

FORSKNING OG FORSØK I LANDBRUKET

BIND 36 — 1985 — HEFTE 3

RESEARCH IN NORWEGIAN AGRICULTURE

INNHOLD

| | Side/Page |
|---|-----------|
| Odd-Arne Olsen Genetikk i planter — grunnforskning med praktiske siktemål <i>Plant molecular biology — basic research with practical aims ..</i> | 91 |
| Rolf Nestby Jorddekkning med klar plast i jordbær, og ugraskontroll under platen <i>Mulching of strawberries with clear polyethylene, and control of weeds under the mulch</i> | 103 |
| Ådne Håland Urea, kalksalpeter, ammoniumnitrat og fullgjødsel til eng <i>Urea, calcium nitrate, ammonium nitrate and NPK fertilizer for grass leys</i> | 109 |
| Svein O. Grimstad Jordarbeiding, kalking og gjødsling til lignoser og gras i sterkt forurenset industrimiljø <i>Soil mixing, liming and fertilization to woody plants and grasses in a polluted industrial area</i> | 117 |
| Hugh Riley Såmengder og N-gjødsling til vårkorn på bakkeplanert leirjord <i>Seed rates and N-fertilization for spring cereals on levelled clay subsolls</i> | 127 |
| Egll Ekeberg Jordarbeiding høst og vår til vårkorn <i>Autumn and spring tillage for spring cereals</i> | 133 |



UTGITT AV STATENS FORSKINGSSTASJONER I LANDBRUK

Norsk institutt for skogforskning
Biblioteket
P.B. 61 - 1432 ÅS-NLH

Redaksjonskomité:

Forskar Gudmund Taksdal (redaktør)
Forskar Arne Oddvar Skjelvåg
Statskonsulent Kåre Årsvoll

Ekspedisjon og abonnement:

Statens fagtjeneste for landbruket,
Moervn. 12, 1430 Ås.
Tlf. (02) 94 13 65.

Postgirokonto nr. 5 05 37 80.

Tidsskriftet kostar kr 30,00 pr. år for norske,
og kr 50,00 for utanlandske abonnentar.

ISSN 0429—1913

Research in Norwegian Agriculture

Research in Norwegian Agriculture contains technical reports on research and experiments carried out at the official experiment stations, research institutes and other institutions. The journal is published up to 8 times a year. Annual subscription 50 Norwegian kroner.

The journal is published by The Norwegian State Agricultural Research Stations.

Correspondence and subscription:
Government Guidance Service for Agriculture,
Moervn. 12, N-1430 ÅS, NORWAY.

Frå redaksjonen

Vurdering av manuskript

Den viktigaste oppgåva for redaksjonen er å medverke til at dei artiklane som blir trykte, er så gode som mogeleg. Vi må då byggje på eit godt samarbeid mellom forfattarar og redaksjon.

Utarbeiding av manuskript er ein del av forskingsmetodikken. Vi vonar Forsk. Fors. Landbr. kan vere eit forum for aktiv utvikling i så måte. Vil-kåret for at redaksjonen skal make sin del av oppgåva, er at innsende manuskript er grundig gjennomarbeidde. Både forfattarane og dei ansvarlege institusjonane må så langt råd er syte for at innsende manuskript er fullt trykkjeklare.

Redaksjonen har sett opp retningsliner for arbeidet sitt med manuskripta. Den viktigaste delen er ei rekkje kontrollspørsmål til bruk ved gjennomlesing av manuskript. Lista er stort sett i samsvar med tilsvarende opplegg som mange andre vitenskaplege tidsskrift nyttar.

Vi trykkjer lista her, og vil rå til at forfattarane bruker ho til kritisk gjennomgang av eigne manuskript. Vi vonar dette vil vere til nytte for det same målet vi har: Å lage eit godt tidsskrift.

Kontrollspørsmål

1. Er utforminga av manuskriptet i samsvar med reglane for Forsk. Fors. Landbr.?
2. Er tittelen klar, konsis og dekkjande?
3. Kjem problemstillinga klart fram i innleiinga?
4. a) Er materiale og metodar gode nok?
b) Er omtalen av dei god nok?
5. Er den statistiske behandlinga tilstrekkeleg?
6. Er konklusjonane fullt underbygde av resultatane?
7. a) Er resultatane tolka på ein god måte i drøftinga?
b) Er resultatane sette i samanheng med andre arbeid på ein god og logisk måte?
8. Gir artikkelen ny informasjon?
9. a) Er det for mange tabellar og figurar?
b) Er den tekniske kvaliteten på dei god nok?
c) Gir figurtekstar og tabellhovud tilstrekkeleg, men ikkje unødvendig informasjon?

10. a) Er alle relevante litteraturreferanser tekne med?
b) Kan nokon av dei som er nytta gå ut?
c) Er det fullt samsvar mellom litteraturlista og referansane det er vist til i manuskriptet?
11. a) Er den språklege framstillinga god? Kan noko mistydst?
b) Kan setningar eller avsnitt kortast inn eller gå ut? Finst det unødvendige ord som kan strykast?
c) Bør artikkelen omdisponerast på nokon måte, eller delast i to eller fleire artiklar?
12. Er nøkkelorda velvalde?
13. a) Er utdraga konsise og med tilstrekkeleg konkrete opplysningar?
b) Er dei i samsvar med resultat og konklusjonar?

Genetikk i planter — grunnforskning med praktiske siktemål

Odd-Arne Olsen, Institutt for biologi, Avdeling for generell genetikk, Universitetet i Oslo, Blindern, 0315 Oslo 3.

Dept of Biology, Division of General Genetics, University of Oslo, Blindern, 0315 Oslo 3, Norway.

Olsen, O-A. 1985. Plant molecular biology — basic research with practical aims. *Forsk. Fors. Landbr.* 36: 91—101.

Key words: Plant molecular biology, gene cloning, plant gene structure, plant breeding.

Methods in molecular biology developed over the last ten years have made it possible to transfer single plant genes into bacteria. With the aid of the pathogen *Agrobacterium tumefaciens*, genes from yeast and bacteria have been transferred into tobacco plants. By means of molecular techniques, genes determining economically important characters like seed storage proteins, nitrogen fixation and photosynthesis have been studied in detail. In addition to describing major achievements in plant molecular biology, the role of such methods in future plant breeding programmes is discussed.

Molekylærbiologiske metoder har gjort det mulig å overføre enkelt-gener fra planter til bakterier. Et av hovedmålene i plantemolekylærbiologi er å kunne overføre enkeltgener for økonomisk viktige karakterer, som f.eks. lagerproteiner hos frø, nitrogenfiksering og fotosyntese, fra forskjellige kilder til jordbruksplanter. Dette ble for første gang oppnådd i 1983 da et gen fra gjær ble innsatt i tobakksplanter. Denne oversiktsartikkelen beskriver utviklingen innenfor plantemolekylærbiologi, og diskuterer hvorvidt slike teknikker vil kunne brukes i planteforedlingsarbeidet i fremtiden.

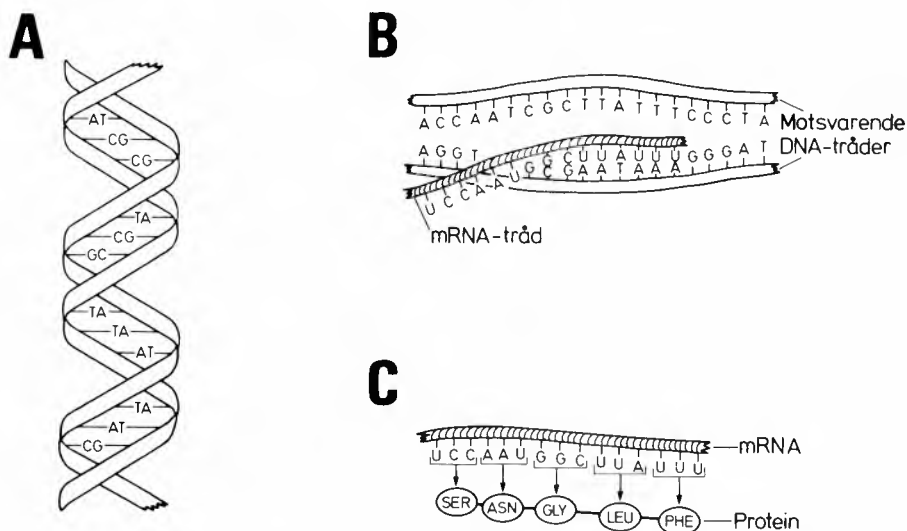
Innledning

Utviklingen av molekylærgenetiske metoder for virus og bakterier tidlig på 70-tallet gjorde det mulig å isolere gener fra høyerestående organismer, og å overføre og oppformere disse genene i bakterier. Dette kalles ofte kloning av gener. Det ble tidlig klart at genteknikk (engelsk: «genetic engineering») ville komme til praktisk bruk i for eksempel farmasøytisk industri, human medisin og i foredling av dyr og planter. Det første produktet som ble fremstilt ved hjelp av genteknikk, var en vaksine mot diaré hos storfe og gris (Shuurig 1982). Det første tilsvarende produktivitet til bruk for mennesker var insulin (Shapley 1982).

Denne artikkelen gir en oversikt over forskning ved hjelp av genteknikk i planter av interesse for jordbruket, og over forsøk med slike metoder til bruk i planteforedling. Til slutt vurderes disse metoders rolle i fremtidig planteforedling.

Kloning av plantegener

Arvestoffet DNA (deoksyribonukleinsyre) består av to spiralsnodde, tråd-liknende molekyler av sukker og fosfat, i tillegg til de fire basene adenin (A),



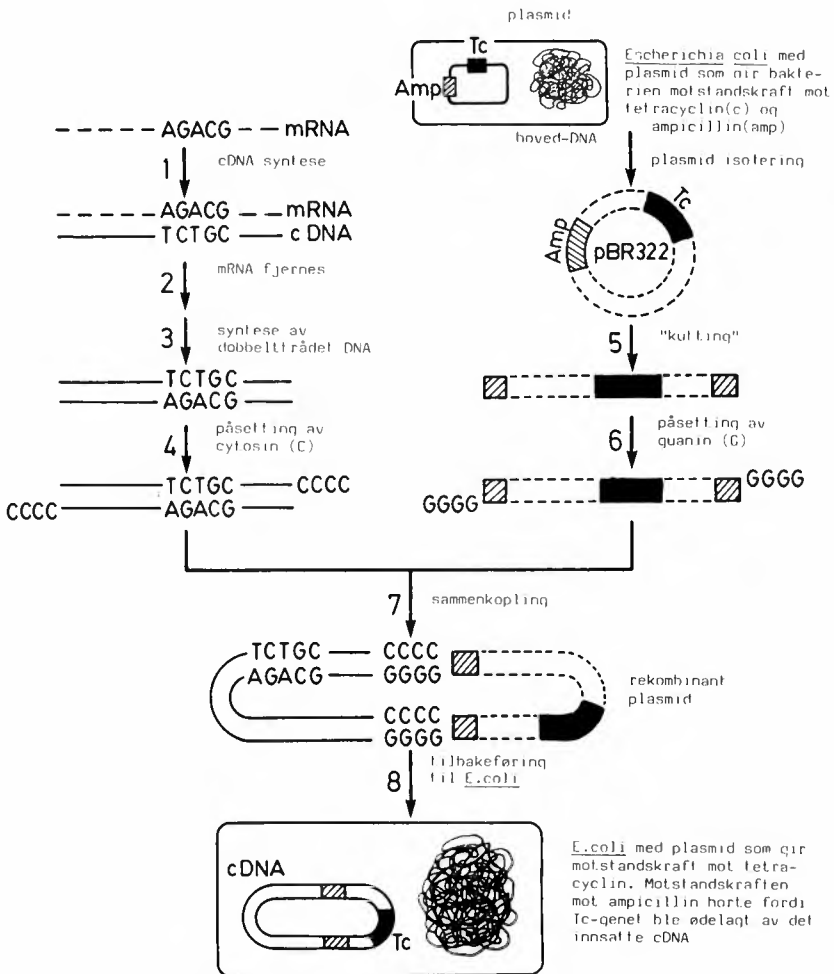
Figur 1. Arvestoffet, DNA, er et dobbelthelix-molekyl, hvor de to parallelle trådene holdes sammen ved paring mellom basene A-T og G-C (A). Genbeskjeden bringes fra DNA i kjernen til cytoplasma ved mRNA, som er en «arbeidskopi» av den ene DNA-tråden (B). I cytoplasma oversettes genbeskjeden til et protein (C).

Figure 1. Hereditary DNA is a double helix molecule, in which the antiparallel strands are joined by A-T and G-C base pairs (A). The gene code is transmitted from the nuclear DNA to the cytoplasm by means of messenger RNA, which is a «Working copy» of one of the DNA strands (B). In the cytoplasm, this gene code is translated to a protein (C).

cytosin (C), guanin (G) og thymin (T) (Fig. 1A). De to trådene holdes sammen i en dobbeltstråle ved at adenin parer seg med thymin i den motstående tråden, og guanin tilsvarende med cytosin. DNA styrer cellens livsprosesser ved at det lages en kopi i ribonukleinsyre (RNA), mRNA (m står for messenger eller budbringer) (Fig. 1B) som transporteres fra cellekjernen og ut til cytoplasma. Denne kopien er et speilbilde av den ene DNA-tråden, og blir til ved tilsvarende baseparinger som for DNA. Den eneste forskjellen er at thymin er erstattet av basen uracil (U). I cytoplasma «leses» basene i grupper på tre og tre. Disse triplettene bestemmer hvilke aminosyrer proteinet skal bestå av, og i hvilken rekkefølge de forekommer i proteinet (Fig. 1C). Egenskapene til et protein bestemmes av aminosyrekkefølgen, og hvert av de mange tusen ulike proteinene i celler hos høyerestående organismer utfører bestemte oppgaver, som gir organismene spesielle, fysiologiske egenskaper.

Genkloning går ut på å isolere og oppformere den biten av DNA som styrer syntesen av ett protein. Ettersom alle organismer stort sett bruker samme triplettkode for samme aminosyre, vil det klonete gen kunne overføres til en annen vertsorganisme enn den det opprinnelig ble isolert fra, men fortsetter å styre produksjon av det samme proteinet. Proteinene vil dermed gi vertsorganismen en ny egenskap, for eksempel mer og bedre lagerprotein i frø eller resistens mot en plantesjukdom. Den mest brukte fremgangsmåten for genkloning er beskrevet i Figur 2 (Se forøvrig f.eks. Watson et al. 1983). Fra mRNA lages det (ved hjelp av et spesielt enzym) et kopi-DNA, kalt cDNA (trinn 1). Dette skjer ved at DNA-basene som finnes i løsningen sammen med mRNA, parer seg med basene i mRNA etter samme regel som for dobbelttrådet DNA, det vil si A med U og G med C. Etter at mRNA er fjernet (trinn 2) og DNA gjort dobbelttrådet (trinn 3), påkoples mange cytosin-molekyler i den ene enden av de to trådene (trinn 4). cDNA er nå klar til å settes inn i et ringformet dobbelttrådet molekyl (plasmidet pBR322) som hører hjemme i tarmbakterien *Escherichia coli*. Her oppformerer plasmidet uavhengig av bakteriens hoved-DNA og bærer blant annet gener som gjør *E. coli* motstandsdyktig mot to ulike typer antibiotika, ampicillin og tetracyclin. Før cDNA kan innsettes, må plasmidet kuttes i genet for motstandsevne mot ampicillin (trinn 5). Molekylet klargjøres for sammenkopling med cDNA ved at det påsettes mange guaninmolekyler (trinn 6). Endene med guanin- og cytosin-molekyler vil etter sammenblanding av plasmid og cDNA pare seg med hverandre, og det dannes et nytt plasmid, et såkalt rekombinant-DNA molekyl (trinn 7). Innsatt i colibakterier (trinn 8) vil dette oppformeres, og en får mange identiske plasmider (kloner) med det samme cDNA. Til forskjell fra de ampicillin- og tetracyclin-motstandsdyktige bakteriene som inneholdt det opprinnelige pBR322 plasmidet, vil bakterier med innsatt cDNA være motstandsdyktige mot tetracyclin og følsomme for ampicillin. Grunnen til dette er at genet for motstandsevne mot ampicillin ødelegges når cDNA settes inn.

Vanligvis er en interessert i å sette inn cDNA for et bestemt protein. Problemet blir dermed å finne bakterien som inneholder plasmidet med den rette biten. I Figur 2 er utgangspunktet for kloningen ett enkelt mRNA, mens det vanlige er å starte med en blanding av tusenvis av ulike mRNA-molekyler. Dette gjør det svært vanskelig å finne det ene som en er på jakt etter. Av denne grunn var de første gener som ble klonet, slike som står for store mengder protein, og som har mange mRNA kopier i hver celle. Det første plantegenet



Figur 2. Kloning av cDNA ved hjelp av plasmidet pBR322 i *Escherichia coli*. pBR322 var det første «skreddersydd» plasmid for innsetning av fremmed DNA. Det er senere konstruert et stort antall plasmider for ulike formål. Tallene i figuren er forklart i teksten.

