prioritering eller instruksjon.

Det er òg mange år sidan det vart undervist særskilt i anlegg av kulturbeite ved jordbruksskulane våre - og ved NLH. Derimot kjem ein i fleire tilgrensande fag, plantevern, føring m.m. inn på delar av *stellet* av eit kulturbeite. Ein skal såleis ikkje undrast på at særleg vestlandsbonden etter kvart får problem med lovar og reglar på fleire og fleire område når nye grupper av sivilagro-

nomar i leiande stillingar ikkje har lært særleg om denne viktige delen av jordbruksarealet vårt. Kulturbeite som spreingsareal for husdyrgjødsel er eitt døme på dette.

## OVERFLATEDYRKA, ELLER GJØDSLABEITE, ELLER KULTURBEITE?

Opp gjennom åra har det dessverre vore ein upresis og forvirrende namnebruk på kulturbeita. I si tid fekk vi ei tilskotsordning for anlegg av kulturbeite. Dette vart sidan til anlegg av overflatedyrka, eller overflatedyrking. Så fekk omgrepet overflatedyrka nytt innhald med di dette vart nemninga på full rydding og sletting av overflata med isåing av gras. I dei tilfella ein berre nøgde seg med delvis rydding av overflata, og aksepterte at både trestubbar og noko stein kunne stå att, men sytte for grøfting og isåing, nytta ein så omgrepet gjødsla beite. Det siste omgrepet kan forresten femna om fleire kategoriar beite meir og mindre intensivt drivne. For alle grupper ser ein òg ofte nytta samlenamnet varig grasmark. Statistisk Sentralbyrå bruker kulturbeite om beite både på fulldyrka jord og på overflatedyrka mark. Då omfattar sjølv sagt overflatedyrka alle kategoriar av kultiveringsgrad. Den gamle klassiske tydinga gjeld likevel beite laga på ikkje fulldyrka jord. I all bruk sidan i denne artikkelen er kulturbeite brukt som samnamn på alle typar av overflatedyrka beite - dersom her ikkje er gjort særskilt merksam på ei anna tyding.

## KOR VIKTIGE ER KULTURBEITA FOR FØRPRODUKSJONEN I DAG?

Tabell 1 syner jordbruksareal, fulldyrka areal, kulturbeite på overflatedyrka mark og kulturbeite i prosent av jordbruksarealet for alle fylka i landet, og for landet i sum.

Tabellen syner at det er først og fremst i Vestlandsfylka at overflatedyrka kulturbeite er vesentlege i førproduksjonen. På Austlandet og i Trøndelag har denne beitetypen mykje mindre å seia. På Austlandet er det i første rekkje Oppland og Buskerud som har større areal. Desse fylka har dalføre med grenser til Vestlandet, og det er truleg her dei største viddene kulturbeite finst.

Kor viktig kulturbeite er i mjølkeproduksjonen, kan vi få eit visst bilete av

ved å sjå på beiteprosenten i kukontrollen. Men dette talet gjev ikkje eit korrekt bilete av verdien, av di dei fylka som har låge prosentar kulturbeite, må ta hoveddelen av aktuelt beitefôr på fulldyrka jord. Vi skal her berre syna fôrforbruk beite for dei fylka som har størst kulturbeiteareal (Se tabell 2).

Rogaland ligg i særklasse når det gjeld beiteprosent i mjølkeproduksjonen. Samstundes er prosent kulturbeite høg. Det viser at kulturbeitet må vera sær viktig for mjølkeproduksjonen i dette fylket. I dei andre Vestlandsfylka er òg størstedelen av brukt beiteareal kulturbeite. I desse fylka er likevel beiteprosentane i mjølkeproduksjonen berre om lag helfta jamført med Rogaland, og i dei andre fylka i tabellen er forholdet stort sett det same. (Vest-Agder er i ei mel-

Tabell 1. Statistisk Sentralbyrå, utvalsteljinga 1983

	Jordbruks- areal i alt	Fulldyrka jord	Kulturbeite på overflate- dyrka	Kulturbeite i % av jord- bruksarealet
<b>VESTLANDSFYLKA:</b>				
Rogaland	763 500	518 100	234 400	30,7
Hordaland	457 500	308 200	102 200	22,3
Sogn- og Fjordane	424 400	291 000	79 800	14,6
Møre og Romsdal	558 300	490 300	53 900	9,7
<b>AUSTLANDSFYLKA:</b>				
Vestfold	434 600	430 700	2 900	0,7
Buskerud	491 300	453 600	27 500	5,6
Østfold	765 000	751 300	12 100	1,6
Akershus og Oslo	791 800	772 400	16 000	2,1
Hedmark	1 040 200	1 013 500	21 600	2,1
Oppland	894 700	826 300	56 300	6,3
Telemark	258 000	235 000	12 400	4,8
<b>TRØNDELAG:</b>				
Sør-Trøndelag	688 900	652 900	28 800	4,2
Nord-Trøndelag	800 300	778 700	19 100	2,4
<b>NORD-NORGE:</b>				
Nordland	496 500	446 000	36 300	7,3
Troms	250 200	226 700	12 600	5,0
Finnmark	90 900	86 600	1 000	1,1
<b>SØRLANDET:</b>				
Aust-Agder	103 000	96 700	4 700	4,6
Vest-Agder	175 700	150 800	21 300	12,1
<b>LANDET:</b>	<b>9 484 700</b>	<b>8 528 900</b>	<b>742 700</b>	<b>7,8</b>

Tabell 2. % beite i opptatt fôr i mjølkeproduksjonen.

Kjelde: Kukontrollen 1986.

Kulturbeite i prosent av totalt kultivert beiteareal.

Kjelde: Utvalsteljinga 1983.

Fylke	Beiteprosent	% kulturbeite
Rogaland	24,4	84,5
Hordaland	13,3	86,6
Sogn og Fjordane	11,6	91,3
Møre og Romsdal	12,7	73,4
Oppland	12,8	70,6
Vest-Agder	18,7	62,5
Nordland	13,0	61,6

lomstilling). Men kulturbeitedelen her er mindre i prosent av alt nytta beite.

Av framstillinga kan vi m.a. slutta at når både beiteprosenten i mjølkeproduksjonen, og prosent kulturbeite er høg, så må kulturbeitet vera eit særskilt viktig fôrgrunnlag for mjølkeproduksjonen. Men truleg er kulturbeitet også ein viktig faktor for mjølkeproduksjonen om kyrne direkte tek opp mindre fôr på sjølve beitet, når kulturbeiteprosenten samstundes er høg. For normalt vert kulturbeitet først og fremst nytta til påsettet, og kyrne får då suppleringsfôr (grønfôr).

Av tabell 1 ser vi at 7,8%, eller 742 000 dekar av samla jordbruksareal for landet i 1983 var kulturbeite på overflatedyrka mark.

Etter Utvalsteljinga for same året var samla areal av alle grønfrø- og silo-vekstar + rotvekstar 737 700 dekar, altså praktisk talt det same. Potet-arealet var 211 000 dekar det same året. Ei jamføring av nesten ingen offentleg bruk av ressursar til forskning og opplæring i kulturbeite med den tilsvarande innsatsen for alle dei andre kulturane med omlag same arealomfang, talar for seg sjølv. Det må vera ei viktig oppgåve å få snudd denne negative trenden for kulturbeitesaka dersom vi fram mot år 2000, og etter den tid, ynskjer å halda

oppe eit livskraftig jordbruk (husdyrbruk) på Vestlandet og i dalbygdene våre. For kravet til effektiv produksjon vil sikkert berre stiga, og desse stroka av landet vil då koma skeivare ut etter kvart. Og det kan vel ikkje vera ei ynskt utvikling.

## AKTUELLE TILTAK FOR Å STYRKJA KULTURBEIET I GROVFRØPRODUKSJONEN

Grovt sett kan kulturbeitesaka stimulerast ved 2 hovudtypar tiltak: Gjennom forskning, og med landbrukspolitiske verkemiddel. Men først av alt er forskinga fundamental av di det er forskingsresultat som er sjølve grunnlaget for alt anna arbeid.

Det første vi bør syta for når det gjeld forskning på området, er å utdanna forskarar for oppgåva. Siden norsk forskning har vore så lite engasjert i denne sektoren dei siste 20 åra, har vi nok få forskarar som er ajour på området. I England og Skottland er det avansert forskning i ulike greiner av kulturbeitedrift, og det burde vera økonomisk mogleg å få «lært opp» nokre få, yngre forskarar til å ta seg spesielt av denne oppgåva. Eg skal nemna nokre få døme på aktuelle arbeidsoppgåver som det er viktig å få forska nærare på, dersom kulturbeita også dei neste 20 åra skal vera ein viktig del av grovfrøgrunnlaget for storfe- og sauehald på Vestlandet og i dalbygdene våre.

Det er viktig å få utført representativ, botaniske analysar av plantedekket på kulturbeite. Vi veit at dyra beiter ujamnt, og vi må mange gonger stilla spørsmål om det skuldast grasartane, eller veksevilkåra. I alle fall ville det hatt stor interesse å få skikkeleg kunnskap om den botaniske samansetnaden av plantedekket.

Mange gonger er det sterkt ynskjeleg å fornya plantedekket på kulturbeite, t.d. etter grøfting, vinterskader, insektøydelegging av grassvord m.m. Vi

har i dag lite brukande teknikkar i så måte i ujamt terreng - bortsett frå spesielle «leddhorver» konstruert og laga av praktiske bønder for enkeltoperasjonar.

Vi manglar brukande utstyr og metodar for å kalka ulendte kulturbeite. I si tid var «Ånestadpreiaren» på marknaden. Men han var kostbar, og slett ikkje alltid lett å bruka i praksis. Helst burde slikt utstyr også kunna nyttast for å spreia handelsgjødsel.

Som eg nemnde i innleiinga, vil vi sikkert møta forsterka krav til effektivitet i jordbruket. Dagens driftsmetodar på kulturbeite er alt no tungvinte og lite tidhøvelege. Det seier seg sjølv at framtida då vil bli endå meir håplaus for denne kulturen. Vi har bruk for nye måtar å tyna ugras på, nye beiteteknikkar, ny kunnskap og gjødselkrav og gjødslingsteknikk i samsvar med endra bruksmåtar osv.

I husdyrstroka vestafjells har dagens krav til spreieareal for husdyrgjødsel gjort det nødvendig å tenkja i nye retningar. Tidlegare har kulturbeita berre i mindre mon vorte direkte nytta som spreingsareal for husdyrgjødsel. I staden har ein brukt rimeleg, og heilt sikkert ulønnsame mengder husdyrgjødsel til graskulturar på fulldyrka jord. Sidan husdyrtalet i dag først og fremst skal tilpassast den fulldyrka jorda i samband med godkjent spreieareal for gjødsla, også i område med store vidder kulturbeite, er det nødvendig å få meir konkrete haldepunkt om

- \* mengder og tidspunkt for å spreia husdyrgjødsel på kulturbeite
- \* risikoen for eventuell spreining av sjukdomssmitte gjennom husdyrgjødsel
- \* behandlingsgrad og -måte for husdyrgjødsel til bruk på kulturbeite, og rimeleg og effektivt spreingsutstyr.

Dersom forskinga ikkje greier gje svar på desse fundamentale spørsmåla for

husdyrhaldet i kulturbeitestrok av landet, vil vi nok måtta rekna med tilbakegang og sviktande næringsgrunnlag i det heile for desse delane av utkant-Norge.

Som ein viktig lekk i arbeidet med å få gjødsla kulturbeita våre betre tilpassa dagens driftsmåtar, bør det arbeidast ut metodikk for uttaking av jordprøver og for vurdering av analyseresultata i denne kulturen. Grunnlaget for dette vil krevja ein omfattande forskingsinnsats.

Det er også viktig at ein set inn forskingsressursar for å få gjort breie økonomiske analysar av driftsmåte og lønsemd av kulturbeiteareala. Ein treng sjølsagt ikkje kopiera dei gamle, gode, men grove metodane vi tidlegare nytta på kontrollbeita. Analysane kan venteleg gjerast langt enklare, billegare og meir informative enn vi kunne det i «gamle dagar» etter mykje arbeidssame opplegg.

Denne opprekninga er berre meint som ein illustrasjon av aktuelle forskingsoppgåver. Meir fullstendige analysar i så måte, og prioritering av spørsmåla, må gjerast etter nøgne detaljvurderingar.

Til slutt skal eg nemna litt om landbrukspolitiske tiltak som kan vera aktuelle for å styrkja kulturarbeite jamført med andre grovførkulturar. Som tidlegare nemnt, vert alltid slike tiltak vurderte ut frå tilgjengelege forskingsresultat. Når desse ikkje finst på eit område, må det nyttast skjønn, og dette gjev alltid rom for diskusjonar. Eit nytt, men klassisk døme på dette er nettopp det landbruks-/miljøpolitiske pålegget om å knyta tillate dyretal berre til arealet av fulldyrka jord, *m.a.* av di det finst for få konkrete data om parasittære forhold ved bruk av husdyrgjødsel på beite.

Avlingsnormane på kulturbeite er stort sett bestemte skjønsmessig - med stønad i altfor gamle avlingsdata frå kontrollbeite. Det er mykje ynskjeleg å få fastsett avlingstal for enkelthbruk med stønad i meir moderne registreringar -

av di produksjonstillegg i stor mon er avhengige av kor rette desse tala er.

Kulturbeite i dag kvalifiserer ikkje for tilskot til grøfting, slik tilhøvet er for fulldyrka jord. For å få gjennomslag for ei slik godkjenning, er det nødvendig å få gode nok produksjonstal, og lønsemdata for kulturbeitedrift.

## SLUTTMERKNADER

På Vestlandet og i andre kulturbeitedistrikt er som kjent den fulldyrka jorda minimumsfaktoren i grovfôrproduksjonen. Derfor er det særst om å gjera å nytta minst mogleg fulldyrka jord til beite. Til vanleg reknar ein med at ei ku i god produksjon under gode Vestlandstilhøve bør kunna ta opp 25-30% av årsfôret på kulturbeite, d.v.s. 900-1200 f.e. På gode kulturbeite er det ikkje for kravstort å rekna med at kua bør ta opp 250 f.e. pr. dekar (tilsv. 370-400 f.e. bruttoproduksjon pr. dekar). Behovet pr. mjølkeku skulle då bli 3,5-4,7 dekar kulturbeite. (I tillegg kjem beitebehovet for påsett). Disponibelt beiteareal i dag kan ein få eit inntrykk av dersom ein jamfører tal beitedyr med tilgjengelege areal kulturbeite. Med Statistisk Ukehefte nr. 9/85 og nr. 50/84 (sau) som kjelde har eg som illustrasjon rekna ut tilgjengeleg beiteareal pr. «ku-eining» etter desse faktorene:

8 sauer	= 1 «ku-eining»
Storfe 1 mnd. - 1 år, 3 stk.	= 1 »
Storfe 1 år. - 2,5 år, 1,5 stk.	= 1 »

Samanlikninga er gjort med tanke på middels behov for vår-, sommar- og haustbeite, og resultatet er synt i tabell 3.

Tabell 3. Kulturbeite i 3 vestlandsfylke pr. «ku-eining».

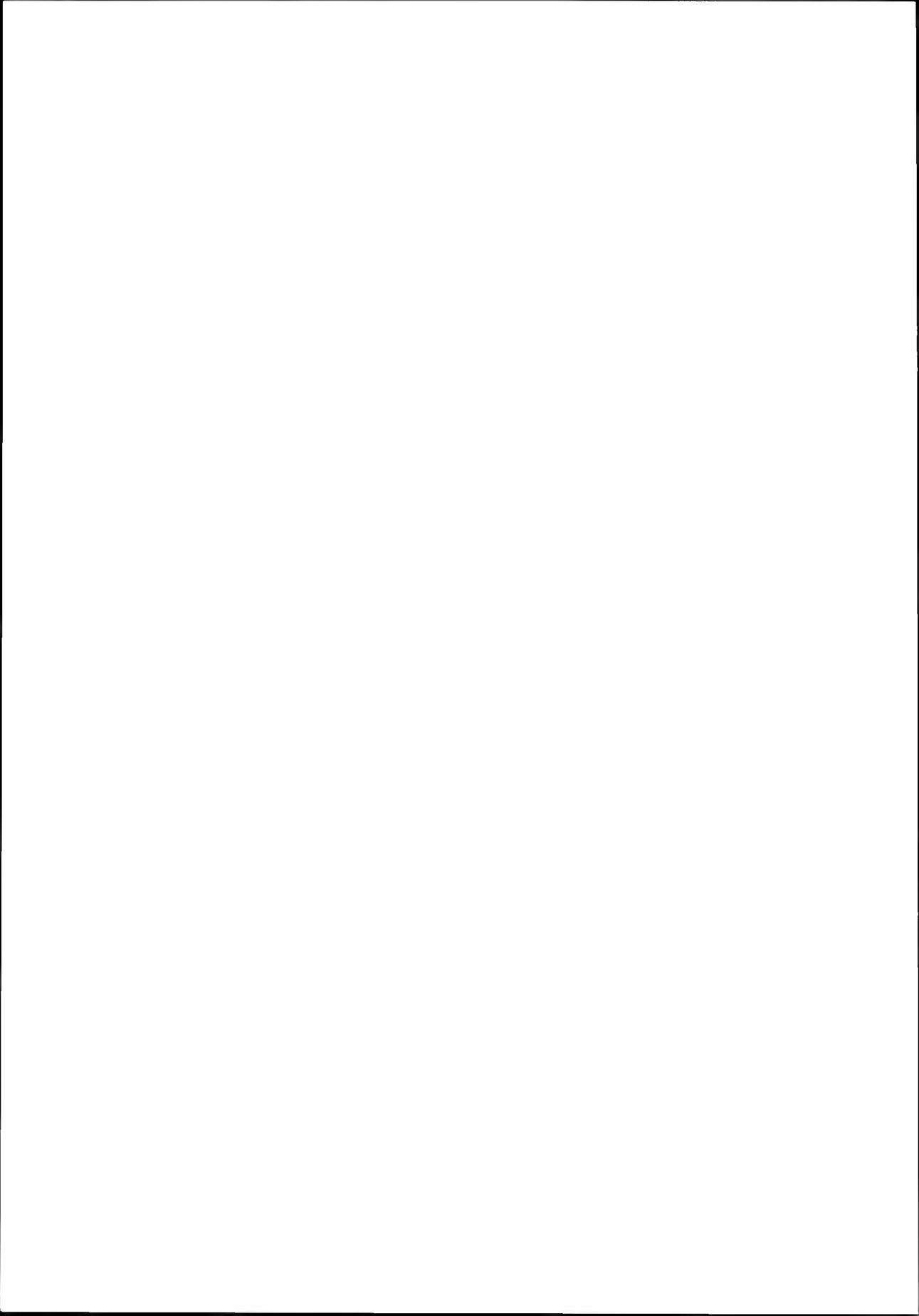
Kjelder: Statistisk Ukehefte nr. 9/85 og nr. 50/84.

Areal: Utvalsteljninga for 1983.

Fylke	Areal kulturbeite pr. «ku-eining», dekar
Rogaland	2,01
Hordaland	2,15
Sogn og Fjordane	1,53

Jamvel om geit ikkje er med i samanlikninga, og om representativiteten for kjeldata neppe er ajour, kan konklusjonane berre bli slik:

Dagens kulturbeiteareal er altfor lite med tanke på optimal utnytting av den fulldyrka jorda til produksjon av innhausta grovfôr. Fylgjene er at mange må beita på fulldyrka jord, med alle dei uheldige sidene denne driftsmåten har (større overvintringsproblem, tråkk, ugrasplager m.m.). Det er ofte hevda at mjølkekyr beiter og produserer dårlegare på kulturbeite enn på fulldyrka jord. Det er mogleg dette er rett i mange tilfelle. Men då burde forskinga finna ut *kvifor* det er slik, og kunna gje rettleiing om rådgjerder. Dersom vi kunne få større avkasting på kulturbeita, og i tillegg få noko utviding av areala, ville vi sikkert òg kunna minka forskingsinnsatsen på eng. Den kombinerte bruken av engareala i dag fører tvillaust til eit relativt stort forskingsbehov i denne kulturen.



# ENGAVLINGER I ULIKE DELER AV LANDET

MARKUS PESTALOZZI  
SFL Særheim, Klepp st

Gras kan dyrkes og blir nyttet til dyrefôr i hele landet, fra 58° til 71° nordlig bredde og fra havkanten til høgfjellet på vel 1000 m over havet. Å vite mest mulig om hvilke avlinger en kan oppnå under ulike klimaforhold er av største betydning for produksjonsplanleggingen, både på den enkelte gard, i ulike regioner og for landet som helhet. Det er derfor lagt ned mye arbeid for å få en pålitelig avlingsstatistikk. Den ble bygd på skjønnsmessige oppgaver gitt av jordstyrene. Etter 1976 er oppgaver innhentet fra 6000-7000 tilfeldig utvalgte bruksenheter. Tallene blir publisert av Statistisk sentralbyrå (Jordbruksstatistikk).

Nøyaktige veiinger av engavlinger er foretatt i hundrevis av markforsøk. Avlingene som er registrert i forsøkene med store kunstgjødselmengder til eng i årene 1948-52 (Pestalozzi & Retvedt

1959), er i tabell 1 sammenliknet med middelavling 1949-58 ifølge jordbruksstatistikken.

I Sør-Norge var avlingene i forsøk omtrent dobbelt så store som middelavlingene ifølge jordbruksstatistikken. Det skyldes dels at forsøkene stort sett lå på gode, jamne enger hos dyktige gardbrukere og at det ble nyttet langt større gjødselmengder i forsøk enn det som var vanlig i praksis den gang. Ser vi på avlingsforskjellene mellom landsdelene er det derimot ganske god overensstemmelse mellom statistikk og forsøk. Bare Troms fylke skiller seg ut med særs lågt avlingsnivå i forsøk. Det kan skyldes dårligere gjødselvirkning på grunn av kort veksttid, men det er også mulig at avlingene ble noe overvurdert i oppgavene fra jordstyrene.

Til tross for store usikkerhetsmomenter finner vi neppe bedre holde-

Tabell 1. Avlinger i ulike landsdeler etter jordbruksstatistikk og i markforsøk i 1950-årene

Landsdel	Middelavling kg høy pr dekar		Forsøk i % av statistikk	Relativ avling Østlandet = 100	
	Statistikk 1949-58	Forsøk 3) 1948-52		Statistikk 1949-58	Forsøk 3) 1948-52
Østlandet 1)	560	1066	190	100	100
Vestlandet 2)	617	1178	191	110	111
Trøndelag	567	1133	200	101	106
Nordland	488	862	177	87	81
Troms	509	676	133	91	63

1) Hedmark og Oppland fylker

2) Hordaland og Sogn og Fjordane fylker

3) Middell av de to største gjødselmengdene

punkter enn tallene fra jordbruksstatistikken for å bedømme forskjellen i avlingsnivå mellom landsdeler og utviklingen i de siste decenniene.

Fra 1950-årene viser statistikken en jamn avlingsøkning til midten av 1970-årene, spesielt i Rogaland, på Vestlandet og i Trøndelag, men også i Nordland (fig. 1). En vesentlig årsak til dette er en betydelig økning av gjødselstyrken. Mengden av tilført nitrogen er mer enn fordoblet i denne perioden. Troms viser som eneste område en liten avlingsreduksjon. Den sterke intensivering av drifta med store gjødselmengder og tidligere slått gav under ugunstige klimaforhold negative utslag på avlingsmengden.

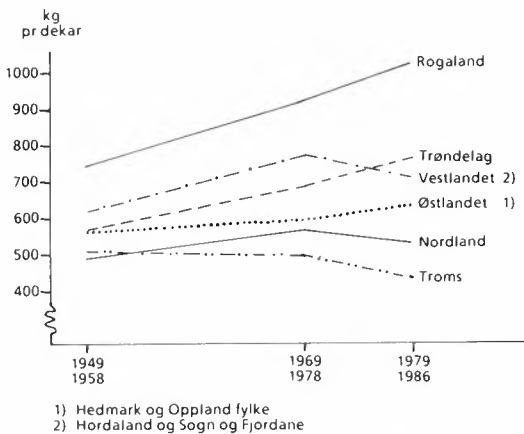


Fig 1. Engavlinger i ulike landsdeler 1950-1986 etter jordbruksstatistikken

I siste tiårsperiode har avlingsøkningen fortsatt i Rogaland og Trøndelag, mens avlingene har gått ned i Vestlandsfylkene Hordaland og Sogn og Fjordane, i Nordland og i Troms. Det ser ut til at det har vært avlingsstagnasjon (eller avlingsreduksjon) i områdene med den mest ensidige engdyrkinga, med store arealer gammel eng og relativt ugunstige klimaforhold. Avlingene har derimot fortsatt økt i områder med gunstigere klimaforhold og der det er bedre muligheter for vekstskifte.

Jordbruksstatistikken gir oppgaver over kg høy pr dekar, men gir ingen opplysninger om verdien av 'høyet' som er høstet i ulike landsdeler og om kvaliteten har forandret seg over tid. Oppgaver over det kjemiske innholdet i engvekster i ulike landsdeler finner vi i 1950- og 60-årene bare i samband med få forsøk. Det er først etter opprettelsen av graslaboratoriet i 1974 at førehetskonsentrasjonen og proteininnholdet i grovføret er bestemt i et stort antall prøver over hele landet. I samband med disse prøver er imidlertid ikke avlingsnivået bestemt.

En kombinasjon av bestemmelse av avlingsmengde og -kvalitet finner vi derimot i driftskontrollen i grovførdyrkinga som gjennomføres av Landbrukets forsøksringer, Statens forskingsstasjoner i landbruk og Norske meieriers landsforbund i samarbeid siden 1985 (Pestalozzi 1987b). I driftskontrollen blir grasavlinga veid på 5 ruter å 10-30 m<sup>2</sup> for hvert areal som blir kontrollert, og en gjennomsnittsprøve av avlinga blir analysert på graslaboratoriet på Hellerud.

En sammenlikning av grasanalyser fra forsøkene 1948-52 og fra driftskontrollen 1985-86 viser store kvalitetsforandringer på grunn av tidligere slått og mer intensiv drift (tab. 2). Høy er altså slett ikke det samme i 1950- som i 1980-årene. I første slåttavlinga steg proteininnholdet med ca 4 prosentenheter mens trevleinnholdet gikk ned med 8 prosentenheter. Dersom vi sammenlikner femårsperiodene 1974-78 og 1979-83, finner vi at energikonsentrasjonen i første-slåttavlinga økte fra 0,72 til 0,76 føreheter pr kg tørrstoff (Næringsverdien av grovføret).

Fôr fra Vestlandet og Nord-Norge inneholder minst protein. Dette samsvarer med resultater fra høstetidsforsøk som viser lågere proteininnhold i gras fra Vestlandet, og spesielt fra Nord-Norge, enn i gras fra Østlandet (Pestalozzi 1987a). Også analyser av surfôrprøver som er sendt til grovfôr-



Tabell 2. Forandringer av avlingskvaliteten av første slått i ulike landsdeler

Landsdel	Antall prøver		Råprotein i % av tørrstoffet		Råtrevler i % av tørrstoffet	
	1948-52	1985-86	1948-52	1985-86	1948-52	1985-86
Østlandet 1)	12 3)	58	10,7	14,9	36,1	29,5
Vestlandet 2)	21	74	9,7	13,2	37,9	32,8
Trøndelag	12 3)	74	10,4	15,1	38,4	28,7
Nordland	8	141	9,7	13,8	38,6	31,1
Troms	18	61	11,6	11,6	32,9	32,1

1) Hedmark og Oppland fylker

2) Hordaland og Sogn og Fjordane fylker

3) 4 prøver av råtrevler

laboratoriet på Hellerud bekrefter dette (Bævre 1987).

Det høge trevleinnholdet kan henge sammen med at engene i disse områder, som har en særlig stor andel gammel eng, blir høstet på et seinere utviklings-trinn. Gamle eng er ofte et stort innslag av relativt tidlige villgrasarter. Dersom høstetida bestemmes ut fra utviklingen av timoteien, vil en stor del av avlinga derfor ha mindre god kvalitet. I de fleste tilfelle er høstetida trolig utsatt for å få en større förmengde i silo og for å sikre en bedre overvintring av enga.

Driftskontrollen i grovfôrdyrkinga er i oppstartingsfasen, og antall kontrollerte arealer er ennå ikke så stort som ønskelig. Utvalget av arealer er overlatt til forsøksringene, og arealer fra gode eng er på veldrevne gardar vil trolig være overrepresentert. I tabell 3 er middelavlinga i driftskontrollen sammenliknet med middelavlinga ifølge jordbruksstatistikken.

For Rogaland samsvarer tallene fra driftskontrollen godt med de statistiske oppgavene. Dette skyldes både et stort antall kontrollarealer i distriktet og en jamn driftsintensitet innen distriktet. Ved meget ujamn driftsintensitet i et distrikt er faren for en overrepresentasjon av 'gode' arealer størst. Dette har trolig gjort seg sterkest gjeldende i Troms, der avlinga i driftskontrollen er

nesten dobbelt så stor som etter statistikken.

Utvalget av rimelig godt stelte eng er vil på den annen side føre til at middel-tall fra driftskontrollen gir et mer realistisk mål for avlingspotensialet på engarealene enn jordbruksstatistikken. Tab. 4 viser at vi på Østlandet og på Vestlandet kan vente avlinger som ligger på rundt 85% av Rogalandsnivået, og i Nord-Norge på 60%.

Husdyrproduksjonen er blitt sterkt intensivert de siste 30 åra, og mjølkeytelsen pr dyr er doblet fra 1950 til 1985. Dermed stilles det i dag langt større krav til grovfôr-kvaliteten enn tidligere. Mens det i 1950 ble brukt 760 förenheter i høy og 120 förenheter i surfôr til hver mjølkeku, besto grovfôrrasjonen i 1985 av 100 förenheter i høy og 1400 förenheter i surfôr. Overgangen fra høyberg-ing til ensilering har medført at engene i dag blir høstet på et langt tidligere utviklingstrinn og at grovfôret har vesentlig større energikonsentrasjon og høgere proteininnhold enn før.

Strengere kvalitetskrav til grovfôret fører imidlertid ofte til reduserte avlingsmengder. Mer intensiv drift med flere høstinger gir flere avbrudd i veksten og flere perioder med nedsatt assimilasjon på grunn av redusert blad-areal. Dette vil ikke bare gi mindre vegetativ vekst, men det vil også gå ut

Tabell 3. Engavlinger i ulike landsdeler ifølge jordbruksstatistikk og i driftskontrollen i grovfôr dyrkinga 1985-86

Landsdel	Kg høy pr dekar		Drifts- kontroll i % av statistikk		Driftskontroll 1985-86			
	Statis- tikk	Drifts- kontroll	1985	1986	Antall areal	Ffe/daa Middel	Ffe/kg 1.slått	Tørrstoff 2.slått
Østlandet 1)	595	945	166	151	31	592	0,74	0,74
Rogaland	1059	1105	107	101	103	708	0,76	0,75
Vestlandet 2)	706	986	155	124	77	602	0,71	0,74
Trøndelag	778	997	132	124	72	650	0,77	0,76
Nordland	551	644	119	115	150	411	0,74	0,77
Troms	392	737	182	192	59	453	0,71	0,77

1) Hedmark og Oppland fylker

2) Hordaland og Sogn og Fjordane fylker

over oppbyggingen av næringsreserver i røtter og nedre stengeldeler.

Grovfôr dyrkinga er derfor en balansegang mellom motstridende hensyn: best mulig kvalitet til intensiv husdyrproduksjon og stor og mest mulig årvisse avlingsmengde i en lang engperiode. Forsøk og erfaring tyder på at kvalitetskravene må reduseres noe dersom vi vil opprettholde tilstrekkelige avlingsmengder i distrikter med vanskelige klimaforhold.

Regionaliseringen av husdyrproduksjonen har ført til nedgang av åkerarealet og mer ensidig engdyrking i husdyr distriktene. Dermed har andelen av

gammel eng økt vesentlig. For å kunne opprettholde store avlinger av god kvalitet også på disse arealene er forskingen vedrørende drift og stell av gammel eng trappet opp betydelig i seinere år.

Driftskontrollen i grovfôr dyrkinga vil forhåpentlig gi oss et bedre innblikk i sammenhenger mellom klimaforhold, drift av enga og avlingsmengde og avlingskvalitet under praktiske forhold. Resultatene bør samtidig kunne gi den enkelte bonde et grunnlag for å forbedre driften på de kontrollerte arealene og veilederen støttepunkter for bedre generelle tilrådinger. Dessuten vil driftskontrollen også gi en mer nøyaktig oversikt

Tabell 4. Relative grovfôravlinger i ulike landsdeler 1949-58 og 1985-86. Avling i Rogaland = 100

Landsdel	Jordbruksstatistikk Høy		Driftskontroll Förenheter
	1949-58	Normalavling 1987	1985-86
Østlandet 1)	75	63	84
Vestlandet 2)	83	66	85
Trøndelag	76	78	92
Nordland	66	51	58
Troms	69	40	64

1) Hedmark og Oppland fylker

2) Hordaland og Sogn og Fjordane fylker

over avlingspotensialet i ulike distrikter og variasjoner i avlingsmengde og kvalitet enn bare skjønnsmessige statistiske oppgaver.

#### LITTERATUR

Bævre, I. 1987. Årets grasavling. Buskap og avdrått 39 (4): 132-133.

Jordbruksstatistikk 1948-1985.

Næringsverdien av grovføret 1974-1983.

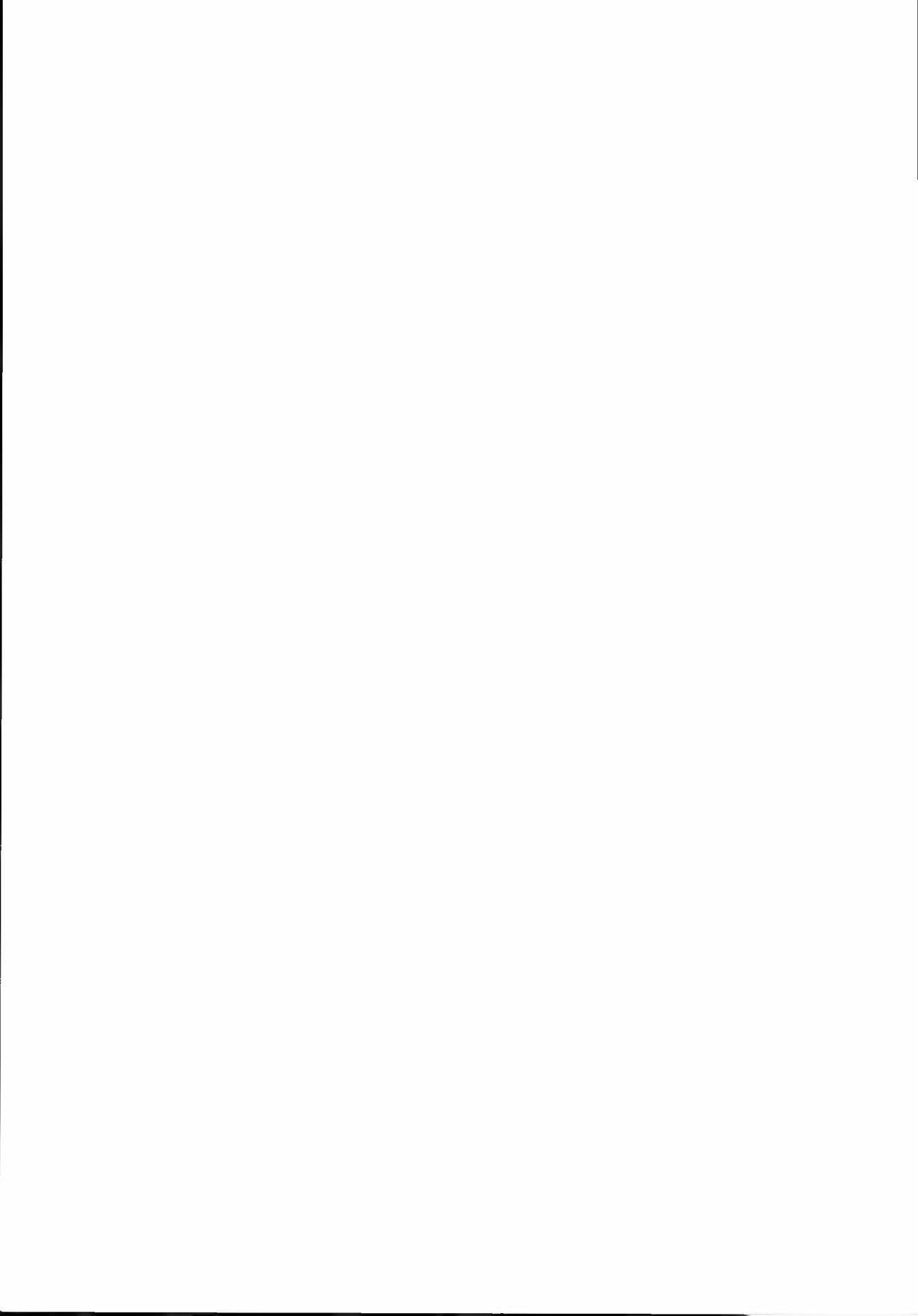
Fellesmelding fra Norske melkeproducenters landsforbund og Institutt for husdyrernæring NLH, Særtrykk nr 428, 444, 461, 466, 497, 515, 545.

Stensiltrykk fra Norske melkeproducenters landsforbunds produsenttjeneste nr 10/81, 10/82, 10/83.

Pestalozzi, M. 1987a. Konservering av grovfør. Kap. II. Plantekvalitet og avling. NI.VF-utredning nr 142.

Pestalozzi, M. 1987b. Driftskontroll i grovførdyrkinga. Buskap og avdrått 39 (4): 102-106.

Pestalozzi, M. & Retvedt, K. 1959. Forsøk med store kunstgjødselmengder til eng 1948-1952. Forskn.Fors.Landbr. 10: 315-412.



# FOREDLING FOR OVERVINTRINGS- EVNE HOS ENGVEKSTER

ARILD LARSEN

Vågønes forskingsstasjon, Bodø

De flerårige engvekstene, vesentlig grasarter, er viktigst for vår grovfôrproduksjon. Engas produksjonskapasitet er avhengig av plantebestandets kondisjon om våren. Engvekstens overvintringsevne har derfor stor betydning for fôrproduksjonen i Norge.

Et foredlingsprogram for nye engvekstsorter må blant annet stille følgende krav til plantematerialet:

- God evne til tilpassing av veksten etter dyrkingsstedets klima.
- Stor tørrstoffproduksjon i veksttida, samtidig som tilstrekkelig reservenæring lagres for vinteren.
- Lågt forbruk av opplagsnæring gjennom vinteren slik at det er nok næring til vekststart om våren.
- God evne til opparbeiding av motstandsevne mot vinterskadefaktorer om hausten (herding).
- Kunne opprettholde denne motstandsevnen utover etter vinteren.

I foredlingsarbeidet er det viktig å ha kjennskap til hvordan og i hvilken grad engvekstene skades i overvintringsperioden. Rådet for jordbruksforskning tok opp kartlegging av vinterskader i 1948. En undersøkelse i Sør-Norge i de følgende år (Sterten 1952), viste at kløverråte (*Sclerotinia trifoliorum*) var vanlig og gjorde betydelig skade i enkelte områder. Særlig i innlandet ble gras skadd av stor grasknollsopp (*Sclerotinia borealis*), trådkølle (*Typhula* spp.) og snømugg (*Fusarium nivale*). Fysiske skader av frost, oppfrysing og uttørking ble bare påvist i mindre utstrekning. I

Nord-Norge fant Andersen (1960, 1963, 1966) at skader av is og vatn var vanligst. Områder med sterkt vekslende vinterklima var mest utsatt, og områder med stabilt vinterklima, mildt eller kaldt, var minst utsatt for store vinterskader. Overvintringssoppene snømugg og kvit grastrådkølle (*T. ishkariensis*) var vanlige i hele landsdelen og gjorde i enkelte år betydelig skade. Stor grasknollsopp ble det observert skader av i indre strøk. Kløverråte ble sjelden observert.

En systematisk undersøkelse over hele landet i tre år (Årsvoll 1973, 1975), viste at i middel førte overvintringssoppene til 11% skade på engbestandene, mens de fysiske skadene var knapt 9%. Skader av sopp og fysiske årsaker opptrådte under helt forskjellige overvintringsforhold. Sterke soppangrep forekom etter et stabilt, langvarig snødekke, helst på ufrossen jord eller på jord med grunn tele. Skader av is- og vassdekk dominerte i områder med ustabil vinterklima, som i kyst- og fjorddistriktene. Soppskadene økte med snødekkets lengde og de enkelte sopparter hadde forskjellige krav til snødekkets varighet. Snømugg og rød grastrådkølle (*T. incarnata*) kunne angripe etter kortvarig snødekke og forekom i kystområdene, mens hvit grastrådkølle og særlig stor grasknollsopp, måtte ha langvarig snødekke for å utvikle angrep og forekom i innlandet. Generelt kan en si at i Sør-Norge er vinterskader vanligst i innlandet, og i over veiende grad forårsaket av sopp, mens i Nord-Norge opptrer

vinterskadene hyppigst i kyststrøkene og årsakene er oftest is- og vassdekke.

Registreringene av vinterskader (Andersen 1960, Årsvoll 1973) og spesielle forsøk (Baadshaug 1973) viste at jordbunnsforholdene har stor betydning for vinterskadene. Både jordart, jordas struktur og næringsinnhold har betydning for utvikling av vinterskader.

De refererte undersøkelser og andre spredte observasjoner, har gitt oss god forståelse av vinterskadenes natur og delvis et bilde av skadeomfanget. Sannsynligvis er skadene av direkte frost undervurdert, fordi disse er vanskelig å observere. Plantenes vekstkraft kan være redusert uten at engbestandet er dødt. Vinterskadene er ofte svært kompliserte. Flere skadefaktorer kan i en vinter opptre sammen eller etter hverandre. I tillegg forekommer det et samspill mellom plantenes klimatilpassing, drifta de utsettes for og værforholdene gjennom høsten og vinteren.

## VINTERSKADEFAKTORENE OG PRØVING AV PLANTENES MOTSTANDSEVNE

De faktorene som har vist seg å kunne føre til vinterskader, kan oppstilles slik:

Fysiske	Biotiske	Fysiologisk
Frost	Overvintringssoppene:	Dårlig klima-
Isdekke	Snømugg	tilpassing
Vassdekke	Rød og kvit grastrådkølle	Utsulting
Uttørking	Stor grasknollsopp	
Oppfrysing	Kløverråde	

Nye engvekstsorter bør ha et videst mulig dyrkingsområde og derfor motstandsevne mot de fleste vinterskadefaktorene. I foredlingsarbeidet er det vanskelig å få prøvd plantematerialenes motstandsevne mot så mange helt forskjellige skadefaktorer. Vanligst er det å observere vinterskader i felt på foredlingsstedet, men årsak til skadene og

skadeomfanget varierer som vist innledningsvis, sterkt mellom distrikt og år.

Felt kan anlegges i flere distrikter og over flere år, men feltforsøkene krever store jord- og arbeidsressurser og arbeidet vil ta lang tid. Frømengden er også en begrensende faktor for feltforsøk. Prøvingen kan forbedres ved utvalg av spesielle lokaliteter der enkelte vinterskadefaktorer opptrer hyppig. De naturlige forhold kan påvirkes ved at smittestoff tilføres, snø legges på eller fjernes og ved isdekking av feltene. Likevel har en ikke kontroll over vinterklimaet og resultatene blir usikre.

Vanskene med en sikker og reproduserbar prøving av plantenes motstandsevne i felt, har ført til utvikling av metoder for prøving i kontrollert klima. Den store fordelten med slike laboratorieprøvinger er at klimaet er reproduserbart og at store plantematerialer kan prøves på forholdsvis kort tid. Svakheten er at påkjenningene plantene kan utsettes for må bli enkle i forhold til de kompliserte situasjoner som oppstår i en naturlig vinter. Prøving i kontrollert klima kan omfatte alt fra bare påkjenningen av en enkelt skadefaktor som frysing, til hele prøvesyklusen fra såing til skade bedømming. Det siste gir mest reproduserbare resultater og gjør det mulig å prøve plantematerialer året rundt.

Prøving i kontrollert klima kom i gang i Norge i 1950-åra ved Norges Landbrukshøgskole. Det ble bygd opp utstyr for herding, frysing og isdekking, og det ble gjennomført forsøk med herdingsbetingelser og metoder for prøving med fysiske vinterskadefaktorer hos flere engvekstarter (Sjøseth 1957, 1964, 1971). Senere ble det utviklet teknikk for laboratorieprøving av plantenes motstandsevne mot de viktigste overvintringssoppene (Årsvoll 1975, 1977, Årsvoll og Larsen 1977), og metodene ble videreutviklet for vegetativt formerte grasplanter og store foredlingsmaterialer (Larsen 1978, 1979). Motstandsevne mot frost, isdekke og overvintrings-

sopper ble undersøkt i forsøk med arter, sorter og ulike foredlingsmaterialer. Det ble påvist sikre forskjeller og resultatene stemte bra med erfaringer fra overvintringsevne i felt.

Reproduserbarheten av resultatene har i noen undersøkelser vært varierende (Larsen 1983). Dette kan ha sammenheng med at oppal av planter utføres i et vanlig veksthus, der temperatur og daglengde ikke helt kan kontrolleres gjennom året. Plantematerialer oppalt til forskjellige tider på året, kan ha ulike evne til herding. I vekstperioden har engvekstene låg og tilnærmet lik motstandsevne mot vinterskadefaktorer. Det er derfor deres evne til herding ved gunstige klimaforhold som er avgjørende for motstandsevnen. Sorter med forskjellig klimatilpassing kan reagere ulikt på forskjeller i herdingsklima (Fuller og Eagles 1980, Eagles 1984). For å unngå feil ved sammenlikning av sorter/populasjoner på grunn av forskjeller i vekstklima, gjennomføres rutineprøvingene nå i 4 gjentak til forskjellige årstider. Dette ser ut til å ha bedret prøvingene, særlig for motstandsevne mot frost (Tronsmo 1988).

Det finnes nå gode laboratoriemetoder for prøving av plantenes motstandsevne mot frost og mot angrep av soppene snømugg og rød grastrådkølle. Metodene er dårligere for viktige skadefaktorer som isdekke og stor grasknoll-sopp.

#### SAMMENHENG MELLOM PLANTE- NES MOTSTANDSEVNE MOT DE ENKELTE SKADEFAKTORER OG DERES FORHOLD TIL OVERVINT- RINGSEVNE I FELT

De forskjellige vinterskadefaktorene skader plantene på helt ulikt vis. Frostskadene kan variere fra sundring av vev til uttørring av cytoplasmaet i cellene, alt etter frysingens forløp og plantenes fysiologiske tilstand. Skadene av isdekke skyldes vesentlig forgiftning fordi

åndingsgasser opphopes i plantevevet. Overvintringssoppene bryter ned plantevevet, tømmer plantenes næringsreserver og dreper cellene. Plantenes genetiske styring av motstandsevne overfor de enkelte skade faktorene er derfor trolig helt forskjellig.

En del forsøk er blitt utført for å finne sammenheng mellom motstandsevne mot ulike skadefaktorer i materialer av gras (Larsen 1976, 1983, Tronsmo 1988). Resultatene var varierende. Sikker positiv sammenheng mellom motstandsevne mot frost og mot angrep av overvintringssopper ble observert i flere materialer, mens det i andre ikke fantes noen sammenheng. Mellom sorter med klare forskjeller i overvintringsevne, ble det påvist sikker positiv sammenheng mellom de nevnte karakterer, mens det mellom kloner innen sortene ikke ble påvist slik sammenheng. Plantematerialer med god overvintringsevne har trolig gjennomgått et naturlig utvalg for motstandsevne mot både fysiske og biotiske vinterskadefaktorer.

I foredlingsarbeidet må motstandsevne mot frost, isdekke og angrep av overvintringssopper betraktes som uavhengige karakterer og materialene må prøves for de karakterene en mener er viktigst i et framtidig dyrkingsområde.

For å vurdere laboratorieprøvingenes verdi som redskap i foredlingsarbeidet, må resultatene fra disse jamnføres med plantematerialenes overlevningsevne i felt. Fra kanadiske forsøk med høsthvete er det oppgitt svært gode sammenhenger, med korrelasjonskoeffisienter på over 0,9, mellom frysing i laboratorium og overvintringsevne i felt (Gusta et al. 1982). I vinterklimaet der er det vesentlig frost som skader plantene. Med vårt varierende vinterklima, vil sammenhengen med laboratorietestene være avhengig av hvilke skadefaktorer som har vært virksomme på de enkelte felt og av skadeomfanget.

Fra prosjektene i Norge fins det få direkte sammenlikninger mellom labo-

ratorie- og feltresultater. Larsen og Årsvoll (1979) fant med vel 30 nordnorske populasjoner av rødsvingel sikker positiv sammenheng mellom motstandsevne mot frost, snømugg og kvit grastrådkølle, og overvintringsevne i Alta ( $r=0,75^{***}$ ,  $0,51^{***}$ ,  $0,62^{***}$ ). I grupper med halvsøskenfamilier av hundegras ble det funnet bare svake sammenhenger mellom motstandsevne mot frost og snømugg, og overvintringsevne i Ås, og mellom frost og overvintringsevne i Alta. Laboratorieprøvingene viste ingen sammenheng med overvintringsevne i Bodø (Åstveit 1988). For sorter av timotei som var med i offisiell verdiprøving, ble det vist sikker sammenheng mellom frost, snømugg og kvit grastrådkølle, og overvintringsevne i Bodø ( $r=0,68^{***}$ ,  $0,54^{***}$ ,  $0,44^*$ ). Etter overvintring på SFL Apelsvoll ble det bare funnet sikker sammenheng når en middelverdi for angrep av tre sopparter ble brukt ( $r=0,42^*$ ) (Larsen 1988). Fra forsøk med 7 strandrørsorter kan det beregnes positiv sammenheng mellom motstandsevne mot frost og overvintring på Smøla og i Stjørdal ( $r=0,78^*$ ,  $0,70$ ) (Foss 1983). Laboratorieprøvingens svar med resultater fra feltforsøk er svakere enn ønskelig. Motstandsevne mot frost er den enkeltkarakteren som oftest viser sikker sammenheng med overvintringsevne i felt. Ved de foretatte sammenlikningene har det oftest vært bare ett eller få feltforsøk. Med den store variasjon en har i vinterskadeårsaker og skadeomfang, er dette for dårlig grunnlag for å avklare laboratoriemetodenes verdi. For å få et bedre mål, må plantenes overvintringsevne i felt observeres på flere lokaliteter.

#### GENETISK BAKGRUNN FOR MOTSTANDSEVNE MOT VINTERSKADEFAKTORER

Den genetiske bakgrunn for engveksternes overvintringsevne i felt er komplisert, og variere etter vinterskadene. En

må derfor undersøke nedarvingsmåten for motstandsevne mot de enkelte vinterskedefaktorer. Slike undersøkelser er nesten ikke utført for engvekster. Høstkornartenes store økonomiske verdi har ført til at det særlig i vinterhveite, er utført mange genetiske analyser for motstandsevne mot frost (F.eks. Gullord 1974, Sutka et al. 1986). Resultatene kan sammenfattes slik:

- Motstandsevne mot frost er en kvantitativ karakter styrt av mange gener.
- Både additiv og dominant genvirkning forekommer.
- Den dominante genvirkning er ufullstendig og den additive genvirkning er av størst betydning.
- Graden av dominans, og også retningen, kan variere med foreldrelinjer og måten frysingen utføres på.
- Både generell og spesifikk kombinasjonsevne mellom linjer er sikkert påvist.
- Ingen sikre maternelle virkninger eller andre resiproke forskjeller er påvist.

Beregnet arvbarhet etter kontrollerte frysinger har vist høge verdier, og mest ligget i området 0,6 til 0,9. Cytogenetiske undersøkelser har vist at gener som styrer motstandsevnen mot frost fins på mange kromosomer, men at gener med stor virkning synes å være plassert på kromosomer i homolog gruppe 5.

En må anta at i hovedtrekkene gjelder den samme genetiske styring av motstandsevne mot frost også for grasartene. Seleksjon i flere grasarter har gitt økt motstandsevne i avkommet (Hides 1979, Larsen 1979, 1983). Beregning av arvbarhet har gitt forholdsvis høge verdier, mest fra 0,50 til 0,75 (Larsen 1979, Tronsmo 1988).

Genetiske forhold vedrørende motstandsevne mot isdekke er lite undersøkt i alle vekster, ut over å påvise arts- og sortsforskjeller.

Motstandsevne mot angrep av overvintringssopp er trolig også en kvantitativ karakter eller karakterer. Seleks-



sjon for motstandsevne mot kvit gras-trådkølle i timotei er blitt utført med positivt resultat (Vestman 1986). Masse-seleksjon for motstandsevne mot snø-mugg og kvit grastrådkølle i engelsk rai-gras, engsvingel og timotei har også gitt noen positive resultater (Jönsson og Nilsson 1986).

## FRAMTIDIG FORSKNING OG FOREDLING

Vi vet ganske mye om hvilke faktorer som fører til vinterskader og hvordan de påvirkes av vinterklimaet. Vi vet derimot mindre om fysiologiske forhold hos plantene og hvordan de herdes under forskjellige naturlige forhold. I et samarbeidsprosjekt mellom Statens plantevern og Statens forskingsstasjoner i landbruk, vil herdingsutvikling om høsten bli studert i flere grasarter og sorter, i første omgang i Ås og Bodø. Resultatene vil bli sammenholdt med meteorologiske observasjoner på de to stedene.

En slik herdingsundersøkelse kan være verdifull for forbedring av laboratoriemetodene. En kan lage et kunstig herdingsklima som bedre gir samme resultat som forholdene i naturen, og en kan finne ut ved hvilket herdingsnivå det er best å prøve plantematerialene. Laboratoriemetodene for motstandsevne mot isdekke må det arbeides videre med, fordi denne karakteren har så stor betydning for engvekstenes overvintringsevne i felt. De laboratoriemetodene vi har i dag gir ikke noe mål på plantenes evne til å overleve en lang uproduktiv periode og deres evne til å opprettholde herding seint i overvintringsperioden. Disse egenskapene kan nå bare observeres i felt. Prøving ved forskjellige grader av avherding kan kanskje gi svar på dette. Det bør utføres flere sammenligninger mellom forskjellige måter å foreta prøvingene på i laboratorium og overvintringsevne i ulike klimaområder.

Den genetiske bakgrunn for motstands-evnen mot vinterskedefaktorer er alt for lite kjent i alle engvekster. Skal foredlingen for bedre overvintringsevne foretas på et vitenskapelig grunnlag og bli mer effektiv, må det utføres mer forskning for å klarlegge disse forhold.

Utviklingen av nye bioteknologiske metoder kan i løpet av kort tid gi en helt ny situasjon i engvekstforedlinga. I foredling for overvintringsevne kan slike metoder være til stor hjelp både ved undersøkelse av genetiske forhold og ved praktisk foredling, som ved utvalg av verdifulle genotyper og kombinasjon av egenskaper. Embryo-teknikken er alt tatt i bruk ved arts kryssninger, vevskulturer brukes til langtidslagring og haploid-teknikken er under utvikling for gras. Somaklonal variasjon i cellesuspensjoner av vinterhete er nå rapportert utnyttet til å frambringe planter med bedre motstandsevne mot frost (Lazar et al. 1988, Sutka, pers. kom.). Det er av stor verdi snarest å få bygd opp kompetanse på dette området også for engvekster.

## LITTERATUR

- Andersen, I.L. 1960. Overvintringsundersøkelser i eng i Nord-Norge. I. Forsk. Fors. Landbr. 11: 635-660.
- Andersen, I.L. 1963. Overvintringsundersøkelser i eng i Nord-Norge. II. Ibid. 14: 639-669.
- Andersen, I.L. 1966. Overvintringsundersøkelser i eng i Nord-Norge. III. Ibid. 17: 1-20.
- Baadshaug, O.H. 1973. Effects of soil type and soil compaction on the wintering of three grass species under different wintering conditions. Acta Agric. Scand. 23: 77-86.
- Eagles, C.F. 1984. Effect of temperature on hardening and dehardening responses in *Lolium*. In The impact of climate on grass production and quality. H. Riley and A.O. Skjelvåg, eds. The Norwegian State Agricultural Research Station: 287-291.
- Foss, J. G. 1983. Resistance to winter stress factors of varieties of reed canarygrass (*Phalaris arundinacea* L.) as related to hardening conditions and to

carbohydrate store and consumption. Meld. Norg. Landbr.høgsk. 62(9): 29 pp.

Fuller, M.P. and Eagles, C.F. 1980. The effect of temperature on cold hardening of *Lolium perenne* seedlings. J. Agric. Sci. 95: 77-81.

Gullord, M. 1974. Genetics of freezing hardiness in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) Dissertation for the degree of doctor of philosophy, Michigan State Univ.

Gusta, L.V., D.B. Fowler and N.J. Tyler, 1982. Factors influencing hardening and survival in winter wheat. In Plant Cold Hardiness and Freezing Stress Mechanisms and Crop Implications. Vol. II. P.H. Li and A. Sakai, eds. Academic Press, New York: 23-40.

Hides, D.H. 1979. Winter hardiness in *Lolium multiflorum* Lam. III. Selection for improved cold tolerance and its effect on agronomic performance. Grass and Forage Sci. 34: 119-124.

Jönsson, H.A. og C. Nilsson, 1986. Plant breeding for resistance to snow moulds in grasses. I Lantbrukväxternas Övervintring. NJF-seminar nr. 84. Jokioinen: 145-148.

Larsen, A. 1976. Testing av frosttoleranse hos gras og sammenheng mellom frosttoleranse og resistens mot lav-temperatursopper. Nordisk Jordbruksforskning 59: 63-64.

Larsen, A. 1978. Freezing tolerance in grasses. Methods for testing in controlled environments. Meld. Norg. Landbr.høgsk. 57 (23): 56 pp.

Larsen, A. 1979. Freezing tolerance in grasses. Variation within populations and response to selection. Ibid. 58 (42): 28 pp.

Larsen, A. 1983. Foredling for overvintringsevne hos engvekster. Engvekstforedling III, NLVF-SFL: 141-145.

Larsen, A. 1985. Response to selection for freezing tolerance and associated effects on vegetative growth in *Dactylis glomerata*. In Plant Production in the North. Å. Kaurin, O. Juntila and J. Nilsen, eds. Norwegian Univ. Press: 116-126.

Larsen, A. 1988. Kontrollert prøving for overvintringsegenskaper i offisiell verdiprøving. Engvekstforedling V, NLVF-SFL.

Larsen, A. og K. Årsvoll. 1979. Frosttoleranse og soppresistens i nord-norsk materiale av *Festuca rubra*. Nordisk Jordbruksforskning 61: 61-62.

Lazar, M. D., T. H. H. Chen, L. V. Gustav and K. K. Kartha, 1988. Somaclonal variation for freezing tolerance in a population derived from Norstar winter wheat. Theor Appl. Genet 75: 480-484.

Sjøseth, H. 1957. Undersøkelser over frosterdighet hos engvekster. Forsk. Fors. Landbr. 8: 77-98.

Sjøseth, H. 1964. Studies on frost hardening in plants. Acta Agric. Scand. 14: 178-192.

Sjøseth, H. 1971. Vinterhardførhet hos ulike eng- og beite-vekster. Meld. Norg. Landbr.høgsk. 50 (13): 39 pp.

Sterten, A.K. 1952. Melding om undersøkelser over engvekstenes overvintring. I. Undersøkelse i tiden fra 1949 til våren 1951. Forsk. Fors. Landbr. 3: 31-47.

Sutka, J., O. Weisz and G. Kovacs, 1986. Genetic analysis of the frost resistance and winter hardiness of wheat under natural and artificial conditions. Acta Agrom. Hungarica 35: 227-234.

Tronsmo, A.M. 1988. Resistance to winter stress factors in half-sib families of *Dactylis glomerata*, tested in controlled environment. Nor. J. Agric. Sci. Til trykking.

Vestman, G. 1986. Urval for resistans mot utvintringssvampar i timotei. I Lantbrukväxternas Övervintring. NJF-seminar nr. 84. Jokioinen: 111-115.

Årsvoll, K. 1973. Winter damage in Norwegian grasslands, 1968-1971. Meld. Norg. Landbr.høgsk. 52 (3): 21 pp.

Årsvoll, K. 1975. Fungi causing winter damage on cultivated grasses in Norway. Ibid. 54 (9): 49 pp.

Årsvoll, K. 1977. Effects of hardening, plant age, and development in *Phleum pratense* and *Festuca pratensis* on resistance to snow mould fungi. Ibid. 56 (28): 14 pp.

Årsvoll, K. and A. Larsen. 1977. Effects of nitrogen, phosphorus, and potassium on resistance to snow mould fungi and on freezing tolerance in *Phleum pratense*. Ibid. 56 (29): 14 pp.

Aastveit, K. 1988. Seleksjonsforsøk i hundegras, timotei, engelsk raigras og engsvingel. Slutt-rapport NLVF: 6 s.

# BELGVEKSTAR I GROVFØRDIRKINGA

TOR LUNNAN

Institutt for plantekultur, Ås-NLII

Bruk av raudkløver og andre belgvekstar var ein av føresetnadene for å få gode avlingar i jordbruket fram til kunstgjødsla kom først på 1900-talet. Gjennom symbiose med *Rhizobium*-bakteriar skaffar belgvekstane nitrogen til eigen vekst, og noko av dette nitrogenet kan vidare komme andre plantar til nytte gjennom nedbryting av daudt plantemateriale. Belgvekstar blir da også rekna som gode forgrøder til korn og andre vekstar.

Trass i mange gode eigenskapar har dyrkinga av belgvekstar til grovfør gått sterkt tilbake i Noreg dei siste 30 åra. Sterkt nitrogengjødsla gras dominerer, og den same utviklinga finn ein i andre vesteuropeiske land. I andre verdsdelar er belgvekstane framleis hjørnesteinar i fôr dyrkinga, som til dømes dyrking av kløver i Australia og New Zealand og luserne i Nord-Amerika.

## KVA POTENSIAL HAR BELGVEKSTANE?

Belgvekstar har evna til å skaffe seg nitrogen frå lufta ved hjelp av symbiose med *Rhizobium*-bakteriar i rotknollane. Under norske forhold kan ein ved gode veksevilkår rekne med at følgjande N-mengder blir fiksert:

Raudkløver og luserne	15-30	kg N/daa
Kvitkløver	10-20	»
Ert og åkerbønne	5-15	»

I blandingar med gras eller korn må ein rekne med litt mindre mengder. Men nitrogenfiksering i rotknollane er ikkje

gratis. Det går med mykje energi for å drive prosessen, og denne energien skaffar planten frå fotosyntesen. Belgvekstane har også høgt proteininnhald, og energimessig er det dyrare å produsere protein enn karbohydrat. Ein må derfor vente at belgvekstane har lågare avlingspotensial enn til dømes gras og korn som får nitrogenet ferdig servert. Likevel kan belgvekstane produsere respektable avlingar. Luserne er kjent for å ha stort avlingspotensial. I sortsprøvingfelt for raudkløver fann Bø (1987) ei gjennomsnittsavling for raudkløver i reinbestand på 7-800 kg tørrstoff/daa. Normale ertavlingar blir rekna til 75-80 prosent av byggavling, og i forsøk er det oppnådd avlingar på 5-600 kg pr. dekar. Blandingar av gras og kløver gir om lag same avling som reint gras.

Ein får normalt ikkje utslag for N-gjødsling på avlinga når ein dyrkar belgvekstar. Dette tyder på at nitrogenfiksering ikkje kostar så mykje for planten som det teoretiske utrekningar viser. I blandingar av gras og kløver er også avlingsutslaga for nitrogen langt mindre enn for reint gras (tab.1).

Meiravlinga for å ha med raudkløver var størst i første engåret og minka etter kvart som enga vart eldre. Med eit godt tilslag av raudkløver kan ein rekne med å spare 5-10 kg nitrogen pr. daa og likevel få like stor avling som reint gras. I tillegg kjem større proteinavling og betre mineralbalanse i føret.

Framstilling av nitrogengjødsel krev mykje energi, ca 65 MJ til 1 kg N ved Norsk Hydro (Njøs 1982). Dette svarer til 1,6 kg olje. Energimessig er det kostbart å produsere protein i gras. Ved bruk

Tabell 1. Tørrstoffavling i kg/daa av timotei/engsvingeleng med og utan raudkløver ved ulik N-gjødsling. Middell av tre engår (Grønnerød 1987).

	Kg nitrogen/daa			
	0	10	20	30
Gras utan kløver	260	700	880	960
Gras med kløver	670	880	940	980

av belgvekstar kan ein oppnå om lag same avling med mindre innsats av N-gjødsel. Er det svært mykje belgvekstar i enga har ein lite att for N-gjødsel. Faren da er at graset blir konkurrert ut, og ein risikerer dermed at det blir for lite gras tilbake om belgvekstane går ut.

*Proteinproduksjonen* er høg hos belgvekstane. Tabell 2 gir eit overslag over proteinavlinga hos ulike vekstar. Ein ser at erter produserer meir protein enn korn, og dette utan N-gjødsling. Ein må også gjødsle graset sterkt for å få like mykje råprotein som raudkløver utan N-gjødsling. Proteinkvaliteten i sterkt gjødsla gras er dårlegare enn i kløver, da mindre av nitrogenet er bundi i protein (reinprotein).

*Proteininnhaldet* er ein viktig faktor i husdyrfôringa. Engbelgvekstane inneheld ofte rundt 20% protein i tørrstoffet. Ung kvitkløver utmerkar seg med serleg høgt proteininnhald (tab.3).

Det høge proteininnhaldet kan utnyttast i fôringa ved å bruke mindre av dyrt proteinkraftfôr. Gras på beitestadiet har også høgt proteininnhald, men

innhaldet minkar raskt med aukande alder av graset. Engbelgvekstar passar serleg godt saman med lettmeltelege, proteinfattige fôrslag. I USA er luserne og mais ein mykje brukt kombinasjon, hos oss vil dei høve godt saman med rotvekstar.

*Mineralinnhaldet* er også høgare hos belgvekstane enn hos grasartane. spesielt er innhaldet av kalsium og magnesium høgt, som vist av Grønnerød (1987):

	Mineralinnhald, % av tørrstoffet			
	P	K	Ca	Mg
Timotei/engsvingel	0,32	2,95	0,58	0,17
Raudkløver	0,28	2,71	1,55	0,38

Eit høgt innhald av kalsium og magnesium betrar mineralbalansen i fôret og reduserer risikoen for graskrampe (hypomagnesemi).

*Energiinnhaldet* hos engbelgvekstar går ned med aukande alder av plantane som hos gras. Fôreingskonsentrasjonen er gjerne høgare samanlikna med

Tabell 2. Proteinavling, kg råprotein/daa, hos ulike vekstar

	Gjødsling kg N/daa	Tørrstoff- avling, kg/daa	Protein, % av tørrst.	Protein- avling, kg/daa
Korn	10	400	12	48
Ert til modning	0	300	22	66
Ert til grønfôr	0	500	16	80
Gras	10	600	12	72
Gras	30	800	16	128
Raudkløver	0	700	18	126

Tabell 3. Proteininnhald, prosent av tørrstoffet. Middell av tre engår, utsorterte belgvekstar Vollebekk

Art	1. slått	2. slått
Raudkløver	19,6	18,1
Kvitkløver	24,3	21,0
Luserne	19,5	17,0
Kaukasisk strekbelg	20,9	21,7

gras i førsteslått enn i seinare slåttar (Øyen 1986, Grønnerød 1987, tab.4). Dette kan komme av at belgvekstane er seinare i starten om våren, og at grasartane gjerne har ein bladrik gjenvekst der energiverdien fell seinare enn hos belgvekstane. Elles viser tab.4 at det er store skilnader mellom belgvekstartar hausta på same tid.

Ung kvitkløver har svært høgt energiinnhald, mens ein art som kaukasisk strekbelg (*Galega orientalis* Lam.) har rask utvikling med grove stenglar og låg energiverdi i førsteslått. Luserne har også ein trevlerik stengel og må ikkje slås for seint om ein vil ha kvalitetsfôr.

Belgvekstane fyller mindre og passerer raskare gjennom vomma enn gras, og dette kan gi grunnlag for eit høgare grovfôropptak. Dersom grovfôret blir gitt etter appetitt kan ein dermed bruke meir heimeprodusert grovfôr og mindre innkjøpt fôr.