Figure 2. Cloning of cDNA by means of the plasmid pBR322 in *Escherichia coli*. This plasmid was the first tailor-made for cloning of foreign DNA. A large number of plasmids is now available for different applications.

som ble klonet var genen for frø-lagerproteiniet zein hos mais (Geraghty et al. 1981). Baserekkefølgen i et zein-cDNA er gjengitt i Fig. 3. Snart fulgte kloning av gene for lagerprotein hos bygg (Brandt 1979) og hos en bønneart (Croy et al. 1982). I tillegg er gene for leghemoglobin i rotknoller hos belgvekster (Wiborg et al. 1982) og for fotosynteseenzymet ribulose-1.5-bisfosfatkarboxylase blitt klonet (Bedrock et al. 1980).

Kunnskap om proteinets oppbygging er viktig dersom en ønsker å forandre planters gener ved hjelp av genteknikk.

GAA TGG CAG

MET-LEU-LEU-

GCC AAA ATA TTT TGC CTC GTT ATG CTC GTT ATG CTC CTT

GLY-LEU-SER.....ILE-GLY-GLY-ALA-LEU-PHE STOP

GGT GTT TCT.....ATT GGT GGT GCC GTC TTT TAG ATT TGT

STOP

TAT GAG TTA TAG TTC AAT AAA GTT TTT TGT CTG ATG TTT

STOP

GTG GTG GCT TCC GAG AAA TAA GAA AGT ACA TTT CTA GAT

TCT

Figure 3. Baserekkefølgen i et zein-cDNA ordnet i tripletter med de tilhørende aminosyrer i proteinet. cDNAet er forkortet med 203 basetripletter. Slike detalj-genkart publiseres i økende antall i internasjonale tidsskrifter, og er første skritt i retning av en fullstendig oversikt over arvestoffet hos høyere organismer. T — thymin, C — cytosin, A — adenin, G — guanin, Met — metionin, LEU — leucin, GLY — glycin osv. (Etter Geraghty et al. 1981.)

Figure 3. The base sequence in a zein-DNA, arranged in triplets with the respective amino acids in the protein. The cDNA molecule is shown with 203 base triplets less than its full length. Similar detailed gene maps are increasingly common in international journals, and represent the first step towards a complete knowledge of the hereditary material of higher organisms.

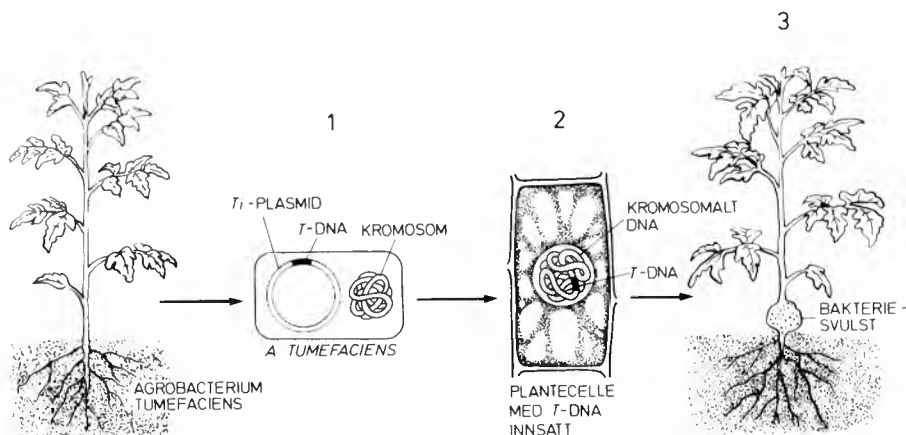
Rekombinert DNA og planteforedling

Et planteforedlingsprogram består av to hovedfaser. I den første skapes genetisk variasjon, i den andre velges det ut planter som har den ønskede kombinasjon av egenskaper. Variasjon i plantematerialet kan økes på flere måter, avhengig av hvilken art som skal foredles. Mest brukt er krysninger mellom forskjellige genotyper av samme art. Dersom variabiliteten for ønskede egenskaper er liten innenfor en art, kan krysninger mellom nærstående arter benyttes. Et eksempel på dette er rughvete, som inneholder både rug- og hvete-kromosomer. En tredje måte er fremkalling av mutasjoner ved hjelp av kjemikalie- eller stråle-behandling. For de to første metodene gjelder imidlertid at det sammen med gener som virker positivt for våre formål, følger flere som har negativ virkning. Disse siste koster det mye arbeid å bli kvitt. Fremkalling av mutasjoner har den ulempen at hyppigheten av genmutasjoner som fører til bedre planter, er liten. Det er håp om at genteknikk vil kunne bidra både til å øke variasjonen og til å lette utvalgsarbeidet. Hittil har imidlertid bruk av slik teknikk først og fremst tatt sikte på å øke den genetiske variasjonen på en mer målrettet måte enn tidligere. Ideelt sett ønsker en ved hjelp av genteknikk å kunne overføre klonet DNA for et verdifullt gen fra en organisme til en annen. For at genet skal ha noen virkning, må det overførte gen også føre til syntese av protein. To hovedmåter har vært forsøkt for genoverføring i planter. Den første er via naturlige patogener, den andre ved opptak av DNA hos planteceller dyrket i et syntetisk medium.

Overføring av DNA via patogene organismer

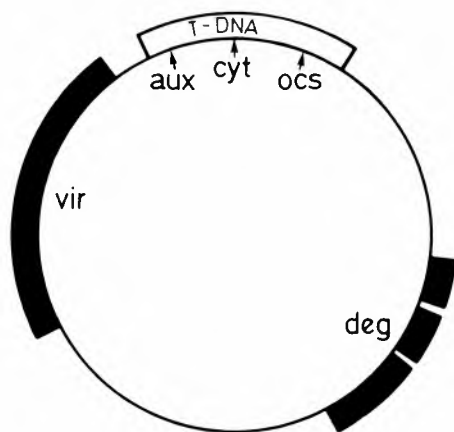
Patogene organismer har en naturlig evne til infeksjon og inntrengning i vertsorganismen. Det var derfor naturlig at en først prøvde å bruke slike organismer som overføringsredskap. *Agrobacterium tumefaciens* er den organisme som i så måte har vært best utforsket. Denne bakterien forårsaker dannelse av bakteriesvulster på en del tofrøbladete planter. Svulst-dannelsen forårsakes av et plasmid, Ti, som ved infeksjon invaderer plantecellene. Dette er vist i trinn 1 i Fig. 4. Etter infeksjonen integreres en mindre bit av Ti-plasmidet, T-DNA, i plantens kromosomer (trinn 2). Muligheten for å sette inn et fremmed gen sammen med T-DNA i plante-DNA har ført til en intens forskning, som blant annet har resultert i et detaljert genkart over Ti-plasmidet (Fig. 5). Figuren viser at de tre hovedfunksjonene som plasmidet styrer, er lokalisert til bestemte områder. Disse er virulens-egenskapen (*vir*), vekst av bakteriesvulst (*onc*) og nedbryting av opiner (*deg*). Opiner er aminosyrer som brukes av bakterien både som nitrogen- og karbon-kilde. Spesielt detaljerte studier er gjort på T-DNA som inneholder minst tre gener; to for produksjon av plantehormonene auxin (*aux*) og cytokinin (*cyt*) og ett for opiner (*ocs*).

Selv om bakteriesvulst-celler kan dyrkes i kultur, kan de ikke gi opphav til hele planter, fordi cellene produserer auxin. I det første vellykkete forsøket på å overføre fremmed-DNA til hele planter, hvor genet for alkohol-dehydrogenase (ADH) fra gjær ble satt inn i tobakksplanter, ble dette problemet løst ved at ADH-genet ble innsatt i T-DNA'ets aux-gen. Herved bortfalt bakterie-



Figur 4. Dannelse av bakteriesvulst hos tobakksplanter etter infeksjon av *Agrobacterium tumefaciens*. Bakterien ble isolert i 1907. Først i 1974 ble det klart at bakteriesvulstveksten ble forårsaket av en bit DNA som overføres til plantecellene (Ti står for tumor-inducing). At bare en del av Ti-DNA ble satt inn i plantekromosomene ble oppdaget to år senere (T står for transfer). (Etter Chilton 1983.)

Figure 4. The formation of a crown gall by *Agrobacterium tumefaciens* in tobacco. This soil bacterium was first isolated in 1907. Only in 1974 was it found that the tumour growth is caused by the transfer of a plasmid (Ti) from *Agrobacterium* to the plant cells. Two years later it was discovered that only a small portion of the plasmid (T) was inserted into the plant chromosomes.

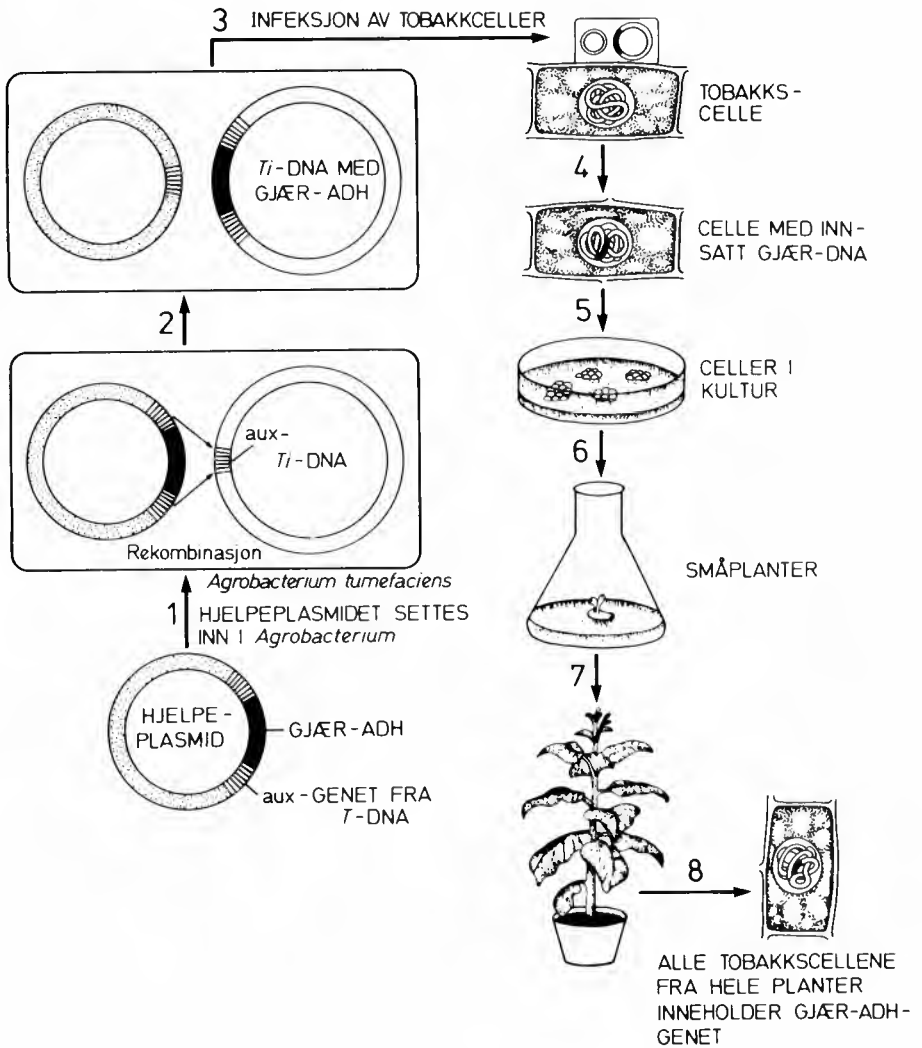


Figur 5. Genkart over Ti-plasmidet fra *Agrobacterium tumefaciens*. aux, cyt og ocs representerer genene for syntese av henholdsvis auxin, cytokinin og opin. (Etter Chilton 1983.)

Figure 5. A gene map of the Ti-plasmid from *Agrobacterium tumefaciens*. The terms aux, cyr, and ocs represent genes for the synthesis of auxin, cytokinin and opin, respectively.

svulst-cellenes auxinproduksjon (Barton et al. 1983). I dette forsøket ble det først konstruert et hjelpeplasmid som inneholdt auxin-genet fra T-DNA, og deretter ble genet for gjær-ADH innsatt i dette (Fig. 6). Når hjelpeplasmidet ble ført inn i *A. tumefaciens* som inneholdt normale Ti-plasmider, ble ADH-genet overført til aux-genet ved rekombinasjon (trinn 1 og 2). Deretter ble tobakksceller i kultur tilsatt bakterier som inneholdt de modifiserte Ti-plasmidene (trinn 3). Etter gjendanning av hele planter (trinn 4–7), ble vevsbiter undersøkt for opiner (trinn 8). Det ble funnet flere opin-produuserende planter, og i undersøkelser av etterfølgende generasjoner ble det fastslått at integrert T-DNA nedarves på normal måte. Målinger viste at om lag 440 kopier av T-DNA var blitt innsatt i kromosomene i hver tobakkscelle. Gjær-genene var imidlertid ikke aktive, idet enzymet alkohol-dehydrogenase ikke kunne påvises i tobakksplantene. Senere er det utført en rekke forsøk hvor gener er overført via T-plasmider til tobakks- og solsikke-celler i kultur, og hvor syntese av vedkommende geners proteiner foregår. Dette gjelder for antibiotika-resistens hos *E. coli* (Herrera-Estrella et al. 1983) og for lagerproteinet phaseolin hos bønne (Murai et al. 1983). Det er ikke rapportert om gjendanning av planter i disse studiene, men de fleste regner dette som mulig om kort tid.

Et forhold som begrenser mulighetene med T-DNA som overføringssystem, er at *A. tumefaciens* bare infiserer et fåtall tofrøbladete plantearter. Dette synes å utelukke kornartene, og en har derfor søkt etter andre, egnede plante-patogener. Av slike kan nevnes geminivirus som infiserer blant andre mais og hvete, RNA-virus og blomkålmosaikk-virus (CaMV). Dette siste er et DNA virus som tas opp i plantene ved å gni bladene med virus-DNA-oppløsning (Howell 1982). CaMV-DNA akkumuleres i cytoplasma. Nylig lyktes en belgisk forskergruppe i å overføre et bakteriegen til nepeplanter ved hjelp av dette viruset (Brisson et al. 1984). Metoden er først og fremst aktuell ved produksjon av fremmed-gen produkter i vegetativt formerte vekster.



Figur 6. Overføring av fremmed-DNA (genet for enzymet alkohol dehydrogenase hos gjær) til tobakksplanter ved hjelp av Ti-DNA og *Agrobacterium tumefaciens*. Plasmidet tas opp (1) gjennom små rør på bakterieoverflaten. Inne i bakterien vil *aux*-DNA fra hjelpeplasmidet og Ti-DNA gjenkjenne hverandre og pares. Av og til brytes og gjenforenes de to gener på en slik måte at gjær-ADH blir sittende på Ti (2). Gjendanning av hele planter fra tobakksceller i kultur skjer ved hormontilsetning til vekstmediet. (Etter Chilton 1983.)

Figure 6. The transfer of foreign DNA (the gene for the alcohol dehydrogenase enzyme in yeast) to tobacco plants by means of Ti-DNA and *Agrobacterium tumefaciens*. The plasmide is absorbed through small pores in the bacterial surface (1). Inside the bacteria, *aux*-DNA from the ADH-plasmide and the Ti-plasmide pair. The two plasmids are sometimes broken and rejoined in such a way that the yeast-ADH gene remains on the Ti-plasmide (2). Regeneration of whole plants in culture from transformed tobacco cells is achieved by the addition of hormones to the growth medium (5—7).

Overføring av DNA til planteceller i kultur

Metoder som har vært utprøvd med planteceller i kultur for overføring av fremmed-DNA, er: 1) Opptak av isolert DNA, 2) overføring etter sammensmelting mellom bakterier som inneholder fremmed-DNA og protoplast (plantecelle uten cellevegg), 3) innkapsling av DNA i fett før opptak, og 4) direkte innsprøyting av DNA ved hjelp av mikropipetter. Denne forskningen har lenge vært hindret av at bare enkelte plantearter lar seg dyrke som protoplaster og gjendanne til planter. Dessuten har en manglet markøgener som utvetydig kunne vise at DNA er tatt opp og kommet til uttrykk i den aktuelle celletypen. Nylig har en imidlertid også her dratt nytte av forskningen på *A. tumefaciens*, idet de første vellykkede fremmed-gen overføringer benytter Ti-plasmider både ved isolert DNA og ved sammensmelting av bakterie og protoplast. Ti-plasmidene egner seg som fremmed-DNA, fordi de inneholder gener med kjent funksjon. I det første tilfellet, hvor *Petunia*-celler ble behandlet med isolert Ti-DNA, ble celler som hadde tatt opp T-DNA, oppdaget ved at de var de eneste som vokste i medium uten hormontilsetning (Davey et al. 1980). Etter poding på hele planter produserte cellene opiner. Dette viste at både *cyt*, *aux* og *ocs* genene var aktive (Fig. 5). Også i det andre forsøket ble opptak av fremmed-DNA påvist ved at cellene vokste i hormonfritt medium (Hasezawa et al. 1981). Her ble Ti-DNA overført til celler av *Vinca rosea* etter sammensmelting mellom protoplaster og celler av *A. tumefaciens* som hadde fått celleveggen fjernet. Fordelen med slike sammensmeltninger er at fremmed-DNA ikke trenger å isoleres fra bakterien før overføring.