### Årsaker til tilbakegang i dyrkinga av engbelgvekstar

Timotei med raudkløver, den såkalla normalblandinga, var omtrent einerådande av sådde artar i norsk engdyrking fram til slutten av 1950-åra. Etter den tid har forbruket av kløverfrø gått sterkt ned og utgjer no berre rundt 4% av det samla engfrøforbruket (Valberg 1987). Det har skjedd store endringar i jordbruket dei siste 40 åra. Kanaliseringspolitikken har ført til at mykje av korndyrkinga er konsentrert til flatbygdene på Austlandet, og her er det nesten ikkje ku igjen. På same måten er mjølkeproduksjonen konsentrert til dal- og fjellbygdene i Sør-Noreg, Vestlandet, delar av Trøndelag og Nord-Noreg, og her er det mykje einsidig fôrdyrking med ein stor del varige engar. Raudkløveren høver best til kortvarig eng, gjerne i omloop med korn eller andre åkervekstar. Jord- og klimatilhøva for dyrking av belgvekstar ligg nok også best til rette på Austlandet og i Trøndelag.

Prisen på nitrogen i handelsgjødsel sto nesten stille i tida frå 1959 til 1974 (fig.1). Dette førte til at nitrogengjødsel vart relativt billigare i forhold til andre driftsmiddel, og forbruket har auka sterkt i heile etterkrigstida. Med sterk nitrogengjødsling blir fordelane med nitrogensamling hos belgvekstane små, og dei blir også lett konkurrerte ut av graset. Mjølkeprisen og proteinkraftfôrprisen har hatt ei mykje jamnare utvikling. Dei siste åra har prisane på N-

Tabell 4. Föreiningkonsentrasjon og in vitro meltegrad i % av tørrstoffet i ulike engbelgvekstar og timotei. Tre års middell, Vollebekk, reine artar

	1.slått		2.slått	
	In vitro meltegrad	F.f.e. pr. 100 kg tørrst.	In vitro meltegrad	F.f.e. pr. 100 kg tørrst.
Kvitkløver	80,5	87	75,0	75
Raudkløver	78,1	81	75,2	75
Luserne	75,3	72	71,1	62
Strekbelg	71,8	68	73,1	70
Timotei	76,4	73	78,1	78

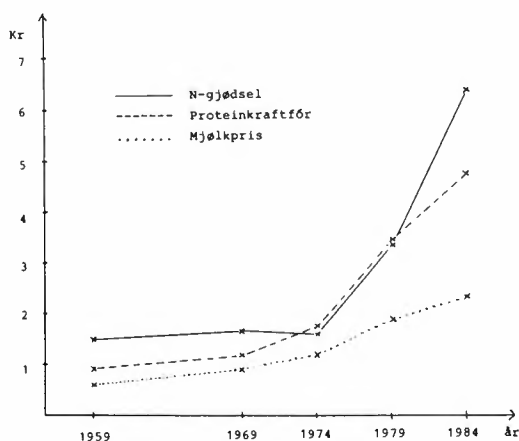


Fig.1. Prisutvikling på nitrogengjødsel (kr/kg N), proteinkraftfôr (kr/kg) og mjølk til produsent (kr/kg) i perioden 1959-1984 (Budsjettneemnda for jordbruket)

gjødsel og proteinkraftfôr stigi sterkare enn mjølkkprisen, og dette skulle gjere belgvekstane meir konkurransedyktige.

Det største problemet med raudkløverdyrkinga er kanskje overvintringa. Kløveren er utsett for soppsjukdommar, skadedyr, oppfrysing og frost, og er ofte lite varig. Førsteårsenga er gjerne rik på kløver, mens det oftast er lite igjen i tredjeårsenga. Dette gjer dyrkinga usikker samanlikna med sterkt gjødsla gras. Raudkløveren har

heller ikkje evne til å spreie seg i enga med frø, og buskar seg ikkje som grasartane. Dette gjer at han er heilt avhengig av dei sådde plantane. Kløverråte (*Sclerotinia trifoliorum*) og andre rotråteorganismar kan gjere stor skade sjølv om det er ein viss resistens i sortsmaterialet. Kvitkløveren spreier seg utover med stengelutlauparar, men er også utsett for vinterskadar. Luserne kan halde seg lenge i enga, men krev ein kvileperiode på hausten for å overvintrare godt. Kaukasisk strekbelg overvintrar med jordstenglar, og ser ut til å greie vintrane godt i Sør-Noreg (tab.5).

Dette forsøket er lagt att utan dekkvekst og hausta to gonger i sesongen med unntak av ein sein tredjeslått for luserne på Vollebekk. Det var uvanleg mykje belgvekstar, og luserneblandingane har gitt størst totalavling på grunn av stor gjenvekst. Strekbelgen har kommi sterkare utover i engåra, men gjenveksten har vori mindre enn hos raudkløver. Mykje av produksjonen på etter-sommaren går med til å bygge opp jordstenglar (Varis 1986).

I periodar av etterkrigstida har det vori frømangel av raudkløver. Dårlig sortsmateriale og erstatning av raudkløver med alsike gjorde kløveren enda mindre varig. For tida er frødekinga god, men frøavlren er kostbar og frøet dyrare enn grasfrø. Foredlinga av tetraploid raudkløver har gitt gode førsortar som Tripo, men dei har ikkje nådd ut i praksis på grunn av for små frøavlingar.

Tabell 5. Torrstoffavling av blandingar i første-slått (kg/daa) og del belgvekstar av avlinga (%) i første-slått i ulike engår samt total gjennomsnittsavling for tre år. Gjennomsnittstal for Vollebekk og Apelsvoll

Blanding, Timotei +	1.engår		2.engår		3.engår		Total avling
	Av- ling	Belgv. %	Av- ling	Belgv. %	Av- ling	Belgv. %	
Luserne	510	43	510	43	500	39	939
Raudkløver	530	57	560	40	470	37	858
Kvitkløver	400	41	500	12	460	20	679
Strekbelg	470	38	570	38	570	44	813

Ein annan faktor som har endra seg er attleggsforholda. Engbelgvekstane vil helst ha tidleg vårsåing og god tid til utvikling på hausten. Haustsåing går dårleg. Med korn som dekkvekst blir det ofte treska seint på hausten og plantane blir små før vinteren. Utan dekkvekst blir det ofte brukt så store husdyrgjødselmengder at kløveren blir konkurrert ut i starten. Ofte er vel også kløveren sprøyta bort. Dei siste åra har kløvermengdene i engfrøblandingane vori i minste laget på grunn av frøsituasjonen. Luserne er meir var for skugging enn raudkløver, og etter finske forsøk er strekbelg enda svakare. Denne arten bør såast utan dekkvekst (Varis 1986).

#### *Kan belgvekstdyrkinga ta seg opp igjen?*

I dag er mjølkeproduksjonen styrt med kvotar, og ein kan ikkje lenger auke inntekta ved å auke produksjonen. Dette fører til at kostnadssida blir meir fokusert, og her er nitrogengjødsel og proteinkraftfôr tunge postar. I denne situasjonen er interessa for belgvekstar aukande. Miljøpolitikken kan føre til avgifter på kunstgjødsel ut frå forureiningsomsyn, og slike tiltak vil også favorisere belgvekstdyrking. Det er aukande interesse for økologisk jordbruk, og her er belgvekstane heilt avgjerande for å ta gode avlingar.

Kvitkløveren har etter kvart gått fram som den viktigaste belgveksten i Storbritannia og Danmark. Han har ypparleg kvalitet og høver godt til beiting. Inneføring av mjølkekyr om sommaren er trekt fram som døme på etisk uheldige sider i landbruket, og skal alle kyrne ut om sommaren, blir det større trong for beitevekstar. Kvitkløveren treng mykje vatn for å gi avling, og det er uvisst om det utanlandske sortsmaterialet er hardført nok hos oss. På tørkeutsette område og surare jord kan tiriltunge vere ein alternativ beitevekst.

Den tekniske utviklinga i landbruket held fram. Direktesåing av raudkløver med jamne mellomrom kan gjere kløveren meir varig i enga, og på denne

måten kan ein få inn kløver også i gamle enger. Våtkompostering og delt lagring av husdyrgjødsel gjer at meir av husdyrgjødsla kan spreiaast på enga. Da treng ein ikkje bruke så store mengder i attlegg og åkervekstar. Dette vil vere ein fordel for belgvekstane, og grønfôr dyrking av ert, vikke og åkerbønne kan bli meir aktuelt. Nye ertesortar av den halvt bladlause typen er svært stråstive, og høver bra til ensilering saman med korn og/eller fôrrops. Slike grønfôrvekstar vil også vere bra dekkvekstar for kløverattlegg om ein ikkje sår for tjukt eller haustar for seint.

Endeleg kan ein fortsatt vente framgang i foredlinga. Ved SFL Løken finst det no hardført lusernemateriale som kan utvide dyrkingsområdet for arten. Også når det gjeld kvitkløver skulle utsiktene vere gode til å få fram godt tilpassa materiale. Kaukasisk strekbelg har mange gode eigenskapar, og kan få ein plass på lettare jord og i meir varige enger. Denne arten er lite foredla, og det kan vere noko å hente her.

Men framleis er det mange problem med belgvekstane. Dyrkinga må bli sikrare. Grunnkunnskap om nitrogenfiksering under ulike forhold og betre styring av blandingar trengst. Dyrkinga er også meir krevande enn for gras, og mykje praktisk kunnskap og erfaring om kløverdyrking er gått tapt i etterkrigstida.

#### LITTERATUR

Budsjettnemnda for jordbruket 1986. Totalkykylen for jordbruket.

Bø, S. 1987. Verdiprøving i raudkløver 1980-86. NLVF/SFL Dyrking og utnytting av fôrvekster II, 1987: 129-133.

Grønnerød, B. 1987. Gras med og uten rødkløver ved stigende mengder nitrogen-gjødsel. NLVF/SFL Dyrking og utnytting av fôrvekster II, 1987: 186-194.

Njøs, A. 1982. Energibruk i fôrproduksjonen. Aktuelt fra SFFL, nr. 5 1982: 18-31.

Valberg, E. 1987. Flerårige belgvekster, dyrking og varighet. NLVF/SFL Dyrking og utnytting av fôrvekster II, 1987:143-151.

Varis, E. 1986. Goat's rue (*Galega orientalis* Lam.), a potential pasture legume for temperate con-

ditions. *Journal of agricultural science in Finland*, 58:83-101.

Øyen, J. 1986. Chemical composition and nutritive value of red clover/grass mixtures. *Proceedings EGF 11th General Meeting, Portugal* (in print).



# VERKNADER AV DRIFTS- OG BRUKSMÅTE PÅ BOTANISK SAMANSETNAD I ENG

LARS NESHEIM  
SFL Vågønes

Hovudformålet med grovfôr dyrkinga er å produsera eit fôr som fyller dei aukande krava til mengde og kvalitet som eit effektivt husdyrhald stiller. Fôret må vera så billig som muleg, og dyrkinga må vera lagt opp slik at ein tek vare på produksjonsevna til jordsmonnet, og at miljøet ikkje vert belasta. I tillegg har grovfôr dyrkinga også andre formål og oppgåver. Ein kan nemna hindring av jorderosjon, betring av jordstruktur og landskapsvern.

I og med at planteartane set ulike krav til veksefaktorane og at eigenskapane til artane er avgjerande for produksjonsevne og avlingskvalitet, er arts-samansetnaden i grasmarka sjølve grunnlaget for ei grovfôr dyrking som kan oppfylla dei formåla som er nemnt ovanfor. Kunnskap om eigenskapane til viktige artar, som t.d. produksjonsevne, konkurransevne og avlingskvalitet, og om korleis den botaniske samansetnaden vert påverka av drifts- og bruksmåten er difor heilt grunnleggjande for ei vel tilpassa grovfôr dyrking. Ein har relativt mykje av slik kunnskap om dei artane som vert nytta mest til attlegg av eng her i landet, som t.d. timotei og engsvingel. Men om lag halvparten av eng- og beitearealet på fulldyrka jord er eldre enn ti år, og i desse engene er det andre gras og tofrøblada artar som dominerer. Om desse artane veit ein langt mindre. Det betyr at ein enno ikkje har eit godt nok grunnlag til å kunne styra utviklinga av botanisk samansetnad i

ønskjeleg retning, utifrå omsyn til avlingsmengde, avlingskvalitet og økonomi.

Ved planlegging av drifta av eng, og spesielt av eldre eng, må ein ta omsyn til mange artar. I tillegg er dei klimatiske og driftsmessige tilhøva ofte vanskelege. Det gjer at grovfôr dyrking på fleirårig eng kan vera ein langt meir komplisert produksjon enn åkerdrift der artstalet er lågt, dyrkingsvilkåra er som oftast betre og ein treng ikkje ta omsyn til overvintringa. Etter mi meining har verken rettleiingstenesta eller forskinga til no tatt nok omsyn til dette tilhøvet. Forskingsinnsatsen på eldre eng må difor aukast og rettleiingstenesta må ta i bruk dei resultatane som ligg føre.

## FAKTORAR SOM VERKAR PÅ ARTS-SAMANSETNADEN

Plantesetnaden i grasmark er eit resultat av konkurranse mellom mange planteartar. Utfallet av tevlinga rettar seg etter eigenskapane til artane og etter veksevilkåra. Fordi ein ønskjer å styra utviklinga av artssamansetnaden ved hjelp av ymse tiltak, kan ei gruppering av veksefaktorar og kulturtiltak vera til god hjelp. Omgrepa driftsmåte og bruksmåte har til no ikkje vore klart definerte her i landet. Dei har delvis vore brukt om det samme, og har omfatta faktorar som haustetid, tal haustingar, stubbhøgde, beiting, gjødsling og kalking.

Tabell 1. Inndeling av veksefaktorar og kulturtiltak som verkar på artssamansetnaden i grasmark (etter Voigtländer og Jacob 1987)

NATURLEGE VEKSETILHØVE	STELL og DRIFT	BRUKS- MÅTE
Vassforsyning	Vassregulering	Slått
Nedbør, grunnvatn	Vatning	Haustetidspunkt
Overflatevatn	Grøfting	Tal haustingar
Jord	Grubbing, pakking, slodding	Stubbhøg
Jordtype	Avpussing av beite	Beiting
Jordreaksjon	Ugrastyning	Beitetidspunkt
Næringsinnhald	Indirekte	Dyreslag
Jordstruktur	Direkte	Beitepress
Klima	Gjødsling	
Stråling og temperatur	Kalking	
Råme og vind	Isåing, fornying	
Lokalklima		

I tabell 1 er det sett opp ei gruppering av veksetilhøve og kulturinngrep som er omsett frå Voigtländer og Jacob (1987). I denne inndeling skil ein mellom naturlege veksetilhøve, stell og drift av enga og bruksmåten. Dei naturlege veksetilhøva omfattar klima, jord og vatn. Driftsmåten, eller stell og drift av eng, omfattar tiltak som vert sett i verk for å betra engene. Det kan vera inngrep som påverkar artssamansetnaden indirekte, som t.d. grøfting, gjødsling og kalking, eller tiltak med meir eller mindre direkte verknad på botanisk samansetnad, som kjemisk ugrastyning og isåing. Omgrepet bruksmåte er knytta til korleis grasmarka vert brukt, det vil seia korleis og til kva tidspunkt avlinga vert hausta.

#### ØNSKJELEG PLANTESETNAD

I dag vert mest all eng lagt att med frøblandingar som inneheld frå ein og opp til 3-4 artar. I Nord-Norge utgjorde timotei 77% av omsett engvekstfrø i 1984, delen til engsvingel var 15% og resten (8%) var engrapp, hundegras og raudkløver (Nesheim og Vatshaug 1985). Dette er for det meste kravfulle artar som er meir eller mindre borte 4-5

år etter såing. Det vil seia at enga vert lagt att som om ho skulle vara berre nokre år. Men gjennomsnittleg engalder på fulldyrka jord er langt høgare. Til dømes i Hordaland og i Sogn og Fjordane var middelalderen kring 40 år i 1979 (Haaenæs og Todnem 1984). Tilsvarende middel for Møre og Romsdal og Nordland var 16 år, medan dei fulldyrka engene i Rogaland var i gjennomsnitt 9 år gamle.

Tabell 2 syner innhaldet av dei viktigaste planteartane i eng som er meir enn 20 år gammal. Tala er henta frå granskingar på Vestlandet (Lundekvam og Gauslaa 1986) og i Nord-Norge (Sveistrup og Østgård 1985, Nesheim 1986). Dei sådde artane utgjorde berre ein liten del av avlinga. På Vestlandet og i Nordland dominerte engkvein, medan engrapp var viktigaste art i Troms og Finnmark. Den botaniske samansetnaden varierte mykje etter distrikt, jordart, driftstilhøve o.l. Allikevel er det truleg at tala gjev eit bilete av kva artar som er dei viktigaste på det store arealet av varig eng og beite her i landet. Dette arealet utgjer om lag 2,5 mill. dekar. Det store innslaget av engkvein, sølvbunke og engsyre kan tyda på at veksetilhøva er dårlege på dei eldre engene fordi desse artane konkurrerar best på tett, vassjuk og sur jord. Dei har

Tabell 2. Plantesetnad på eng eldre enn 20 år. Innhold av viktige artar som prosent av tørrstoffavlinga

Plantart	Vestlandet (Lundekvam og Gauslaa 1986)	Nordland Nesheim (1986)	Troms, Finnmark (Sveistrup og Østgård 1985)
Engkvein	30	37	17
Engrapp	10	10	33
Sølvbunke	5	9	-
Raudsvingel	10	3	-
Engrevehale	4	1	-
Markrapp	6	4	-
Hundegras	3	0	-
Timotei	1	7	10
Engsyre	10	8	-
Krypsoleie	3	6	-
Engsoleie	1	4	-
Andre artar	17	11	40

óg evne til å overvintre under vanskelege tilhøve. Men granskinga i Nordland (Nesheim 1986) viste óg at på enkelte stader var innhaldet av timotei relativt høgt sjølv i dei eldste engene. På eng med ein alder mellom 10 og 20 år (263 felt) hadde 20% av felta meir timotei enn 40 % av tørrstoffavlinga. Det er såleis muleg å betra ein større eller mindre del av engene ved å betra veksevilkåra, som t.d. grøftetilstand, kalk- og næringstilstand. Men under våre klimatiske og driftsmessige tilhøve vil det alltid vera areal som ikkje høver for kortvarig og intensiv engdrift. Om desse areala vert fornya, vert dei óg sådde til med artar og sortar som er tilpassa relativt gode veksetilhøve. Resultatet er ofte svært dårleg. Etter mi meining bør det difor satsast meir på foredling av grasartar og belgvekstar som kan nyttast i frøblandingar til attlegg, eller isåing av eng som skal liggjia lenger enn 5-10 år. Ved val av artar må ein ta utgangspunkt i det me veit om botanisk samansetnad i eldre eng. Vidare bør det setjast i gang langvarige frøblandingsforsøk med allsidig samansette blandingar på areal som høver best til langvarig eng.

Ved sammansetjing av frøblandingar her i landet vert det skilt mellom regionar, om engar skal nyttast til slått

eller beite, og om avlinga skal ensilerast eller haustast som høy. Men som nemnt vert det ikkje laga ulike frøblandingar for kortvarig og langvarig eng. Tabell 3 syner to døme i frå Sveits på frøblandingar til eng som skal liggjia meir enn tre år (Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues 1984). Den eine blandinga høver for areal med gode veksetilhøve, opp til 800 m.o.h., og er sett saman av 6 artar, og med to ulike sortar av kvitkløver og fleirårig raigras. Den andre blandinga er tilpassa mindre gunstige veksevilkår. Den inneheld ikkje raudkløver, raigras og hundegras. Desse artane er erstatta av engsvingel, raudsvingel og engrevehale.

Kva som er optimal artssamansetnad i grasmark vil sjølvstundt variere med engtype, drifts- og bruksmåte. På kortvarig eng må ein velja artar og sortar som kan halda ut og dominere i heile engperioden. Ein veit relativt mykje om eigenskapar som t.d. forverdi, produksjonskapasitet og overvintringsevne til dei artane som er aktuelle i slik eng.

I mange land i Europa vert varig grasmark vurdert som ein verdfull ressurs, mellom anna fordi slik eng i mange høve gir eit billig fôr. Denne verdsetjinga har ført til stor forskingsinnsats på

Tabell 3. Døme på frøblandingar til eng som skal liggja meir enn tre år. Tiltråding for Sveits (Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues 1984)

Planteart/sort	For areal med gode vekse- tilhøve, opp til 800 m o.h.		For våte, skuggefulle stader, langvarig snødekke	
	kg/daa	%	kg/daa	%
Raudkløver	0,2	6		
Kvitkløver				
Ladino-typar	0,2	6		
Milkanova	0,2	6	0,4	10
Hundegras	0,5	14		
Engsvingel			1,0	25
Timotei	0,5	14	0,5	12,5
Fleirårig raigras				
2n, diploid	0,3	9		
4n, tetraploid	0,6	17		
Engrapp	1,0	28	1,0	25
Raudsvingel			0,5	12,5
Engrevehale			0,6	15
Totalt	3,5	100	4,0	100

langvarig eng (Voigtländer og Jacob 1987). Ein har kartlagt ulike typar grasmark, avlingskvalitet av einskilde artar og av plantesamfunn er godt undersøkt, og ikkje minst har ein arbeidd mykje med korleis ein skal driva og bruka varig eng. Såleis har ein i desse landa eit relativt godt grunnlag for å driva rettleiingsarbeid, og som døme på slik rettleiing kan ein nemna at i Sveits vert det tilrådd at ein god plantesetnad på varig eng skal vera samansett av 60% gras, 10-20% kløver og 20-30% andre tofrøblada artar (Hofmann 1987).

Hjå oss er situasjonen noko annleis. Dei klimatiske tilhøva i Norge skulle tilseia at fordelane med varig eng er enno større her enn i Mellom-Europa, men dessverre er ikkje dei varige engene like høgt verdsett. Men noko er gjort. Mellom anna har fleire granskingar vist at førkvaliteten kan vera vel så god som på ny eng. I tabell 4 har ein sett opp innhaldet av råprotein i før frå ny og eldre eng i ymse distrikt. Innhaldet var om lag 2 prosenteningar høgare i avlinga frå den varige enga.

I Mellom-Europa har ein undersøkt alle artar som er vanlege i eng med omsyn til kva krav dei har til vekse-

faktorane og kva eigenskapar dei har (Ellenberg 1974). Kvar art har fått eit verdital for kvar veksefaktor. Til dømes har ein art som berre veks på svært sur jord fått «kalktal» 1, medan artar som ein kun finn på kalkrik jord har «kalktal» 9. Tilsvarande verdital er gitt for t.d. lyskrav, temperaturkrav, vasstilgang og næringstilgang. I tillegg til eit klassifikasjonssystem for plantesamfunn i eng er slike verdital nyttige hjelpemiddel ved planlegging av drift og bruk av eng. Ein kan på ein enkel måte få eit oversyn over dei økologiske tilhøva i eit plantesamfunn, og det er enklare å vurdera korleis eit plantesamfunn vil reagere på ulike kulturtiltak.

Til no er det arbeidd lite med klassifisering av artar og plantesamfunn på kulturmark i Norge. Nesheim (1986) fann at verditala frå Mellom-Europa ikkje kan nyttast utan vidare her i landet, mellom anna fordi tevlingsvilkåra er ulike. Etter mi mening må difor arbeid med slik klassifisering koma i gang, og helst som eit samarbeid mellom engdriftsforskarar og plantesosiologar.

Tabell 4. Innhald av råprotein i prosent av tørrstoffet i fôr frå ny og varig eng i ulike landsdelar

Distrikt	% råprotein		Referanse
	Ny eng	Varig eng	
Rogaland	11,7	14,6	(Haanæs og Todnem 1984)
Hordaland	9,3	11,3	(Myhr 1971)
Nordland	13,1	15,1	(Nesheim 1986)
Troms og Finmark	12,8	14,3	(Sveistrup og Østgård 1985)

## ENDRING AV BOTANISK SAMANSETNAD

Oversynet i tabell 1 viser at drift og bruk av eng omfattar mange tiltak som påverkar den botaniske samansetnaden i større eller mindre grad. Målet må vera at ein kan nytta desse tiltaka til å styra artssamansetnaden i den retning ein ønskjer. Men då må ein først vita kva som er ønskjeleg plantesetnad på ulike engtypar og under ulike klimatiske og driftsmessige tilhøve. I dette kapitlet vil ein for nokre av tiltaka nemna forskning som er i gang, eller som er planlagt, og oppgåver som forskinga må arbeida meir med.

### Stell og drift av eng

#### *Gjødsling, kalking*

Eit oversyn over forsøk med gjødsling og kalking i varig eng er gitt av Opsahl og Skjelvåg (1984). Eit tilsvarende oversyn for nyare eng er laga av Baadshaug (1975). Gjødsling, spesielt tilføring av nitrogen, er truleg eit av dei driftstiltaka som verkar sterkast på artssamansetnaden i grasmark. Dei nemnde oversyna viser at gjødselverknaden er relativt godt klarlagt. Men når det gjeld behandling og bruk av husdyrgjødsel er det enno mange uløyste oppgåver. Dette er eit høgt priorert område i grovførforskninga, og det er i gang fleire prosjekt som tek sikte på å klarleggje verknader av ulikt behandla husdyrgjødsel på eng og i åker (Norges landbruksvitenskapelige forskingsråd 1987).

På grunn av god avlingskvalitet og evne til å binda nitrogen burde kløver,

og særleg kvitkløver, utgjera ei viss mengde i dei varige engene. Med dei sortane og den drifta ein har i dag er det vanskeleg å auka innslaget av kløver. I tillegg til foredling av kvitkløver må ein arbeida med drifts- og bruksmåteforsøk med denne arten. Tilpassing av nitrogenmengdene bør inngå i eit slikt arbeid.

I grasdyrkingsdistrikta utgjær kulturbeite mellom 10 og 30% av jordbruksarealet. Slik grasmark er difor ein viktig ressurs som truleg ikkje vert utnytta godt nok. Forskingsinnsatsen på kulturbeite har dei seinare åra vore heller liten. Av framtidige forskingsoppgåver kan ein nemna kartlegging av artssamansetnad, gjødsling, kalking og isåing ved fornying av plantesetnaden.

#### *Ugrastyning*

Ein kan skilja mellom indirekte og direkte tyning av uønska artar. Ved å sprøyta selektivt mot tofrøblada artar, direkte tyning, fjernar ein oftast berre symptoma på at veksevilkåra ikkje er gode nok for dei verdfulle artane. Kor mykje ugras, og kva artar ein kan tillate i eng må sjåast i samanheng med spørsmålet om kva som er optimal plantesetnad utifrå omsyn til avlingsmengde og kvalitet.

Ved indirekte ugrastyning prøver ein å endra årsakene til at det er kome inn for mykje av uønska gras og tofrøblada ugras. Drifts- og bruksmåten må leggjast om slik at ugrasa vert konkurrerte ut.

*Isåing, fornying*

Dersom plantesetnaden er dominert av uønska artar i så stor grad at det er uråd å betra artssamansetnaden ved hjelp av drifts- og bruksmåten, må grasmarka fornyast. Der det er ulagleg å pløya kan dreping av vegetasjonen med eit kjemisk middel, som oftast glyfosat, og såing direkte i grassvoren vera eit alternativ. Timenes (1985) har gitt eit oversyn over forsøk med slik fornying. Metoden kan ge eit godt resultat, men dersom årsakene til at enga er vorte dårleg er tett, sur og dårleg drenert jord, vil slik såing ikkje lukkast.

Såing i grassvoren utan kjemisk brakking kan nyttast i bestand som er tynna ut, men som allikevel har ein viss del av verdfulle artar. Sjølv i glissen eng får dei isådde artane sterk konkurranse frå det opphavelige plantedekket. Aktuelle artar må difor etablera seg raskt og ha stor konkurransekraft. I Mellom-Europa vert det tilrådd å nytta fleirårig raigras, men ved intensiv bruk (5-6 haustingar pr år) kan det óg bli godt resultat med engrapp og kvitkløver (Nösberger og Opitz von Boberfeld 1986). Endringane i botanisk samansetnad kjem gradvis, og ettersåing bør gjentakast med 2-6 års mellomrom.

Metoden er lite undersøkt her i landet. Mellom anna må ein prøva ulike artar og frøblandingar. Vidare må ein granska korleis ein kan setja ned konkurransen frå den opphavelige plante-

setnaden. Aktuelle tiltak er å utsetja gjødslinga til nokre veker etter spiring, sprøyting mot tofrøblada ugras, sprøyting med små mengder glyfosat og gjentatt beiting, eller avpussing kort tid etter såing. Ein må undersøkje om intensiv bruk i såingsåret verkar uheldig på overvintringsevna til dei verdfulle artane. Forsøk med ettersåing må vera langvarige, og ein må ha med ledd der såinga vert tatt opp att med visse mellomrom.

**Bruk av eng**

Bruksmåten, og spesielt val av haustetid og tal haustingar, har stor innverknad på artssamansetnaden i grasmark. Difor er bruksmåten ved sida av nitrogen-gjødsling det beste middelet ein har til å styra utviklinga av botanisk samansetnad. Det er no i gang bruksmåteforsøk i Nord-Norge. I tabell 5 er det tatt med resultat frå to felt på Tjøtta (Nesheim og Karlson 1988). Tala syner utviklinga i vektprosent for dei viktigaste artane frå første til tredje forsøksår.

Felta var lagt ut i eldre eng som var ekstensivt brukt. Innhaldet av engsvingel gjekk mykje tilbake på alle ledd. Timotei og kveke auka sin del på ledd med to slåttar, både med og utan storfebeiting, medan innhaldet av engrapp og tofrøblada artar var høgast etter beiting med sau.

Bruksmåteforsøka i Nord-Norge går

Tabell 5. Vektprosent av viktige artar ved forsøksstart og etter 3 år ved ulike bruksmåtar (Nesheim og Karlson 1988)

	Ved forsøksstart	To slåttar	To slåttar + beiting med storfe	Sauebeiting vår og haust + ein slått
Timotei	18	32	33	14
Engsvingel	14	3	3	2
Engrapp	26	18	20	34
Markrapp	12	15	12	10
Kveke	13	19	19	12
Tofrøblada artar	6	6	8	19

vidare, og det skal òg leggjast ut liknande forsøk i Sør-Norge. Forsøksverksemda på dette området bør byggast vidare ut.

#### LITTERATURLISTE

Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues, 1984. Standardmischungen für den Futterbau. Mitteilungen der Eidg. Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau Zürich Reckenholz.

Baadshaug, O.H. 1975. En oversikt over resultatene av engforsøk i Norge og andre skandinaviske land. Inst. for plantekultur, N.L.H. Stensiltrykk.

Ellenberg, H. 1974. Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobot. 9.

Haanæs, K. Rygg og J. Tødnem, 1984. Endringer i jordegenskaper, botanisk sammensetning og avling hos eng med økende alder. Hovedoppgave ved NLH, Inst. for plantekultur.

Hofmann, H. 1987. Grundsätze für Planung des Futterbaues. AGFF. Zürich-Reckenholz.

Lundekvam, H. E. og Y. Gauslaa, 1986. Phytosociology and ecology of mowed grasslands in Western Norway. Meld. Norg. LandbrHøgsk. 65(22).

Myhr, K. 1971. Samanlikning av gamal og ny eng på Vestlandet. Forsk. Fors. Landbr. 22, 135-156.

Nesheim, L. 1986. A grassland survey in Nordland, North Norway II. Botanical composition and influencing factors. Meld. Norg. LandbrHøgsk. 65(19).

Nesheim, L. og T. Vatshaug, 1985. Behov og tilgang på frø av eng- og grovførvekstar i 1985. Norden, 89(3).

Nesheim, L. og Å. Karlsen, 1988. Effects of grazing and cutting on grassland yield and sward composition in Northern Norway. Proceedings of the 12th General Meeting of EGF, Dublin.

Opsahl, B. og A.O. Skjelvåg, 1984. Varig eng og beite i Noreg. Areal, opphav, plantesetnad, fornying. Kompendium, NLH.

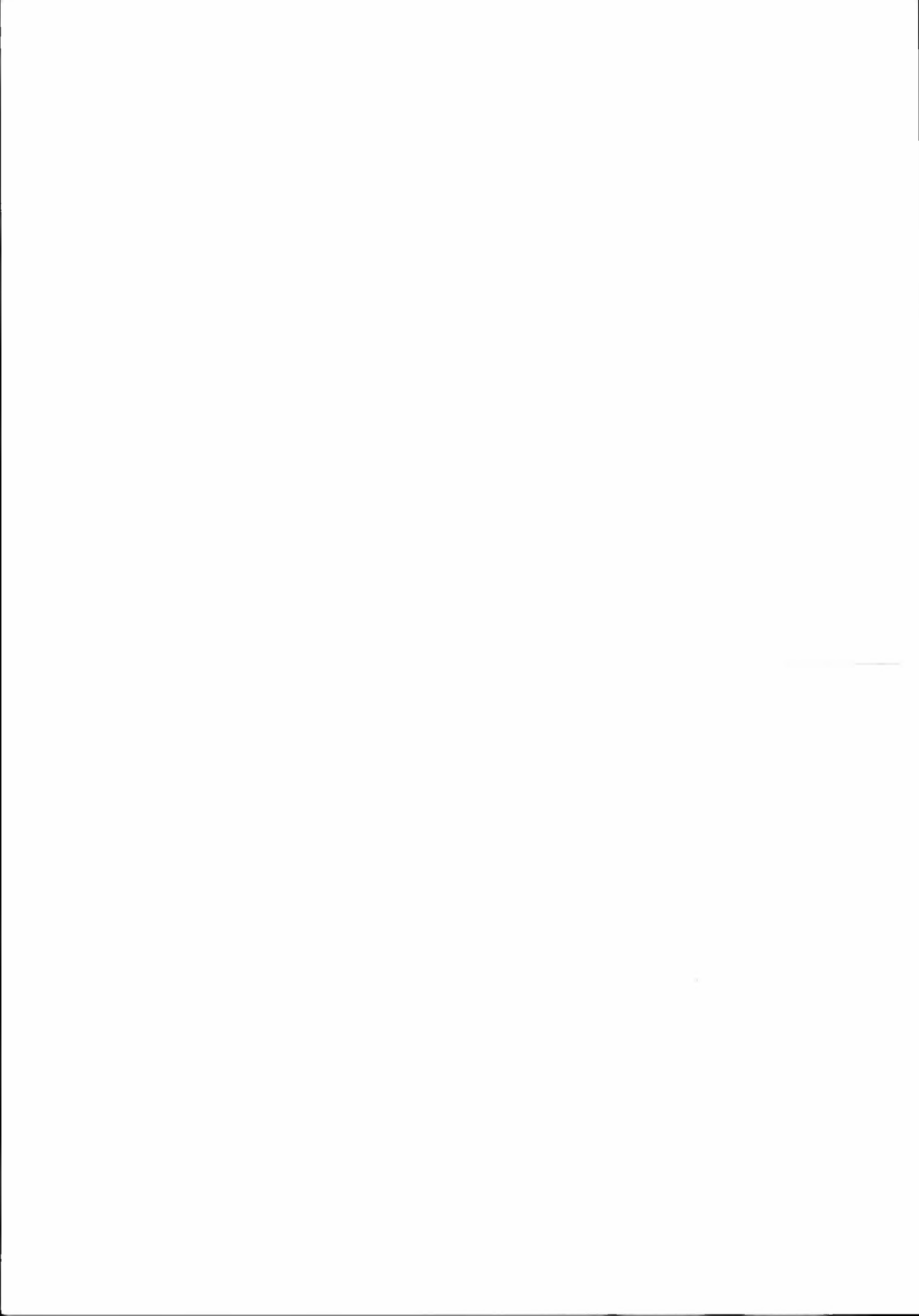
Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd, 1987. Program for grovførforskning 1986-1990.

Nösberger, J. og W. Opitz von Boberfeld, 1986. Grundfutterproduktion. Verlag Paul Parey.

Sveistrup, T. og O. Østgård, 1985. Engundersøkelser i Troms og Finnmark. NLVF Sluttrapport nr 598.

Timenes, K. 1985. Undersøkelser i permanent grasmark. NLVF Sluttrapport nr 595.

Voigtländer, G. og H. Jacob, 1987. Grünlandwirtschaft und Futterbau. Verlag Eugen Ulmer.





# TEKNIKK OG GROVFÔRDYR KING

Hvor står vi i dag, og hva vil framtida bringe?

KNUT LINDBERG

Landbruksteknisk institutt, avd. Nord-Norge, Vikeid

## SITUASJONEN I GROVFRÔDYR KINGA VED SLUTTEN AV 80-ÅRENE

I løpet av 80-årene har landbruket i den vestlige verden opplevd stagnasjon og nedgang bl.a. som resultat av overproduksjon av en rekke viktige landbruksprodukter. Denne utviklinga har også rammet det norske landbruket, så også de grovfôrbaserte produksjonene. Landbruket står derfor overfor den situasjon at en ikke kan øke produksjonen for å bedre lønnsomheten.

Dette gjør at også forskninga må angripe oppgavene fra en litt annen innfallsvinkel enn tidligere. Mens det tidligere gjerne var et mål å få en størst mulig produksjon ut fra gitte innsatsfaktorer, er dette resonnementet ikke brukbart i dag. Faktorer som miljøvern, produktkvalitet og økonomi har i dag høyeste prioritet.

Landbrukspolitikken har i stor grad kanalisert grovfôrproduksjonen til geografiske områder som ikke har mulighet for korndyrking. Dette er vel og bra, men denne politikken har også uheldige sider. Pga. små åpenåkerarealer er det i grovfôrområdene ofte store problemer med å nyttiggjøre seg husdyrgjødsel på et fornuftig vis. Dette har ført til forurensningsproblemer og problemer med opphoping av gjødselstoffer i jorda.

Den tekniske utviklinga innen grovfôrdyrkinga har skutt fart, spesielt i tidsrommet 1975-85. Dette har sammenheng med at økonomien i næringa ble bedre, og at arbeidskrafta har blitt stadig dyrere. Skatte- og avskrivningsreg-

ler har også gjort det lønnsomt å investere i teknisk utstyr.

Dette har skjedd uten at det har vært utbygd noe offentlig apparat til å ta seg av vegledning overfor brukerne i tekniske spørsmål. Derfor sitter mange i dag med produksjonsutstyr som ikke er tilpasset de reelle behov på bruket.

## GROVFÔRDYR KINGA OG SAMFUNNET

Storsamfunnet forlanger at jordbruket skal produsere matvarer av god kvalitet til en fornuftig pris. Kravene til effektivitet og miljøvern vil bli meget strenge i tida framover. Utøverne innen jordbruksnæringa vil få en stor oppgave med å rettferdiggjøre overføringer av felleskapets midler til jordbruket.

Grovfôrdyrking og husdyrbruk får ofte et stempel som forurensere. Disse påstandene er ofte velbegrunnet. Det er spesielt avrenning av pressaft og gjødselstoffer som er i fokus. I tett befolkete områder kan også lukt fra f.eks. utkjøring av husdyrgjødsel være et problem.

Landbrukspolitikken blir også brukt som et virkemiddel m.h.t. å opprettholde bosettinga i distriktene. I praksis vil dette ofte være områder der grovfôrdyrking har en naturlig plass. Hvorvidt dette har vært vellykket eller ikke er et åpent spørsmål. Faktum er ihvertfall at antall bruk går ned, og antall heltidsbønder blir mindre. Samtidig er det slik at arbeidsplassene i landbruket skaper grunnlag for arbeidsplasser i f.eks. servicenæringa.

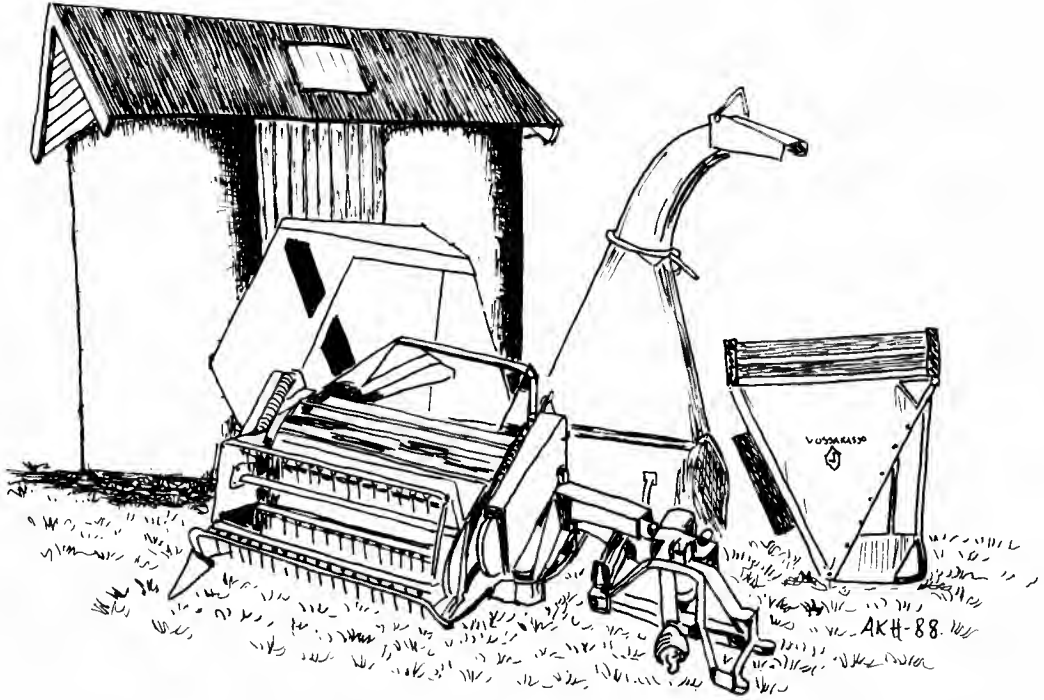
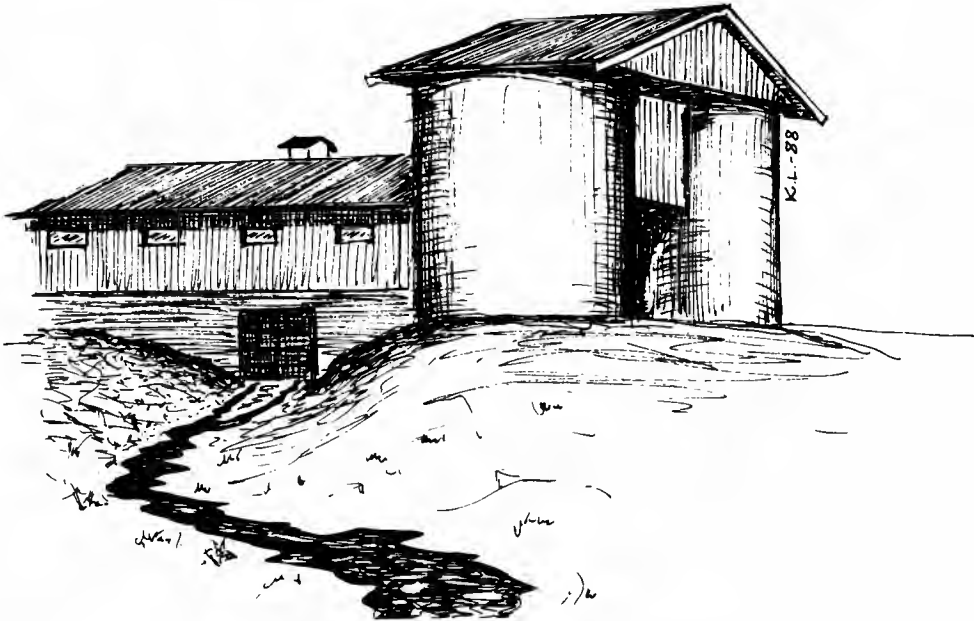


Fig 1. Grovfôrdyrkinga har opplevd ei sterk mekanisering av de ulike arbeidsoperasjonene



Figur 2. Avrenning av næringsstoffer fra jord, gjødsel- og fôrlager representerer en stor forurensningsfare for våre vassdrag

Samfunnet bør ha interesse av et desentralisert landbruk også av beredskaps-hensyn. Dette gjelder både forsvarsmessig og m.h.t. matvareberedskap. Vel nok kan en sikkert skaffe billigere matvarer ved import og produksjon i gunstigere områder. Men en miljøkatastrofe f.eks. kan over natta gjøre de desentraliserte jordbruksarealene meget verdifulle.

### GROVFÔRDYRKINGA OG NÆRINGS-UTØVERNE

Bøndene innen denne delen av landbruksnæringa vil i framtida måtte tilpasse seg samfunnets ønsker og behov i langt større grad enn hittil. Samtidig vil de sjøl forlange rimelige lønns- og arbeidsvilkår i tråd med samfunnet ellers. Arbeidsmiljø og fritid vil stå sentralt dersom rekrutteringa til næringa skal holdes på et forsvarlig nivå.

Samtidig vil en aldri komme unna at landbruk er en biologisk produksjon. En vil derfor alltid måtte ta hensyn til naturgitte forhold. Bondeyrket kan ikke bli en «normal» jobb med arbeidstid fra 8 til 16 og lørdagsfri.

### GROVFÔRDYRKINGA OG FORSKNINGA

Som nevnt innledningsvis, har dagens grovfôrdyrking endel problemer å stri med. *Kan landbruksforskninga i Norge sies å ha skyld i denne utviklinga?*

Det er ikke enkelt å svare på dette spørsmålet. Snarere er det vel slik at manglende forskning er en medvirkende årsak. Likevel kan ikke forskninga si seg fri for et visst ansvar. Det tenkes her først og fremst på manglende samordning mellom ulike fagområder. F.eks. har fôringseksperter anbefalt høsting av enga på et utviklingstrinn som med sikkerhet tar knekken på kulturgrasartene etter kort tid. Videre har en «løst» handteringsproblemene med hus-

dyrgjødsla i fjøset med å flytte problemene ut på jordet i form av blautgjødning.

På den tekniske sida har det vært introdusert maskiner og metoder som nok så ukritisk har blitt tatt i bruk over det meste av landet. Dette har medført problemer fordi en ikke har tatt tilstrekkelig hensyn til naturgitte forhold i ulike regioner. Videre har vi fått maskiner og utstyr som er mer effektive under vanskelige forhold. Dette er i utgangspunktet positivt, men det stilles samtidig større krav til brukerens faglige dyktighet og vurderingsevne. Norsk forskning og vegledning har ikke løst sine oppgaver på en tilfredsstillende måte når det gjelder informasjon og vegledning om riktig bruk av tekniske hjelpemidler. Men dette er ikke overraskende all den tid det ikke fins noe offentlig vegledningsapparat på området driftsteknikk.

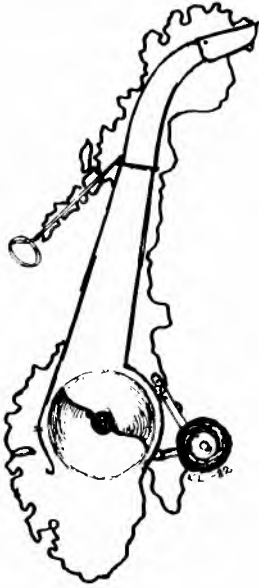
### TEKNISK UTVIKLING INNEN GROVFÔRDYRKINGA

Den første tekniske «revolusjon» innen grasdyrkinga må sies å være *hesteslåmaskinen*. Dette var et hjelpemiddel som reduserte det manuelle høstearbeidet i vesentlig grad. Den videre handtering av graset/høyet bar imidlertid fremdeles preg av manuelt arbeid. Dette var også tilfellet etter at *traktoren* begynte å gjøre sitt inntog i norsk landbruk.

Fra midten av 1960-tallet fikk vi en overgang fra høyberging til ensilering av graset. Denne overgangen skyldtes i vesentlig grad at *slaghøstere* ble introdusert. Slaghøstere er uten tvil den hittil viktigste tekniske landevinning for norsk grovfôrdyrking, på godt og vondt. Uten slaghøstere ville ensileringa neppe hatt så stort omfang i Norge som i dag.

Slaghøstere er en enkel, robust og rimelig maskin som utfører både slått og opplesning av graset i en og samme arbeidsoperasjon. Samtidig er det utviklet effektivt utstyr for tilsetning av ensile-

ringsmiddel direkte i høstemaskinen. Når vi samtidig vet at slaghøsteren og ensileringsteknikken er relativt uavhengig av værforholdene, er dette helt klart et system som passer godt for norske forhold.



Figur 3. Slaghøsteren er den enkeltmaskinen som har betydd mest for mekaniseringa av norsk grovfôrproduksjon

Denne uavhengigheten av værforholdene representerer også en fare for misbruk ved at høstinga kan foregå under blaute forhold med skader på jord, planter og det ferdige fôret som resultat. Denne faren blir forsterket ved at vi har fått maskiner med bedre framkomstevne. Bøndene er derfor ikke like flinke til å utnytte godværsperiodene i dag som de var da graset ble berget som høy.

Direktehøsting av rått gras innebærer transport av store mengder vatn. Sammen med stadig tyngre maskiner og kjøring under ugunstige forhold er dette en vesentlig årsak til de kjøreskadene vi sliter med i grasdyrkinga.

Det har i mange år vært utstyr på markedet for såkalt totrinnshøsting av gras. Transporten av vatn blir dermed

kraftig redusert. Slikt utstyr har gjerne stor høstekapasitet.

Høstemaskinene for totrinnshøsting er som regel store og kostbare. Dette, sammen med at det kreves tørt vær under innhøstinga, gjør at totrinnshøsting er lite aktuelt for flertallet av norske grasbønder. Dette forhindrer likevel ikke at totrinnshøsting har fått et visst omfang i enkelte deler av landet. Bl.a. ser det ut til at bruken av sjølessende vogner har fått et oppsving i løpet av 80-årene.

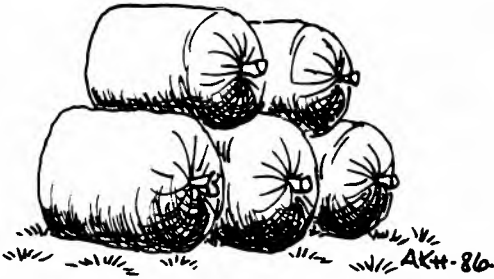
1980-årene har også brakt med seg en ny bergingsmetode for grovfôr. Det tenkes da på ensilering av grovfôr i *rundballer*. Metoden går ut på at lett for-tørket gras presses til 500-700 kg tunge sylindriske baller som så pakkes inn i plast. Metoden har fått stor respons i mange deler av landet.

Forskning og vegledning var i utgangspunktet meget skeptisk til rundballemetoden. Dette var likevel ikke til hinder for at mange bønder har tatt metoden i bruk. Dermed har vi fått et klassisk eksempel på hvordan forskning og vegledning er kommet fullstendig på etterskudd i forhold til utviklinga i praksis.

Fra forskningshold har en i dag et litt mer nyansert syn på rundballemetoden. Det er allment akseptert at metoden er et faktum i norsk grovfôrdyrking. Forskninga må ta fatt i de problemene som er forbundet med metoden for å se om de kan løses.

Rundballemetoden har endel fortrinn framfor tradisjonell grasberging til surfôr. Blant disse er lite kapitalbehov til faste anlegg. Metoden er fleksibel ved at en ikke trenger å fyile en hel silo når en først setter i gang med slåtten. Det kreves forholdsvis enkelt utstyr til videre transport og handtering av ballene. Metoden har stor kapasitet dersom en har stort mannskap til disposisjon. Fôret «serveres» i porsjonspakninger slik at en unngår problemer med varmgang slik en ofte har ved åpning av en tradisjonell silo.

Den viktigste innvendinga mot rundballemetoden er at fôrkvaliteten er usikker ved lagring over lengre tid. Derfor blir det frarådet å basere seg på konservering av hele grovfôravlinga som rundballer. Alt står og faller på om en kan holde plastemballasjen tett i lagringstida. De undersøkelser som er foretatt konkluderer med at rundballer bare kan anbefales som et supplement til grovfôr fra tradisjonell ensilering.



Figur 4. I de seinere årene har rundballer kommet inn som et nytt moment i fôrberginga her i landet

En viktig årsak til den store interessen for rundballemetoden er også å finne på det psykologiske plan. Rundballemetoden er kanskje den første virkelige nyhet på det driftstekniske området siden slaghøsteren kom i 60-årene. Dermed har mange følelsen av å være «innovatører» når de tar i bruk ny teknikk.

#### AKTUELLE FORSKNINGSOPPGAVER I FRAMTIDA

Behovet for forskning innen grovfôrdyrkinga er, og vil fortsatt bli, meget stort. På plantesida sitter vi i dag med et meget godt sortsmateriale av de aktuelle artene. Men på jord- og maskinsida er det ennå langt igjen før vi kan si at vi mestrer situasjonen. Grovfôrdyrkinga vil måtte ta konsekvensen av at det er en biologisk produksjon det er snakk om.

Forskningsinnsatsen må bære preg av større tverrfaglig samarbeid enn hittil. For hvert trinn som tas i utviklinga må vi samtidig klarlegge hvilke konsekvenser det får for andre deler av produksjonen. Hvis ikke, kan vi fort komme i den situasjonen at løsning av ett problem samtidig skaper nye problemer. Sterkt forenklet har vi et klassisk eksempel på dette i innføringa av blautgjødsla. Her har en løst noen handteringsproblemer i driftsbygninga. Men parallelt har husdyrgjødsla gått over fra å være en ressurs til å bli et avfalls- og forurensningsproblem.

#### Driftsskader, jordkultur m.m.

Generelt er det et stort behov for økte kunnskaper om ulike jordtypers produksjonsegenskaper. Dette er nødvendig for at vi så kan tilpasse drifta til den aktuelle jordtypen med bakgrunn i lokale klimatiske forhold. Dreneringsmetoder, jordarbeiding og driftsteknikk er sentralt i denne sammenheng.

Driftsteknikken i jordbruket vil i framtida måtte ta større hensyn til agronomiske forhold. Dette har flere årsaker. For det første vil det bli tvingende nødvendig for å få et brukbart avlingsnivå.

For det andre vil miljøvernkravene til landbruksnæringa bli langt strengere enn i dag. Her vil f.eks. *jordpakking* kunne defineres som forurensning. Miljøvernmyndighetene vil ganske sikkert kaste sine øyne på denne siden av landbrukets ressursforvaltning. Jordpakkingsproblematikken er bekymringsfull fordi skadeomfanget er resultat av langsiktig påvirkning som fremdeles pågår. Dessuten er skadene til en viss grad kamuflert av at vi har fått bedre sortsmateriale av de aktuelle artene.

Skadevirkninger av feilaktig teknikk på avling og produksjonsgrunnlag vil sannsynligvis bli stadig mer framtrædende i tida som kommer. Derfor bør forskning rundt disse spørsmålene bli et prioritert område.

Denne forskninga bør ta utgangspunkt i lokale jord- og klimaforhold. For

det første må plantenes grunnleggende vekstkrav tilfredsstilles. D.v.s. at drenerings- og jordkulturproblemer må løses på en tilfredsstillende måte. I denne sammenheng vil det bli av avgjørende betydning å skaffe fram data for hvor store påkjenninger jorda tåler før det går alvorlig ut over produksjonsegenskapene.

Med slike opplysninger tilgjengelig, kan vi utarbeide en driftsteknikk som er i rimelig harmoni med naturgrunnet. En praktisk anvendelse av dette kan være at vi finner ut at en jordtype tåler ei viss belastning ved et definert vanninnhold. Vi får da valget mellom å drenere jorda så godt at den tåler større belastning, eller vi kan bruke maskiner med tilstrekkelig lavt marktrykk og tyngde.

I mange tilfeller vil vi nok tvinges til kompromisser mellom det som er ønskelig og det som er praktisk mulig. Men med slike bakgrunnskunnskaper som her er skissert, vil vi ha et godt grunnlag for å vurdere hvilke konsekvenser dette vil få for avlingsnivå og økonomi. Vi vil sannsynligvis måtte innrømme at den tekniske utviklinga har havnet i ei blindgate som det vil kreve en betydelig omstillingsprosess å komme ut av. Maskinstørrelsen må reduseres kraftig for å komme ut av uføret.

Vi må kanskje tenke i andre baner når det gjelder jordkultur, høstemetoder og konserveringsteknikk. Husdyrgjødselproblemet kan tvinge oss til å legge om fôringspraksisen slik at gjødsla får en konsistens som gjør den anvendbar i grovfôrproduksjonen. Dette vil i så fall kreve endring av hele driftsopplegget.

#### *Høste- og konserveringsteknikk*

Selv om vi i dag har velprøvde metoder for høsting og konservering av grovføret, er det likevel behov for forbedringer. Som tidligere nevnt, vil det viktigste være å tilpasse metodene og utstyret til de naturgitte forhold.

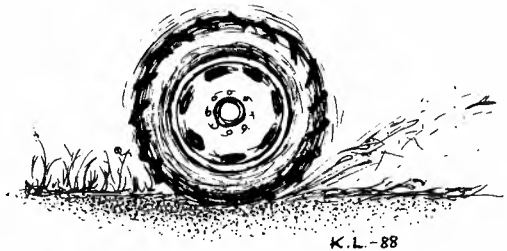
På kort sikt er det mange uavklarte spørsmål i forbindelse med rundballe-

metoden. Det viktigste er naturlig nok framskritt som kan gjøre metoden sikrere m.h.p. ensileringsresultatet. Plasttyper og innpakkingsmetoder vil være aktuelle emner.

Handtering av baller på og utenfor jordet er viktig for å få en effektiv og skånsom transport av ballene. Minst mulig kjøring på jordet er her et stikkord. For mange brukere vil det være meget nyttig om en kan transportere ferdig innpakka baller uten at emballasjen ødelegges. Dette er aktuelt ved kjøp og salg av fôr. Dessuten vil dette være nyttig ved høsting av arealer som ligger langt unna gården.

Det bør arbeides videre med å framskaffe lettere høstemaskiner med lavt effektforbruk. Vekt- og energiøkonomisering bør tas på alvor i tida framover. Landbruksmaskiner er pr. i dag for «grovsmedarbeid» å regne. Alternative materialer og bedre konstruksjonsprinsipper kan gi betraktelige gevinster når det gjelder vekt.

Høste- og transportmetoder som medfører mindre påkjenninger på jord og planter vil være et sentralt driftsteknisk forskningsområde. I denne sammenheng er det viktig med fleksible metoder som kan brukes under vekslende forhold. Samtidig bør metodene ha stor nok kapasitet til å gi effektiv utnyttelse av perioder med godt vær.



Figur 5. Sluring av traktorhjulene mot underlaget er en sentral faktor når det gjelder kjøreskader på grasmark

Når det gjelder traktorer og andre kraftmaskiner er redusert vekt et meget sentralt punkt. Samtidig må utviklinga av godt hjulutstyr for grasmark intensivres. Forsøk i inn- og utland har vist at en stor del av avlingsreduksjonen etter kjøring på grasmark skyldes mekaniske skader på plantene like mye som egentlig jordpakking. Utvikling av skånsom dekkutrustning er derfor meget viktig. Her bør grovfôrforskninga kanskje samarbeide med grøntanleggssektoren?

Sluring av hjul mot underlaget er meget uheldig på grasmark. Alle tiltak som kan redusere sluringa er derfor nyttige i grasdyrkinga. Ved hjelp av elektronikk er det mulig å lage en traktor hvor maksimal sluring kan innstilles på forhånd. Dette vil være til stor hjelp for å avpasse lass-størrelsen etter forholdene ved grashøsting for eksempel.

## OPPSUMMERING

Grovfôrdyrkinga vil få mange utfordringer i tida framover. Evne til utradisjonell tenking og problemløsning vil bli en meget nyttig egenskap. Kravene til miljøvern og økonomi vil bli atskillig strengere enn i dag. Landbruksnæringa må bli mye flinkere til å markedsføre sine produkter. Norsk landbruk bør satse på god kvalitet og reine produkter for derigjennom å oppnå høyere priser i markedet. Det vil neppe bli billig å produsere matvarer i Norge sammenlignet med områder med gunstigere vekstforhold.

De viktigste utfordringene for grovfôrforskninga blir på den tekniske sida å utvikle rimelige og hensiktsmessige maskiner og metoder som kan brukes uten å ødelegge jord og avling.

Følgende punkter bør prioriteres:

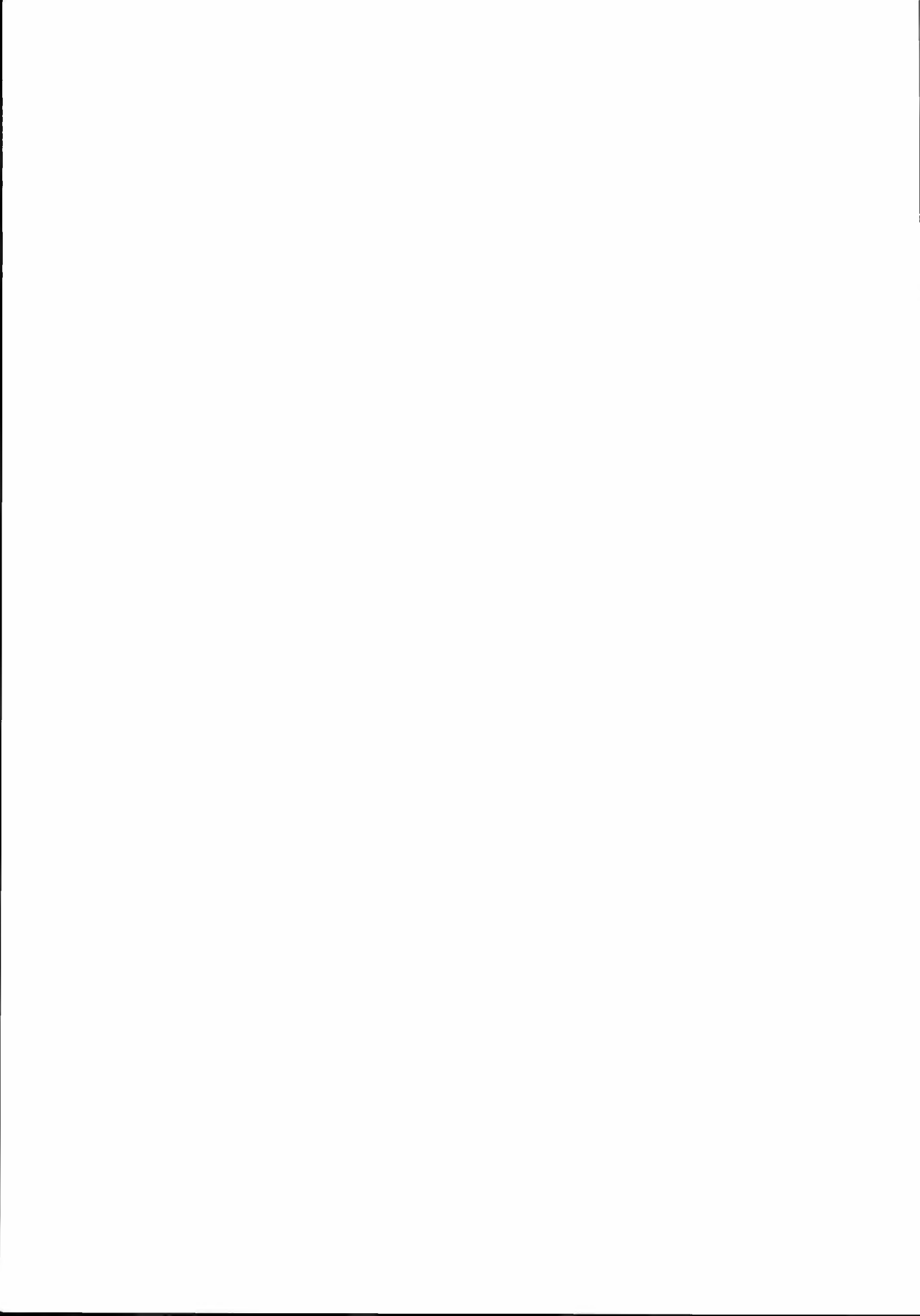
- ▶ Redusert maskinvekt.
- ▶ Bedre kunnskaper om ulike jordtypers reaksjon på belastning av ymse slag.
- ▶ Jordarbeidings-/gjødslingsteknikk (Herunder husdyrgjødsel).
- ▶ Redusert transport av vatn på jorden.
- ▶ Skånsomme arbeidsmetoder, inkludert dekkutrustning.
- ▶ Alternative dyrkingsmåter for tradisjonelle og nye vekster.

## LITTERATUR.

Kjus, O & Å. Randby, 1987: Ensilering av gras i rundballer. Forsøk på Hellerud 1986. I.TI-trykk nr. 68.

Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala: Rapporter från jordbearbetningsavdelningen, nr. 71, 1986 Jordpackning: Skördepåverkan - motåtgärder - ekonomi. Rapport från NJF-seminarium i Sigtuna 28-30 okt. 1986.

Håkansson, I., W.B. Voorhees & H. Riley, 1988: Vehicle and wheel factors influencing soil compaction and crop response in different traffic regimes. Soil and Tillage Research, 1988.





# HUSDYRGJØDSLÅ - RESSURS OG PROBLEM

## Framtidige forskningsoppgåver

KJELL VASTVEIT  
Agromiljø A/S, Judaberg

Jordbruket har dei siste 30-40 åra endra seg meir enn på fleire århundre tidlegare. Bakgrunnen for dette er både den store tekniske utviklinga vi har hatt og ein bevisst styrt landbrukspolitikk. Resultatet av dette er ein-sidig kornproduksjon over store deler av Austlandet og Trøndelag og spesialisert husdyrhald og grasproduksjon i resten av landet.

Den teknologiske revolusjonen i jordbruket skaut serleg fart etter at forhaustaren for alvor slo gjennom på seks-titalet. Vi fekk i husdyr-distrikta overgang til ein-sidig grasdyrking med konservering i silo. Samstundes vart føringa sterkare og vi tok til å nytta meir konsentrert fôr. Dette gav ei mykje blautare gjødsel. Steget over til blautgjødsel med felles oppsamling av gjødsel og urin kom som naturleg konsekvens av dette. Med gjødsel-rist bak dyra, åpen forbindelse til gjødsellager og utkøyring med pumpe og tankvogn gav dette ei sterk effektivisering.

Ved overgang til ein-sidig engdyrking og innkjøp av det konsentrerte fôret i form av kraftfôr vart dyrehaldet på den enkelte gard auka mykje. Melkekyrne har blitt større, med NRF som mest ein-aste rase. Saman med auka avdrått og sterkare føring har dette gitt ei dobling av næringsverdien i gjødsla frå kvar ku. Dette har ført til at storfe-gjødsla åleine på mange bruk dekkar trongen for P. Når så utviklinga også førte med seg at dei kraftfôrbaserte produksjonar vart lokalisert til bruk med storfe, fekk vi for

store mengder husdyrgjødsel til den fulldyrka jorda på mange bruk.

I ettertid ser vi at denne utviklinga har gitt oss mange nye problem som nå krev løysing. Vi må gi arbeidet for eit meir miljøvennleg landbruk toppprioritet. Men vi må prøva å finne løysingar som likevel gjer det muleg å oppretthalda eit effektivt landbruk.

## HUSDYRGJØDSLÅ SOM RESSURS

Husdyrgjødsla vart tidlegare rekna som bondens gull. Før vi fekk handelsgjødsel var det viktig å kunne hausta mykje fôr i utmarka og fø etter måten mange dyr for å få nok gjødsel til åkrane dei hadde. Men pendelen svinga. Billeg handelsgjødsel gjorde at husdyrgjødsla ein periode blei sett på som avfallsprodukt ein måtte kvitta seg med på billegaste måte. Derfor vart gjødsellagra i denne perioden bygde alt for små slik at gjødsla måtte spreiaast med nokre månaders mellomrom heile året.

Forureiningsverknaden var det ingen som var klar over. Men etter kvart som skadeverknadene av feil bruk viste seg, og ein fekk kunnskap om årsaks-samanheng, og prisen på handelsgjødsel auka kraftig, står igjen rett bruk av husdyrgjødsla i fokus.

Totalt vert det produsert ca 16 mill. tonn husdyrgjødsel her i landet. I tillegg til N, P og K inneheld husdyrgjødsla ei rad makro- og mikronæringsstoff og mykje organisk materiale. Ut frå gjen-

nomsnittleg næringsinnhald er gjødselverdien omlag 50 kr pr tonn. Gjødsel frå gris, høns og pelsdyr er særleg næringsrik.