Resultatene som er nevnt overfor, viser klart at DNA-overføring er mulig også i planter, og at dette høyst sannsynlig vil bli en viktig metode i fremtidig planteforedling. Som allerede nevnt ligger begrensningene i dag i gjendanningen av planter. At slik gjendanning etter hvert vil lykkes, vises blant annet ved at Vasil (1982) har gjendannet planter fra hvete-celler i kultur.

Genteknikk og praktisk planteforedling

Hovedmålene i planteforedling er å øke avkastningen, forbedre produktkvaliteten og å redusere produksjonskostandene. Det har vært arbeidet mye med å identifisere «nyttige» gener, som kan overføres til landbruksplanter når egnede overføringsystemer foreligger.

Internasjonal kornforedling, spesielt i hvete, har resultert i at andelen av korn nå er nærmere 50 % av samlet plantevekt. Dette har skjedd uten at produksjonen av den totale biomasse er øket, og mange mener at grensen for kornets andel snart er nådd. En ytterligere avlingsøkning vil derfor bare kunne finne sted dersom fotosyntesen blir mer effektiv. Et nøkkelenzym i fotosyntesen er ribulose-1.5-bifosfat-karboxylase, som binder CO₂ med forholdsvis lav effektivitet. Ett av genene som styrer syntesen av dette enzymet er som nevnt ovenfor klonet, og det er allerede gjort forsøk på å øke enzymeffektiviteten ved å forandre på aminosyresammensetningen, ved å forandre genets baserekkefølge.

Avlingstap på grunn av sykdomsangrep er et område der genteknikk kan brukes, spesielt ved overføring av resistensgener mellom ubeslektede arter. Kunnskapen om hvilke gener som gir resistens mot bestemte patogener, er imidlertid liten, og det legges nå mye arbeid i å identifisere slike.

Store omkostninger kunne spares dersom kornplantene fikserte nitrogen direkte fra jordluften, slik det gjøres i bakterieknoller på røttene hos belgvekster. Selv om mulighetene for å overføre denne egenskapen direkte til kornplanter ennå synes små, skal en ikke se bort fra at dette kan bli gjort om noen år. En har i alle fall god oversikt over de aktuelle gener, både hos bakteriene (nif-genene) og hos belgplantene (leghemoglobin-genene).

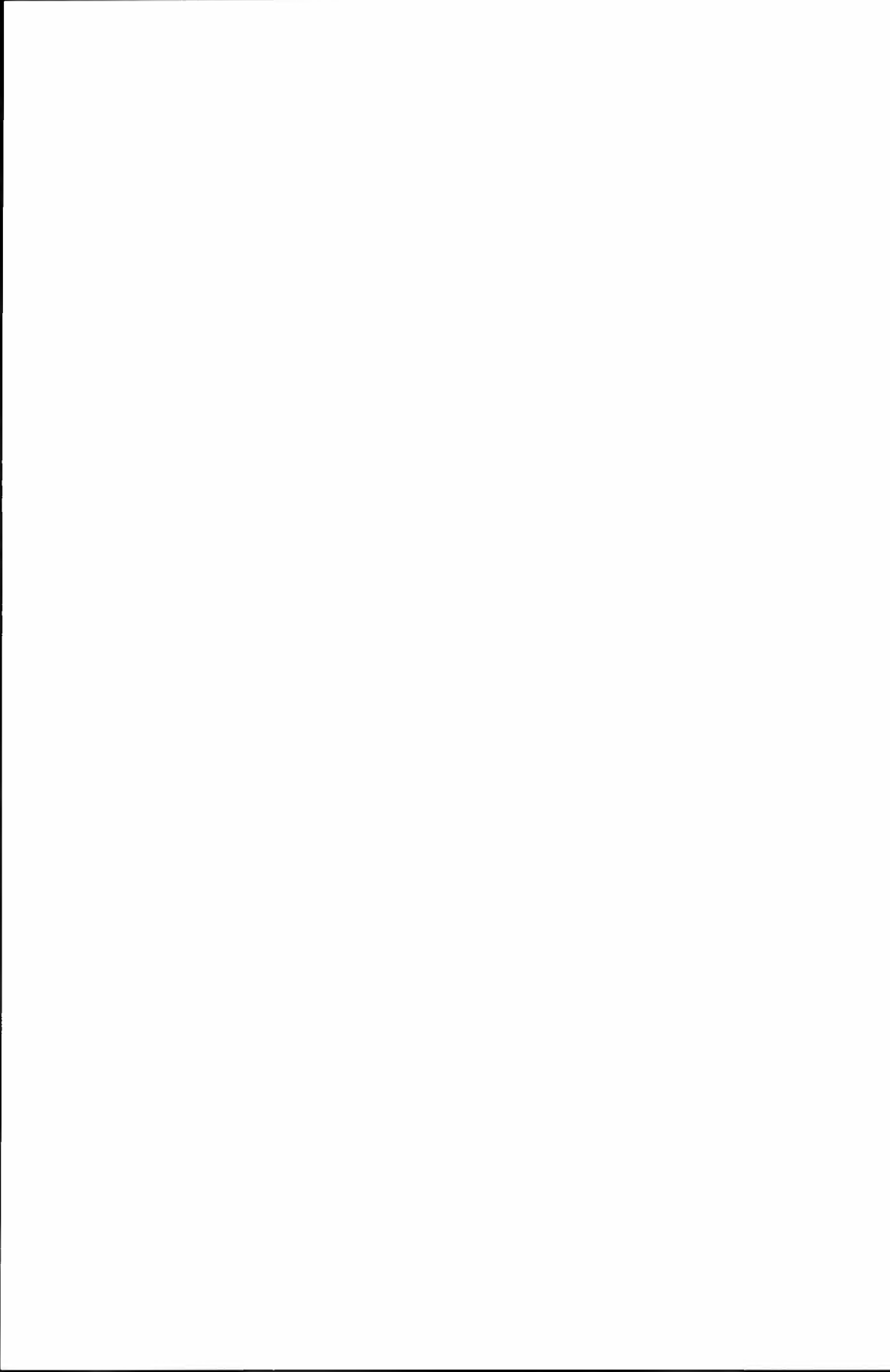
Når det gjelder arbeidet med kvalitetsegenskaper, kan zein hos mais stå som et godt eksempel på hvilke problemer som må løses. Zein har i likhet med lagerproteinet hos flere andre kornarter et lavt innhold av livsviktige aminosyrer, spesielt lysin, og dette fører til lav fôrverdi. Kunne lysin-innholdet økes, ville behovet for fôrtilsetninger reduseres. En måte å gjøre dette på, er å øke innholdet av basetripletter som står for lysing i zein-DNA. Dette kan imidlertid ødelegge zeinets egenskaper som lagerprotein, dersom forandringene skjer på spesielt viktige områder i proteinet. For å unngå slike uheldige virkninger trenger en større innsikt i plantegenens organisering og virkemåte (Messing 1983).

Det er i løpet av de siste 5 år publisert en rekke vurderinger av hvilken rolle genteknikk vil spille i fremtidig planteforedling (Cocking et al. 1981, Day 1983, Barton & Brill 1983, Mifflin & Lea 1984). Konklusjonene varierer en del med forfatterenes utgangspunkt, men alle er enige om at genteknikk vil få betydning for planteforedling i løpet av relativt kort tid. Et konkret anslag, foretatt av et amerikansk konsulentfirma, går ut på at planter foredlet ved hjelp av genteknikk vil være verd 6,8 milliarder dollar innen år 2010 (Teweles 1984). Utredningen, som er basert på intervju med 500 landbruksekspertter, setter også opp et tidsskjema for utviklingen de nærmeste årene. De første maisplantene som er forandret ved hjelp av denne teknologien, vil være på markedet allerede i år, og hvete, ris, tomater, sukkerrør og bomull vil følge etter om kort tid. De første planter som har fått innsatt fremmed-DNA og er utviklet fra en enkelt celle, vil for de samme artene komme sent i 80- eller tidlig i 90-årene. Kort tid etter vil rutinemessig fremstilling av slike planter inngå i mange foredlingsprogram. Hvor mye av dette som vil oppfylles, gjenstår selvsagt å se. Det er likevel klart at den molekylærgenetiske revolusjonen som startet for få år siden, ikke vil stoppe, og at genteknikk etter hvert vil bli et viktig hjelpemiddel også i planteforedling.

Litteratur

- Barton, K. A. & W. J. Brill 1983. Prospects in plant genetic engineering. *Science* 219: 671—676.
- Barton, K., A. N. Binns, A. J. M. Matzke & M. D. Chilton 1983. Regeneration of intact tobacco plants containing full length copies of genetically engineered T-DNA and transmission of T-DNA to R1-progeny. *Cell* 32: 1033—1043.
- Bedrock, J. R., S. M. Smith & J. R. Erlis 1980. Molecular cloning and sequencing of DNA encoding the precursor of the small subunit of chloroplast ribulose-1.5-biphosphate carboxylase. *Nature* 287: 692—697.
- Bradt, A. 1979. Cloning of a double-stranded DNA coding for hordein polypeptides. *Carlsberg Res. Commun.* 44: 255—267.
- Brisson, N., J. Paszkowski, J. R. Penswick, B. Gronenborn, I. Potrykus & T. Honn 1984. Expression of a bacterial gene in plants by using a viral vector. *Nature* 310: 511—514.
- Chilton, M. D. 1983. A vector for introducing new genes into plants. *Sci. Am.* 248: 36—45.
- Cocking, E. C., M. R. Davey, D. Pental & J. B. Power 1981. Aspects of plant genetic manipulation. *Nature* 293: 265—270.
- Croy, R. R. D., G. W. Lycett, J. W. Gatehouse, J. N. Yarwood & D. Boulter 1982. Cloning and analysis of cDNAs encoding plant storage protein precursors. *Nature* 295: 76—78.
- Day, P. R. 1983. Genetic engineering and plant breeding. *Royal Agr. Society of England*, 144: 137—145.
- Davey, M. R., E. C. Cocking, J. Freeman, N. Pearce & I. Tudor 1980. Transformation of *Petunia* protoplasts by isolated *Agrobacterium* plasmid. *Plant Sci. Letters* 18: 307—313.
- Geraghty, D., M. A. Pfeifer, I. Rubenstein & J. Messing 1981. The primary structure of plant storage protein, Zein. *Nucleic Acids Res.* 9: 5163—5174.
- Hasezawa, S., T. Nagata & K. Syono 1981. Transformation of *Vinca* protoplasts mediated by *Agrobacterium* spheroplasts. *Molec. and Gen. Genet.* 182: 206—210.
- Herrera-Estrella, L., A. Depicker, M. van Montagu & J. Schell 1983. Expression of chimaeric genes transferred into plants using a Ti-plasmid derived vector. *Nature* 303: 209—213.
- Howell, S. H. 1982. Plant molecular vehicles: Potential vectors for introducing foreign DNA into plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 33: 609—650.
- Messing, J., 1983. The manipulation of zein genes to improve the nutritional value of corn. *Trends in Biotechnology* 1: 54—59.
- Mifflin, B. J. & P. J. Lea 1984. The genetic manipulation of crop plants. *Nature* 308: 498—499.
- Murai, N., D. W. Sutton, M. G. Murray, J. L. Slightom, D. J. Merlo N. A. Reichert, C. S. Gopalan, C. A. Stock, R. F. Baker, J. D. Kemp & T. C. Hall 1983. Phaseolin gene from bean is expressed after transfer to sunflower via Ti-plasmid vectors. *Science* 222: 476—482.
- Schuuring, C. 1982. New era in vaccine. *Nature* 296: 792.
- Shapley, D. 1982. Human insulin. *Nature* 300: 100.
- Teweles, W. L. 1984. Genetically engineered plants will be worth US \$6.8 billions by the year 2010. *Olsen's Agrobusiness Report* 5: 6.
- Vasil, I. 1982. Plant cell culture and somatic cell genetics of cereals and grasses. p 179—204 i: Vasil, I., W. Scowcroft and J. Frey (Red.). *Plant Improvement and Somatic Cell Genetics*. American Books 260 pp.
- Watson, J. D., J. Tooze & D. T. Kurtz 1983. *Recombinant DNA, a short course*. Scientific American Books 260 pp.
- Wiborg, O., J. J. Hylding-Nielsen, E. Jensen, K. Paludan & K. A. Marcker 1982. The nucleotide sequences of two leghemoglobin genes from soybean. *Nucleic Acids Res.* 10: 3487—3494.

(Mottatt 5.12.84 og godkjent 11.3.85.)



Jorddekking med klar plast i jordbær, og ugraskontroll under plasten

Rolf Nestby, Statens forskingsstasjon Kvithamar,
7500 Stjørdal.

Kvithamar Agricultural Research Station,
N-7500 Stjørdal, Norway.

Nestby, R. 1985. Mulching of strawberries with clear polyethylene, and control of weeds under the mulch. *Forsk. Fors. Landbr.* 36: 103—107.

Key words: Strawberries, forcing, mulch, weed control.

The strawberry cultivar 'Glima' gave a higher early yield when grown under polyethylene tunnels than with a clear polyethylene mulch. With adequate weed control the latter method gave the highest total yield, and the highest percentage of marketable berries. Weed infestation was reduced by the use of metam-Na or dazomet. Covering the mulch with black polyethylene one month before planting gave a lower yield than the metam-Na or dazomet treatments, but a greater yield than that obtained under polyethylene tunnels. Terbutylazin and EPTC were ineffective herbicides and their use resulted in low yields.

Dyrking av jordbærkultivaren 'Glima' under solfanger ga ei større tidligavling enn jorddekking med klar plast. Den siste metoden ga størst totalavling, større prosent bær i klassene ekstra og I og størst bær, når ugraset ble bekjempet med metam-Na eller dazomet. Dekking av den klare plasten med svart plast i en måned før planting, førte til noe lavere avling, men den var større enn under solfanger. Bruk av terbutylazin eller EPTC ga for liten virkning på ugraset og avlingene ble små.

Innledning

I norsk tidligproduksjon av jordbær har det opp til de siste årene hovedsakelig blitt brukt solfanger for å bedre vekstklimate. Sammenliknet med produksjon uten solfanger gir det en ekstra kostnad til solfangerplast, bøyer og arbeid. Det er vist at jorddekking med klar plast kan gi like stor avling og tidligere modning enn jorddekking med svart plast avhengig av kultivar og år (Säkö 1971, Aalbrechts & Howard 1973, Anderson & Guttridge 1978). Formålet med dette forsøket var å undersøke om jorddekking med klar plast gir så stor tidligavling at det kan være et alternativ til solfanger under norske forhold.

Materiale og metoder

Forsøket ble anlagt på Statens forskingsstasjon Njøs i Leikanger den 16. mai 1981 etter en plan med følgende seks behandlinger i fire gjentak:

- a. Kontrollledd. Jorddekking med svart P5 plast. Tidlig på våren 1982 og 1983 ble rutene dekt med solfanger av P3 plast. Solfangerplasten ble fjernet ved begynnende blomstring.
- b. Jorddekking med klar P4 plast. Ved anlegg ble den klare plasten dekt med svart plast for å bekjempe rot- og frøugras.
- c. Jorddekking med klar P4 plast. Like før plasten ble lagt ble rutene sprøytet med 114 mg terbutylazin (handelspreparat Gardoprim 80 WP, 768 g v.s./kg) per m² i 58 ml vatn.
- d. Jorddekking som c. Like før plasten ble lagt ble rutene tilført 19,6 g dazomet (handelspreparat Basamid-Granulat, 980 g v.s./kg) per m². Midlet ble arbeidet ca. 5 cm ned i jorda med en rive.
- e. Jorddekking som c. Rutene ble tilført 14,6 ml metam-Na (handelspreparat Vapam, 386 g v.s./l) i 5 l vatn per m².
- f. Jorddekking som c. Det ble sprøytet med 646 mg EPTC (handelspreparat Eptam 6-E, 707 g v.s./l) per m² i 50 ml vatn. Midlet ble arbeidet ca. 5 cm ned i jorda med ei rive.

For ledd d og e ble plantehullene laget dagen før planting, slik at eventuelle rester av giftgass ble utluftet. Alle leddene ble tilplantet en måned etter anleggsdatoen med jordbærkultivaren 'Glima'. Det ble plantet med to rader på drillen og 170 cm mellom drilltoppene. Rutene ble tilplantet med 20 planter, og avstanden i rada var 33,3 cm. Avstanden mellom radene på drillen var 40 cm.

Det var noe kveke i feltet før anlegg. Frøugraset i forsøksperioden var hovedsakelig gjetertaske og jordrøyk, og det vokste opp noe løvetann fra frø.

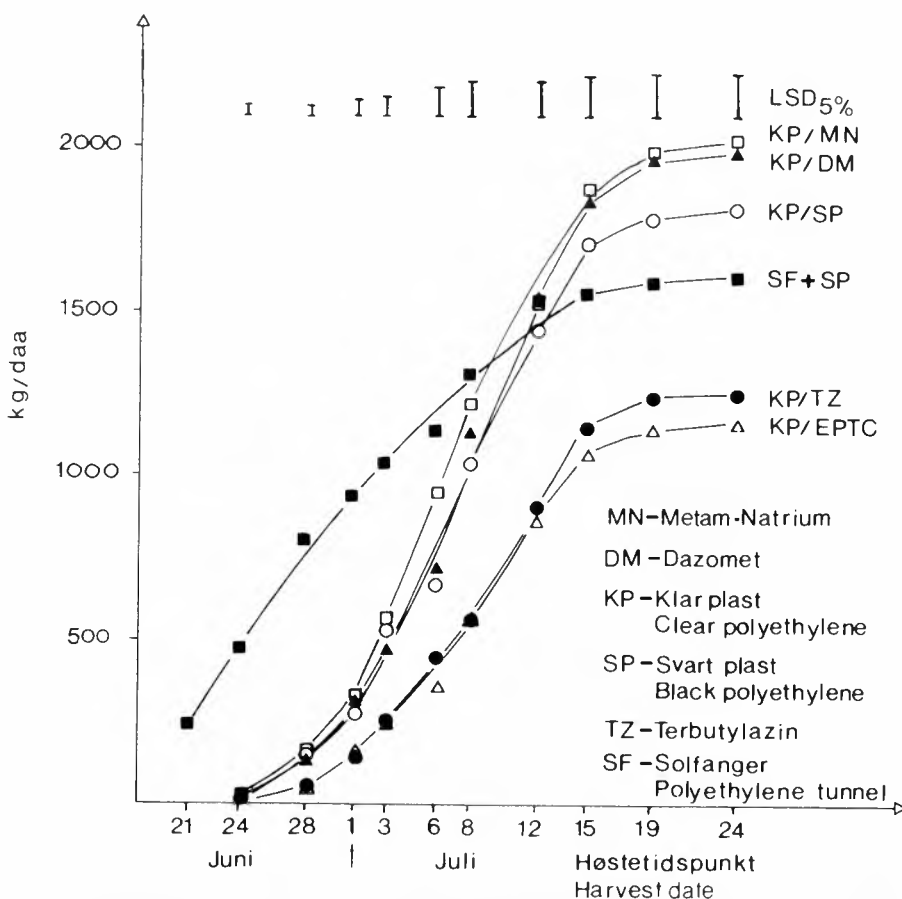
Følgende registreringer ble utført på hver rute ved hver høstedata:

- a. Vekt av totalavling i kg.
- b. Vekt i kg av avlinga i klasse ekstra pluss I, klasse II, knartbær og råtne bær.
- c. Vekt av 100 bær i gram.

Registreringene ble utført i 1982 og 1983.

Resultat og diskusjon

Ved de to første høstingene ga solfanger atskillig større avling enn de to andre leddene (figur 1). Fra den 28. juni og utover tapte leddene behandlet med terbutylazin og EPTC i forhold til alle andre ledd enn SF + SP. Årsaken til det var at disse to leddene begynte å gro over av kveke og frøgras alt i anleggsåret. De øvrige leddene uten solfanger, behandlet med dazomet, metam-Na og svart plast, hadde lite kveke og frøgras og ga stor avling. Der det ble brukt dazomet eller svart plast, var avlingene omtrent jevnstore fram til den 12. juli. Da skilte de lag, og leddet med dazometbehandling fikk ei større totalavling. Leddet behandlet med metam-Na hadde et litt høyere avlingsnivå midt i høsteperioden, men totalavlinga ble den samme som for leddet behandlet med dazomet. Mellom den 8. og 12. juli skar kurven for solfangerleddet kurvene for disse tre leddene og endte med ei lavere totalavling.



Figur 1. Avlingskurver i middel av to år og for seks kombinasjoner av jorddekking/ugraskontroll.
Figure 1. Accumulated yield curves in kg per daa averaged over two years for six combinations of mulching and weed control.

Svart plast med solfanger ga ei relativt større totalavling i det andre avlingsåret enn i det første. Det motsatte var tilfellet med leddene behandlet med EPTC og terbutylazin, fordi ugraset etter hvert tok overhand. Disse samspillene mellom ledd og år var statistisk sikre.

Avlinga under solfanger var 480 kg per dekar den 24. juni, et nivå som klar plast til jorddekkning først kom opp på mellom den 1. og 3. juli. Dette viser at solfanger ga ei stor tidligavling over en uke tidligere enn jorddekkning med klar plast.

Ved salg av friske bær er det av stor betydning at prosentdelen i klassene ekstra og I er stor. Svart plast med solfanger ga lavest prosentandel i denne gruppen, mens jorddekkning med klar plast ga størst prosentdel, dersom ugraset var bekjempet med jorddesinfeksjonsmiddel (tabell 1). Årsaken til at solfanger kom dårlig ut, var relativt små bær som førte til en stor prosentdel i klasse II.

For øvrig ble det en større prosentdel knartbær under solfanger enn på de andre leddene. I prosentdel råtne bær var det ingen sikre forskjeller. Bruk av jorddesinfeksjonsmiddel ga større bær enn alle andre behandlinger, noe som avspeiler seg i høgre prosentdel i klassene ekstra og I.

Tabell 1. Totalavling i kg per daa, prosent av klasse ekstra og I (e+I), klasse II, knart bær og råtne bær og bærstørrelse i g for jordbærkultivaren 'Glima', i middel av to år, ved seks kombinasjoner av jorddekkning/ugraskontroll.

Table 1. Total yield (kg per daa) per cent marketable (e+I), second class berries (II), misshapen berries, rotten berries, and berry size (g) of the strawberry cultivar 'Glima', averaged over two years, for six combinations of mulching and weed control.

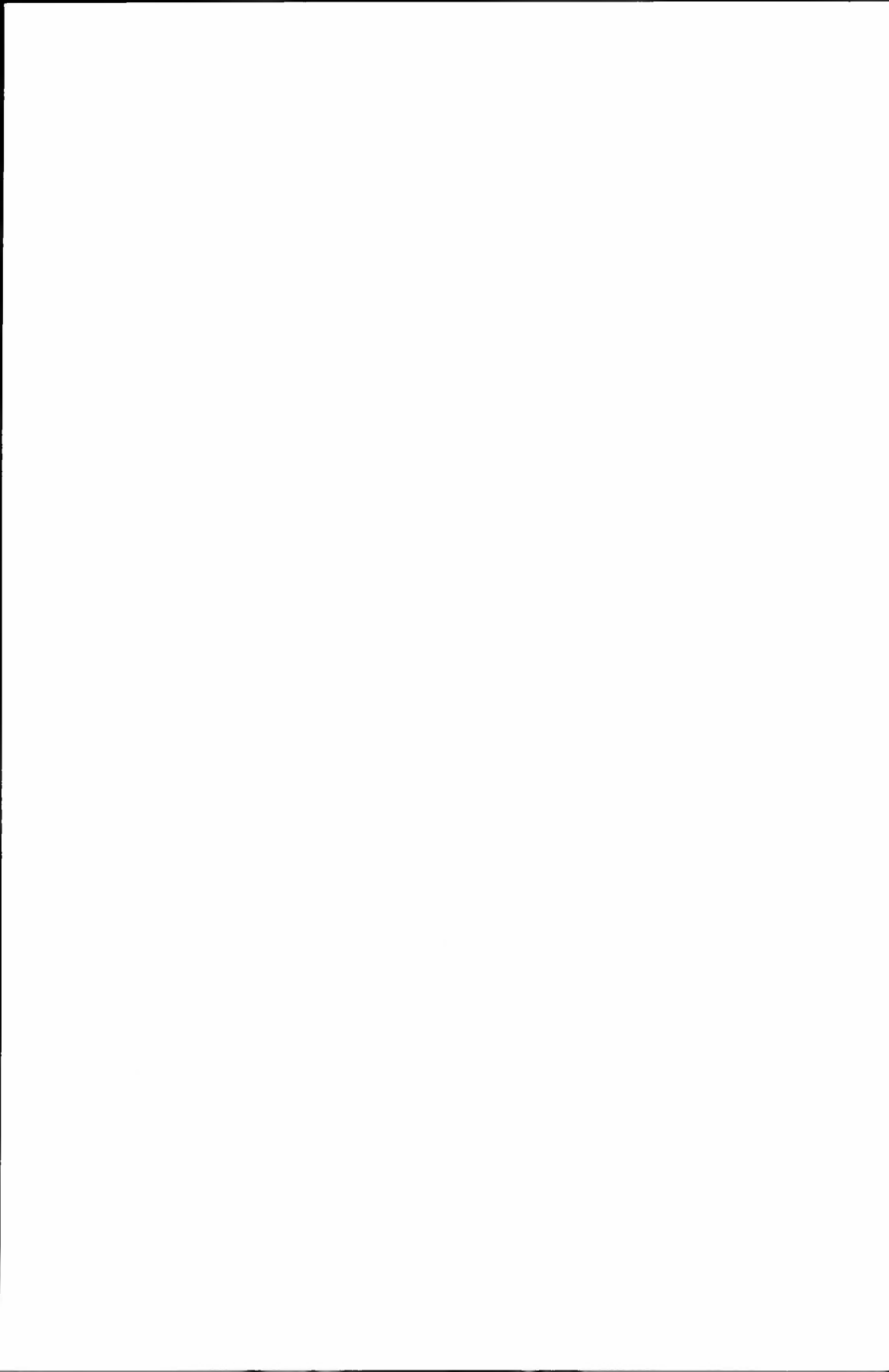
| Jorddekkning Mulching | Ugraskontroll Weed control | Avling Yield | % Klasse | | Class | | Bærst. Berry- size |
|--|-------------------------------|-----------------|----------|------|-------------------------|-----------------|--------------------------|
| | | | e+I | II | Knart Mis- shapen | Råtne Rotten | |
| Solfanger/svart plast Polyeth.-tunnel/ black polyeth. | | 1603 | 71,7 | 19,7 | 5,4 | 3,0 | 7,2 |
| Klar plast/svart plast Clear mulch/ black polyeth. | | 1807 | 78,6 | 15,6 | 2,2 | 3,5 | 8,7 |
| Klar plast/terbutylazin Clear mulch | | 1246 | 75,1 | 17,1 | 4,2 | 2,9 | 8,7 |
| Klar plast/dazomet Clear mulch | | 1986 | 80,0 | 15,0 | 2,4 | 2,7 | 9,1 |
| Klar plast/metam-Na Clear mulch | | 2012 | 81,1 | 13,5 | 2,3 | 2,8 | 9,3 |
| Klar plast/EPTC Clear mulch | | 1156 | 76,8 | 16,1 | 3,7 | 2,9 | 8,4 |
| Middel | Mean | 1635 | 77,2 | 16,2 | 3,4 | 3,0 | 8,6 |
| LSD 5 % | | 122*** | 2,2** | 2,1* | 0,5** | ns | 0,4* |

Konklusjonen må bli at i dette tilfellet var solfanger det beste valget til bruk i tidligproduksjon av jordbær. Forsøket viste også at det var fullt mulig å dyrke jordbær med klar plast som jorddekkning. Betingelsen var at det ble brukt et jorddesinfeksjonsmiddel som drepte ugraset. Det er bare aktuelt å bruke desinfeksjonsmidlet dazomet som virker mot nematoder og jordboende sopper, med tilleggsvirkning mot spirende ugrasfrø, siden metam-Na for tida ikke er godkjent i Norge. For øvrig er terbutylazin for tiden ikke godkjent i jordbær. Som et ikkekjemisk alternativ mot ugraset, virket dekkning med svart plast i en måned før planting nesten like godt som jorddesinfeksjon, på ugras og bæravling.

Litteratur

- Aalbrechts, E. E. & C. M. Howard 1973. Effect of polyethylene mulch color and polyethylene covered frames on strawberry yield. Proceedings of the 85th annual meeting of the Florida State Hort. Soc.: 118—120.
- Anderson, H. M. & C. G. Guttridge 1978. The performance of strawberries on polyethylene — mulched ridges in England. Hort. Res. 18.: 27—39.
- Säkö, J. 1971. Plast och jordgubbsodling. Nord. Jbr. forskn. 53.1.: 31—35.

(Mottatt 15.10.84 og godkjent 20.2.85.)



Urea, kalksalpeter, ammoniumnitrat og fullgjødsel til eng

Ådne Håland, Statens forskingsstasjon Særheim,
4062 Klepp st. Melding nr. 94
Særheim Agricultural Research Station
N-4062 Klepp Station, Norway. Report No. 94.

Håland, Å. 1985. Urea, calcium nitrate, ammonium nitrate and NPK fertilizer for grass leys. *Forsk. Fors. Landbr.* 36: 109—115.

Key words: Urea, calcium nitrate, ammonium nitrate, compound fertilizer, grass leys, yield, herbage protein, herbage nitrate.

The nitrogen effects of calcium nitrate, urea, ammonium nitrate and a compound fertilizer (25-3-6 NPK) were compared in 36 field trials on grass leys throughout South West Norway. No differences in herbage yield were found at the first cut, following spring application. At the second cut, following application in late June, urea gave a lower yield than the other fertilizers. This effect was most pronounced in one of the four years, especially on sites with high N responses and at the lowest N rate. No significant differences between fertilizers were found in herbage dry matter, crude protein or nitrate contents.

På 36 eitt-årige engforsøksfelt i Sørvest-Norge blei nitrogenverknaden av kalksalpeter, urea, ammoniumnitrat og fullgjødsel 25-3-6 samanlikna. Ved vårgjødsling var det ingen forskjell i tørrstoffavling. Ved spreing etter første slått skilde urea seg klart ut med noko dårlegare verknad, særleg i eitt av fire forsøksår, på felta med det største N-behovet eller på ruter med den lågaste N-mengda. Gjødselslaga gav ikkje signifikante skilnader i tørrstoff-, råprotein- eller nitratinnhald i avlinga.

Innleiing

I Sørvest-Norge er det stort husdyrhald, og mykje husdyrgjødsel blir spreidd på dyrka jord. Ein stor del av behovet for fosfor og kalium blir derfor dekt gjennom husdyrgjødsla. Nitrogenet i husdyrgjødsla blir i vanleg praksis dårleg utnytta, og til eng er det ofte aktuelt å nytta berre ein-sidig nitrogen-gjødsel ved sida av husdyrgjødsla. Men lønsemda er avhengig av nitrogen-gjødsla sin verknad, og då det også er store prisforskjellar mellom ulike nitrogen-gjødselslag, blei det i 1981 starta ein serie markforsøk for samanlikning av forskjellige nitrogen-gjødselslag. Størst interesse knytte det seg til urea, som er billig, men var lite prøvd til eng i Sørvest-Norge og andre stader med liknande klima.

Forsøksmateriale

I alt 36 eitt-årige forsøk blei utførte i åra 1981-84, 1 i Aust-Agder, 7 i Vest-Agder, 26 i Rogaland og 2 i Hordaland (Sunnhordland). Forsøksringar har gjort markarbeidet i kvart sitt distrikt.

Det var to fullstendige gjentak på alle felta, og det blei gjennomført 5, 10, 14 og 7 forsøk i åra 1981, -82, -83 og -84. Felta var fordelte på mange ulike jordartar og klimasoner, og dei er derfor til saman bra representative for vekstforholda i Sørvest-Norge. Sytten felt låg på forskjellige morenejordtypar, 7 på torvjord, 8 på sandjord, 1 på siltjord, 2 på sandholdig leirjord og 1 på forvitringjord av fylitt. Jordanalysar viste at jorda var i god hevd på alle felta. Middels pH-verdi var 5,9 med variasjon frå 4,8 til 7,2.

I gjennomsnitt for 29 felt med allsidig botanisk samansetnad var plantebe-standen 3 % kløver, 30 % timotei, 30 % engsvingel, 19 % raigras, 15 % andre gras og 3 % ugras. På 5 andre felt var det i middel 75 % strandrøyr, på 1 felt var det 98 % hundegras og på 1 felt 52 % bladfaks. Det var for det meste ung eng på felta, men variasjon frå første til sjette års eng.

Alle felta blei vårgjødsla mellom 17. april og 19. mai. Første slått blei tatt i tida 6. til 29. juni, andre slått (35 felt) 29. juli til 28. august og tredje slått (7

Tabell 1. Forsøksplan. Faktorielle kombinasjonar.
Table 1. Treatments. Factorial design.

| N-mengder, kg/daa <i>N rates, kg/0.1 ha</i> | Nitrogen-gjødselslag <i>Nitrogen fertilizers</i> |
|--|---|
| N15. 10 + 5 | 1. Kalksalpeter, 15,5% N <i>Calcium nitrate</i> |
| N22. 15 + 7,5 | 2. Urea, 46% N <i>Urea</i> |
| N30. 20 +10 | 3. Ammoniumnitrat, 34,5% N <i>Ammonium nitrate</i> |
| | 4. Fullgjødsel 25-3-6 <i>Compound fertilizer</i> |

P- og K-mengder som i Fullgjødsel 25-3-6 på alle N-steg.
P and K rates were the same for all treatments.

felt) 15. september til 29. oktober. Felta blei ikkje gjødsla etter andre slått. Tredje slått blei tatt på felt som fekk brukande gjenvekst, for å samanlikna etterverknaden til dei forskjellige N-gjødselslaga.

Forsøksplanen går fram av tabell 1. Ammoniumnitrat var ikkje med på felta i 1984, og elles blei det på ein del av felta brukt ammonimnitrat i form av handelsgjødselslaget «Skog-AN».