I tillegg til gjødselverdi har husdyrgjødsel stort energiinnhald. Dette kan utnyttast ved aerob gjæring ved våtkompostering eller tørr-kompostering, i form av varmeproduksjon i sjølve gjødsel. Ved anaerob gjæring kan ein få produsert biogass som kan nyttast i fyrkjele eller motordrivstoff, ved oppvarming og omrøring i gjødsel utan tilgang på luft. Brutto energiinnhald i vanleg storfe-gjødsel med ca. 10% t.s. er omlag 500 kWh pr m<sup>3</sup>. Ein stor del av det organiske materialet er så sterkt bunde av lignin at det er vanskeleg for bakteriene å nytta. I praksis reknar ein å kunne nytta 30-50%. Dessutan brukar sjølve prosessen mykje energi. Som tommelfingerregel kan vi rekna med å få nytta 25% av bruttoenergien. Dette utgjer omlag 125 kWh pr m<sup>3</sup>.

Forsøk har vist at spesielt for jord med lite organisk materiale vil innblanding av husdyrgjødsel i jorda redusere erosjonen. Bruk av husdyrgjødsel generelt og kompostert gjødsel spesielt gir auka biologisk aktivitet i jorda, dersom tilhøva elles ligg til rette for det, blant anna med god tilgang på luft. Under slike tilhøve vil næringa som finst i jorda i større grad verta omdanna til næringsemne som er tilgjengeleg for plantene. Dette prinsippet vert nytta i biologisk jordbruk.

## PROBLEM

### *Forureining*

Jordbruket har dei siste åra stått stadig meir i fokus når det gjeld forureining. Dette har fleire årsaker. Men forsøk og registreringar viser at ved uheldig bruk kan husdyrgjødsel gi stor avrenning av næringsemne. Ein er også etter kvart blitt klar over at blautgjødsel slemmer til jorda. Kombinert med den jordpakkinga ein får ved spreiring med tradi-

sjonelt tankvognutstyr på våt jord, vert jorda mest heilt tett. Dette fører til stor overflateavrenning dersom det kjem mykje nedbør. Overflatevatnet kan vaska med seg ein stor del av den husdyrgjødsel som ligg spreidd på overflata.

Målingar viser at vi har lite nedbør og overflateavrenning i vekstsesongen fram til september. Då får vi ofte mykje nedbør, og spreiring av husdyrgjødsel på tradisjonell måte tettare til jorda og vi får stor overflateavrenning. Under visse tilhøve har ein også funne store mengder P i grøftevatnet etter haustspreiring. Dette blir forklart med at i jord som er vassmetta kan næringsemne siga gjennom utan å kome i kontakt med jordpartiklar som kan binda dei til seg.

Haustspreiring av husdyrgjødsel ser derfor ut til å ha langt større skadeverknad enn ein før var klar over.

### *Verknad på avling*

Vi må nok innsjå at i vår iver etter å effektivisera drifta har oversett dei store krav jorda stiller som vekstmedium. Resultatet er avlingsstagnasjon og delvis reduksjon i kystdistrikta og i Nord-Norge. Serleg pakking av jorda tidleg om våren ser ut til å ha store negative konsekvenser på moldrik jord. Då er jorda oftast fuktig og svært porøs av frosten. Køyning med tunge reiskap under slike tilhøve gjer jorda mest heilt tett. Dette er serleg tilfelle om det vert spreidd blautgjødsel. Jorda tørkar mykje seinare opp. Dette gir dårlegare veksevilkår for plantene. Bakteriane som mineraliserar N og gjer denne tilgjengeleg for plantene treng luft for å kunne fungera. I vassmetta jord overtek anaerobe bakteriar som kan omdanna N forbindelsar til NO<sub>2</sub> som forsvinn opp i lufta.

Typisk for denne situasjonen er også at grassortar som gir størst avling vil gå ut og dårlegare grasslag som tunrapp og knerevehale tek over. Tiltetting av jorda må nok også ta ein stor del av skulda for at enkelte distrikt har av-

lingsskade grunna dårleg overvintring på enga mest kvart år.

*Kva har ført oss inn i denne vonde sirkelen?*

Det er fleire grunnar til denne uheldige utviklinga. Blautgjødsel slemmer til jorda på ein heilt annan måte enn den faste husdyrgjødsla vi hadde før gjorde. Vi har fått stadig større og tyngre traktorar og reiskap. Firehjulsdrevne traktorar på både 3 og 4 tonn er vanleg, og med gjødseltankvogner som gjerne veg endå meir. Rett nok har hjulustruttinga blitt betre. Men køyring med så tunge maskiner på fuktig jord vil i alle høve gi stor tilletting. Firehjulstrekk har gitt muleghet til å koma fram sjølv om jorda er fuktig. I praksis vert det derfor i mange tilfelle spreitt husdyrgjødsel på jord som ikkje tåler denne køyringa. På den måten kjem ein inn i ein vond sirkel. Jorda tørkar seinare opp etter nedbør og vert derfor gjerne også for våt under siloslåtten. Dette gir nye køyreskader og endå større tilletting.

#### AKTUELLE FORSKNINGSOPP- GÅVER

Skal vi kunne nytta den store ressursen husdyrgjødsel representerer på beste måte og unngå skadeverknader, må forsknings- og utviklings/utprøvningsarbeidet intensiverast. Dette arbeidet må ha som overordna mål å gje gode heilshetsløyningar. Vi må derfor sjå heile husdyrgjødselhandteringa i samanheng. Etter mitt syn har vi ikkje vore flinke nok i så måte.

Den utgreiinga om aktuelle forskningsoppgåver som SEFO nå har utarbeidd, bør leggjast til grunn for vidare prioritering for finansiering av forskning på denne sektoren. Dei ymse forskningsinstitusjonar vi har bør inviterast til å gi anbud på å utføre dei forskningsoppgåver som er lista opp. Det må vera ei forutsetning at eit organ koordinerer det heile, for å sikra at alle aktuelle område

innan husdyrgjødselhandteringa vert dekkja utan unødige overlappingar. Det vil også ligga ein stor gevinst i kunnskapsutveksling mellom forskarar frå ulike forskningsinstitusjonar under planlegging og gjennomføring av prosjekta.

Men vi må også innsjå at forskarane åleine ikkje kan løysa alle spørsmål knytte til husdyrgjødsla. Alle gode krefter må derfor samarbeide, både forskarar, bønder, rettleiingsfolk og fabrikkantar av utstyr. I tida framover vil arbeidet med å finna praktiske måtar å få gjort tinga betre på vera like viktig som den forskning dette utviklingsarbeidet må byggja på. Dette samarbeidsopplegget vil krevja mykje nytenking, men er heilt naudsynt om vi skal nå målet.

Algekatastrofen i vår har ført til krav om total omlegging av landbrukspolitikken. Det vert hevda at einaste løysinga for eit meir miljøvennleg landbruk er å gå tilbake til blandingsjordbruket med husdyrproduksjon fordelt på alle gardsbruk. Eg meiner vi kjenner metodar som gjer det muleg å nå målet om eit miljøvennleg landbruk, ved å tilpasse oss ut frå det opplegget vi har i dag. Men det krev nytenking, vilje og økonomisk stimulering for å få gjennomført. Alternativet vil vera ei omstilling som vil vera problematisk for dei fleste bønder, og vera veldig dyr for samfunnet. Med oppbygging av nye driftsapparat både i primærproduksjon og foredling, medan andre ikkje får inntekt av investeringar som ennå ikkje er nedbetalte.

Forsknings-/utviklingsopplegg må ta utgangspunkt i den dagsaktuelle situasjon vi har når det gjeld husdyrgjødsel. Vi har nå til høyringutkast til forskrifter og retningslinjer for behandling og spreiding av husdyrgjødsel. Her er det veldig stort gap mellom det som høyringsutkastet legg opp til, og det som i dag er i vanleg bruk av metodar og teknisk utstyr. Det vert sett krav om minimum spreieareal pr dyreeining, og forutsett at husdyrgjødsla over tid skal

fordelast på den enkelte gard slik at ikkje noko areal får tilført meir enn det normene tilseier. Praksis i dag er ofte at jord som tåler køyring best og ligg nærmast driftsbygning, får meir enn jord som tåler køyring dårleg og som ligg langt borte. Det er derfor viktig å få utvikla behandlings- og spreiemetodar som i størst muleg grad gjer det muleg å fylgje opp intensjonane.

Det same gjer seg gjeldande innan gjødselplanlegging. Vi har fått dataprogram som planlegg gjødslinga heilt nøyaktig. Men dette hjelper lite dersom vi har spreiar for husdyrgjødsel som gir dobbelt så mykje gjødsel på ein del av arealet i høve til ein annan.

## AKTUELLE METODAR FOR VIDARE FORSKNING/UTVIKLING

### *Delt lagring*

Delt lagring har fått ny interesse etter at ein har registrert store problem med bruk av blautgjødsel. Men her trengst det eit breitt forskningsopplegg for at delt lagring skal kunne fungera godt i praksis. Uten at vi kan få den faste delen tørr nok til at vi unngår anaerob gjæring har metoden lita interesse. Med den føringa vi har til storfe i dag, er ikkje dette tilfelle. Her må ei rekke faktorar vurderast:

- kan nye konserveringsmiddel gi fastare avføring
- kor stor del av førrasjonen må vera høy for å oppnå ynskjeleg verknad
- kan betre amminosyresamansetjing, eventuelt med innkapsling, gjera at ein kan senka proteininnhaldet og på den måten få fastare gjødsel
- er det andre måtar å få ei fastare avføring på?

Dersom ein skal satsa på høy i førrasjonen må ein prøva å finna fram til økonomisk forsvarleg måte å gjera dette på. Her kan kanskje maskinringane føra til ny giv med slåmaskin med stengel-

knekkar og presse. I dei fleste deler av landet forutset dette ettertørking inne. Varmlufttørking med energi frå solvarme eller våtkompostering kan her vera interessant.

Delt lagring vil serleg høva godt der den faste delen vert nedmolda i åker, og den tynne delen nytta til eng og beite. Dersom ein har lite spreieareal må ein vera merksam på at det er svært lite P i urindelen. Ein må derfor også spreia fast gjødsel på beite for å fylgja opp intensjonen i arealkravet.

Ulempen med metoden er at det krevst meir teknisk utstyr for spreieing, men dette kan truleg eliminerast ved nabosamarbeid eller maskinring.

### *Gjødselseparering*

Opp gjennom tida har det vore gjort ein del forsøk med bruk av separator for å skilja gjødsel i fast og flytande del. Når dette ikkje har fått oppfyljing i praksis skuldast dette:

- Separatorane har vore for dårlege teknisk
- Dei er forholdsvis dyre i innkjøp
- Den faste delen vert ei problemfri vare som vil kunne tørrkomposterast, men den våte delen vil langt på veg ha dei same problem som vanleg blautgjødsel
- Opplegget vil krevja 2 mekaniseringsliner for spreieing

Som gjødselbehandlingssystem åleine vil truleg separering ha lita interesse. Men for bruk med for lite spreieareal kan det vera den billegaste måten å lage handelsprodukt ved separering og tørrkompostering. Det er lettast å separere behandla gjødsel og gjødsel frå gris.

Det er spesielt aktuelt å forska på separering som del av prosess for å lage handelsvare av husdyrgjødsel.

### *Våtkompostering*

Her i landet er det arbeidd mest med våtkompostering som behandlingsmetode

for gjødsel. Og vi kan slå fast at ingen andre land har så stor kompetanse på dette. Det er derfor viktig å fylgje opp med vidare arbeid.

Våtkompostering skjer ved inninnsing av luft i gjødsel. Dette gir ein biologisk prosess som produserar varme og brukar organisk materiale. Gjennom prosessen kan ein oppnå:

- om lag 80% luktreduksjon
- tyntflytande gjødsel «skreddersydd» for vatningsvogn
- hygienisering for bruk på beite/o-beiting
- liten reduksjon i avbeiting/smaklegheit på graset (blautgjødsel gir stor reduksjon)
- mulegheit for auka spreieareal ved bruk på beite og sparte utgifter til handelsgjødsel
- gir ikkje skorpe
- gir ikkje sviskade
- drep ugrasfrø
- drep ikkje meitemakk
- kløver overlever betre
- redusert tilslemming og overflateavrenning
- gjødsel vert lett å røra opp, liten hydraulisk propell dreven av tipputtaket på traktor kan nyttast - mulegheit for innblanding av handelsgjødsel
- jamn konsistens gir jamnare spreieing
- mindre utvasking av N av di alt vert frigjort i veksetida
- mulegheit for uttak av om lag 125 kWh varme pr m<sup>3</sup>.

Det er etter kvart bygt ein del anlegg for våtkompostering rundt om i landet. Dei fleste anlegga komposterer i gjødsel-lageret, men det er også bygt nokre anlegg med eigen behandlingsskum med utnyttning av varmeproduksjon. Men driftsresultatet varierer mykje. For å få prosessen til å fungera optimalt under praktiske tilhøve er det derfor ynskjeleg med meir forskning, utvikling og utprøving for å finna fram til:

- optimering av den biologiske prosessen
- optimal storleik på behandlingsskum
- optimal luftinnblanding
- veterinær vurdering av kva som er ynskjeleg/krav til behandlingstid og temperatur for bruk på beite
- vurdering av å la toalettavløp gå til behandlingsskum
- system for fjerning av amoniakk og lukt i avluftinga

### Biogassanlegg

I mange land vert det forska mykje på biogassanlegg for husdyrgjødsel med oppbygging av stor kompetanse. Biogassgjæring får vi i husdyrgjødsel med oppvarming og omrøring utan tilgang på luft. Fordelene vi oppnår er dei same som nemnt under våtkompostering. Men varmen har høgare verdi avdi denne kan brukast både som drivstoff for motorar og brenne i fyrkjel. Ulempen er at dei metanbakterier ein har i dag er veldig sårbare for endringar. Spesielt gjeld dette i det termofile området (ca 55° C).

Mange av dei anlegg som er bygd har derfor store problem med drifta. Vi bør derfor venta med å satsa på biogass til dei land som alt har bygt opp stor kompetanse på dette området finn fram til anlegg som fungerer tilfredsstillande.

### Tørrkompostering

Truleg er tørrkompostering den enklaste måten å lage ei god og luktfri gjødsel som også kan eigna seg som handelsvare. Forutsetninga er at tørrstoffinnhaldet i råvara er minst 23%. Ved å leggja gjødsel opp i dung vil vi få kraftig varmgang i gjødsel, opp til 65° C. Ved å snu om dungen 2 - 3 gonger sikrar ein seg at all gjødsel har blitt godt kompostert. Det finst likevel nokre ulemper ved metoden som må løysast. Prosessen gir stor avdunsting av amoniakk. Dette er ein ressurs vi bør ta vare på, og som gir forureining i form av sur nedbør ved avdunsting til lufta.

Metoden er forholdsviss arbeidskrevjande, og krev stort areal med det opp-

legget som vert nytta i dag. Ein bør derfor laga eit automatisert opplegg i behaldar eller lukka system som kan løysa desse ulempene.

I så fall kan det truleg vera aktuelt å byggja slike anlegg felles for grender eller kommunar der ein har for mykje gjødsel. Slik behandling vil serleg høva godt for hønse-, saue- og pelsdyrgjødsel. Fast del med delt lagring av grisegjødsel kan også nyttast, medan storfejødsel enten må separerast eller blandast med halm eller bark for å verta tørr nok.

#### *Meitemakkompostering*

Meitemakken er kjend som den beste jordforbetrar vi har. Ved å eta opp organisk materiale og fordøye dette gjennom biologisk prosess vert dette lett tilgjengeleg for plantane, og jorda rik på bakteriar. Meitemakkkompost vert derfor rekna for det beste tilsetningsmiddel for daud jord for å få produktiv matjord. I fleire land er det utvikla praktiske løysingar på å la meitemakken omdanna husdyrgjødsel til handelsgjødsel.

Frå Italia er det eksportert slik kompost til Midt-Østen for innblanding i sandjord. I Storbritannia har eit firma spesialisert seg på produksjon og omsetning av meitemakkompost i spesialblandingar for ymse typer planter og har opparbeidd bra omsetning. Også her i landet er det starta prøveproduksjon av meitemakkompost. Men under våre klimatiske tilhøve må vi nok satsa på isolerte anlegg for å sikra produksjon året rundt. Optimal temperatur er ca 20° C. Det bør vera ei interessant oppgåve å finna fram til anlegg som er tilstrekkelig automatiserte for praktisk drift. Slike anlegg må egne seg både til produksjon av kompost og proteinfôr av meitemakken.

#### *Spreiing med vatningsvogn*

Vi veit i dag at tradisjonelt spreieutstyr for husdyrgjødsel gir to store ulemper

- stor jordpakking
- ujamn spreieing

Ved bruk av vatningsvogn kan ein oppnå desse fordelene:

- med vanleg bruk kan køyreskadene reduserast med 90%
- muleg å starta spreieinga tidlegare om våren. Dette betyr mykje arbeidsmessig, gir best gjødselverknad og minst fare for tap av næringsemne
- utstyret eignar seg godt for nabosamarbeid/maskinring
- med stor kapasitet sparer utstyret tid i hektisk våronn og gjer det praktisk muleg å få spreia ein større del om våren
- best metode for spreieing i beite med 60-70 m spreiebredde
- kanonspreiar gir svært jamn spreieing
- mindre fare for utvasking av N grunna betre jordstruktur og større mikrobiell aktivitet

I praksis vil ujamn spreieing føra til større bruk av handelsgjødsel for heile arealet. Dette for å unngå gule striper og få tilfredsstillande avling også på areal som har fått minst husdyrgjødsel.

Det er derfor mange fordeler ved bruk av vatningsvogn. Men for at metoden skal få større bruk krevs det tilpassing av gjødselkonsistens, tilpassing av teknisk utstyr og utvikling av teknikk som gjer det muleg å nytta metoden utan at den som spreiar vert tilgrisa. Ein må også finne fram til spreieutstyr som gir minst muleg avdrift.

#### *Husdyrgjødsel på permanent beite*

Dei fleste typiske husdyrområde har store areal med permanent beite. Truleg kan talet på bruk med for lite spreieareal meir enn halverast ved å nytta beite som spreieareal. Men kulturbeite er ein forsømd kultur i mange samanhengar. Slik også når det gjeld forsøk med bruk av husdyrgjødsel. Eiga utprøving av dette viser at ein kan spara mykje i innkjøpt handelsgjødsel ved slik utnyttning. Sjølv om beite er veldig kupert kostar det under 100 kroner pr da å planera spreieveggar av di avstanden

mellom dei kan vera 60-70 m. Det er ein forutsetning at ein slepp sprengjingsarbeid.

Registrert av avbeiting synte at det stod att tre gonger så mykje gras på felt der det var nytta vanleg blautgjødsel i høve til våtkompostert.

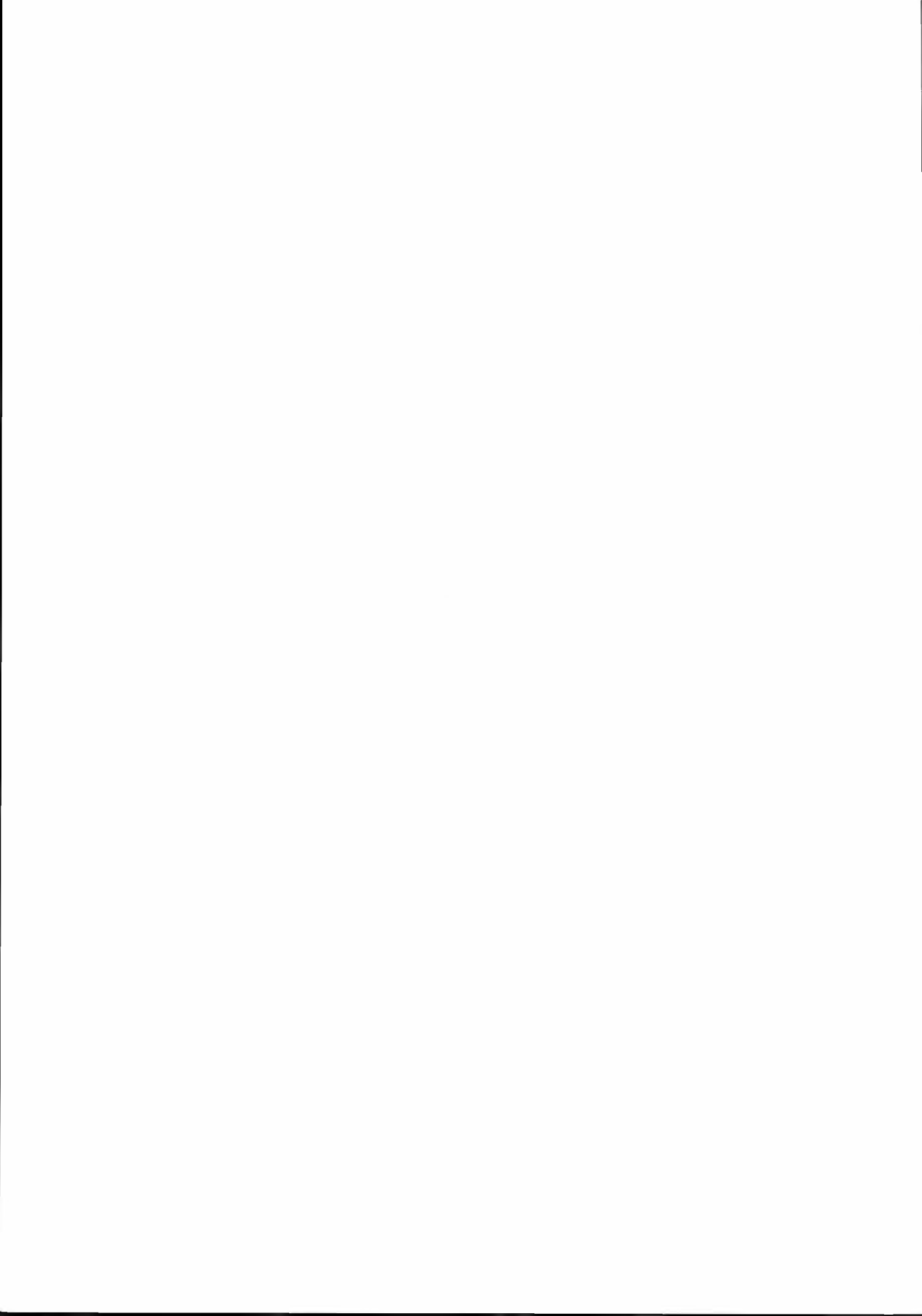
Sidan det både i utkast til regelverk for lagring og spreining av husdyrgjødsel og i to-prisordninga for melk, er åpna for godkjenning av beite som spreieareal, bør utforsking/utprøving av praktisk brukbare måtar for å bruke husdyrgjødsla på beite prioriterast høgt. I dette arbeidet er det også viktig å få den veterinære sida vurdert.

#### *Overskotsgjødsel*

Statistikken viser at mange gardsbruk har bygd ut driftsapparatet sitt til fleire dyr enn det er spreieareal til etter dei føreslegne normer. Ein rask reduksjon i

driftsopplegget vil skapa store økonomiske problem for mange bønder, foredlingsbedrifter og kommunar. Det vil også gje utslag i høgare prisar på enkelte husdyrprodukt til forbrukarane og dermed på samfunnsøkonomien.

Det er derfor ei viktig forskningsoppgåve å finne fram til praktiske måtar å nytta den husdyrgjødsla som det ikkje er spreieareal til. Utanom meitemakk og tørrkompostering er det utvikla anlegg for tørking av fast gjødsel, spesielt berekna på hønsegjødsel. Det er også utvikla anlegg for inndamping av flytande gjødsel (Hydromix). Ein bør prøva å fylgja opp anlegg som kjem i drift med registreringar og økonomiske vurderingar av kva kostnaden blir pr behandla m<sup>3</sup>, og kva prisar det er muleg å oppnå for dei ferdige handelsprodukta.





# ENSILERING AV GROVFÔR

## Retninga for den framtidige forskinga

JAN REID HOLE

Trouw forskingssenter A/S, Boks 532, 4001 Stavanger

Mykje av forskinga innan fagfeltet for-konservering har konsentrert seg om etterprøving av utanlandske resultat, samt prøving av ulike konserveringsmetodar og -middel. Dette har vore nødvendig for å byggja opp kompetanse, og for å tilpassa resultatata til norske forhold.

Men det er nødvendig å retta blikket framover, og danna visjonar og målsetningar som har forankring i nåverande kunnskap. Målet er å skapa dei nye og utfordrande konseptta. I det stadiet av utviklinga er det ei utfordring å stilla spørsmålsteikn ved etablerte sanningar.

Innan fagfeltet ensilering av grovfôr vil det vera mykje grunnleggjande arbeid som bør gjerast. Det er ført argument for ei auka offentleg satsing omkring emna:

- \* kvalitetskriterier knytta til konservert fôr
- \* karbohydratkjelda sin verknad på utviklinga av ulike mikroorganismar i surfôr
- \* proteolyse i gras etter hausting og under gjæringa

Frå bioteknologisk hald blir det satsa sterkt på å utvikle konserverings- og fôrforbetningsmiddel. Dette vil auka krava til kunnskap om grunnleggjande forhold i grasmassen som fører til ei gunstig konservering.

I Norge har mykje av forskinga innan fagområdet ensilering av grovfôr vore såkalla praktisk relatert forskning. Det har vore arbeidd med praktisk prøving av konserveringsmiddel, etterprøving av utanlandske resultat og

eventuell stadfesting av desse. Banebrytande grunnforskningsarbeid er i hovudsak gjennomført i utlandet.

Ein slik arbeidsmodell er nødvendig i periodar. Dette gjeld spesielt om ein arbeidar med spørsmålsstillingar der det er sannsynleg at resultatata kan variera med artar, haustingsmodellar, klimatiske forhold etc.

Ei fokusering på etterprøvinga kan føra til konservative haldningar, der dei kreative moglegheitene og evnene hjå dei involverte ikkje nyttast. Systemet blir tilført lite nytt, og behovet for å stadfesta tidlegare resultat blir viktigare etter kvart som andre viser nye trendar.

Men blikket må rettast framover. Utfordringa er å danna visjonar og målsetningar som er baserte i eksisterande kunnskap innan faget. Målsetninga bør vera å skapa nye konsept som kan vera utradisjonelle i form og innhald i forhold til det som er gjort tidlegare. Ein må vera så fri i tanken at det ikkje er nødvendig med aksept frå andre, tilsvarende institusjonar. Dei faglege diskusjonane som følgjer er ei utfordring, og ein søker tverrfaglege modellar for å løysa spørsmålsstillingar som dukkar opp.

Ei av dei største utfordringane for forskings- og utviklingsarbeid i Norge er å finna ei fornuftig arbeidsdeling mellom offentleg og privat finansiert forskning. I begge miljøa skjer det ei kompetanseoppbygging. Dette er eit samla potensiale for ei vitskapleg og industriell framdrift i åra framover. I 1987 stod industrien for 48 prosent av dei totalt utførde årsverka. 85 prosent av kostna-

dene til dette forskings- og utviklingsarbeidet dekkja industrien sjølv. Denne satsinga har førebels ikkje vore så sterk frå landbrukstilknyttja industri. Innsatsen til industrien innan forskings- og utviklingsarbeid i Norge har auka sterkt etter krigen, og frå ca. 1980 har dette verkeleg skote fart. Frå industrielt hald blir forskings- og utviklingsarbeid vurdert som eit viktig satsingsfelt i dei komande åra.

Vi vil sjå at krava til det som bør gjerast innafør universitets- og høgskulemiljø er i forandring. I framtida bør grunnforskninga bli gjennomført ved desse institusjonane. Forskings- og utviklingsarbeidet som blir gjennomført i industrien (inkludert næringspolitiske organisasjonar og andre samanslutningar) vil i hovudsak bli den forskninga som fører til kommersielle produkt. Dette vil i stor grad bli finansiert av industrien sjølv. Men den kan gjennomførast på oppdragsbasis ved vitskapelege institusjonar, eller det kan gå føre i forskings- og utviklingsanlegg eigde av industrien.

Veksten i norsk industri må ha ein basis i eit idé- og resultatrikt offentleg forskingsmiljø som yter ei form for kunnskap som kan nyttast for framstilling av nye produkt. Kontakten mellom offentleg og privat forskings- og utviklingsmiljø må takast vare på for å få best mogleg kommunikasjon. Det vil alltid vera ei utfordring å søkja den i andre land, om denne kunnskapen og kommunikasjonen ikkje finst i Norge. Dersom denne kunnskapen ikkje er tilgjengeleg kan gode idéar bli kommersialiserte utan at ein heilt anar konsekvensane. Som eit døme kan det nemnast at i England blei det marknadsført enzympreparat for ensilering av gras som skulle innehalda proteolyttiske enzym (!), medan målsetninga er å unngå proteolyse. Her hadde ein endå kunnskapen tilgjengeleg, men dei ansvarlege for utviklinga av produktet hadde sannsynlegvis ikkje kommunisert med vitskapelege miljø som arbeidde med desse spørsmålstillingane.

Industrien er allerede sterkt involvert i arbeid knytta til konservering. Som døme kan nemnast arbeid med å utvikla og kommersialisera inokulantar og enzympreparat for graskonservering. Det er utstyrfabrikantar som arbeidar med tørketeknikkar og utstyr for høytørking, og vi har dei som arbeidar med ny teknologi for ensilering av grovfôr.

Med dette som bakgrunn vil det i det følgjande bli diskutert kva område som forfattaren ser som vesentlege innafør fagområdet graskonservering.

### KVALITETSKRITERIER KNYTTA TIL KONSERVERT GROVFÔR

Generelt sett blir aldri konserverte råvarer betre enn utgangsmaterialet. Derfor har det vore lagt sterk vekt på å hausta gras på korrekt utviklingstrinn for å få best mogleg kvalitet på det konserverte fôret. Kvalitet er definert som fordøyelighet, innhald av protein og trevlar, lågast mogleg innhald av toksiske komponentar, gjevne kvalitetskriterier for gjæringsprodukt etc.

I dag kjenner vi enzym som kan betra kvaliteten på grovfôr ved ei form for prefordøyelse i surførsiloen under gjæringsprosessen. Dei fordøyelege næringskomponentane i fôret blir lettare tilgjengelege, og passasjehastigheten for ufordøyelege næringskomponentar aukar. Enzymblandingar kan òg vera med på å frigjera næring i grasmassen, slik at oppbløminga av mjølkesyrebakteriar går raskare.

Inokulantar som er i marknaden skal vera med på å etablera ein slagkraftig populasjon av laktobasillar i grasmassen straks den er lagt i siloen. Inokulantar og enzympreparat kan kombinast, ved at enzyma nyttast for å auka tilgangen på næringssubstrat som både eksisterande og tilsette bakteriar kan nytta under surgjeringa av massen.

Vi har allerede offentlege kvalitetskriterier som nyttast ved vurdering av ulike enzym og inokulantar som skal

godkjennast. Det er lenge sidan dette systemet har vore revidert. Det bør vurderast om nye kjemiske forbindelsar kan nyttast, eller om dei nivå som er sette for dei eksisterande kvalitetskriteriene bør forandrast. Kvalitetskriteriene bør generelt gi uttrykk for:

- \* kjemiske forandringar som har gått føre i massen
- \* innhald av gjæringsprodukt, og eventuelle grenseverdiar for desse
- \* fysiologiske effektar av dei ulike parametrane
- \* overføring av dei til mjølk, kjøt etc.

Utviklinga for å finna nye kvalitetskriterier for konservert grovfôr har vore svak. Dette avspeglar seg òg i produksjonsforsøk der det er referert til ulikt opptak av surfôr med tilnæringsvis like kvalitet, dømt ut frå tilgjengelege kriterier. Ei vurdering av produksjonsresultata gir heller ikkje eit eintydig uttrykk. Innhaldet av ulike, ikkje definerte gjæringsprodukt kan vera ein viktig del av forklaringa. For å koma vidare i arbeidet med å styra konserveringsprosessen i riktig lei er det derfor viktig å ha kunnskap om kva gjæringsprodukt som finst i massen, kva for nokre forbindelsar som ikkje bør førekoma i massen, eller eventuelt kva kvantitetar dei kan førekoma i.

Det er ei stor utfordring å vurdere dei fysiologiske effektane av nedbrytingsprodukt, då det førekjem samspels-effektar. Kartleggingsarbeidet av produkta og deira eventuelle fysiologiske effektar vil krevja mykje arbeid. Desse gjæringsprodukta bør òg kartleggjast i mjølk eller andre produkt som er framstilte med basis i det konserverte føret. Det kan òg vera aktuelt å sjå kva effekt desse komponentane har på konsument- en. Arbeid av denne karakteren vil industrien forventa at det offentlege tek seg av. Det er ein del av den basiskunnskapen som industrien skal byggja på i eit forskings- og utviklingsarbeid av inokulantar eller enzym for konservering

og fôrforbetring. Arbeidet som så vidt har byrja med å erstatta tradisjonell syrekonservering med nye stoff, er berre ei oppstarting. Etterkvart som bioteknologien gjer nye framsteg vil nye og betre kombinasjonar av produkta nå kunnskapen og dei ferdige produkta er det ein fordel om kvalitetskriteriene og effektane av dei blir betre definerte.

### KARBOHYDRATKJELDA SIN VERKNAD PÅ UTVIKLINGA AV ULIKE MIKRO-ORGANISMAR I SURFÔR

Under ensileringa kan det gå føre ulike forandringar med karbohydratfraksjonen:

- \* autolyse under fortøkinga
- \* verknad av karbohydratspaltande enzym
- \* bakteriell nedbryting

Hovudmengda av graskonserveringa i Norge går føre i nedbørrike strok, og ca. 80 prosent av massen blir konservert som surfôr. Det blir satsa på fortørking, sjølv under usikre klimatiske forhold. Vidare opplever vi ein aukande skepsis mot maursyre brukt som konserveringsmiddel. Ved innføring av nye konserveringsmiddel og/eller -metodar aukar òg kravet til kunnskap hjå bonden.