Alle felta låg på stader der det blei spreidd husdyrgjødsel anten hausten før eller om våren før eller etter anlegg og spreing av forsøksgjødsla. Det er få opplysningar om husdyrgjødselmengder og -slag, men det er i praksis vanleg å spreia 3—4 tonn blautgjødsel pr. dekar. Men sidan nitrogenverknaden er svak, gjekk ein ut frå at husdyrgjødsla på forsøksstadene sjeldan ville gi meir enn det som svarer til 5 kg N pr. dekar i handelsgjødsel.

Resultat

Avling og tørrstoffinnhald

Middel av alle felt. Tabell 2 viser hovudeffektar for alle felt. Husdyrgjødsla og 10 kg N i handelsgjødsla var i middel nok nitrogen til første slått, og det blei ikkje avlingsauke for meir enn denne N-mengda. Det blei då heller ikkje nokon skilnad mellom N-gjødselslaga.

Tabell 2. Tørrstoffavling og tørrstoffprosent ved stigande N-mengder og forskjellige N-gjødselslag.
Table 2. Dry matter (DM) yield and % DM with different N rates and N fertilizers.

| Ledd Treatment ¹⁾ | Tørrstoff, kg/daa DM, kg/0.1 ha | | | | % tørrstoff %DM | | |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 1.slått 1st cut | 2.slått 2nd cut | 3.slått 3rd cut | Sum Sum | 1.slått 1st cut | 2.slått 2nd cut | 3.slått 3rd cut |
| N15 | 539 | 400 | 127 | 952 | 19,1 | 22,7 | 17,3 |
| N22 | 545 | 444 | 136 | 1003 | 18,8 | 21,8 | 16,9 |
| N30 | 544 | 470 | 145 | 1029 | 18,5 | 21,2 | 16,9 |
| L.S.D. 5% | ns | 15 | ns | 21 | 0,2 | 0,3 | ns |
| 1. KS | 539 | 442 | 140 | 996 | 18,9 | 21,8 | 17,1 |
| 2. Urea | 543 | 427 | 135 | 984 | 18,9 | 22,1 | 17,0 |
| 3. AN | 544 | 442 | 135 | 996 | 18,7 | 21,9 | 17,1 |
| 4. NPK | 546 | 444 | 134 | 1003 | 18,7 | 21,8 | 17,0 |
| L.S.D. 5% | ns | 11 | ns | ns | ns | ns | ns |
| Tal felt Number of trials | 36 | 35 | 7 | 36 | 36 | 35 | 7 |

¹⁾Details in table 1

Ved andre slått var det sikker avlingsauke for stigande N-mengder, og urea gav 15—17 kg/daa mindre tørrstoffavling enn dei andre gjødselslag. Ved tredje slått var det ikkje forskjellar i etterverknad mellom N-gjødselslaga.

Stigande N-mengder gav som venta minkande tørrstoffinnhald i graset. Men gjødselslaget hadde ikkje noko å seia for tørrstoffinnhaldet.

Gruppering etter N-utslag. På forsøksfelt med mindre avlingsutslag enn 75 kg tørrstoff pr. dekar ved andre slått var det ingen klare skilnader mellom gjødselslaga (tabell 3). Men i feltgruppa med størst utslag for N var det signifikant forskjell, og det meste av skilnaden låg i at urea gav mindre avling enn dei andre gjødselslaga. Samspelet gjødselslag \times gruppe var likevel ikkje signifikant.

Tilsvarande gruppering for først slått (N3-N1 under 10 kg/daa og N3-N1 over 10 kg/daa) viste ikkje skilnader mellom gjødselslag i noko gruppe. Heller ikkje dei enkeltfelta som hadde størst avlingsauke for stigande N-mengder gav slike utslag, men det var få felt som hadde stor avlingsauke i første slått.

Gruppering etter år. Det var ikkje signifikant samspel nitrogen-gjødselslag \times år verken i første eller andre slått, men for andre slått var det likevel ein tendens til større skilnader mellom gjødselslaga i 1984 enn i dei andre åra (tabell 4). Dette året var skilnaden signifikant, først og fremst fordi urea gav mindre avling enn dei andre gjødselslaga.

Gruppering etter pH-verdi i jorda. I desse forsøka hadde jordreaksjonen ikkje noko å seia for nitrogen-gjødselslaga sin verknad på avlingsstorleiken.

Samspel N-mengde \times N-gjødselslag. Den sterkaste og klaraste delen av samspelet var den som galdt urea samanlikna med gjennomsnittet av dei andre gjødselslaga. For alle felta under eitt var denne delen av samspelet signifikant. Urea hadde svakare nitrogenverknad enn dei andre gjødselslaga når nitrogenmengda var lita, medan verknaden var den same ved største mengd (tabell 5). Ved dei grupperingane som er omtala ovafor, blei ikkje samspelet signifikant i noko undergruppe.

Tabell 3. Avling ved andre slått ved bruk av forskjellige N-gjødselslag. Felta gruppert etter utslag for N-mengder. Kg tørrstoff pr. dekar.

Table 3. Second cut yield with different N fertilizers. Trials grouped according to N response. Kg DM per 0.1 ha.

| Gjødselslag Fertilizer | Differanse N30-N10 | |
|------------------------------|--------------------|------------|
| | Under 75 kg | Over 75 kg |
| 1. KS Calcium nitrate | 430 | 470 |
| 2. Urea | 426 | 447 |
| 3. AN Ammonium nitrate | 422 | 461 |
| 4. NPK Compound fertilizer | 435 | 470 |
| L.S.D. 5% | ns | 15 |
| Tal felt Number of trials | 17 | 16 |

Tabell 4. Avling ved andre slått dei enkelte åra ved bruk av forskjellig N-gjødselslag. Kg tørrstoff pr. dekar.

Table 4. Second cut yield each year with different N fertilizers. Kg DM per 0.1 ha.

| Gjødselslag | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|
| Fertilizers | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 |
| 1. KS Calcium nitrate | 470 | 494 | 417 | 423 |
| 2. Urea | 469 | 489 | 402 | 391 |
| 3. AN Ammonium nitrate | 488 | 500 | 417 | - |
| 4. NPK Compound fertilizer | 484 | 497 | 422 | 412 |
| L.S.D. 5% | ns | ns | ns | 23 |
| N30-N15 | +61 | +81 | +71 | +62 |
| Tal felt Number of trials | 5 | 10 | 12 | 6 |

Tabell 5. Avlingsnedgang i andre slått og ved forskjellig N-mengd for bruk av urea jamført med dei andre gjødselslaga. Kg tørrstoff pr. dekar, middel 35 felt.

Table 5. Yield decrease at the second cut and at different N rates using urea compared to the other fertilizers. Kg DM per 0.1 ha averaged over 35 trials.

| Gjødselslag | | | |
|--|-----|-----|-----|
| Fertilizer | N15 | N22 | N30 |
| Andre gjødselslag Other fertilizers | 422 | 453 | 476 |
| Urea | -24 | -14 | -4 |

Råprotein- og nitratinnhald i avlinga

Råprotein- og nitratinnhald i avlinga blei bestemt for 9 av forsøksfelta (tabell 6). For stigande nitrogenmengder var det ved begge slåttar klart aukande innhald av både råprotein og nitrat. Dei forskjellige gjødselslaga verka ikkje signifikant ulikt på innhaldet av desse to stoffa verken ved første eller andre slått. Tala for råprotein var svært jamne, bortsett frå at ureagjødsla gras ved andre slått låg ei halv eining under det for dei andre forsøksledda.

pH-verdi i jorda

På 9 felt blei det om hausten i forsøksåret tatt jordprøver for pH-analyse. Det var ingen endringar etter ein vekstsesong.

Tabell 6. Råprotein og nitrat i avlinga for forskjellige N-mengder. Prosent av tørrstoffet, middel 9 felt.

Table 6. *Herbage contents of crude protein and nitrate at different N rates. Percentage of DM averaged over 9 trials.*

| Ledd <i>Treatment</i> | Råprotein <i>Crude protein</i> | | NO ₃ -N | |
|--------------------------|-----------------------------------|----------------|--------------------|----------------|
| | 1.slått | 2.slått | 1.slått | 2.slått |
| | <i>1st cut</i> | <i>2nd cut</i> | <i>1st cut</i> | <i>2nd cut</i> |
| N15 | 13,3 | 12,2 | 0,082 | 0,077 |
| N22 | 14,4 | 12,9 | 0,123 | 0,110 |
| N30 | 15,4 | 14,5 | 0,175 | 0,184 |
| L.S.D. 5% | 1,4 | 0,9 | 0,043 | 0,060 |

Diskusjon

Det var ikkje skilnader i nitrogenverknad som har noko å seia for praktisk engdyrking, mellom kalksalpeter, ammoniumnitrat og fullgjødning 25-3-6. Når ein skal velja mellom desse gjødselslaga, er priskjøljar avgjerande. Men ein bør også ta omsyn til at ammoniumnitrat og fullgjødning på lengre sikt verkar forsurande på jorda, medan kalksalpeter ikkje har slik verknad. I eitt-årige markforsøk er denne skilnaden liten og vanskeleg å måla. Også urea verkar forsurande på jorda.

For første slått sitt vedkommande synest forsøka å stadfesta resultat frå tidlegare forsøk i Norge og i det vestre forsøksdistriktet i Sverige; nemleg at urea er om lag jamgod med kalksalpeter som vårgjødsel til eng (Furunes 1966, Jonson og Johanson 1971). Våre forsøksfelt fekk husdyrgjødsel som grunn-gjødsling, og i middel viste dei ikkje utslag for stigande nitrogenmengder i første slått avling. Det er derfor mogleg at små skilnader i nitrogenverknad ikkje har kome fram som avlingsskilnader. Ei gruppering av felta etter avlings-utslag for stigande nitrogenmengder viste likevel ikkje nokon forskjell mellom gjødselslaga i gruppa med størst avlingsutslag. Heller ikkje var det slike skilnader på dei enkeltfelta som hadde det største avlingsutslaget for nitrogen. Dessutan var ikkje plantene sitt nitrogenopptak ved første slått mindre for urea enn for dei andre gjødselslaga.

Det skulle såleis vera klart at det også i Sørvest-Norge er lite risikabelt å nytta urea ved vårgjødsling til eng. Truleg har dette samanheng med at veret ofte er kjølig og passe fuktig ei tid etter spreing.

Ved gjødsling etter første slått er det varmare, men likevel ofte fuktig nok for rask hydrolyse av urea, og risikoen for ammoniakktap er større enn om våren (Ødelien 1965). Slikt tap er truleg den viktigaste årsaka til at urea ved andre slått i forsøka verka noko svakare enn dei andre gjødselslaga. Først og fremst var dette tilfellet på felt der avlingsauken for stigande nitrogenmengder

var stor og dessutan i det siste forsøksåret, 1984. Det var også ein tendens til at urea i andre slått var mest underlegen ved minste nitrogenmengd. Dette er det motsette av det Furunes (1966) og Jonson og Johanson (1971) fann for første slått.

I følge Furunes (1966) og Jonson og Johanson (1971) skil urea seg mindre frå salpeter ved låg enn ved høg pH i jorda. Dette kunne ikkje påvisast i våre forsøk.

Urea som nitrogengjødsel blir sterkare påverka av skiftande verforhold enn andre vanlege nitrogengjødselslag. Særleg gjeld dette når urea blir spreidd på eng, der gjødsla ikkje kan myldast ned. Tidleg om våren er veret i norske kyststrøk ofte gunstig for utnytting av urea. Etter første slått er det oftare ugunstig, og risikoen for nitrogentap er så pass stor at urea helst ikkje bør brukast til eng om sommaren.

Fordi veret har meir å seia for N-verknaden av urea enn av dei andre gjødselslaga, er det med urea litt vanskelegare å tilpassa nitrogengjødslinga til plantene sitt behov. Dessutan må ein for urea vera merksam på risikoen for ujamn spreiring på grunn av høg nitrogenkonsentrasjon og låg volumvekt.

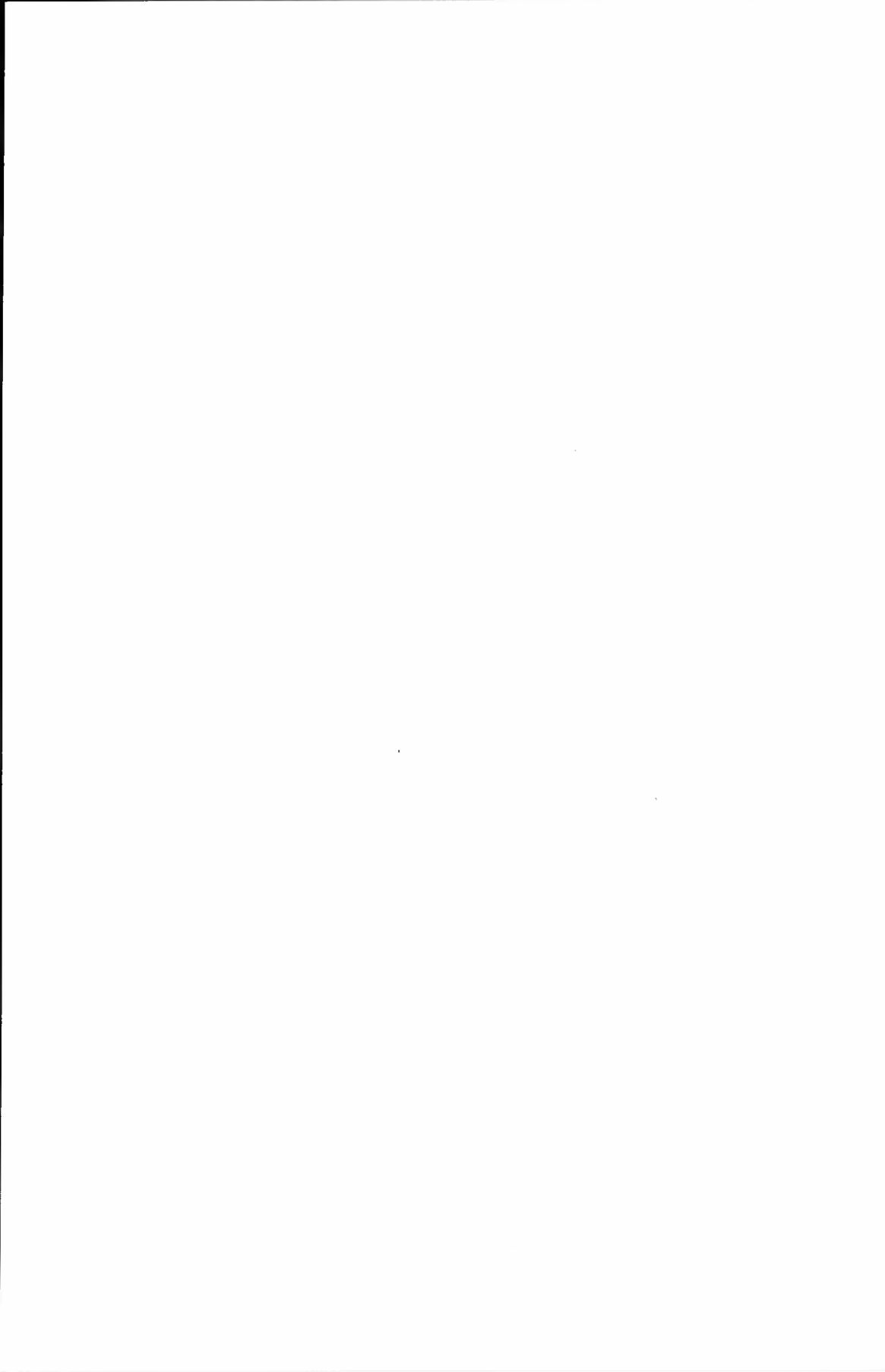
Litteratur

Furunes, J. 1966. Sammenligning av urea og salpeter som nitrogengjødsel til jordbruksvekster. *Forsk. Fors. Landbr.* 17: 124—146.

Jonson, L. & O. Johanson 1971. Urea som gjødselmedel. *Vallar. Lantbr. Høgsk. medd. Serie A* (145):1—51.

Ødelien, M. 1965. Nitrogenomsetninger og nitrogentap etter gjødsling med urea. *Norske Landbruk* 72 (1—2): 1—12.

(Mottatt 5.3.85 og godkjent 27.3.85.)



Jordarbeiding, kalking og gjødsling til lignoser og gras i sterkt forurenset industrimiljø

Svein O. Grimstad, Institutt for dendrologi og planteskoledrift,
Norges landbrukshøgskole, N-1432 Ås-NLH.
Department of Dendrology and Nursery Management,
Agricultural University of Norway, N-1432 Ås-NLH.

Grimstad, S. O. 1985. Soil mixing, liming and fertilization to woody plants and grasses in a polluted industrial area. *Forsk. Fors. Landbr.* 36: 117—125.

Key words: Pollution, revegetation, soil mixing, fertilization, liming, woody plants, grasses.

The growth of thirteen species of woody plants and four grasses were compared on a heavily polluted area at Odda, in Western Norway. Their resistance to damage, which generally manifested itself as leaf scorch and early abscission, varied as follows: Tolerant spp: *Alnus glutinosa*, *Fraxinus exelsior*, *Populus trichocarpa*, *Festuca rubra*. Intermediate spp: *Alnus incana*, *Picea pungens*, 'Glauca', *Agrostis tenuis*. Sensitive spp: *Abies concolor*, *Acer platanoides*, *Berberis thunbergii*, *Betula verrucosa*, *Cornus alba* 'Sibirica', *Pinus silvestris*, *Sorbus aucuparia*, *Ulmus glabra*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis*. Fertilization, liming, topsoil removal and soil mixing all increased the level of tolerance.

Tretten lignosearter og fire grasarter ble dyrket på et sterkt forurenset område i Odda. Flere lignoser fikk kraftig sviskade og tidlig bladfall. På bakgrunn av resistens er plantene delt i følgende tre grupper: Tolerante: *Alnus glutinosa*, *Fraxinus exelsior*, *Populus trichocarpa*, *Festuca rubra*. Middels tolerante: *Alnus incana*, *Picea pungens* 'Glauca', *Agrostis tenuis*. Ømfintlige: *Abies concolor*, *Acer platanoides*, *Berberis thunbergii*, *Betula verrucosa*, *Cornus alba* 'Sibirica', *Pinus silvestris*, *Sorbus aucuparia*, *Ulmus glabra*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis*. Toleransen kunne økes gjennom jordarbeiding, kalking og gjødsling.

Innledning

Industrivirksomheten i Oddaområdet har ført til store forurensningsproblemer med skader på vegetasjon og dyreliv (Miljøvernkomitéen i Odda 1974 a,b). Ut i lufta slippes planteskadelige avfallsstoffer som fluor (HF, H₂SiF₆) og svovel (H₂SO₄, SO₄). I tillegg inneholder jordsmonnet i området rundt bedriften Norzink A/S store mengder tungmetaller, i første rekke sink, men også andre stoffer som kopper, bly og kadmium (Låg 1974).

Ved siden av den estetiske verdien, kan kraftig trevegetasjon oppta forurensninger og på den måten bidra til å rense luften (Selmer-Olsen & Myhre 1970, Steubing & Klee 1970, Townsend 1974, Rogers et al. 1979). Det er derfor av flere grunner viktig å finne fram til planter som kan tåle sterkt forurensede omgivelser.

Materiale og metoder

På grunnlag av jordundersøkelser utført seinsommeren 1974, og med støtte i tidligere undersøkelser (Ødelien og Vigerust 1972, Selsjord og Låg 1973, Låg 1974, Miljøvernkomitéen i Odda 1974 a), ble det våren 1975 lagt ut feltforsøk med lignoser (felt 1) og gras (felt 2). Feltene ble plassert på Eitrheimsneset ca. 2 km nord for Odda sentrum.

Felt 1

Jord: Feltet lå inne på fabrikkområdet til Norzink A/S ved Eitrheimsvågen. Jorda bestod av et 30 cm tykt lag av leirholdig moldjord som var tatt fra et anleggsområde på Eitrheimsneset. Under var det tidligere planert ut et 10–15 cm tykt lag med leirjord.

Kalking: Våren 1975 ble feltet kalket faktorielt med henholdsvis 0 og 250 kg dolomittmjøl pr. daa.

Gjødsling: Før hver vekstsesong ble det tilført 50 kg fullgjødsel B (13-6-16) pr. daa., og våren 1975 0 og 10 kg 'Fritt' (F.T.E. 36) pr. daa. Feltet ble også overgjødlet faktorielt med 25 kg kalkammonsalpeter pr. daa. henholdsvis en og to ganger årlig.

Plantemateriale: Det ble plantet ut 13 lignoseslag av varierende størrelse og alder. Enkelte arter ble valgt på grunn av tidligere påvist toleranse overfor SO₂-forurensning. Forøvrig var plantevalget tilfeldig. Alle planteslag, unntatt fire, var karplanter eller planter med jordklump. Av *Acer platanoides* L. ble både kar- og barrotsplanter nyttet.

Feltet bestod av i alt åtte ruter à 22,5 × 6 m, uten gjentak. Planteavstanden var 1,5 × 1,5 m, og i hver rute ble det plantet tre planter av hver art. Disse var tilfeldig fordelt innen ruta.

Felt 2

Jord: Feltet ble lagt på ei sterkt forurensningsekspionert slette øst for bedriften. Stedet hvor feltet ble etablert var praktisk talt fritt for vegetasjon, og jorda som var en moldholdig mineraljord, ble behandlet på tre forskjellige måter:

1. Ubehandlet
2. De øverste 15—20 cm av jorda ble frest
3. De øverste 5 cm av jorda ble fjernet, og jorda under frest til en dybde av 15—20 cm.

Kalking: Ved etablering ble halvparten av feltet kalket med 500 kg dolomittmjøl pr. daa. Kalkingen ble gjentatt året etter.

Gjødsling: Det ble tilført 50 kg fullgjødsel B (13-6-16) pr. daa. hver vår. Dessuten ble det gjødslet faktorielt med mikronæring, henholdsvis 0 og 10 kg 'Fritt' (F.T.E. 36) pr. daa. Feltet ble overgjødslet med 25 kg kalkammonsalpeter pr. daa. i midten av juli begge år.

Plantemateriale: Feltet ble tilsådd med en grasfrøblending bestående av 55 % *Festuca rubra* L. (rødsvingel), 30 % *Poa pratensis* L. (engrapp), 5 % *Agrostis tenuis* Sibth. (engkvein) og 10 % *Lolium perenne* L. (raigras). Feltet besto av i alt 12 ruter à 4 × 4 m, uten gjentak.

I vekstsesongen ble begge feltene inispisert ca. hver fjerde uke, og hver gang ble det gjort notater om plantenes vekst og utvikling. Ved slutten av hver vekstsesong ble antall levende planter i felt 1 registrert, samtidig som årsveksten i cm ble målt. I felt 2 ble grasetts sammensetning og dekningsgrad bedømt. Fra begge felt ble det tatt jordprøver ved etablering og etter hver vekstsesong. Prøvene ble sendt til Statens jordundersøkelse, Ås, for pH- og volumvektbestemmelser, samt analysert for P-AL, K-AL, Mg-AL, Ca-AL og Zn-0,2 N HCL.

Resultater

Felt 1

Virkninger av kalking og gjødsling på næringsinnhold og pH i jorda

Innholdet av lett løselig P, K, Mg, Ca og Zn i mg pr. 100 g jord, samt pH og ledningsevne, er vist nedenfor som et gjennomsnitt for hele feltet ved forsøkets slutt høsten 1976.

| pH | SSE | P-AL | K-AL | Mg-AL | Ca-AL | Zn-0,2 N HCl |
|-----|-----|------|------|-------|-------|--------------|
| 6,2 | 1,9 | 4 | 9 | 8 | 142 | 450 |

Noen slutninger angående virkningen av kalking og gjødsling var det vanskelig å trekke.

Virkninger på planteveksten

Det var meget klare forskjeller i planteslagenes evne til å tåle miljøforholdene på stedet (tabell 1).

Tabell 1. Antall overlevende planter i prosent av 24, gjennomsnittlig årsvekst pr. plante i cm og helhetsinntrykk (0 = totalskadd (død) 9 = uskadd).

Table 1. Percentage living plants of 24, average annual growth per plant in cm and general condition (0 = dead 9 = undamaged).

| Planteslag Plant species | % gjenlevende planter % living plants | | Gjennomsnittlig årsvekst pr plante i cm Average annual growth per plant in cm | | Helhetsinntrykk General condition | |
|---|--|------|--|------|--------------------------------------|------|
| | 1975 | 1976 | 1975 | 1976 | 1975 | 1976 |
| <i>Acer platanoides</i> ¹⁾ | 63 | 54 | 63 | 24 | 5,0 | 4,0 |
| " " ²⁾ | 33 | 4 | 57 | 2 | 1,5 | 1,0 |
| <i>Alnus glutinosa</i> ²⁾ | 58 | 42 | 156 | 213 | 9,0 | 8,0 |
| <i>Alnus incana</i> ¹⁾ | 58 | 33 | 46 | 34 | 3,5 | 6,0 |
| <i>Berberis thunbergii</i> ²⁾ | 42 | 8 | 277 | 161 | 3,0 | 2,0 |
| <i>Betula verrucosa</i> ¹⁾ | 38 | 17 | 27 | 1 | 2,5 | 2,0 |
| <i>Cornus a. 'Sibirica'</i> ²⁾ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Fraxinus excelsior</i> ¹⁾ | 100 | 58 | 28 | 29 | 8,0 | 7,5 |
| <i>Populus trichocarpa</i> ¹⁾ | 100 | 79 | 516 | 619 | 6,5 | 7,0 |
| <i>Sorbus aucuparia</i> ¹⁾ | 58 | 38 | 17 | 5 | 2,0 | 1,5 |
| <i>Ulmus glabra</i> ¹⁾ | 83 | 63 | 135 | 76 | 5,0 | 3,0 |
| <i>Abies concolor</i> ¹⁾ | 71 | 4 | 7 | 3 | 8,0 | 2,0 |
| <i>Picea p. 'Glauca'</i> ¹⁾ | 67 | 50 | 9 | 5 | 6,0 | 6,0 |
| <i>Pinus silvestris</i> ¹⁾ | 88 | 17 | 18 | 7 | 7,0 | 3,0 |

1) Planter i kar eller med klump. Container plants or balled plants.

2) Barrotsplanter. Bare-rooted plants.

Acer platanoides L. Spisslønn viste bladskader begge vekstsesonger. Spesielt tydelig var dette første høsten. Skaden viste seg som sviing av bladranden. Bladene ble gule og falt tidlig av. Andre året ble bladplaten tydelig mindre, og bladene fikk tidlig høstfarge. Den ble registrert allerede 18. juni. Utgangen av barrotsplanter var praktisk talt 100 %, mens utgangen av karplanter til sammenlikning var ca. 45 %.

Alnus glutinosa L. Gaertn. Svartor viste ingen tegn til bladskade i løpet av den toårsperioden forsøket varte. Bladene var hele tiden friskt grønne og av normal størrelse. Årsveksten var tilfredsstillende.

Alnus incana (L) Moench. Gråor hadde tydelige bladskader første vekstsesong. Skaden viste seg som sviing i bladranden. Bladene ble brune, krøllet seg og falt av tidlig i sesongen. Plantene dannet imidlertid nye, mer resistente blad, men disse var betydelig mindre. Andre året var skadene mindre.

Berberis thunbergii DC. Høstberberis fikk tydelige bladskader første året, og høsten 1976 var nesten alle plantene døde. Skaden viste seg som sviing av bladranden. Bladene ble buklede, lyse brune av farge og falt raskt av.

Betula verrucosa Ehrh. Hengebjørk ble også meget sterkt skadd. Skaden viste seg som sviing av bladranden, deretter ble bladene brune og krøllet seg og falt til slutt av. Utgangen av planter var stor og tilveksten forholdsvis liten.

Cornus alba 'Sibirica' Loud. Sibirkornell var den art som ble sterkest skadd, og allerede ved slutten av første vekstsesong var samtlige 24 planter døde.

Fraxinus excelsior L. Skaden på ask var forholdsvis liten, men bladene var

en del lysere enn normalt og falt tidlig av. Utgangen av planter var relativt stor andre vekstsesongen.

Populus trichocarpa Hook. På kjempepoppe var bladskadene små. Bladverket var temmelig lyst og viste tydelig tegn på jernmangel. Plantene var ellers angrepet av poppelskurv (*Venturia populina* Vuill.). Dette angrepet førte nok til en viss vekstreduksjon, men ellers var veksten god, og i september 1976 ble flere planter målt til en høyde på over 2 meter.

Sorbus aucuparia L. Hos vanlig rogn kunne tildels store bladskader registreres alt første sommeren. Bladranden var da sterkt brunsvidd, og bladene var sterkt buklete. Andre året ble bladplaten betydelig mindre, og høstfarging og bladfall kom tidligere enn normalt.

Ulmus glabra Huds. Bladskadene hos alm viste seg det første året som en svak gulning av bladranden, og bladene ble etterhvert buklete og grågule av farge. Året etter brøt plantene seint, enkelte ikke før i slutten av juni, og det enkelte blad var redusert til under det halve av normal størrelse.

Abies concolor (Gord.) Engelm. Det ble ikke observert skade på coloradogran første året. Derimot viste skadene seg svært tydelig sommeren 1976. Nålene ble etterhvert grågule, til dels brungule, og falt av. Bare én plante overlevde siste vekstsesongen.

Picea pungens 'Glauca' Reg. Enkelte av blågranene ble skadd allerede første sommeren. Nålene ble etterhvert brune og falt av. På de gjenlevende plantene kunne det ikke observeres noen skader. Veksten var derimot sterkt redusert andre sommeren.

Pinus silvestris L. Skaden hos vanlig furu fremkom som en svak gulning av nålene. Fargen gikk etterhvert over i brunt, og nålene falt til slutt av. Skaden var tydeligst andre sommeren.

Felt 2

Virkinger av kalking og gjødsling på næringsinnhold og pH i jorda

Tabellen nedenfor viser innholdet av lettløselig P, K, Mg, Ca, samt Zn (mg/100 g jord), volumvekt og pH i jordprøver tatt i ulik dybde våren 1975.

| Dybde i cm | Volumvekt | pH | P-AL | K-AL | Mg-AL | Ca-AL | Zn-0.2 N HCl |
|------------|-----------|-----|------|------|-------|-------|--------------|
| 0—5 | 0,58 | 5,7 | 8 | 7 | 5 | 83 | 470 |
| 5—20 | 0,97 | 5,2 | 6 | 3 | 2 | 29 | 95 |

Både pH og innholdet av lettløselig P, K, Mg og Ca avtok med økende dybde. Spesielt stor var reduksjonen i sinkinnholdet.

Etter tilføring av 1 000 kg dolomittmjøl pr. daa fordelt over to vekstsesonger, steg pH fra 5,2 til 6,1. Gjødsling med 50 kg fullgjødsel B pr. daa hver vår førte derimot ikke til noen registrerbar endring i pH.

Ved forsøkets start var P-AL 6,0. Analyser tatt ved forsøkets slutt av forsøksledd tilført både fullgjødsel B, 'Fritt' og kalk, viste et fosforinnhold på 9,9. For andre behandlinger kunne det ikke registreres noen økning i P-AL.

Innholdet av K i jorda økte ved tilføring av fullgjødsel B. Ved forsøkets start var K-AL 3,5, og var høsten 1976 økt til 8,0. Kalking sammen med grunn gjødsling førte til en mindre økning i innholdet av lettløselig K.

Innholdet av lettløselig Mg var ved forsøkets start meget lavt. Kalking med dolomittmjøl førte til en økning i Mg-AL fra 3 til 26 i løpet av forsøksperioden.

Kalking førte som ventet også til endringer i innholdet av Ca. Ved starten av forsøket var Ca-AL ca. 30, og ved slutten var dette økt til over 80. En svak økning kunne også registreres ved bruk av fullgjødsel B.

Fjerning av det øverste jordlaget førte til en betydelig reduksjon i sinkinnholdet. Fresing av jorda uten forutgående fjerning av det øverste jordlaget, førte som vist nedenfor ikke til noen nevneverdig endring i sinkinnholdet.

Mg Zn pr. 100 g jord

| Ubehandlet jord | Fresing | Fjerning av de øverste 5 cm og fresing av jordlaget under |
|-----------------|---------|---|
| 93 | 91 | 72 |

Innholdet av Zn økte svakt med tilføring av 'Fritt', mens tilføring av dolomittmjøl hadde motsatt effekt og førte til en reduksjon på ca. 10 mg pr. 100 g jord.

Virkninger på planteveksten

Tabell 2. Virkning av jordbehandling, kalking og gjødsling på grasdekkets tetthet (Skala 0—9 hvor 9 er best).

Table 2. Effects of soil removal and/or mixing, liming and fertilization on the density of turf (Scale 0—9 where 9 is the highest score).

| Kalking og gjødsling <i>Liming and fertilization</i> | Jordbehandling <i>Soil preparation</i> | | | Gj.snitt <i>Average</i> |
|---|--|--|---|----------------------------|
| | Ubehandlet jord <i>Untreated soil</i> | Blanding av jord <i>Soil mixing</i> | Fjerning av jord og blanding 1) <i>Removal of soil and mixing 1)</i> | |
| Grunngjødsling <i>Basic fertilizer</i> | 2 | 1 | 1 | 1,3 |
| Grunngjødsling og mikronæring <i>Basic fertilizer and micro-elements</i> | 1 | 3 | 4 | 2,7 |
| Grunngjødsling og dolomittmjøl <i>Basic fertilizer and lime</i> | 4 | 8 | 7 | 6,3 |
| Grunngjødsling, mikronæring og dolomittmjøl <i>Basic fertilizer, micro-elements and lime</i> | 6 | 9 | 8 | 7,7 |
| Gjennomsnitt <i>Average</i> | 3,3 | 5,3 | 5,0 | |

1) Fjerning av de øverste 5 cm og blanding av jorda under.
Removal of the top 5 cm and mixing of the soil beneath.

Fjerning av det øverste jordlaget før såing ga ca. 60 % bedre dekning enn på jord hvor det øverste laget ikke ble fjernet. Effekten av kalking var svært stor (tabell 2). Uavhengig av jordbehandling ga tilførsel av dolomittmjøl den beste dekningsgraden. Grasetts overvintringsevne økte også tydelig ved tilføring av kalk.