Fortørking av gras er avhengig av vêrforholda. Risikoen for tap gjennom utvasking, mekaniske tap og mikrobielle omsetningar aukar med kravet som vi set til tørrstoffinnhald før massen blir lagt i siloen. Fortøking av gras som skal ensilerast har som føremål både å redusere tapa gjennom pressaft, betra gjæringsforholda for laktobasillane og å auka fôrøpptaket. I mange forsøk med fortørka masse har tørrstofføpptaket vore høgt. Utnyttinga av det opptekne tørrstoffet har derimot vore lågare enn forventa, utan at det har vore reist fullgode forklaringar på det.

Det er lite kunnskap om dei kjemiske forandringane som går føre under

fortørkinga. Under denne delen av konserveringsprosessen har planteenzym gode forhold, og verknaden på karbohydratfraksjonen er spesielt interessant.

Ved konservering av surfôr skal det skje ei oppbløming av laktobasillar fortast mogleg, sjølv om det eigentleg ikkje er gunstig. Mjølkesyregjæringa er ei forsikring mot meir uheldige omsetningar i massen, som til dømes smørsyreproduksjon og tilsvarande sterk proteolyse. Etter at oksygenet i innlagt gras er oppbrukt, blir graset angripe av fakultativt og heilt anaerobe mikroorganismar. Enterobakteriar dominerer alltid mikrofloraen først, dersom ikkje pH blir redusert på kunstig måte. Seinare blir desse erstatta av ulike stammar av laktobasillar. Desse er det få av på plantematerialet ved hausting. Under anaerobe forhold og med god energiforsyning vil mengda av dei auka fort. Avhengig av kva stamme dei tilhøyrer, gjærer dei karbohydrat til organiske syrer (hovudsakleg mjølke- og/eller eddiksyre), alkohol og karbondioksyd.

I godt konservert surfôr står homofermentative laktobasillar for dei innleiande fasane av gjæringa. Seinare er 85 prosent av bakteriane heterofermentative. Heterofermentative bakteriar har tre til fire gonger høgare eddiksyretoleranse enn homofermentative bakteriar.

Heterofermentative laktobasillar brukar glukose og pentosesukker i stoffskiftet sitt. Både xylose og arabinose kan førekoma i plantemateriale som hydrolyseprodukt frå hemicellulose i plantane. Heterofermentative laktobasillar produserer eit vidt spekter av forbindelsar, avhengig av kva heksose som blir brukt i gjæringa. Sluttprodukta i denne produksjonen er mjølkesyre, eddiksyre og karbondioksyd. Produksjon av eddiksyre reduserer farten på pH-senkinga i massen samanlikna med ei mjølkesyregjæring. Dette aukar faren for oppvekst av enterobakteriar og clostridiar. Clostridiane nyttar mjølkesyre i stoffskiftet sitt, og det må det vera

eddiksyre til stades for at dei skal vera i stand til det.

Ved tilsetning av enzympreparat er det mogleg å frigjera sukker, slik at cellulose, hemicellulose og lignin blir nedbrotne. Denne enzymblandinga vil sikra energitilgangen for laktobasillane under gjæringa. Enzym kan heva fordøyeligheten av dei ulike kjemiske komponentane i massen. Dette perspektivet er spesielt interessant når vi ser på den nære samanhangen det er mellom overvintringsskadar og tidleg hauting av gras.

Cellulasar, som vil vera ein viktig del av ei enzymblanding, er normalt aktive i pH-området 4 - 6. Dei er mest effektive ved lågt tørrstoffinnhald. Nedbryting av cellulose og hemicellulose aukar innhaldet av glukose og fruktose. Gjæring av glukose gir mjølkesyre, alkohol og karbondioksyd. Fruktose blir omdanna til mannitol, med påfølgjande fare for oppvekst av enterobakteriar.

Mange firma arbeidar med utvikling av konserveringsmiddel som skal erstatta maursyre og andre etablerte konserveringsmiddel. Både inokulantar og enzympreparat vil koma i den norske marknaden, og allerde sommaren 1988 kan vi oppleve ein auke i bruken av inokulantar. Produkta som blir introduserte vil vera «første generasjon». Vi kan venta ei spanande utvikling av desse produkta. Dette vil setja store krav til grunnforskingstiljøet. Industrien vil konsentrera seg om å utvikla dei best moglege inokulantane, enzympreparata etc. med basis i tilgjengeleg kunnskap. Kvaliteten på produkta vil mellom anna vera avhengig av krava som blir sette ved offentleg godkjenning.

I det føregåande går det fram at karbohydratfraksjonen har ein verknad på utviklinga av ulike mikroorganismar i surfôr. Ulike karbohydratkjelder verkar på utviklinga av til dømes homo- og heterofermentative laktobasillar. Dette verkar igjen på resten av bakteriepopulasjonen i massen under den innleiande gjæringsfasen. Ideelt sett ønskjer vi ei

homofermentativ gjæring. Ein bør derfor konsentrera seg om å kartleggja forhold som er med på å fremja denne gjæringa.

## PROTEOLYSE I GRAS ETTER HAUSTING OG UNDER GJÆRINGA

I råvarehandsaming er det avgjerande å halda best mogleg på den opprinnelege kvaliteten. Mellom 70 og 90 prosent av totalt nitrogen i gras er tilstades som protein.

Ikkje-proteinbunde nitrogen utgjør 10 - 25 prosent av totalt nitrogen i gras. Dette inkluderer både frie aminosyrer og amida glutamin og asparagin, peptid av ulik kjedelengd, amin, ureid, nukleotid, klorofyll og nitrat. I tillegg til dei aminosyrene som normalt finst som delar av protein, er det òg frie aminosyrer i gras.

Etter hausting og under gjæringa skjer det store forandringar med protein-delen i plantematerialet. I denne prosessen spelar planteenzym ei viktig rolle. Optimum pH for planteenzym er 5 - 6. Ein rask reduksjon i pH er derfor med på å førebyggja proteolysen.

Også ved fortørking går det føre proteolyse. Etter fortørking i tre dagar er meir enn 20 prosent av proteinet nedbrote, noko som kan stiga til 50 prosent etter 5 dagar med fortørking. Denne prosessen er sterkt påverka av farten på fortørkinga.

Proteolysen held fram i siloen. Etter 12 - 24 timar kan ikkje-proteinbunde nitrogen ha stige med 100 prosent. Denne forandringa skuldast aktiviteten av planteenzym under den aerobe fasen. Anten massen er direkte ensilert eller av fortørka materiale, så er variasjonen i graden av proteolyse stor. Planteproteolyttiske enzym, såvel som art og behandling før og etter ensilering har verknad på graden av proteolysen. Proteolyse aukar bufferkapasiteten i grasmassen. Det fører til at reduksjonen i pH i massen under gjæringa går seinare.

Den bakterielle aktiviteten i gras et under gjæringa aukar òg proteinned-

brytinga. Laktobasillane er i hovudsak ikkje proteolyttiske, og evna deira til å bruka aminosyrer i gjæringa er såleis sterkt avgrensa. Clostridiar har sterk evne til å gjæra sukker, organiske syrer (til dømes mjølkesyre) og protein. Enterobakteriar kan òg delta i denne prosessen.

Mengd ammoniakk i ferdig surfôr er ein indikator på graden av proteolyttisk clostridieaktivitet. Denne forbindelsen blir produsert i relativt små mengder av andre mikroorganismar og planteenzym.

I direkte hausta surfôr kan amininnhaldet vera høgt. Amina cadaverin, putresin og tyramin blir produserte ved hjelp av dekarboksylasar som blir utskilde av både plantar og mikroorganismar. Dekarboksylasar som berre er utskilde av mikroorganismar er kun aktive ved danninga av histamin frå aminosyra histidin. Eit lågt innhald av ammoniakk utelukkar såleis ikkje nedbryting av aminosyrer.

Verknaden av biogene amin i silde-mjøl og fôr til einmaga dyr er under kartlegging. Både i Finland og England arbeidar dei med å kartleggja kva mengder biogene amin som finst i grassurfôr. Sannsynlegvis vil vi òg finna andre forbindelsar ved utvikling av stadig meir avanserte analyseteknikkar. Etter som den fysiologiske kunnskap stig, vil det òg bli sett grenser for mengdene av slike forbindelsar.

Framtidig forskingsarbeid innan ensilering av grovfôr bør ha som hovudmålsetning å konservera proteinet i si opprinnelege form. Dette kan gjerast ved å hemma endo- og ektopeptidasar. Sjølv om drøvtyggjarane kan gjera seg nytte av nedbrote protein er desse prosessane uønskte. Ofte er berre 40 - 50 prosent av nitrogen i surfôr reinprotein. Under proteolysen blir det danna mange ulike nitrogenforbindelsar. Einskilde av desse kan ha negativ effekt på fôropptak og eventuelt på helsa til dyra. Protein-kvaliteten søkk også sterkt på grunn av proteolysen. Ei god konservering av protein er såleis ein indikator på at andre

næringsemne i graset er godt konserverte.

#### LITTERATUR

Kjeldene som er nytta kan ein få ved å venda seg til forfattaren.

# VÄDERLEK OCH VÄXTPRODUKTION

## Ett tillämpningsområde i förvandling

BENGT W. R. TORSSELL,  
Institution för växtodling, SLU, S-750 07 UPPSALA

I historiskt perspektiv visar vår jordbruksforskning, att flera av de betydelsefulla framstegen möjliggjorts genom starka förenklingar av komplexa frågeställningar. Så t.ex. kom Mendels genialiska förenkling av den ärftlighet som senare visade sig vara en ytterst invecklad kromosom- och DNA-problematik att utgöra grunden för en nu nära 100-årig tradition av växtförädling och därav följande sortprovning. På liknande sätt kunde Liebichs enkla modell av den begränsande faktorns betydelse - bilden med överfyllda tunnan - bilda grunden för gödslingslärans utveckling och tillämpning. Liknande förenklingar i modern produktionsbiologisk forskning är t.ex. de Wits konkurrensmodeller, framställningen av koldioxidtransporten i C<sub>3</sub>- och C<sub>4</sub>-växter, Beers lag om strålningsabsorption i växtbestånd osv.; exemplen kan mångfaldigas.

På senare tid har denna strävan att framställa förenklade bilder av komplexa system uppmärksammats inom formell systemanalytisk forskning; i engelskspråkig litteratur under benämningen «intelligent simplification». Att denna överraskande term uppträder inom systemanalysen är signifikativt. Här möter man nämligen frestelsen - och möjligheten - att med modern datateknik behandla komplexa system i stor detaljrikedom. «Intelligent simplification» blir då en varning att ej förlora sig i detaljer, och en utmaning att söka efter de dominerande processerna för att ge en

förenklad bild av den komplexa verkligheten.

Detta resonemang gäller i högsta grad när man inom växtodlingsforskningen tar upp problemet om väderlekens inflytande på grödornas utveckling och produktion. För många tillämpningar behövs här icke alltid detaljkunskap, utan den modellansats som vi benämner enkla mekanistiska (kausala) modeller kan ofta vara tillräcklig (Torssell 1984). Föreliggande uppsats avser illustrera denna ståndpunkt.

### MODELLANSATSEN

Växtodlingsmodeller är nya systemanalytiska hjälpmedel, med vilka man söker kvantifiera växtodlingsåtgärdernas och växtskadegörarnas effekter i den odlade beståndet (Torssell et al. 1985a). Ansatsen begränsas f.n. av bristande kännedom om de fysikaliska och biologiska system, som normalt faller mellan de traditionella akademiska ämnesområdena (t.ex. grovfoderkvalitet-foderstatmjolkproduktion). Forskningen inom dessa gränsområden måste därför intensifieras.

Om vi därför i stället begränsar diskussionen till väderlekseffekterna på vallproduktionen finner vi dessa av betydelse för vallväxternas torrsubstansproduktion, fenologiska utveckling och förändring i näringsvärde samt för planering och genomförande av vallskörden (Torssell et al. 1983).

## Tillväxtmodeller

Regressionsanalysen var länge den förhärskande ansatsen i strävan att beskriva väderlekens effekt på tillväxt och produktion, under senare år förfinad genom att man tar hänsyn även till den fenologiska utvecklingen, t.ex. Skjelvåg (1981). Dessa statistiska ansatser kan sägas vara en nödvändig förberedelse för att utröna de olika väderleksfaktorernas relativa betydelse, men för verkliga prognos- och planeringsmodeller anser vi som tidigare nämnts mera mekanistiska ansatser vara nödvändiga.

Duncans et al. (1967) nu klassiska arbete framstår som det första där beståndets arkitektur, strålningsabsorption och bladens fotosyntes sammanfattades i en mekanistisk produktionsmodell. Duncans uppsats verkade som en katalysator för flera forskargrupper världen över och därmed inleddes en epok med accelererande utveckling av komplexa fotosyntes- och tillväxtmodeller (de Wit, Loomis, Hesketh, Milthorpe, m. fl., se även WMO, 1983a,b; Hårsmar, 1983; Torssell, 1984; Aslyng & Hansen, 1982; Kvifte, 1987).

Ehuru denna ansats att i detalj beskriva beståndets fotosyntesprocess i korta tidsintervall har visat sig mycket betydelsefull för den växtfysiologiska forskningen, lät praktiska tillämpningar vänta på sig. Som en följd härav utvecklades olika typer av förenklade processmodeller (t.ex. Rose et al. 1972). Av sådana förenklningar är det främst tre grundmodeller som nu i historisk belysning har visat sig särskilt betydelsefulla, nämligen (jfr Torssell 1989):

1. Slatyer (1960), markvattenbalans för markprofilen som ett enda markskikt
2. Fitzpatrick and Nix (1970), klimatindex och tillväxtindex
3. Thornley (1976), tillämpning av Gompertz ekvation för exponentiell tillväxt

Dessa tre grundelement bildar stommen i den tillväxtmodell (Torssell & Kornher 1983) som nu under 10 år använts vid Institutionen för växtodling, Uppsala. Modellen är i princip en exponentialekvation, där den exponentiella tillväxten retarderas dels av klimatindexet (GI, Appendix fig. 5), dels av en «åldersfunktion» (AGE, Appendix). Dessa principer har nu tillämpats i modeller även för stråsåd och potatis (Angus et al. opubl.).

Modellen kan skrivas

$$\frac{\Delta W}{\Delta t} = W_{(t-1)} \cdot R_s \cdot GI \cdot AGE$$

$$W_t = W_{t-1} + \frac{\Delta W}{\Delta t} \cdot t$$

där

W = torrsubstansmängden per ytenhet (kg/ha)

R<sub>s</sub> = relativa tillväxthastighetens högsta värde (kg/kg/dag eller vecka)

t = tiden (dag eller vecka)

## Modeller för förändring i näringsvärde

En litteraturgenomgång av väderlekens effekt på näringsvärdet hos vallväxter har nyligen publicerats av Thorvaldsson (1987). Tillsammans med hans egna undersökningar bildar denna genomgång grundval för en nu påbörjad utveckling av väderleksberoende prognosmodeller.

### Råproteinhalt

Studiet av råproteinhaltens förändring under vallens tillväxt kan sägas följa två riktningar. Den ena är främst markbiologisk och söker klarlägga kvävetts omättningar och transporter in i växten. En viktig drivkraft till denna forskningsinriktning är att utveckla prognosmodeller för kväveurlakning från olika



slag av grødor och odlingsystem (Johnsson et al., 1987).

Den andra forskningsinriktningen är mer empirisk. Man utgår från observationen att huvuddelen av kväveinnehållet i ett vallbestånd upptages tidigt under vegetationsperioden och att den därpå följande minskningen i kvävehalt i huvudsak är en «utspädning» av kväve i kvävefria substanser (Gillet 1982). I enlighet med detta kvantifierar Thorvaldsson (1987) hur råproteinhalten förändring beror av kvävetillgången och hastigheten i tillväxt under norrländska förhållanden.

Vi kan därför föreslå följande uttryck för kvävehaltens förändring:

$$\frac{N_t}{W_t} = \frac{N_{(t-1)} + dN}{W_{(t-1)}}$$

där

$N_t$  = kväveinnehållet vid tiden  $t$   
(kg/kg ts)

$dN$  = upptagning av kväve under den studerade tidsperioden (kg/kg ts)

$W_t$  = torrsubstansmängden, ekv (1)  
vid tiden  $t$  (kg/ha)

I denna enkla modell kan samtliga parametrar bestämmas i traditionella skördetidsförsök; parameteranpassningen underlättas om det innehåller ett ögöds-lat led ( $dN$ ). Genom att termen  $W_t$  (torrsubstansmängden) kan beräknas ur väderleken (ekv 1) har vi alltså här förslag på en väderberoende proteinhaltsmodell. Dess relevans testas nu i omfattande försöksmaterial.

#### *Energihalt*

Till skillnad mot råproteinhalten har energihalten visat ett varierande beroende av kvävetillgången. Kornher (1982) drar dock slutsatsen att man för mellansvenska förhållanden kan betrakta energihalten som oberoende av kvävegödslingen. Däremot visar

Thorvaldsson och Andersson (1986) att ökad kvävegödsling sänker energihalten i andra skörden i Norrland. Frånsett dessa varierande effekter har temperatur och strålning en avgörande betydelse i det att energihalten avtar långsammare vid sjunkande temperatur och ökad ljusstillgång. Vid kallvädersperioder kan energihalten t.o.m. komma att öka. Till en del liknar dessa processer de som påverkar växternas härdning på hösten.

Den modellansats vi nu använder för att förutsäga sådana förändringar skiljer sig från den för råprotein i det att en temperatur- och strålningsterm jämte tiden ingår i ekvationen för smältbarhetens förändring.

#### TILLÄMPNINGAR I PRAKTIK OCH FORSKNING

Beräkningsmodeller av nu beskrivet slag ger enligt vår mening en språngvis ökning av möjligheterna att tillämpa våra kunskaper om samspelet väder x växt i såväl forskning och undervisning som i praktisk växtodling. På grund av att vi här rör oss med en i flera avseenden ny och kompetenskrävande teknik kommer emellertid sannolikt tillämpningstakten att vara relativt långsam. Icke minst av denna anledning kan en diskussion av några potentiella tillämpningsområden vara av intresse. På ett okonventionellt sätt indelar vi dessa efter dataanvändning i

- (1) väderdata i realtid för prognoser och
- (2) historiska väderdata för bearbetning och resultatanalyser

Rent logiskt övergår väderdata från kategori 1 till kategori 2 ögonblicket efter observation (fig. 1). I det följande hänför vi dock väderdata av intresse för den pågående växtperioden till kategori 1, medan vi efter skördetidpunkten be-

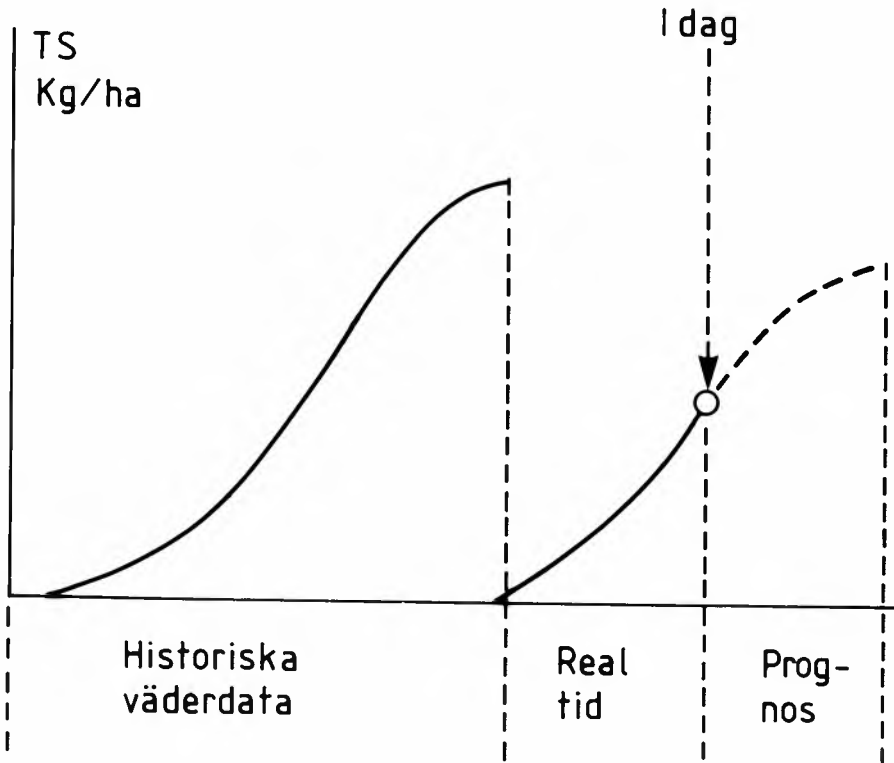


Fig. 1. Definition av begreppen «historiska väderdata» och «väderdata» och «väderdata i realtid» samt «prognos» illustrerad i ett tväskördesystem i slatteroall.

traktar väderdata som historiska (kategori 2).

#### Väderdata i realtid med prognos

Strävan att bedöma en gröda och dess sannolika utveckling utifrån årets väder och den aktuella väderlekssituationen är lika gammal som odlingen själv. Nu öppnas emellertid inte bara möjligheten att kvantifiera dessa bedömningar utan också att beräkna sannolikheten för en viss prognostiserad utveckling.

Till grund för detta ligger givetvis inte bara våra biologiska produktionsmodeller utan även utvecklingen inom meteorologien och tillhörande datateknik, vad avser rapportering av väderleksdata i realtid och utfärdande av långtidsprognoser (Dahlström 1988,

SMIII Promis Reports 1988). Vi kan därför inom en nära framtid förvänta oss att de meteorologiska instituten kommer att kunna förse jordbruket med synnerligen användaranpassade produkter.

Tjusningen med att under pågående växtsäsong vara «up to date» med produktionsprocessen kan illustreras som i fig. 2. Mot bakgrunden av den statistiska fördelningen av tillväxtindexet (GI, se Appendix) för månaderna april-augusti vid Ultuna har vi lagt in månadsmedelvärdena för de två helt olika åren 1986 och 1987. Skillnaden i tillväxtindex mellan de två åren under april-juni var huvudsakligen en temperatur- och strålningseffekt: 1986 varm och solig, 1987 kall och mulen, både åren med högt markvattenindex. Under juli-

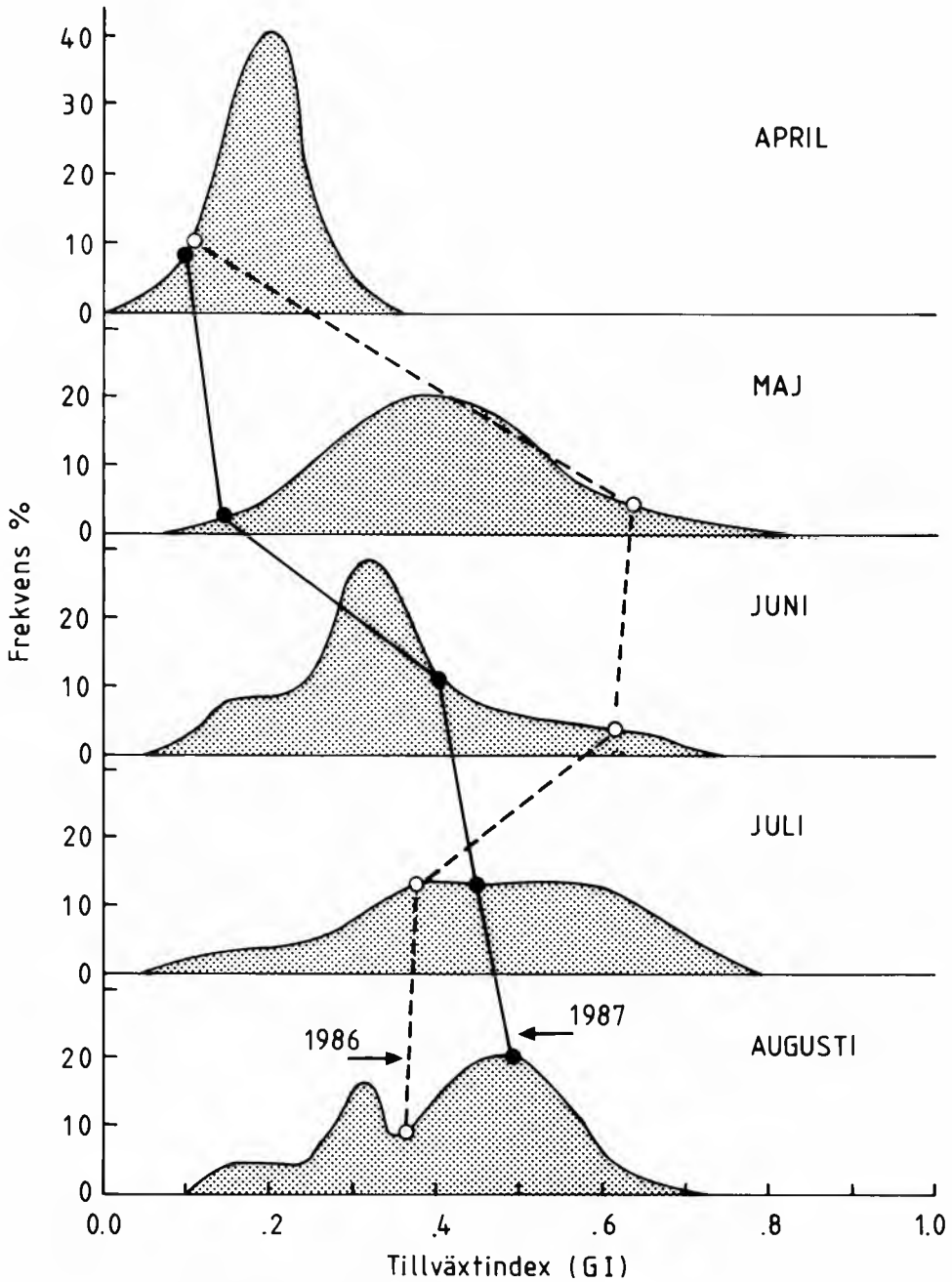


Fig. 2. Frekvensfördelning 1961-1986 av tillväxtindex för slåttervall under april-augusti vid Ultuna (Fagerberg, opubl.).

1986 --- ○ ---  
 1987 — ● —

augusti bestämdes tillväxtindexet huvudsakligen av vattenindexet: 1986 torr och 1987 mera fuktig.

Motsvarande produktion 1976 och 1978 av vall i ett tvåskördesystem har beräknats i fig. 3 i jämförelse med medeltillväxten 1961-87. Även om tillväxten under dessa två år nu kan diskuteras på traditionellt sätt gentemot tillväxtindexet, så är poängen här att punkternas läge i fördelningsdiagrammen (fig. 2) och tillväxten (fig. 3) kan beräknas dag för dag allt eftersom sommaren framskrider. Tillgänglig teknik medger även att man kan göra prognos för upp til 7-10 dagar framåt.

Fördelen med att utnyttja denna metod i vallodlingens skördetidsprognoser ökas avsevärt om man kopplar samman tillväxtprognosen med motsvarande prognoser för energi och råprotein. Som beskrives i Appendix kan detta leda till en prognos även för mjölk-saldot (mjölkintäkt-foderkostnad) vilket vi anser vara det mest relevanta kriteriet för att bestämma optimal skördetid (Torssell et al. 1985c, Fagerberg et al. 1987, Höglind 1988). Sådana saldoprognoser är inlagda i fig. 3.

Det nu givna exemplet visar principerna för en tillämpning, som kan få stor betydelse för rådgivningen även inom andra växtslag, och som kan spridas både regionalt och lokalt till såväl organisationer som privata företagare. Den förutsätter dock fortsatt bestämning och tesning av modellernas parametrar (se nästa avsnitt), utveckling av mer användarvänliga program och introduktion av speciellt anpassade metoder för dataöverföring från de meteorologiska organisationerna till användarna. Verksamheten kommer inte att vara gratis utan måste därför placeras in i ett «cost-benefit» system.

### Historiska väderdata

De väderberoende modeller för tillväxt, utveckling och kvalitetsetablering som nu beskrivits är nya hjälpmedel även för

analys av data från växtodlingsförsök. Detta är av speciellt intresse i Norden där vi har en i många avseenden bättre utbygd försöksverksamhet än i världen i övrigt. Möjligheterna att i försöksverksamheten komplettera den förhärskande variansanalysen med systemanalys för närmare studier av de väderberoende samspelseffekterna har vid flera tillfällen diskuterats i svensk försöksverksamhet (Torssell 1986, Torssell et al. 1987, Torssell 1989). Tillämpningarna låter dock vänta på sig. Detta har flera orsaker: bristande kännedom om samspelsanalysens möjligheter, bristande kännedom om beräkningsmodellerna och tillgängliga databanker för väderdata, ovana vid att datatekniskt arbeta med parameteroptimering och vid hantering av väderdatafiler samt inte minst bristande resurser. Resursfrågan är kanske här den viktigaste. Verksamheten arbetar under ekonomiskt tryck, och detta är ingen god grund för vetenskaplig metodutveckling. Resultatet är helt enkelt att för få forskare vågar sig på dessa «systemanalytiska äventyr» för att ansatsen skall få tillräcklig slagkraft i jordbruksforskningen (Torssell 1989).

Sannolikt kommer dock «cost-benefit» överväganden att här fälla utslaget: Man måste ställa kostnaderna för försöksverksamheten i dess helhet i relation till merkostnaden för och vinster av speciell samspelsanalys.

Vilka är då vinsterna? Svaret kan formuleras: Möjligheter att sammanfatta försöksresultat i modellparametrar, vilka kan användas för känslighetsanalys av olika insatskombinationer. Modellen och dess parametrar blir då den bästa datasammanfattningen av försöksserien, i all synnerhet om den användes i någon form av känslighets- och konsekvensanalys, t.ex. ekonomisk utvärdering av insatskombinationerna. Fig. 4 illustrerar resonemanget, där vallodlingens ekonomiska resultat beräknats med faktorerna skördetid, klöverhalt och kvävegödsling som insatser. (Se Appendix.) Det datamaterial som

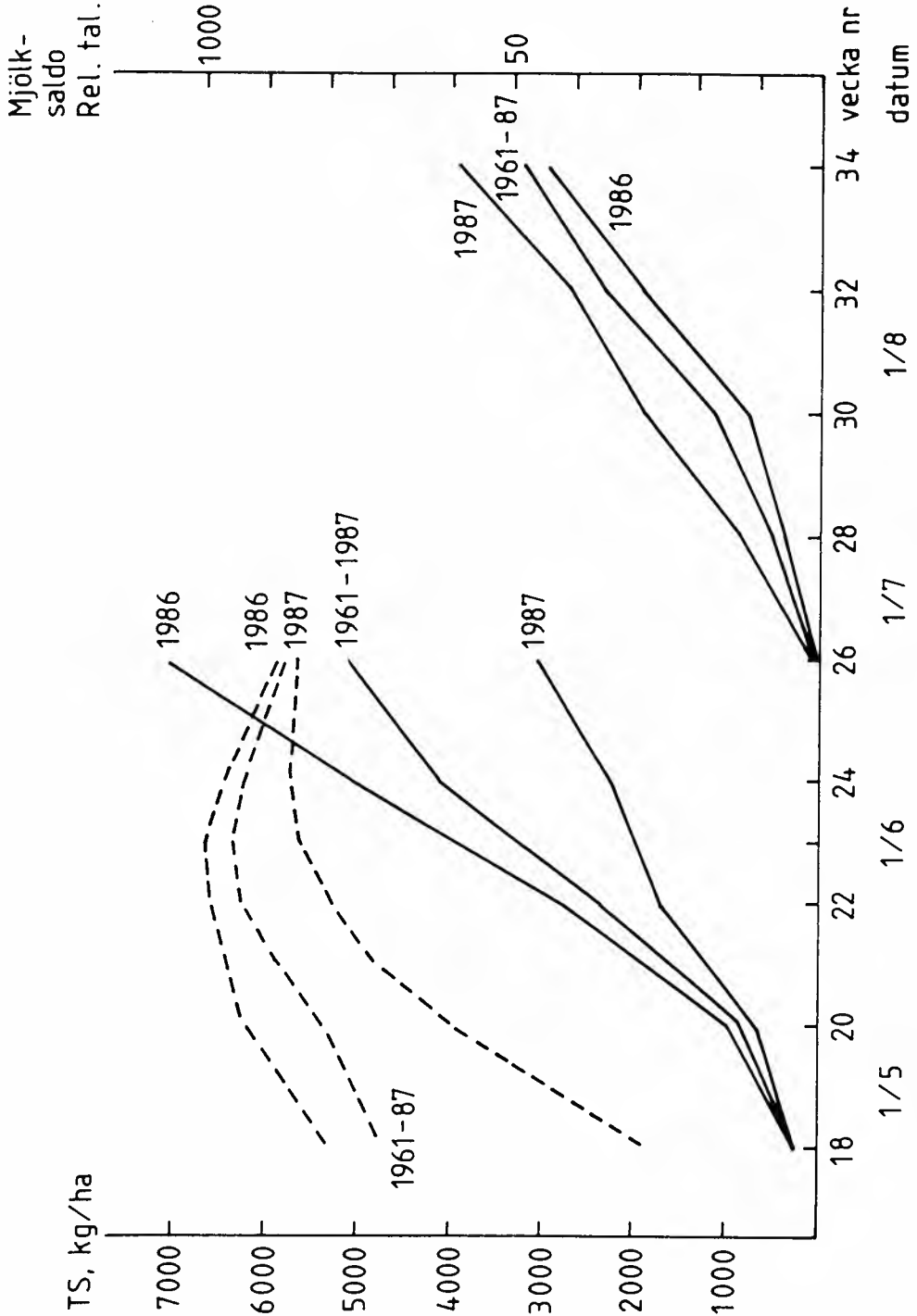


Fig. 3. Beräknad tillväxt i sluttervall i tvaskordesystem med skörd vecka 26 och 34 (—) (ekv 1) under de i fig. 2 exemplifierade åren 1986 och 1987, medeltillväxten 1961-86, samt mjölksaldo (----) beräknat på summaskörden. (Fagerberg, opubl.) Saldot är avsatt mot skördetid i 1:a skörden. 2:a skördens tillväxtperiod i samtliga fall 8 veckor.