Tilføring av mikronæring hadde positiv virkning på grasetts dekningsgrad (tabell 2).

Ved forsøketts slutt, besto grasdekke utelukkende av rødsvingel og engkvein (tabell 3).

Rødsvingel var dominerende uansett jordbehandling, kalking og gjødsling, men dens andel økte ved kalking og tilføring av mikronæring. Fjerning av det øverste sinkrike jordlaget og deretter fresing av jorda, eller fresing av jorda uten forutgående fjerning av det øverste jordlaget, førte til en prosentvis økning av engkvein.

Tabell 3. Virkning av jordbehandling, kalking og mikronæring på grasdekkets artssammensetning i prosent, høsten 1976.

Table 3. Effects of soil removal and/or mixing, liming and micro-elements on the percentage botanical composition of turf in autumn 1976.

| Jordbehandling <i>Soil preparation</i> | Kalking <i>Liming</i> | | Mikronæring <i>Micro-elements</i> | | Gj.snitt <i>Average</i> |
|---|--------------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------|----------------------------|
| | Med <i>With</i> | Uten <i>Without</i> | Med <i>With</i> | Uten <i>Without</i> | |
| Ubehandlet <i>Untreated</i> | | | | | |
| <i>Festuca rubra</i> | 80 | 70 | 80 | 70 | 75 |
| <i>Agrostis tenuis</i> | 15 | 25 | 15 | 25 | 20 |
| Andre/other | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Blanding av jord <i>Soil mixing</i> | | | | | |
| <i>Festuca rubra</i> | 90 | 50 | 80 | 65 | 70 |
| <i>Agrostis tenuis</i> | 10 | 50 | 20 | 35 | 30 |
| Andre/other | 0 | +2) | + | + | + |
| Fjerning av jord og fresing 1) <i>Removal of soil and mixing 1)</i> | | | | | |
| <i>Festuca rubra</i> | 85 | 50 | 80 | 55 | 70 |
| <i>Agrostis tenuis</i> | 15 | 50 | 20 | 40 | 30 |
| Andre/other | + | + | 0 | 5 | + |

1) Fjerning av de øverste 5 cm og fresing av jorda under.
Removal of the top 5 cm and mixing of the soil beneath.

2) Spor Trace

Diskusjon

Enkelte arter som f.eks. *B. thunbergii*, *B. verrucosa*, *C. alba* 'Sibirica', *A. concolor* og *P. silvestris* fikk sterkt redusert vekst, og planteutgangen var meget stor ved dyrking på Eitrheimsneset. Av planter som klarte de ekstreme forurensningsforholdene godt, kan nevnes: *A. glutinosa*, *F. excelsior*, *P. trichocarpa* og *P. pungens* 'Glaucua'. Skadesymptomene varierte fra planteslag til planteslag. Felles for flere planteslag var likevel en kraftig sviskade på bladverket første året, redusert bladstørrelse og dessuten tidlig bladfall året etter.

Opplysninger fra litteraturen og de enkelte arters toleranse overfor ulike forurensninger er ofte motstridende (Löfqvist et al. 1972, U. S. Environmental Protection Agency, 1976). I flere sammenhenger regens *C. alba* 'Sibirica' og *B. thunbergii* for å være robuste planteslag. Håbjørg (1973) nevner også at disse er lite følsomme overfor SO₂-forurensning. Begge disse artene var likevel blant de som kom dårligst ut i denne undersøkelsen. Slike motstridende resultater kan skyldes flere forhold f.eks. eksponeringsgraden og genetiske variasjoner mellom individer av samme art. I dette tilfelle har antagelig forurensningskomponenten vært særlig utslagsgivende.

Nåletrær regnes generelt for å være mindre tolerante overfor luftforurensninger enn lauvtrær (Löfqvist et al. 1972). Både *A. concolor* og *P. silvestris* ble kraftig skadd i disse undersøkelsene, mens *P. pungens* 'Glaucua' klarte seg bra. Også Håbjørg (1973), har vist at denne arten er sterk overfor forurensning. I følge Hanson & Thorne (1972), Rich & Turner (1972) og Townsend (1974) er bladflatens morfologi avgjørende for i hvilken grad partikulær luftforurensning avsettes på bladet.

Hår og ujevnheter øker avsetningen av partikler på bladet (Little & Wiffen, 1977). Glatte blad og dermed redusert avsetning på bladverket, kan være noe av forklaringen på at både *F. excelsior* og *P. trichocarpa* klarte seg relativt bra. Denne forklaringen kan likevel ikke nyttes for *A. glutinosa* som også klarte seg meget bra, og hvor planteutgangen i første rekke må tilskrives et dårlig plantemateriale ved utplanting.

Også grasartens evne til å tåle de rådende miljøforhold på Eitrheimsneset varierte. Best overlevingssevne vist *F. rubra*, men også *A. tenuis* viste en viss evne til å klare seg under de vanskelige forholdene. Det er ellers verdt å legge merke til at verken *P. pratensis* eller *L. perenne* fantes i grasmatta etter to somrer. Dette kan skyldes at disse arter er betydelig mer kalk- og næringskrevende enn *F. rubra* og *A. tenuis*.

Virkingen av vegetasjonsskadelige gasser var det opprinnelige forsøksspørsmål. Imidlertid ble det tidlig klart at en vesentlig del av skaden på vegetasjonen måtte tilskrives de unormale næringsforholdene i jorda. Jordanalysene viste et ekstremt høyt innhold av Zn. Spesielt høyt var innholdet i sjiktet 0—5 cm, men sinkinnholdet avtok sterkt nedover i profilet. Tilsvarende resultat er også funnet av Låg (1974). Innholdet av P og K i jorda rundt bedriften var i utgangspunktet tilfredsstillende. Derimot var ofte innholdet av Ca i laveste laget, mens for Mg var innholdet høyere enn nødvendig.

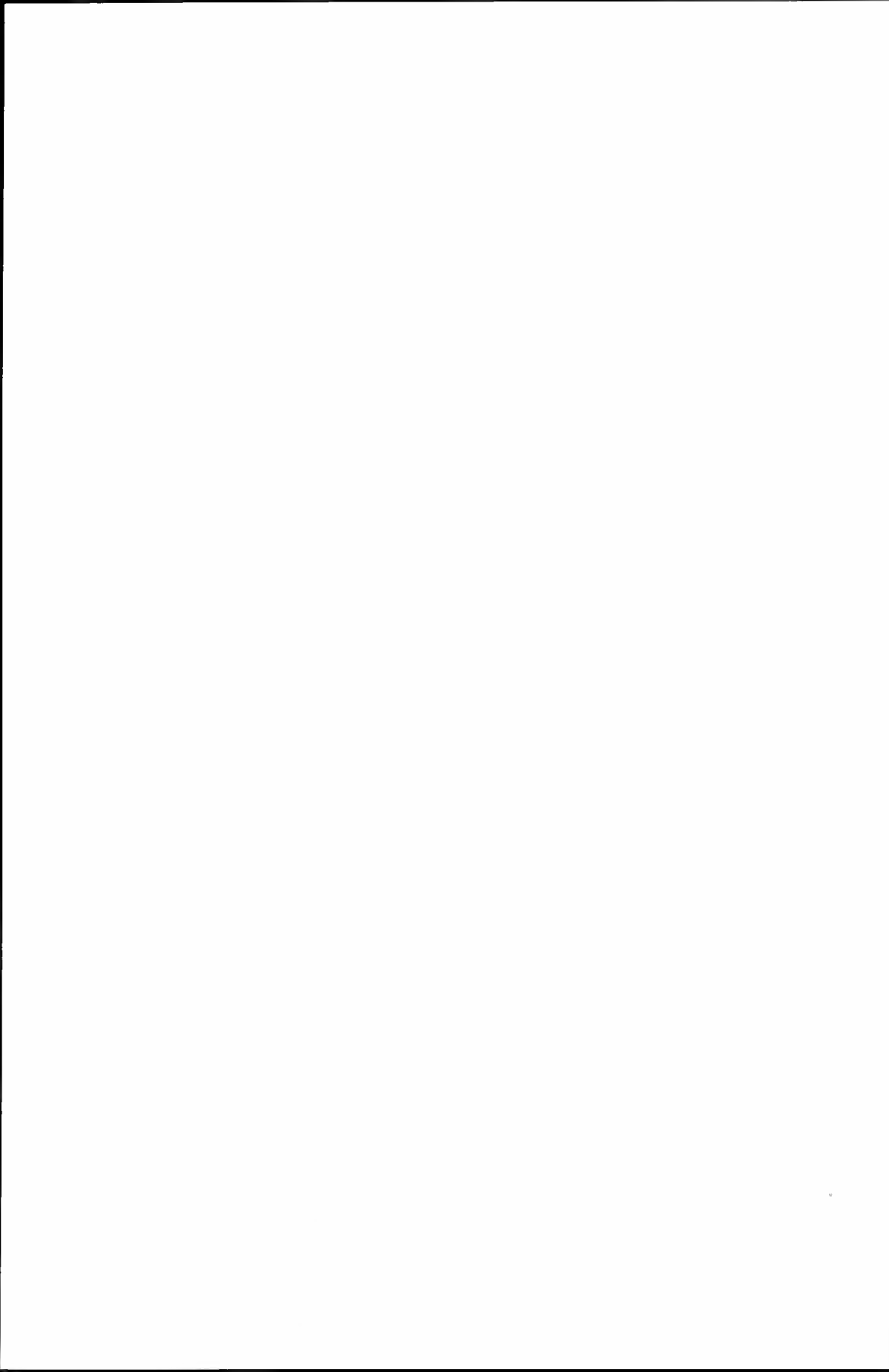
De unormale næringsforholdene i jorda er trolig også forklaringen på at karplanter av *A. platanoides* klarte seg noe bedre enn barrotsplanter av samme art. Det øverste, sterkt sinkforurensede jordsjiktet virket tydelig hemmende ved etablering av gras. Flere undersøkelser (Bear 1957, Mitchell 1964, Lagerwerff

1967) har vist at innholdet av lettøselig Zn i jorda avtar sterkt med økende pH. Mekanisk omblending og/eller fjerning av de øverste 5 cm av jordlaget, sammen med tilførsel av relativt store mengder dolomittmjøl, viste seg derfor å være en betingelse for tilfredsstillende grasetablering.

Litteratur

- Bear, F. E. 1957. Toxic elements in soil. U.S. Yearb. Agric. 1957: 165—171 Washington D.C.
- Hanson, G. P. & L. Thorne 1972. Vegetation to reduce air pollution. *Lasca Leaves* 20: 60—65.
- Håbjørg, A. 1973. Luftforurensning og vegetasjon. II. Virkninger av gjødsling og kalking på vekst og utvikling av 20 lignoseslag dyrket på sterkt SO₂-eksponert sted i Sarpsborg. *Meld. Norg. Landbr.Høgsk.* 52, Nr. 2.
- Lagerwerff, J. V. 1967. Heavy-metall contamination of soils. *Brady: Agriculture and the quality of our environment*: 343—364. Washington D.C.
- Little, P. & R. D. Wiffen 1977. Emmision and deposition of petrol engine exhausts. I. Deposition of exhaust Pb to plant and soil surfaces. *Atmos. Environ.* 11: 437—447.
- Löfqvist, K., R. Bengtsson, B. Hjalmarsson, R. Karlsson & K. Schebbye 1972. At bygga med växter. K. Luftförureningar. *Kons. avd. stensilserie. Trädgård 27, Lantbr.Høgsk. Ainarap.*
- Låg, J. 1974. Jordforurensning fra industri i Odda. *Ny jord* 61: 93—107.
- Miljøvernkomiteén i Odda 1974 a. Forurensningens miljømessige konsekvenser. *Sluttrapport. Del 2. Odda.*
- 1974 b. Utslippsituasjonen. *Sluttrapport. Del 3. Odda.*
- Mitchell, R. L. 1964. Trace elements in soils. *Bear: Chemistry of the soil*: 320—368. New York — London.
- Rich, S. & N. C. Turner 1972. Importance of moisture on stomatal behaviour of plants subjected to ozone. *J. Air Pollut. Cont. Assoc.* 22: 718—721.
- Rogers, H. H., H. E. Jeffries & A. M. Wintherspoon 1979. Measuring air pollutant uptake by plants: Nitrogen dioxide. *J. Environ. Qual.* 8: 551—557.
- Selmer-Olsen, A. R. & A. Myhre 1970. En undersøkelse av blyinnholdet i plantemateriale langs Mosseveien. *Meld. Norg. Landbr.Høgsk.* 49, Nr. 26.
- Selsjord, F. & J. Låg 1973. Jorda i Kinsarvik, Ullensvang og Odda, Hordaland fylke. *Jordbunnsbeskrivelse nr. 36, Statens Jordundersøkelse, NLH.*
- Steubing, L. & R. Klee 1970. Verleichende Untersuchungen zur Staubfilterwirkung von Laub- und Nadelgehölzen. *Angew. Botanik* 44: 73—85.
- Towsend, A. M. 1974. Sorption of ozone by nine shade tree species. *J. Amer. Soc. Hort. Sic.* 99: 206—208.
- U.S. Environmental Protection Agency 1976. Open space as an air resource management measure. Vol. I. Sink Factors. U.S.E. PA. No EPA-450/3/76 -028a, Research Triangle Park, North Carolina.
- Ødelien, M. & E. Vigerust 1972. Bly, kadmium, krom, kvikksølv, nikkel og sink-forekomst i naturen og biologisk betydning. Plukk fra litteraturen. *Stensiltrykk. Inst. for jordkultur, NLH.*

(Mottatt 22.2.85 og godkjent 11.4.85.)



Såmengder og N-gjødsling til vårkorn på bakkeplanert leirjord

Hugh Riley, Statens forskingsstasjon Kise,
2350 Nes på Hedmark. Melding nr. 77.
Kise Agricultural Research Station,
N-2350 Nes på Hedmark, Norway. Report No. 77.

Riley, H. 1985. Seed rates and N-fertilization for spring cereals on levelled clay subsoils. *Forsk. Fors. Landbr.* 36: 127—131.

Key words: Seed rate, N-fertilizer, barley, oats, yield, silty-clay.

During the years 1979—84, 16 trials with high N-fertilization and 14 trials with increased seed rates were performed in spring cereals on silty-clay soils with low humus reserves and poor structural stability. Yield responses declined with increasing N-level, and were greatest when yield levels were not impeded by other factors. Optimum fertilization was about 160 kg N/ha. A 50 % increase in seed rate, from ca. 200 to ca. 300 kg/ha, resulted in increases of 34 % for plant number, 23 % for ear number and gave 8 % (260 kg/ha) greater yield. The higher seed rate led to more rapid grain ripening.

I tidsrommet 1979—84 ble det utført 16 forsøk med sterk N-gjødsling og 14 forsøk med store såmengder til vårkorn på humusfattig, struktursvak, siltig mellomleire på Romerike. Avlingsutslagene avtok med stigende N-mengde, og var størst på felt hvor avlingsnivået ikke var hemmet av andre vekstfaktorer. Optimalnivået lå omkring 16 kg N/daa. En økning av såmengden med 50 %, fra ca. 20 til ca. 30 kg/daa, ga 34 % flere planter og 23 % flere aks, mens avlinga økte med 8 % (26 kg/daa). Økt såmengde førte til litt tidligere modning av kornet.

Innledning

Bakkeplanert leirjord har ofte lavt moldinnhold, liten luftkapasitet og dårlig strukturstabilitet (Riley 1983). Som følge av dette er det grunn til å tro at evnen til å frigjøre nitrogen er mindre på slik jord enn på gammel kulturjord. Det kan også være problemer med spiring og etablering av plantebestand når overflaten har slemmet til.

Denne meldingen omhandler forsøk utført i perioden 1979—84, for å undersøke om bakkeplanert leirjord har behov for sterkere gjødsling eller større såmengder enn det som vanligvis blir brukt.

Arbeidet er støttet av Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd, og utført med hjelp av forsøksringene på Romerike.

Materiale og metoder

Det er utført tilsammen 16 forsøk med N-gjødsling og 14 forsøk med ulike såmengder til korn. Forsøksplanene varierte, spesielt med hensyn til N-gjødslingsnivå som ble undersøkt. Antall felt med ulike mengder av N-gjødsel og såkorn er vist i tabell 1, sammen med fordelingen av feltene på kornart, vekstår og avlingsnivå ved henholdsvis 12 kg N/daa eller 18—20 kg såkorn/daa. Sist-

Tabell 1. Forsøksantallet gruppert etter N-nivå eller såmengde og etter kornart, forsøksår og avlingsår.