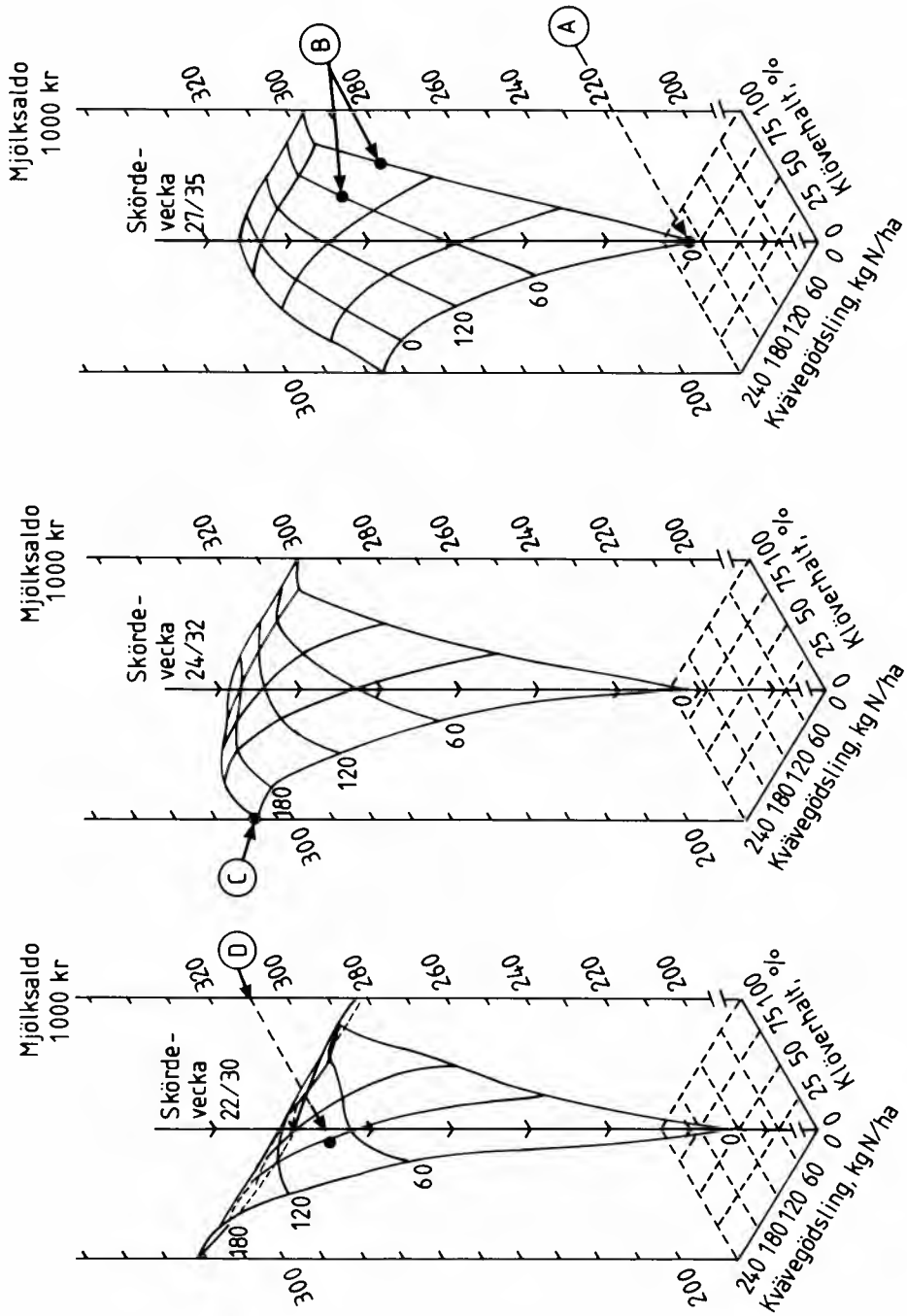


Fig. 1. Beräknet mjølksaldo, medeltal 1975-83, (se Appendix) för olika kombinationer av kvævegødsling, skördetid och rödkløverhalt vid skörden. De markerade punkterna, A-D, återspeglar vallodlingens utveckling från mitten av 1800-talet, se teksten.

ligger bakom dessa diagram representerar en 20-årig försöksverksamhet.

Vi överläter åt läsarna att själva tolka dessa diagram mot bakgrunden av egen erfarenhet. Här skall vi endast fästa uppmärksamheten på att dessa moderna beräkningsresultat kan sägas spegla även de ogödslade halvväxtfattiga och sent skördade vallarna som karakteriserade odlingens begynnelsekedan i mitten av 1800-talet. (Punkt A). Introduktionen av rödklöver resulterade i förbättrad ekonomi (punkt B). Under senare delen av detta skede (slutat av 1940-talet) då klövertrötthet uppträdde och billiga kvävegödselmedel introducerades blev den kvävegödslade och tidigare skördade gräsvallen ett attraktivare alternativ, punkt C. Genom miljöhänsynen är nu pendeln på väg tillbaka mot punkten B, men ökat medvetande om energihaltens betydelse för grovfoderintag och mjölkavkastning gör att lönsamheten kan bibehållas genom en kombination av måttliga kvävegivor och klöverhalter, om skörden lägges tidigare (punkt D).

## TILLÄMPNINGAR I UNDERVISNING

Inga direkt nya principer har behövt mobiliseras för att måla upp de optimistiska visionerna av möjliga tillämpningar av systemanalysen i växtodlingen, t.ex. som prognoser i praktisk odling eller som känslighetsanalyser m.m. i forskning och försöksverksamhet. Vad diskussionen däremot avslöjar är ett kanske förvånande stort gap mellan dessa potentiella möjligheter och hittills uppnådda tillämpningsresultat. Vi har tidigare antytt att detta är till största delen en fråga om ekonomiska och personella resurser i ekonomiskt trängda lägen.

För framtida tillämpningar är därför undervisning i ämnesområdet avgörande såväl på grundnivå som i forskarutbildningen.

## Grundutbildning

Systemanalys och datateknik som hjälpmedel i växtodlingsundervisningen måste definitionsmässigt vara av tillämpad natur och bygga på redan inhämtade kunskaper i grundläggande systemanalys, enklare programmering och någon terminalvana. Så länge dessa grundförutsättningar saknas blir tillämpningar av det slag som utprovats av Torssell et al. (1985b) synnerligen arbetskrävande för både lärare och elever. Denna situation kommer dock att ändras inom några få år, då mer datamotiverade studentkullar uppträder i de tillämpade ämnen. Att då, utan de arbetskrävande erfarenheter som vi nu skaffat oss, starta en databaserad växtodlingsundervisning skulle vara en mycket traumatisk upplevelse för undervisningsansvariga.

Den erfarenhet av sådan växtodlingsundervisning, som nu förvärvats genom de av Torssell et al. (1985b) beskrivna övningarna rör

- populationsdynamik i vallbestånd med stokastisk simulering av händelseförlopp
- tillväxtberäkningar med möjlighet till känslighetsanalys av tillväxtmodellens parametrar (Appendix)
- beräkningar av vallproduktion och grovfoderkvalitet vid olika insatskombinationer samt utvärdering av resultaten i mjölksaldo (Appendix)
- skördetidsprognos i vallodling
- vallens kvävebalans

Ett undervisningspaket av detta slag representerar ett mer än 10-årigt förberedelsearbete och har inriktats på de praktiska tillämpningar som vi bedömer som mest sannolika inom en nära framtid. Innan dessa tillämpningar spritts till praktiken kan «dataundervisningen» upplevas som verklighetsfrämmande av en del studenter. Sådana omdömen

är dock ofrånkomliga i en undervisning med framförhållning.

### Forskarutbildning

Minst tre aspekter kan läggas på forskarutbildningen i avseende på systemanalys och datateknik.

- träning i modellutveckling, parameteroptimering och datafilhantering
- simuleringsmodeller som hjälpmedel i den forskarstuderandens egna arbeten
- växtodlingsmodeller som kommunikationsmedel handledare - forskarstuderande

Av dessa aspekter är den första den ojämförligt viktigaste men samtidigt är vi ovana att handleda studenter i modellutveckling. Här krävs speciell lärarexpertis och kursformer som inte utan vidare inrymmer i de traditionella nordiska forskarutbildningskurserna.

Den andra aspekten - simulerings- och beräkningsmodeller som hjälpmedel i forskningsarbetet - är en fråga om forskarstuderandens eget val av metodik. Den kan därför endast komma i fråga för doktorander som själva önskar använda denna teknik. Vi anser att simulerings- teknik som hjälpmedel i resultatanalys m.m. skall kunna användas av forskare, utan att de nödvändigtvis arbetar med systemanalytisk utveckling.

Den tredje aspekten - modellen som kommunikationsmedel - härrör från de fall då en forskarhandledare med åren bygger upp en samling olika beräkningsmodeller, och där han kanske är den enda som kan överblicka programmets möjligheter. Denna överblick kan då göra det möjligt att med ett minimum av programändring ställa skraddarsydda beräkningsrutiner till doktorandens förfogande för olika ändamål. Här ligger nya och mycket stora möjligheter att

göra forskarutbildningen effektiv och påskynda avhandlingsarbetet.

### DISKUSSION

Vi har i denna uppsats sysslat med tre objekt: en vetenskaplig ide, en metod och en strävan till praktisk tillämpning.

*Idén* - att vetenskapliga tillämpningar i praktiken ofta kan befrämjas av att man framställer förenklade bilder av den komplexa verkligheten: Detta gäller i mycket hög grad för frågan om väderlekens effekt på grödornas utveckling och produktion.

*Metoden* - att med systemanalytiska metoder och datateknikens hjälp integrera de förenklade detaljbilderna till större helhetsbilder, gt. ex. från tillväxtmodeller till växtodlingsmodeller.

*Strävan till praktisk tillämpning* - vi anlade två indelningsgrunder. Den första: användning av väderdata i realtid eller från historiska väderdatafiler.

Den andra: tillämpningar i praktisk växtodling, i forskning och försök och i undervisning.

I vetenskapen strävar man efter balans mellan ide och metod, men i tillämpningen är det helt naturligt om metodfrågorna får ta överhand. Målsättning är då att använda kunskaper på mest ändamålsenliga sätt; i fallet väderlekseffekter rör det sig främst om planering: på kort sikt i form av prognoser, på längre sikt i form av mer övergripande optimering av insatskombinationer.

I båda dessa planeringsfall blir metodfrågorna viktiga därför att kunskapsutnyttjandet kräver modellanvändning, vilket i sin tur kräver datateknik. Men vi kan gå ett steg längre: förverkligandet av iden kommer att bidra till en utveckling av datakommunikation och prognoser i jordbruket i en utsträckning som är helt okänd i dag. Risken är att de tekniska möjligheterna accelererar utvecklingen. Det är därför en väsentlig utmaning för växtodlingsforskningen



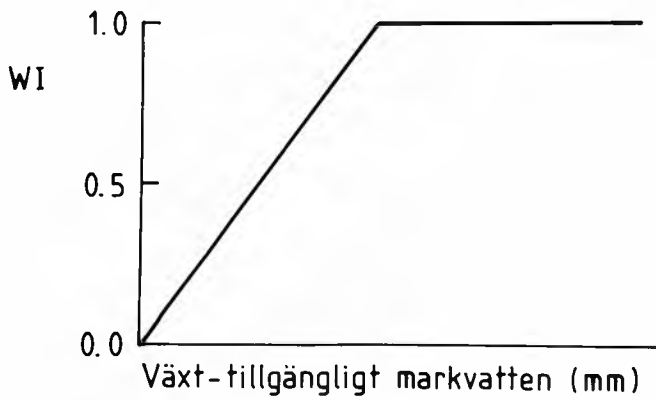
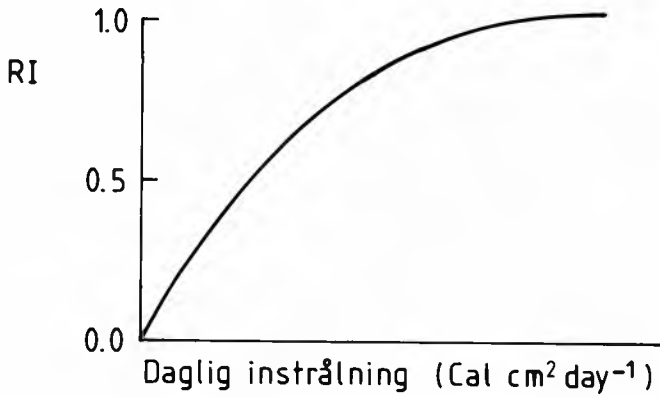
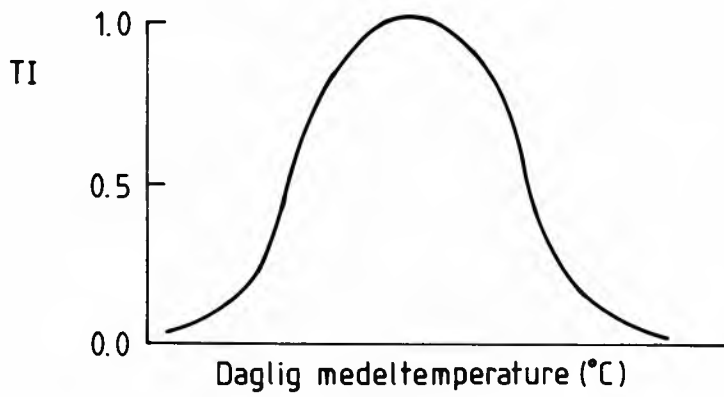


Fig. 5. Definition av klimatindexen enligt Fitzpatrick and (Nix 1970).

att hela tiden ligga steget före i den kapplöpningen.

## APPENDIX

### Tillväxtmodellen

Det klimatindex, GI, som ingår i Torssells och Kornhers (1983) tillväxtmodell (ekv 1, sid 4) definierades av Fitzpatric och Nix (1970) som produkten av ett index för vardera temperatur, strålning och växttillgängligt markvatten. Indexen härleddes från kända växtfysiologiska reaktioner och skalerades enligt fig. 5 mellan 0 och 1. Produkten av indexen, GI, blir därmed också skalerat mellan 0 och 1.

Den s.k. AGE-funktionen (ekv 1, sid 4) uttrycker det från klassisk tillväxtanalys kända förhållandet att beståndets relativa tillväxthastighet avtar med dess ökande bladyta. Funktionen definierades av Angus et al. (1980) och dess form optimerades ur data från fältförsök.

### Vallodlingsmodellen

Vallmodellens ursprungliga struktur (Torssell et al. 1983) utökades med ekonomisk utvärdering av vallodlingen (Torssell et al. 1985b) genom beräkning av ett mjölksaldo för en specificerad mjölkkobesättning. (Mjölksaldo = mjölkintäkt - totala foderkostnader.) Härvid antages mjölkavkastningen påverkas av grovfodrets energihalt. (Everitt, opubl.; Bertilsson, 1983.)

De totala foderkostnaderna beräknas enligt accepterade ekonomiska principer (Belotti 1987) vari ingår en av vallarealbehovet beroende vallfoderkostnad samt fasta och rörliga särkostnader för vall. Grovfodergivan i foderstaten antages beroende av grovfodrets energihalt (Torssell et al. 1985b) varefter foderstatens komplettering med kraftfoder beräknas enligt konventionella grunder.

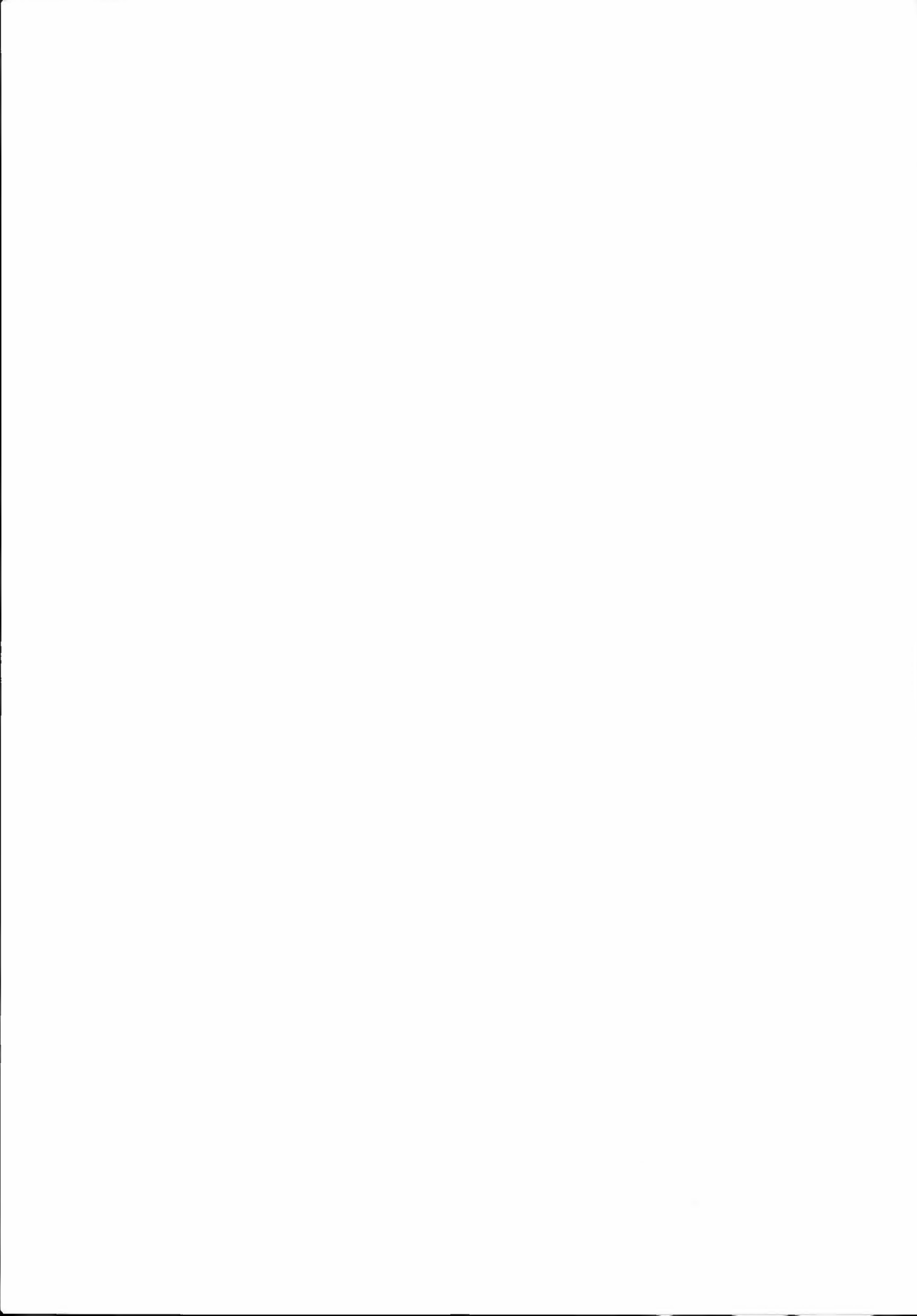
Antagandet att grovfodergiva och mjölkproduktion påverkas av grovfodrets energihalt gör mjölksaldot mer

beroende av skördetiden än vid konventionella beräkningar.

## LITTERATUR

- Angus, J., Kornher, A. & Torssell, B.W.R. 1980. A systems approach to estimation of Swedish ley production. Progress Report 1979/80. Inst. för växtodling, Rapport 85.
- Aslyng, H.C. & Hansen, S. 1982. Water Balance and Crop Production Simulation. Hydrotechnical Laboratory, The Royal Vet. and Agric University, Copenhagen.
- Belotti, C. 1987. Valleko: rådgivningsmodell för planering i vallfoderproduktion: Projekt och modellbeskrivning. Inst. för ekonomi, Småskrifter nr. 2.
- Bertilsson, J. 1983. Effects of conservation method and stage of maturity upon the feeding value of forages to dairy cows. Inst. för husdjurens utfodring och vård, Rapport 104. Diss.
- Dahlström, B. 1987. Spatial estimation of biomass in realtime based on a growth model for temporary grasslands. Manuscript for Sw. J. agr. Res.
- Duncan, W.G., Loomis, R.S., Williams, W.A. & Hanau, R. 1967. A model for simulating photosynthesis in plant communities. *Hilgardia* 38 (4), 181-205.
- Fagerberg, B., Karlsson, S. & Torssell, B.W.R. 1987. Tvärvetenskaplig bedömning av grovfodrets produktionskedja. A. Väderlek - biologi. Sveriges lantbruksuniversitet, Konsulentavd. rapporter Allmänt 105, 3:1-3:10.
- Fagerberg, B. Harvest time predictions in leys. I. Simulation of yieldvariation as influenced by weather during the growth period. (Manuskript).
- Fitzpatric, E.A. & Nix, H.A. 1970. The climatic factor in Australian grassland ecology. In *Australian Grasslands*, pp 3-26. Ed. R.M. Moore, ANU Press, Canberra.
- Gillet, M. 1982. Carbon and nitrogen relationships in plats. Some practical consequences for grass. Proc. 9th meeting of EGF. Reading, England, 43-47.
- Härsmar, P.O. 1983. Klimafaktorerers innvirkning på planters vekst og produksjon, potensiell og aktuell, i Norden. En litteraturstudie. Norges landbrukshøgskole, Fysisk Institutt, Ås.

- Höglind, M. 1988. Test av en metod för skördetidsprognos i slåttervall. Inst. för växtodling, Seminarier och examensarbeten 811.
- Johansson, H., Bergström, L. & Jansson, P.-E. 1987. Simulated Nitrogen Dynamics and Losses in a Layered Agricultural Soil. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 18, 333-356.
- Kornher, A. 1982. Vallskördens storlek och kvalitet. *Grovfoder* 1, 5-32.
- Kvifte, G. 1987. Crop production and growth model for cereals, rape and grass at Aas, Norway. *Acta Agriculturae Scandinavica* 37, 137-158.
- Rose, C.W., Begg, J.E., Byrne, G.F., Gonze, J.H. & Torssell, B.W.R. 1972. A simulation model of growth-field environment relationships for Townsville stylo (*Stylosanthes humilis* H.B.K.) pasture. *Agric. Met.* 10, 161-183.
- Skjelvåg, A.O. 1981. Effects of climatic factors on the growth and development of Field Bean (*Vicia faba* L. var. minor). III. Yield and its components. *Acta Agriculturae Scandinavica* 31, 382-394.
- Slatyer, R.O. 1960. Agricultural climatology of the Katherine Area, N.T. Teth. Pop. Div. Ld. Res. reg. Surv., C.S.I.R.O. Aust. no. 6.
- SMHI Promis Reports. 1988. Annual report 1986-87, Nr. 7, Jan 1988. (Editor: Bengt Dahlström)
- Thornley, J.H.M. 1976. *Mathematical models in plant physiology*. Academic Press, London.
- Thorvaldsson, G. 1987. The influence of harvest date, nitrogen application and weather on development and nutritional value of timothy (*Phleum pratense* L.) and its implication for prediction of forage quality. Inst. för växtodling, Rapport 177. Diss.
- Thorvaldsson, G. & Andersson, S. 1986. Variation in timothy dry matter yield and nutritional value as affected by harvest date, nitrogen, fertilization, years and local in Northern Sweden. *Acta Agriculturae Scandinavica* 36.
- Torssell, B.W.R. 1984. Descriptive and explanatory models for predicting grassland production. 10th General Meeting of the European Grassland Federation Proceedings, Ås 1984.
- Torssell, B.W.R. 1986. Växtproduktionens systemekologi - ett hjälpmedel i försöksverksamheten. Försöksledarmötet i Alnarp 1986. Sveriges lantbruksuniversitet, Konsulentavd. rapporter Trädgård 310, 9:1-9:8.
- Torssell, B.W.R. 1989. The application to agriculture of predictive plant production models based on regional experimental data. In «Ecology of Arable Land - Kluwer Acad. Publishers. Dordrecht. Perspectives and Challenges». (Accepted)
- Torssell, B.W.R. & Kornher, A. 1983. Validation of a yield prediction model for temporary grasslands. *Sw. J. agr. Res.* 13, 125-135.
- Torssell, B.W.R., Jönsson, N. & Kornher, A. 1983. A systems approach to planning research in temporary grassland production. Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för växtodling, Rapport 123.
- Torssell, B.W.R., Jönsson, N. & Roslon, E. 1987. Systemanalys som komplement till försök och rådgivning. Sveriges lantbruksuniversitet, Konsulentavd. rapporter Allmänt 107, 14:1-14:10.
- Torssell, B.W.R., Svensson, B. & Ohlander, L. 1985a. Växtodlingsmodeller - forskningsinstrument med bred tillämpning. Sveriges lantbruksuniversitet, Konsulentavd. rapporter Allmänt 81, 19-38.
- Torssell, B.W.R., Söderström, L. & Carlsson, B. 1985b. Interaktiva beräkningar för undervisning och rådgivning i växtodling. Inst. för växtodling, Rapport 157.
- Torssell, B.W.R., Jönsson, N. & Thorvaldsson, G. 1985c. Skördetidsprognoser i slåttervall - behovet av grunddata, «kalibreringsdata» och beräkningsrutiner. *Grovfoder* 4, 63-77.
- WMO (1983a). Guidelines on crop-weather models. Ed. G W Robertson, World Climatic Applications Programme, WCP-50, Geneva.
- WMO (1983b). Weather-based mathematical models for estimating development of ripening crops. Ed. G W Robertson, WMO, Agricultural Meteorology, CAgM Report no. 15, Geneva.



# BRUK AV KLIMADATA I FRAMTIDIG FORSKING, UNDERVISNING OG RÅDGJEVING

ARNE ODDVAR SKJELVÅG

Institutt for plantekultur, Noregs landbrukshøgskole, Ås

Den produksjonen som er oppnåeleg i ein åker eller ei eng, rettar seg etter plante-materialet og miljøet. Gjennom verknadene av klima, jord, dyrkingsåtgjerder og skadegjerarar vert det genetiske potensialet til plantane verkeleggjort. Stundom er den eine og stundom er ein annan av miljøfaktorane mest avgrensande for produksjonen, men den sentrale stillinga til klimaet er likevel klar. Det verkar både direkte på plantane og omveges gjennom eigenskapar ved jorda og mengd av skadegjerarar. Dessutan er vêret avgjerande for både å setja dyrkingsåtgjerdene ut i livet og for utfallet av dei.

## PLANTEDYRKINGSFORSØK

Så seint som for vel hundre år sidan var kunnskap i plantedyrking for det meste samla gjennom praktiske røynsler i generasjonar. Med systematiske dyrkingsforsøk kom eit tryggare grunnlag for å skilja mellom det som bygde på velgrunna røynsler, og det som bygde på meir uklare førestellingar. Forsøksteknikken har i hovuddraga utvikla seg frå dyrkingsforsøk på store parsellar gjennom overgangen til smærre ruter og innføring av gjentak, og endeleg til bruk av matematisk statistikk i analysen av forsøka (t.d. Hönningstad 1914, Fisher 1925, Nissen 1951). Dette er no ein velutvikla metodikk for plantedyrkingsforsøk, og ein plan som tillet statistisk test

av resultatane, har lenge vore eit standardkrav til feltforsøk.

Den statistiske analysen av forsøks-tilfang siktar ofte mot å gi allmenngyldige utsegner om verknader av forsøksfaktorane. Verknadene av vêret kjem i variansanalysen som effektar av år, stad eller i feilen. Som forsøksfaktor skil vêret seg frå slike som t.d. sort og gjødselmengd ved at det varierer frå dag til dag i forsøksstida. Dessutan er vêret samansett av både stråling, temperatur, lufråme, nedbør og vind. Kvar av desse elementa har sine særskilde verknader på plantevekst, men ofte er vêrvariablane korrelerte, og det gjer analysen av dei særskilde verknadene vanskeleg. Statistiske analysar av samanhengar mellom vêr og plantevekst byr ofte på tolkingsvanskar, og dei er difor berre delvis brukande (Skjelvåg 1981, 1987b).

Med tilgang på EDB har det vorte råd å granska og nytta ut desse samanhengane på andre måtar. Eit rekneprogram bygd på eksisterande kunnskap om verknader av vêr- og jordvariablar på vekst og utvikling hos ei grøde, vert kalla ein modell. Det finst mange variantar av slike modellar alt etter føremålet med dei og måten modellbyggingen har löyst oppgåva på (Torssell 1984, Whisler et al. 1986). Dette gjeld oftast kor detaljert modellen er, og kva for krav han har til inngangsdata. Ymse modellar duger såleis berre i forskning og undervisning, medan andre kan vera brukande også i rådgjeving og praktisk landbruk. I alle høve er modellar nøk-

kelen til å kunna nytta vêrobservasjonar på ein effektiv måte for agronomiske føremål.

Feltforsøk må vanlegvis gjennomførast på fleire stader og i fleire år for å gi grunnlag for sikker slutning om resultatet. Ved å leggja feltforsøk til stader som er representative for variasjonen ein vil dekkja, og nytta jord- og klimadata i analysen og tolkinga kunne ein helst få like sikre og venteleg meir informative resultat med færre forsøk. Torssell et al. (1983) har drøft korleis modellar kan nyttast ved ein slik framgangsmåte, og Halling (1986) har gitt døme på kombinert bruk av forklarande modell og tradisjonell, statistisk analyse. Neste steg i utnyttinga av modellar kan vera hos rådgjevingstenesta og andre. Dei må kunna nytta primære jord- og klimadata til å talfesta produksjonspotensialet ved avling, kvalitet og årvisse for alle stader der det trengst og der det er råd (t.d. Skjelvåg 1986a). Dette krev både jord- og klimakartlegging (Skjelvåg 1987a, Landbruksdepartementet 1988).

#### TILGRENSANDE EMNE

Plantevern er eit anna område av plantedyrkinga som må ta vêrdata meir i bruk for prognosar og varsling om skadegjerarar. Hos mange av desse er utviklinga så vêravhengig at det er gode utsikter til å laga varsel og dermed kunna spare både arbeid og sprøytemiddel i mange grøder (NLVF 1988). Vêrvarsel og observasjonar av vêr, plantar og skadegjerarar er grunnlaget for å spå om utviklinga, det vil seia å laga prognosen. Han må så vurderast mot den skaden ein kan tola før det er lønnsamt å setja inn rådgjerder. Deretter kan varsel med råd om åtgjerder sendast ut. Forskinga for å tilmåta utanlandske modellar til norske tilhøve må nytta klimadata både frå felt og styrt miljø. Den praktiske bruken i rådgjeving og dagleg plantedyrking krev både dagferske vêrobservasjonar og talfeste vêrvarsel, og

dessutan lokalklimatisk kartlegging for lokal tolking av varsla.

Mange omfemnande forskingsoppgåver må løysast ved tverrfagleg innsats. Plantedyrkingsforskarar må da kunna stella sin kunnskap til rådvelde på ein slik måte at andre fag kan nytta han. Det har ikkje alltid vore tilfellet for forskning i: driftsteknikk, foretaksøkonomi, husdyrbruk, forureining, plantevern og alternativt jordbruk, for å nemna nokre. I plantedyrkingsforsøk kan spørsmålsstillinga ofte vera noko annleis enn i dei faga som nyttar planteproduksjonsdata. Difor må generell plantedyrkingskunnskap uttrykkjast i modellar med jord- og vêrdata som inngangsvariablar. Simulering ved slike modellar kan truleg gi andre fag plantedyrkingsdata gode nok (Langvatn 1985). Det er oppgåva åt plantedyrkingsforskarane å skaffa fram modellane (Ringøy 1985).

#### UNDERVISNING

Bruken av vêrdata i forskinga har også det klart praktiske siktemålet at mellom andre rådgjevingstenesta skal kunna nytta vêrdata meir effektivt. Høgare undervisning går hand i hand med forskinga, og for å nå målet vert det difor heilt nødvendig å gjera meir bruk av vêrdata i undervisninga. Granskingar av heile plantars og grøders fysiologi har gjort store framsteg dei siste tiåra (Geisler 1983). Men her, likeins som for klimafaktorane, er det vanskeleg å samla ein-skilde prosessar til den heilskapen som eit samansett sluttresultat er. Einskildfenomena kan verta lausrivne og lett over- eller undervurderte. Modellar samlar mange ein-skildprosessar og kan nyttast som pedagogisk hjelpemiddel. Da er også meir detaljerte modellar nyttige (t.d. Holt et al. 1975). Ved Sveriges lantbruksuniversitet har ein alt nokre års røynsle med bruk av produksjonsmodell i undervisninga (Torssell 1989).

## RÅDGJEVING

Det er snautt tvil om at landbruket som samfunnet elles kjem til å gjera stadig meir bruk av EDB. Dagferske vêrobservasjonar vert også etter kvart lett tilgjengelege ved moderne telesamband. Frå miljøvernsida vert det sikkert krav stadig større innsats for å gjennomføra planteproduksjonen på ein måte som ureinar eller skader miljøet minst mogleg. Plantedyrkarane må også stadig sjå seg om etter måtar for å setja inn arbeid og andre innsatsmiddel på mest mogleg økonomisk vis.

Ei rådgjeving som skal møta slike krav og føresetnader, må vera i stand til å vurdera einskildsituasjonar på grunnlag av all tilgjengeleg informasjon. Da treng praktikarar og rådgjevarar tilgang på:

1. Talfeste, lokale vêrvarsel med stor oppløysing i tid og rom og med sannsynsgradering av varsla.
2. Dagferske risikoindeksar for skadegjerarar og varsel som byggjer på framskrivne risikoindeksar og skadetreskelvurdering. Rettleiing om vatning, også kombinert med langtidsvêrvarsel.
3. Agroklimatisk kartlegging av tema som er agronomisk meiningsfylte.

Enno er det smått med slike tenester her i landet (STULMEF 1985). Det trengst eit tettare nett med vêrstasjonar i jordbruksområda og avtaler med Det norske meteorologiske institutt (DNMI) om å laga lokale vêrvarsel, som er retta mot gjeremåla i landbruket. Vidare trengst ei landbruksmeteorologisk teneste som samordningsorgan mellom DNMI og fleire landbruksinstitusjonar, og for å driva landbruksmeteorologiske rutinetenester. Med omsyn til vatningsvarsling er dei nødvendige kunnskapane til stades for å utvikla ei rutineteneste (Riley pers. oppl.) I plantevern må det

setjast mye inn på å nytta både meteorologiske og agronomiske observasjonar til å finna skadetresklar og utvikla prognosar og varsel om skadegjerarar (NLVF 1988).

Varsel og rådgjeving må oftast komma snøgt ut til brukarane, og difor trengst ei effektiv formidling. Nyare utvikling i telesamband opnar for interessant utvikling (Storaas 1986, Slåtto 1987). Dette vil også verka tilbake ved at formidlingsmåtar som tillet detaljerte, og hyppig ajourførte varsel, fører til krav om slike varsel. Databehandlingsutstyr er alt utbreidd i jordbruksmiljøet, og det vil sikkert berre auka i tida frametter. Det fører òg til auka etterspørsel etter høveleg programvare, som kan nyttast i drifta.

Men om dei ytre vilkåra med vêrstasjonar, telesamband og databehandlingsutstyr er oppfylte, kan ein ikkje gjera seg full nytte av informasjonstilgangen så framt ein ikkje har nøkkelen som kan setja vêrobservasjonar og annan informasjon om til agronomisk meiningsfylte uttrykk. Det finst eit stort utval utanlandske modellar av samanhengar mellom vêret og vekst og utvikling hos både plantar og skadegjerarar. Mange av modellane er også tilgjengelege, men svært få er verifiserte for norske tilhøve. Her er også få forskarar som har trening i bruk av modellar og vêrobservasjonar. I undervisninga skortar det på undervisningsmaterieill og på tilgang på datamaskinar for studentar.

Det står såleis eit stort arbeid framfor både forskning, undervisning og rådgjeving, men utviklinga er i gang. Statens forskingsstasjonar med automatiske vêrstasjonar dekkjer heile landet og utgjer eit feltlaboratorium som få har maken til m.o.t. klimavariasjon. Det er eit føredømeleg initiativ grovførforskinga no har teke for bruk av vêrobservasjonar i forskinga (NLVF/SFL 1986).

## AGROKLIMATISK KARTLEGGING

Lokalklimatisk kartlegging har no tretti års tradisjon i Noreg (Utaaker 1963, 1979, Skaar 1982, 1983). På Nes på Hedmark har resultatane vorte mye nytta i rådgjeving, og det kjem helst av at Kise forskingsstasjon har vore formidlaren av dei meteorologiske resultatane til plantedyrkarane. Dette kan vera eit uttrykk for at klimatisk kartlegging må setjast om til agronomisk meiningsfylte uttrykk, om kartlegginga skal verta brukt. Det vil seia at t.d. 1°C skilnad i månadsmiddeltemperatur kan det vera vanskeleg å tolka følgjene av, medan skilnader i mogningstid eller kor årvisst eit planteslag er, seier meir om vilkåra for plantedyrking (Skjelvåg 1986a).

Kartlegging av produksjonspotensialet både med tanke på driftsplanlegging og samfunnsplanlegging krev at jord- og klimavariablar vert kombinerte (Landbruksdepartementet 1988). Har ikkje plantedyrkingforskinga da nødvendige modellar for samhengane mellom vêr og plantevekst, vert ikkje kartlegginga av produksjonspotensial meiningsfylt. Følgjene av det kan verta at landbruksinteressene ikkje greier å dokumentera verdiane sine fullgodt når andre interesser tevlar om areal og andre resursar, t.d. vatn. Vurdering av følgjene av vassdragsregulering for planteproduksjon langs elv og magasin er eit døme på tilfelle da planteproduksjonsmodell og lokalklimatiske data hadde vore nøkkelen til å talfesta særskilde verknader av endra temperaturklima og vassstilgang (Skjelvåg 1986b, Skaar 1987).

Prognosar og varsel om skadegjerarar eller annan informasjon som byggjer på vêrobservasjonar, kan aldri byggja på så detaljert observasjonsnett at alle stader er med. Varsel som gjeld eit større område treng difor ei lokal tolking, som byggjer på kunnskap om lokal variasjon i både vêr og utvikling hos plantar og skadegjerarar. Lokalkli-

matisk kartlegging er ein del av eit slikt kunnskapsgrunnlag.

Miljøvern har fått auka rom dei siste tiåra, og det vert sikkert tillagt stadig større vekt. I grannelanda våre er det alt vedteke å setja i verk strenge restriksjonar m.o.t. tap av næringsemne frå landbruk og m.o.t. bruk av plantevernemiddel. Vêrobservasjonar og jorddata er grunnleggjande for overvaking av og tiltak mot jorderosjon og anna ureining frå jordbruksareal (Landbruksdepartementet 1988).

## SLUTTORD

I mange samanhengar er vêrobservasjonar i seg sjølv ikkje meiningsfylte nok. Det kjem av at dei fleste spørsmåla har ei agronomisk side som må vurderast i høve til vêrobservasjonar og vêrvarsel før ein har grunnlag for råd om åtgjerder. Landbruksforskinga, undervisninga og rådgjevingstenesta har store oppgåver i å gjera seg nytte av moderne datateknikk, vêrobservasjonar og tele-samband i arbeidet med å samla og gjera både eksisterande og nyvunnen kunnskap tilgjengeleg for eit landbruk og eit samfunn som må økonomisera med ressursane og ta vare på miljøet.

Nokre av dei synspunkta på bruk av klimadata som her er lagde fram, er langt frå nye. Det var dei heller ikkje for vel tretti år sidan, da Thorsrud (1956) tok til orde for å gjera meir bruk av vêrobservasjonar i jordbruksforsøk. Vik (1914) gjorde på grunnlag av varmesumutrekningar den spånaden at 'Cronje' potet skulle hevda seg andsynes sorten 'Marius' på Hedmarka, og konstaterte at andre straks etter offentleggjorde forsøk som synte nett dette. Idéen om varmesummen som uttrykk for klimakravet kan elles førast heilt attende til Reaumur i 1735 (Robertson 1968). Det som er nytt, er eit vidare kunnskapsgrunnlag i både plantedyrking og meteorologi og nye elektroniske hjelpemiddel til måling, databehandling



og telesamband. Til saman gir dette grunnlag for å ta kunnskapen i bruk slik at ein kan handtera så samansette system som planteproduksjon på friland er, på så miljøvenleg og økonomisk rett måte som råd er.

#### LITTERATUR

- Fisher, R.A. 1925. Statistical methods for research workers. Oliver & Boyd, Lond. 239 s.
- Geisler, G. 1983. Ertragsphysiologie von Kulturarten des gemässigten Klimas. Paul Parey, Berlin. 205 s.
- Halling, M. 1986. Growth of timothy and red clover in relation to weather and time of autumn cutting 1. Yield and initial relative growth rate subsequent spring. Swedish J. Agric. Res. 10: 153-160.
- Holt, D.A., R.J. Bula, G.M. Miles, M.M. Schreiber & R.M. Peart 1975. Environmental physiology, modeling and simulation of alfalfa growth: I. Conceptual development of SIMED. Purdue Agr. Exp. Stn Res. Bull. 907. 26 s.
- Hönningstad, A. 1914. Forsøksmetodik. s. 23-44 i: N. Ødegaard et al. Norsk forsøksarbeid i jordbruket. Festskrift i anledning av Bastian R. Larsens 25 års jubilæum som forsøksleder. Grøndahl & Søn, Kristiania.
- Landbruksdepartementet 1988. Jorddatabank. Rapport fra ei arbeidsgruppe. 35 s. Vedlegg.
- Langvatn, H. (red.) 1985. Samordnet forskningsprogram i jord- og hagebruksproduksjonen. En foreløpig skisse til program utarbeidet ved Norges landbrukshøgskole. Stensilprent. 22s.
- Nissen, Ø. 1951. En plan for faktorielle forsøk med hovedvekten på bestemmelse av samspillene. Forsk. Fors. Landbr. 2: 203-214.
- NL.VF 1988. Skadetersklar, prognosar og varslng for skadegjerarar i jord- og hagebruk. Utgreiing nr. 144 frå Noregs landbruksvitskaplege forskingsråd. 77 s. Vedlegg.
- NL.VF/SFL 1986. Program for grovførforskning 1986-1990. 128 s.
- Ringøy, K.B. 1985. Naturgitte forholds innvirkning på det økonomiske resultat. Norges landbruksvitenskapelige forskingsråd. Sluttrapport nr. 565. 13 s.
- Robertson, G.W. 1968. A biometeorological time scale for a cereal crop involving day and night temperatures and photoperiod. Int. J. Biomet. 12: 191-223.
- Skjelvåg, A.O. 1981. Experimental and statistical methods of plant experiments used in an agroclimatic investigation in Aust-Agder, Norway. Acta Agric. Scand. 31: 343-357.
- Skjelvåg, A.O. 1986a. Fenologisk utvikling hos eittårig raigras i Aust-Agder. Forsk. Fors. Landbr. 37: 303-311.
- Skjelvåg, A.O. (red.) 1986b. Følgjer av vassdragsregulering for planteproduksjon i vassdraget. Noregs landbruksvitskaplege forskingsråd. Stensilprent 70 s.
- Skjelvåg, A.O. 1987a. Temperaturkart laga ved minstekvadratinterpolasjon. Norsk LandbrForsk. 1: 37-45.
- Skjelvåg, A.O. 1987b. Weather and yield of Westerwolth ryegrass. Norw. J. Agric. Sci. 1: 35-39.
- Skaar, E. 1982. Lokal- og vekstklima i Aust-Agder. Del 1. Strålingsklima. Forsk. Fors. Landbr. 33: 51-94.
- Skaar, E. 1983. Lokal- og vekstklima i Aust-Agder. Del 2. Temperaturklima. Forsk. Fors. Landbr. 34: 57-120.
- Skaar, E. 1987. Lokalklimatiske undersøkelser i Orklavassdraget. Norges landbruksvitenskapelige forskingsråd. Sluttrapport nr. 702. 10 s.
- Slåtto, T. 1987. Teledata - et nyttig medium for informasjon og kommunikasjon i landbruket. Evalueringsrapport. Østlandsforskning. 123 s. Vedlegg.
- Storaas, D.H. 1986. Landbruksinformasjon og -rådgivning i et framtidig telematikknett. Østlandsforskning. 13 s.
- STULMEF 1985. Landbruksmeteorologisk teneste i Noreg. Utgreiing for Det kgl. landbruksdepartement. 84 s. Vedlegg.
- Thorsrud, J. 1956. Mikroklimatiske undersøkelser i samband med markforsøk. Nord. JordbrForsk. 38: 324-326.
- Torsell, B.W.R. 1984. Descriptive and explanatory models for predicting grassland production. s. 494-504 i H. Riley & A.O. Skjelvåg. The impact of climate on grass production and quality. Proc. 10th General Meeting Eur. Grassld Fed.
- Torsell, B.W.R. 1989. Väderlek og vaxtproduksjon - ett tillämpningsområde i förvandling. Norsk LandbrForsk. Supplement 5: 107-119.

Torssell, B.W.R., N. Jönsson & A. Kornher 1983. A systems approach to planning research in temporary grassland production. Institutionen för växtodling, SLU. Rapport 123. 69 s.

Utaaker, K. 1963. The local climate of Nes, Hedmark. Univ. i Bergen. Skrifter Nr. 28. 115 s. Vedlegg.

Utaaker, K. 1979. Lokal- og vekstklime i Sogn. Forsk. Fors. Landbr. 30: 113-204.

Vik, K. 1914. Veirlagets indvirkning paa forsøksresultatene ved markforsøk, s. 130-171 i N. Ødegaard et al.: Norsk forsøksarbeid i jordbruket. Festskrift i anledning av Bastian. R. Larsens 25 aars jubilæum som forsøksleder. Grøndahl & Søn, Kristiania.

Whisler, F.O., B. Acock, D.N. Baker, R.E. Fye, H.F. Hodges, J.R. Lambert, H.E. Lemmon, J.M. McKinion and V.R.Reddy 1986. Crop simulation models in agronomic systems. Adv. Agron. 40: 141-208.

# PLANTEVERNFORSKINGA I DET KOMANDE 10-ÅRET

KÅRE ÅRSVOLL

Statens plantevern, As, Norge

Sjukdomar, skadedyr og ugras er viktige årsaker til nedsett avling og kvalitet i dei fleste grøder. I moderne jord- og hagebruk er det heilt nødvendig med tilfredsstillande tiltak mot alvorlege skadegjerarar, slik at tapar kan haldast innanfor rimelege grenser.

Den sterke produktivitsauken som landbruket kan vise til i etterkrigsperioden skuldast ikkje minst dei kjemiske driftsmidla. Sterk spesialisering av produksjonen har ført til dyrking i monokultur over større samanhengande areal. Dette saman med intensiv gjødsling og bruk av meir yterike sortar har dels ført til auka skadegjeraråtak. Vår tids samhandel og -ferdsel i verda har dessutan auka faren for spreiding av introduserte, farlege skadegjerarar til nye vekstområde.

Effektive kjemiske plantevernmiddele inngår som viktige og nødvendige driftsmiddel i denne intensive planteproduksjonen. Nøkkernt og riktig brukt representerer dei verdfulle hjelpemiddel i kampen mot alvorlege skadegjerarar, i tillegg til førebyggjande rådgjerder og andre tilgjengelege tiltak.

Mot stadig aukande krav i samfunnet om å redusere mogleg risiko for uønska sideverknader av planteverntiltak, og mot kravet om auka effektivitet og kostnadsjakt i landbruket, står vi overfor store utfordringar innan plantevern i dei næraste åra framover, kanskje dei største utfordringane i plantevernets historie. Korleis kan vi møte desse utfordringane?

## MÅLA FOR EIT HENSIKTMESSIG PLANTEVERN

Den målstrukturen som er skissert for verksemda ved Statens plantevern (SPV), dannar eit nyttig utgangspunkt for kva mål vi bør arbeide mot for å oppnå eit mest mogleg hensiktsmessig plantevern.

Sjølve grunnvullen for å nå desse måla er forskning og utviklingsarbeid (FoU) for å framskaffe nødvendige *biologiske og teknologiske kunnskapar*. Detaljkunnskapar om biologien til skadegjerarane og alle forhold som hemjar eller fremjar utviklinga av skadelege åtak eller konkurranse frå skadegjerarar er grunnleggjande for FoU-arbeid med bekjempingstiltak.

## KOR STÅR VI I DAG I HØVE TIL DEI SKISSETE MÅLA FOR EIT HENSIKTMESSIG PLANTEVERN?

Gjennom FoU-arbeid og praktiske røynslar og gjennom strenge forvaltingsmessige reguleringar har vi alt i dag eit rimeleg solid kunnskapsgrunnlag og metodar og regelverk til å kunne gjennomføre eit rimeleg effektivt og samstundes rimeleg sunt og trygt plantevern. Vi har eit godt utbygt rådgjevingssapparat og eit høgt kunnskapsnivå hos våre brukarar.

Våre klimaforhold gjer at vi jamt over har mindre behov for plantevernmiddele enn på sørlegare breddegrader, og vi har relativt små samanhengande jordbruksareal og dermed mindre total

Tabell 1. Måla for eit hensiktsmessig plantevern. Hovud- og delmålstruktur for Statens plantevern (SPV)

PLANTEPRODUKT AV HØG KVALITET	MILJØVENLEG BEKJEMPING AV SKADEGJERARAR	ØKONOMISK FORSVARLEG PLANTEPRODUKSJON
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Planteprodukt fri for farlege skadegjerarar</li> <li>* Planteprodukt utan kvalitetsfeil valda av skadegjerarar</li> <li>* Planteprodukt utan helseskadelege restar av plantevernmiddel</li> <li>* Planteprodukt fri for helseskadelege mengder av naturlege toksin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Tiltak utan uønska sideverknader</li> <li>* Forsvarleg arbeidsmiljø</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Effektive tiltak mot skadegjerarar</li> <li>* Rasjonelle metodar</li> <li>* Akseptabelt avlingsnivå</li> </ul>

belasting på naturmiljøet. Samanlikna med dei fleste andre industriland, også våre næraste naboland, torer eg påstå at vi ligg svært godt til for å møte framtidige utfordringar på plantevernsektoren. Dermed er det ikkje sagt at vi skal slå oss til ro med at alt er såre vel slik tilstanden er i dag.

Utnyttar vi det kunnskapsgrunnlaget vi har i dag fullt ut, og følgjer vi retningslinene for gjeldande regelverk tilfredsstillande i praksis? Svaret må vere NEI! Og her står vi overfor kanskje den største utfordringa i åra framover. Vi må arbeide for *beta kunnskapsformidling gjennom intensivt opplæring og handlingsskapande rådgjeving*, for å auke kunnskapsnivået hos brukarane og skape haldningar og fremje bekjempingsstrategiar, som inkluderer ei samla vurdering av ulike plantekultur- og planteverntiltak, og som medverkar til å nå dei måla for vårt plantevern som er skisserte ovanfor.

#### INNSATSOMRÅDE FOR PLANTEVERNFORSKINGA DEI KOMANDE ÅRA

For å nå dei skisserte måla for eit hen-

siktsmessig plantevern må kunnskapsgrunnlaget styrkjast gjennom intensivt FoU-arbeid. For dei næraste åra framover har SPV prioritert fylgjande innsatsområde for forskinga:

- Plantevern og miljø
- Skadetersklar, prognosar og varsling
- Resistens/konkurransen
- Biologisk/integrert bekjemping

Ein betydeleg del av våre knappe forskingsressursar er sette av på desse satsingsområda, over det ordinære statsbudsjetten, dels ved omprioriteringar, (Budsjett I) og med verdifulle bidrag frå forskingsråd (Budsjett II) og over Jordbruksavtala og frå andre kjelder (Budsjett III). Det er eit klårt ønske og vilje til å trappe opp desse satsingsområda, men dette krev tilgang på nødvendige ressursar dersom vi skal makte alle andre oppgåver institusjonen er pålagd.

#### PLANTEVERN OG MILJØ

Dette er SPV's hovudinnsatsområde, som i vidaste meining omfemnar også dei andre innsatsområda.

Forskning med sikte på å utvikle tiltak utan uønska sideverknader vil bli høgt prioritert. Dei miljømessige verknadene av kjemiske plantevernmidlar er spesielt i søkjelyset (restar, påverknader på «non target»-organismar, forureining ved utvasking, jorderosjon m.v.). I samsvarende med dei krava som lov og føresegner om plantevernmidlar stiller, og til dagens samfunnmessige oppfatning av kjemiske midlar, er det nødvendig med ei brei satsing. Arbeidsmiljøet for dei som handterer og brukar plantevernmidlar, inngår i dette miljøomgrepet.

Dette er i tråd med Landbruksdepartementets giftnemnd som i dag stiller større krav til data og informasjon før eit nytt preparat kan godkjennast. Dette gjeld såvel den biologiske effektivitetsprøvinga som data vedrørande nedbryting, restar, verknader på nyttefauna og -flora, klimatiske og edafiske forhold m.v. SPV har i dag kompetanse innanfor dette forskingsområdet. I samband med skogsprøyting (vegetasjonskontroll) er det i samarbeid mellom SPV, NISK og Institutt for naturforvaltning, NLH, utført økologiske granskningar som femnar om jordkjemi, vasskvalitet, viltøkologiske endringar, vegetasjonspåverknader og tilvekst hos granplantene. Desse økologiske langtidsstudia vil halde fram i dei næraste åra.

Ut frå tidlegare granskningar ved SPV vart det i 1987 i samarbeid med Institutt for geoteknik- og forureiningsforskning (GEFO) gjennomført eit prosjekt for å undersøkje omfanget av eventuell forureining av plantevernmidlar i vassdrag og grunnvatn. Det vart avdekkja mindre funn av plantevernmidlar i tida etter sprøyting i 6 av 8 undersøkte overflate-lokalitetar, 4 bekker og 2 elvar (ikkje drikkevatt) i sterkt belasta jordbruksdistrikt, medan ingen av dei 7 grunnvasskjeldene som var med i granskninga var forureina. På grunnlag av desse granskningane og med midlar frå NLVF og den nye miljøavgifta på plantevernmidlar er det i 1988 sett i gang eit omfemnande fleirårig samarbeidspro-

sjekt mellom SPV, NLH, NVH, GEFO og NIVA for å framskaffe meir viten om eigenskapar til plantevernmidlar og verknader på økologiske forhold i jord og vatn under ulike klimatilhøve. Slik viten vil vere nyttig i samband med forureiningsspørsmål både for å få klårlagt ulike prosessar i jord-vatn-systemet og til å kunne peike på tiltak for å redusere eventuell forureining.

Utviklinga innan kjemisk plantevern har gått frå relativt breittverknadende, lite selektive, stabile midlar med høg giftgrad, til meir selektive, skånsame, mindre giftige og snøggare nedbrytbare midlar, og som elles har minst mogleg utilsikta sideverknader.

Utviklinga av nyare kjemiske plantevernmidlar går elles i retning av biologisk høgaktive stoff, som i svært små dosar er i stand til å gi den ønskjelege verknaden innan eit ønskjeleg tidsrom, for så å bli brote ned fullstendig, utan fare for å gi restar i planteprodukt eller forureine miljøet. Ei anna interessant utvikling er framstilling av tilsetningsstoff for innblanding i sprøytevæska, for å auke effekten og dermed kunne redusere doseringa av plantevernmidlet.

Framstilling av spesifikke luktstoff med tiltrekkjande eller skremmande effekt, steriliseringsstoff o.l. har fått større og større praktisk interesse og oppnar nye vegar i skadeyrbekjempinga. I kampen mot plantesjukdomar ser vi tilsvarende interessante utviklingstrekk, til dømes i retning av framstilling av spesifikke signalstoff som aktiverer naturlege motstandsreaksjonar i planta. På denne måten kan vi bruke naturen sine eigne motstandsvåpen på ein effektiv måte, - då i form av avanserte, kjemiske plantevernmidlar.

På den spreietekniske sida ser vi også interessante utviklingstrekk, som går i retning av å oppnå jamn fordeling av plantevernmidlet på plantene med sterkt redusert væskemengde og dosering («ultra-low volume»), og med minimal avdrift, bl.a. gjennom elektrostatisk

ladning av væskedråpane som fremjar vedhengsevna på plantene.

## SKADETERSKLAR, PROGNOSE OG VARSLING

I mange høve blir det i dag brukt for mykje plantevernmiddel, anten ved overdosering eller ved at det blir sett inn unødvendige behandlingar, men det er òg tilfelle da ein burde ha brukt meir kjemiske rådgjerder for å få ei betre og meir fullverdig avling. Auka forskingsinnsats for å finne økonomiske skadetersklar og utvikle modellar for prognosar og varslingsprogram, vil sikre ein riktigare bruk av kjemiske plantevernmiddel. Dette vil samstundes gi grunnlag for ein vesentleg reduksjon i bruken av slike middel, utan at det treng føre til nedgang i avling eller dårlegare kvalitet på produkta. Ei viktig oppgåve er å få klårlagt når, kor ofte og i kva mengde ein bør nytte kjemiske middel for at samla skade på avlinga skal bli minst råd er. Samstundes skal det ikkje finnast restar av plantevernmiddel i fôr og mat som ligg over fastsette grenser, og miljøet må ikkje påførast uakseptable skadar.

Skadetersklar, prognosar og varslingsprogram om skadegjerarar kan spare jord- og hagebruket for store unødvendige sprøytekostnader, samstundes som belastninga på miljøet blir redusert. Forsøk og praktiske røynsler frå varslingsprogram om potettørråte, epleskurv og rognebærmøll har såleis synt at ein kan redusere sprøytebehovet med 50-75% i høve til faste sprøyteprogram, utan at dette har gått ut over avlingsverdien. Dette svarer til ei årleg innsparing av unødvendige sprøytekostnader på over 8 mill. kr. Truleg kan bruk av skadetersklar for ugras i kornåker føre til vel så stor innsparingar. I dag blir over 90% av kornarealet sprøytet kvar år mot ugras, meir og mindre rutinemessig utan nærare vurdering av behovet. Nyare granskingar av hausteresultata tyder på at sprøytinga er unødvendig på vel ein

tredjedel av dette arealet - ca. 1 mill. daa. Berre i preparatkostnader representerer dette 10-15 mill. kr pr. år. Problemet er at vi på sprøytetidspunktet ikkje er i stand til å seie kva areal dette er; vi manglar målestokken - skadeterskelen. Både av økonomiske og miljømessige årsaker er det såleis viktig å få klårlagt skadetersklar for ugras og dermed behovet for direkte tiltak. Dette gjeld i prinsippet alle kulturar, men er særleg viktig i korn.

I NLVF-utgreiing nr. 144 «Skadetersklar, prognosar og varslingsprogram for skadegjerarar i jord og hagebruk» (1988) er det skissert eit handlingsprogram for FoU-arbeid på dette området for dei komande 5 åra. Handlingsprogrammet omfemnar tilpassing/revisjon/utvikling av prognose- og varslingsmodellar for potettørråte, sjukdomar og skadedyr i korn, rognebærmøll og andre skadedyr i frukthagen, eple- og pæreskurv, og skadegjerarar i grønsaker og bær. Vidare er det i planperioden skissert eit forskingsprogram på skadetersklar og prognosar for ugras, i første omgang i kornåker.

Utvikling og tilpassing av epidemiologiske modellar som er nødvendige for utarbeiding av sikre prognosar og varsel, krev nøyaktige observasjonar av ei lang rekke eigenskapar hos både vertplante, skadegjerar og miljøet. I mange modellar er vèrobservasjonar ein del av inngangsvariablane, og stundom dei einaste. Ei tilfredsstillande utbygging av den landbruksmeteorologiske tenesta og investeringar i epidemiologisk forskning er såleis viktige føresetnader for utvikling av slike modellar.

I handlingsprogrammet er det òg skissert ei utbygging av feltobservatørnett for agronomiske observasjonar og tilpassing av praktiske prognose- og varslingsstenester. Med midlar løyvde over den nye miljøavgifta på plantevernmiddel vil det vere von om ei forsert utbygging av desse tenestene, samstundes med ei sterk opptrapping av FoU-arbeidet på dette området.

## RESISTENS/KONKURRANSE

Utvikling av resistens hos plantene gjennom foredling er eit viktig middel for å førebyggje åtak av skadegjerarar og samstundes redusere bruken av kjemiske plantevernmidde. SPV's oppgåver i samband med dette er å kartleggje resistensen, utforske resistensmekanismane, og i nært samarbeid med andre forskingsinstitusjonar prøve foredlingsmateriale. Før prøving kan setjast i gang må sikre testmetodar utviklast. Til nå har arbeidet særleg vore drive innan potet, korn og engvekstar, men vil i åra framover òg omfemne andre kulturar, som ymse grønsakvekstar, frukttre og bærvekstar.

Kulturplantene sin evne til å konkurrere med andre planter (ugras) om næring, vatn, lys og plass, dvs. deira konkurransevne, er ein viktig eigenskap i plantevernsamanheng. Denne eigenskapen kan også vidareutviklast ved foredling. Forskinga på dette området må intensiverast i åra framover.

Moderne genteknologi opnar nye perspektiv i arbeidet med å framskaffe meir resistente/konkurransedyktige kulturplanter. I åra framover vil det vere viktig å byggje opp kompetanse på dette området i nært samarbeid mellom norske og utanlandske forskarar. Overføring av gen til planter ved hjelp av plasmidvektorar eller elektroporering er rutine i mange laboratoria i dag. Transgene planter inkorporerer tilførte gen i genomet, og ved kryssingar blir det vanlege utspaltingar.

I plantevernet er vi først og fremst interesserte i resistensgen mot sjukdomar og skadedyr, men òg resistens mot kjemiske ugrasmidde. Gen for ugrasmiddelresistens er klonar frå jordbakteriar, utstyrte med reguleringssekvensar frå plantevirus, og det er laga transgene planter resistente mot mellom anna glyfosat og triazin-midde. Midde som ut frå helse- og miljøsyn ville vere å føretrekkje, men som på grunn av låg grad av selektivitet er lite eigna som

ugrasmidde, kan såleis truleg gjerast veileigna gjennom moderne genteknologi.

I tilknytting til arbeidet med å auke resistensen i sortsmaterialet mot skadegjerarar vil det i åra framover vere behov for granskingar som sikrar at planteprodukt til fôr og mat ikkje inneheld helseskadelege mengder av naturleg produserte toksin.

## BIOLOGISK/INTEGRERT BEKJEMPING

Gjennom dei siste par 10-åra har det pågått ei intensiv forskning for å finne fram til metodar for å utnytte dei naturlige fiendane til skadegjerarane, såkalla biologiske rådgjerder. Mange lovande resultat er oppnådde, og fleire metodar er tekne i bruk i praktisk plantevern. Til nå er det særleg i kampen mot skadedyr at desse metodane har fått størst praktisk nytte, og da først og fremst innan veksthuskulturar. Veksthusmjøllus og veksthusspinnmidd, to viktige skadedyr, bli nå til dømes effektivt og rasjonelt bekjempa med i same følgd snylteveps og rovmidd. På friland er direkte bruk av biologiske rådgjerder førebels lite utvikla.

Det biologiske samspelet i naturen er svært komplisert, og kunnskapane om korleis dette fungerer er framleis mangelfulle. Utforskinga av grunnlaget for utvikling av metodar som tek sikte på å påverke den biologiske balansen for å hindre skadelege åtak, vil bli intensivert i åra framover.

Bioteknologien kan opne nye vegar og gi revolusjonerande framgang i utviklinga av effektive biologiske bekjempingsmetodar mot mange viktige skadegjerarar. Moderne genteknologi er tatt i bruk i stort omfang for å «foredle» bakteriar og soppar som blir brukte i farmasøytisk og annan industri. I utlandet blir genteknologiske metodar òg brukte på agronomisk viktige mikroorganismar. Da det er viktig å byggje opp norsk kom-

petanse på dette området, er det i nært samarbeid mellom SPV og Mikrobiologisk institutt, NLH, og amerikanske forskarar starta opp eit forskingsprogram som tek sikte på å framskaffe mikroorganismar som kan brukast i biologisk bekjemping av plantepatogene soppar. Dei fleste soppar inneheld kitin i celleveggen, i motsetnad til planter og pattedyr. Fleire organismar som er effektive i biologisk bekjemping, produserer kitinasar, enzym som spaltar kitin. Ved hjelp av genteknologi vil ein frå mikroorganismar isolere gen som kodar for kitinasar og klone desse inn i bakteriar og soppar for å gjere dei meir effektive i biologisk bekjemping. Forsking etter desse linene vil truleg òg kunne frambringe nye, effektive biologiske bekjempingsmetodar mot viktige skadedyr, der også kitin inngår i byggematerialet i hudskjelettet.

Integrert bekjemping går ut på å ta i bruk ein best mogleg kombinasjon av tilgjengelege rådgjerder, der bruk av kjemiske middel skal vere minst mogleg. Viktige element i integrerte bekjempingsprogram er resistens, konkurransevne, førebyggjande kulturtiltak, skadetersklar, prognosar og varsling, og bruk av biologiske og andre ikkje-kjemiske metodar og selektive kjemiske middel. Å finne fram til system som til kvar tid kan gi det gunstigste tilhøvet mellom innsatsfaktorane og med forsvarleg omsyn til miljø og økonomi, er komplisert og ressurskrevjande, men mykje av grunnprinsippa for det praktiske plantevernet i åra framover ligg i ei slik integrert utnytting av forskingsresultata. Integrert bekjemping av skadedyr i frukthagen - eit program utvikla ved SPV i samarbeid med SFL Ullensvang - er eit godt døme på dette.

#### SMITTEFRITT PLANTEMATERIALE

Den mest effektive, ofte også den einaste rådgjerda vi har mot mange viktige sjukdomsorganismar og skadedyr er å fram-

skaffe smittefritt plantemateriale. Sensitive og pålitelege metodar for å påvise og identifisere skadegjerarar er derfor viktige.

I ei årrekke har det vore produsert friskt utgangsmateriale frå meristemtip og vevskulturar. Desse oppformeringsmetodane er i seg sjølv ingen garanti for at plantematerialet er fritt for sjukdomsframkallande virus og bakteriar. For å sikre sjukdomsfrie planter er det heilt avgjerande at morplantane blir grundig kontrollerte, med etterkontrollar under oppformering. For nokre skadegjerarar har vi i dag eigna metodar for påvising. Men for fleire viktige virus og bakteriar er eksisterande testmetodar svært arbeids- og tidkrevjande og lite eigna til rutinebruk. Ved SPV pågår eit intensivt forskingsprogram med sikte på å utvikle rasjonelle, sensitive og sikre påvisingsmetodar baserte dels på moderne immunologiske teknikkar, dels på genteknologi.

#### TEKNISK UTBYGGING

Mange av dei utfordringane og FoU-oppgåvene som ligg framfor oss på plantevernsektoren krev ei tilfredsstillande opprusting og utbygging av tekniske anlegg og utstyr. Midlar løyvde over NLVF har gjort det mogleg å få innreidd og utstyrt to moderne laboratoria i Fellesbygget, Ås, for bioteknologisk forskning («Genverkstaden» og «Hybridomalaboratoriet»). Utvikling og tilpassing av epidemiologiske modellar som grunnlag for utarbeiding av prognosar og varsel om skadegjeraråtak krev nøyaktige observasjonar av ei lang rekke eigenskapar hos både vertplante, skadegjerar og miljøet. Det er såleis eit stort behov for utbygging av klimaregulerte vekstom ved SPV for biologiske granskningar i styrt miljø. Vidare trengst det avansert måle- og analyseutstyr for å løyse dei mange påtrengjande forskingsoppgåvene. Opprusting av EDB-utstyr og -tenester er også eit nødvendig hjelpe-



middel, bl.a. for å effektivisere forskinga og for å byggje ut prognose- og varslings-tenestene.

#### KOMPETANSEOPPBYGGING

Personalet er vår største og viktigaste ressurs. Vi bør derfor styrkje etterutdannings/vidareutdanningstilboda for alle grupper av medarbeidarar, både forskarar og teknisk og administrativt personale. Vi bør også leggje opp til ein offensiv rekrutteringspolitikk for å fylle ledige stillingar til kvar tid med høgt kvalifisert arbeidskraft. Utdanning av forskarar må trappast opp for å byggje opp nødvendig kompetanse, også på nye område. Kontakten med utanlandske forskingssentra bør styrkjast, bl.a. gjennom auka utveksling av gjesteforskarar.

#### FORSKINGSSAMARBEID

I åra framover vil vi i langt større grad enn tidlegare måtte gå inn i tverrfaglege forskingsgrupper for å løyse kompliserte FoU-oppgåver på tvers av nåverande avdelingsskiljer i SPV. Samarbeidet med andre forskingsinstitusjonar og forskingsmiljø må også styrkjast.

#### FRAMTIDSUTSIKTER

Med utgangspunkt i nåverande kunnskapsgrunnlag og føresetnader i norsk plantevern, med auka FoU-innsats på dei områda eg har skissert ovanfor, og med betra kunnskapsformidling gjennom intensivert opplæring og haldningsskapande rådgjeving, ser eg optimistisk framover mot eit stadig meir effektivt, mindre risikofylt plantevern.