Table 1. Number of trials at different levels of N-fertilizer or seed rate, and grouped according to grain crop, trial year and yield level.

| <u>N-gjødslingsforsøk</u> | | <u>N-fertilizer trials</u> | | | | | |
|---------------------------------|--|----------------------------|-------|---------|---------|-------|------|
| N-nivå kg/daa | | 0 | 8-10 | 12-14 | 15-17 | 18-20 | 24 |
| Antall | | 6 | 10 | 16 | 15 | 14 | 5 |
| Kornart | | Bygg | Havre | | | | |
| Antall | | 10 | 6 | | | | |
| År | | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 |
| Antall | | 1 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 |
| Avlingsnivå ¹ kg/daa | | | <200 | 200-350 | 350-500 | >500 | |
| Antall | | | 4 | 5 | 3 | 4 | |
| <u>Såmengdeforsøk</u> | | <u>Seed rate trials</u> | | | | | |
| Såmengde kg/daa | | | 18-20 | 23-25 | 28-30 | | |
| Antall | | | 14 | 6 | 14 | | |
| Kornart | | Bygg | Havre | | | | |
| Antall | | 7 | 7 | | | | |
| År | | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | |
| Antall | | 1 | 2 | 3 | 6 | 2 | |
| Avlingsnivå ² kg/daa | | | <200 | 200-350 | 350-500 | >500 | |
| Antall | | | 4 | 4 | 4 | 2 | |

¹ Ved bruk av 12 kg N/daa

² Ved bruk av 18-20 kg såkorn /daa

nevnte parameter gir et inntrykk av hvor mange felt som var påvirket av veksthemmende faktorer som tørke, vannskade o.l.

I alle N-gjødslingsforsøk ble inntil 12 kg N/daa gitt ved radgjødsling. Tilleggsmengder ble tilført som kalksalpeter, enten ved radgjødsling eller på overflaten. I 10 forsøk ble både N-gjødsling og såmengder undersøkt samtidig ved bruk av faktorielle planer.

For å kunne vurdere alle N-gjødslingsforsøk samlet, er avlingen analysert ved følgende regresjonsmodell:

$$Y = a_0 + a_1N + a_2N^2 + a_3AVL12 + a_4N \times AVL12$$

hvor: N er kg N/daa og AVL12 er avlingsnivået ved 12 kg N/daa. Det siste er tatt med som forklarende variabel på grunn av den store spredningen i avlingsnivå mellom feltene. For tre felt som ikke hadde dette N-leddet, ble verdiene interpolert fra nærmeste N-ledd.

N-gjødsling

Resultat

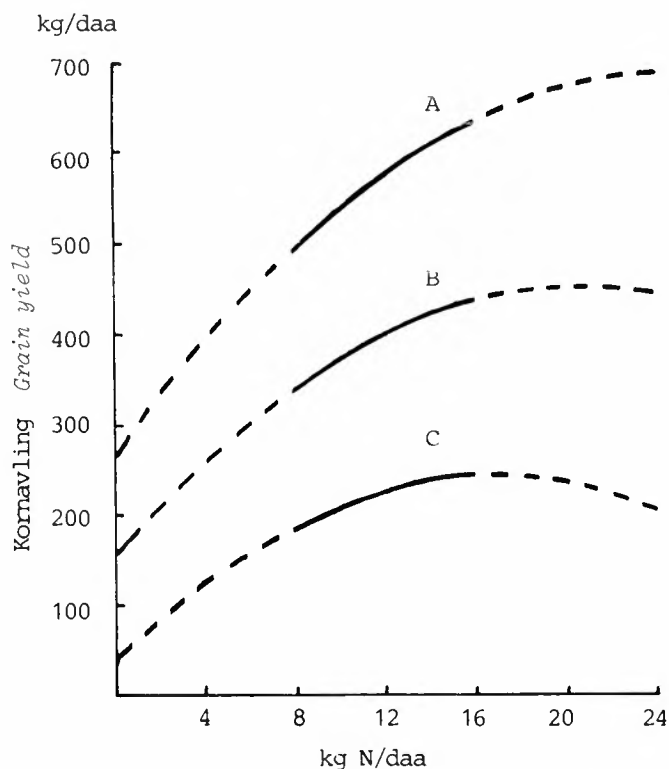
Virkningen av N-gjødsling på avlingsnivå er vist i figur 1. Størstedelen av variasjonen i materialet skyldtes variasjonen i avlingsnivå mellom felt (77 %). N-gjødsling forklarte 16,6 % av variasjonen, og samspillet mellom avlingsnivå og N-mengde forklarte 2,7 %. Alle leddene i ligningen var statistisk sikre. Avlingsutslagene avtok med økende N-mengde.

Det var lite legde i disse forsøkene, og forskjellene mellom N-leddene i kornets vanninnhold ved høsting var svært små. Regresjonsligningen viste tendenser til høyere vanninnhold både ved svak og sterk gjødsling i forhold til middels gjødsling.

Drøfting

Samspillet viste at det var minst å hente ved sterk gjødsling når avlingsnivået var lavt. Det var trolig andre faktorer enn N-tilgangen som begrenset avlingen i slike tilfeller. Ved høyt avlingsnivå kunne plantene bedre utnytte store N-mengder.

Under middels gunstige vekstvilkår har en økning i gjødsling fra 12 kg til 16 kg N/daa gitt ca. 35 kg korn i avlingsøkning. Med dagens priser representerer dette en gevinst på ca. kr 50 pr. dekar. En slik økning i N-gjødslinga medfører imidlertid stor fare for N-tap fra jorda. Selv under gode vekstforhold vil trolig mindre enn 40 % av tilleggsjødsla bli tatt opp i korn og halm (Ekeberg 1984). Det er derfor utilrådelig å bruke så store gjødselsmengder allerede ved såing. Dersom utviklingen av plantedekket litt ute i sesongen er lovende, kan det være aktuelt med overgjødsling.



Figur 1. Beregnet virkning av N-gjødsling på kornavling når avlingsnivået ved 12 kg N/daa er lik 600 kg/daa (A), 400 kg/daa (B) eller 200 kg/daa (C). Stiplede linjer er basert på færre målinger.

Figure 1. Estimated effects of N-fertilization on grain yields when yield levels at 120 kg N/ha are 6 t/ha (A), 4 t/ha (B) or 2 t/ha (C). Hatched lines are based on fewer observations.

Såmengder

Resultat

En økning av såmengden med 50 % ga i middel 34 % flere planter, men bare 23 % flere aks (tabell 2). Planteantallet ved den minste såmengden var ikke spesielt lavt i noe tilfelle. Havre hadde noen flere planter enn bygg, men busket seg mindre.

Det var en sikker avlingsøkning ved økt såmengde, i middel ca. 25 kg ved 10 kg økning i såmengde. I de seks forsøkene hvor også 5 kg økning i såmengden ble prøvd, var avlingsutslaget omtrent halparten. Økningene var omtrent de samme om avlingsnivået på feltet var høyt eller lavt. Det var ingen samspill med N-gjødsling.

Tabell 2. Virkning av ulik såmengde på plantebestand (10 felt) og avling (14 felt).
 Table 2. The effect of seed rate on stand structure (10 trials) and yield (14 trials).

| | Såmengde kg/daa <i>Seed rate</i> | Bygg <i>Barley</i> | Havre <i>Oats</i> | Middel <i>Mean</i> | P |
|---|--|-----------------------|----------------------|-----------------------|--------|
| Plantetall/m ² <i>Plant no./m²</i> | 18-20 | 395 | 457 | 432 | <0,001 |
| | 28-30 | 534 | 609 | 579 | |
| Akstall/m ² <i>Ear no./m²</i> | 18-20 | 579 | 553 | 564 | <0,001 |
| | 28-30 | 706 | 686 | 694 | |
| Strå/plante <i>Tiller no./plant</i> | 18-20 | 1,47 | 1,22 | 1,32 | <0,01 |
| | 28-30 | 1,34 | 1,14 | 1,22 | |
| Avling (kg/daa) <i>Yield</i> | 18-20 | 327 | 338 | 332 | <0,01 |
| | 28-30 | 352 | 364 | 358 | |
| Vanninnhold i kornet (%) <i>Grain moisture</i> | 18-20 | 18,6 | 19,6 | 19,1 | <0,001 |
| | 28-30 | 17,3 | 18,5 | 17,9 | |

Økte såmengder førte til en klar nedgang i kornets vanninnhold ved høsting. Dette skyldes trolig det lavere antall sideskudd ved stort plantetall, og er i samsvar med vanlig erfaring (Anstensrud 1985). Det var ingen entydig virkning av såmengde på kornets tusenkornvekt eller hektolitervekt.

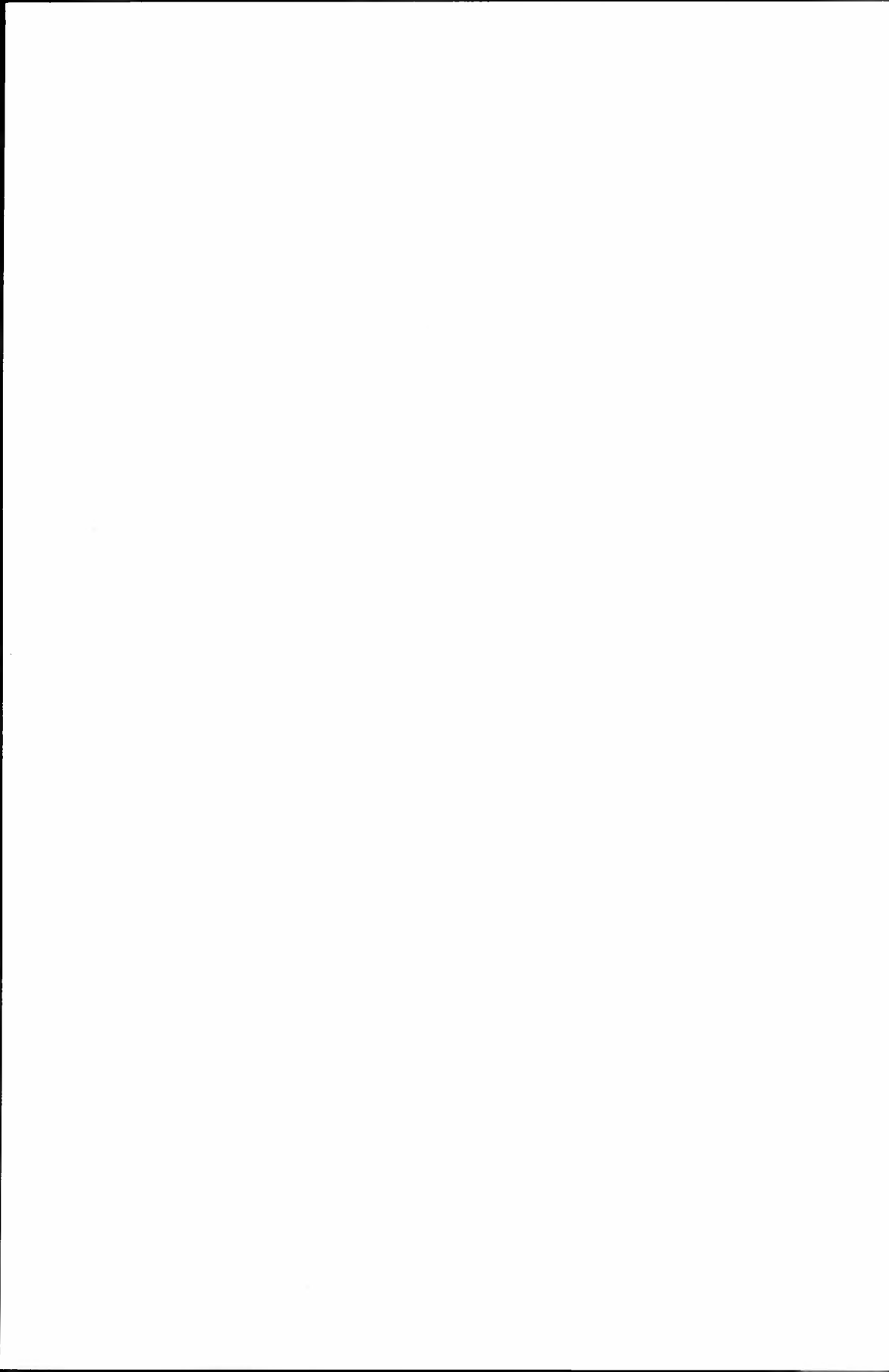
Drøfting

Utslagene for økte såmengder i disse forsøkene var noe større enn det som ellers er funnet (Anstensrud 1985). Med utgangspunkt i en såkornpris som er dobbelt så høy som vanlig kornpris, blir gevinsten ca. kr 10—15 pr. dekar. Det kan være gunstig å bruke økte såmengder på bakkeplanert leirjord som en forsikring mot dårlig spiring, og for å få en plantebestand som konkurrerer bedre med ugras.

Litteratur

- Anstensrud, T. Chr. 1985. Såkorn — mengde og størrelse i 6-radsbygg, 2-radsbygg og havre. Akt. fra SFFL 4: 55—66.
 Ekeberg, E. 1984. Vanning og radgjødsling til korn II. Innhold av nitrogen, fosfor og kalium hos bygg, havre og hvete. Forsk. Fors. Landbr. 35: 235—244.
 Riley, H. 1983. Jordfysiske egenskaper hos leirjord og siltjord. Forsk. Fors. Landbr. 34: 155—165.

(Mottatt 20.3.85 og godkjent 17.4.85.)



Jordarbeiding høst og vår til vårkorn

Egil Ekeberg, Statens forskingsstasjon Kise,
2350 Nes på Hedmark. Melding nr. 72.
Kise Agricultural Research Station,
N-2350 Nes på Hedmark, Norway. Report No. 72.

Ekeberg, E. 1985. Autumn and spring tillage for spring cereals. *Forsk. Fors. Landbr.* 36: 133—139.

Key words: Ploughing, harrowing, spring, autumn, cereals, soil analysis.

The effects on yields and soil conditions of spring and autumn harrowing were studied in five trials on ploughed and unploughed soil. The soil moisture content in spring was lower in ploughed than in unploughed soil. Autumn harrowing gave more rapid drying of unploughed soil in spring. Autumn harrowing of ploughed soil reduced the cereal yields 4%. On soil that was neither ploughed nor harrowed, there were yield reductions due to couch (*Elytrigia repens* (L.) Nevski). Harrowing led to earlier grain ripening. Accumulation of available P and K and lower pH values were found in the upper horizon (0—10 cm) of unploughed soil. Autumn and spring harrowing of ploughed soil reduced soil porosity, air capacity, soil organic matter and available Mg content.

Virkingen på jord og avling av harving høst og vår på pløyd og upløyd jord er undersøkt på fem felt med 21 høsteår. Opptørkinga av jorda om våren gikk raskere i pløyd enn i upløyd jord. Stubbharving om høsten påskyndet opptørkinga av upløyd jord. Høstharving av pløyd jord ga 4 % avlingsreduksjon. Ingen jordarbeiding førte til økning i kvekemengde og reduksjon i avling. Harving påskyndet modninga av kornet. I upløyd jord økte moldinnholdet og innholdet av P og K i øvre sjikt, mens pH gikk ned. På pløyd jord førte harving høst og vår til større tetthet og mindre humus, lettloeselig magnesium, porevolum ved pF 2,0 og luftledningsevne.

Innledning

I enkelte distrikter i Norge er det interesse for å bearbeide jorda etter pløying om høsten. Hensikten er å få gjort våronna på kortere tid, og dermed ha muligheter til å få større avling og tidligere høsting. Denne meldinga gjør greie for forsøk hvor jord og avling er undersøkt etter ulik jordarbeiding høst og vår.

Materiale og metoder

Forsøka ble lagt opp etter en split-split-plot plan:

- I. Pløying på storruter
 - a. Uten pløying *not ploughed*
 - b. Høstpløying *autumn ploughed*
- II. Høstharving på mellomruter
 - a. Ingen harving *not harrowed*
 - b. Kryssharving *2-way harrowing*
- III. Vårjardarbeiding på småruter
 - a. Ingen *no cultivation*
 - b. Slodding *levelled*
 - c. Slodding og harving *levelled and harrowed*
 - d. Slodding og 2 harvinger på langs av rutene *levelled and harrowed twice*

Halmen på felta ble fjernet eller brent før pløying om høsten. Om våren startet jordarbeidinga etter at jorda var laglig på alle forsøksledd. Gjødsla ble enten spredd på overflaten med gjødselharv og kornet sådd med samme maskin, eller plassert i 6 til 8 cm dybde med harva og kornet sådd med slepelabbsåmaskin.

Serien omfattet fem felt med varighet fra to til åtte år (tabell 1). Det ble dyrket bygg på alle felt, i varierende vekslings med havre og hvete.

Tabell 1. Noen opplysninger om feltene.
Table 1. Some details about the trials.

| Forsøkssted | Forsøksring | Forsøksperiode | Jordart | Antall år med: | | |
|------------------|-----------------|---------------------|------------------|------------------------|-------------|--------------|
| | | | | Bygg | Havre | Hvete |
| <i>Exp. site</i> | <i>District</i> | <i>Trial period</i> | <i>Soil type</i> | <i>No. years with:</i> | | |
| | | | | <i>Barley</i> | <i>Oats</i> | <i>Wheat</i> |
| SF Kise | | 1976-84 | letteire loam | 5 | 2 | |
| SF Apelsvoll | | 1976-82 | letteire loam | 5 | 1 | |
| Sukkestad | Ø.T. | 1976-81 | letteire loam | 2 | | 2 |
| Stubne | Ha. | 1978-80 | letteire loam | 2 | | |
| Wærstad | M.T. | 1976-78 | leire clay | 2 | | |

Ø.T. = Østre Toten, Ha. = Hadeland, M.T. = Midt-Telemark

På Kise ble vatnet i jorda om våren målt i åra 1977 til 1980. Jordprøver ble tatt med jordbor og innholdet bestemt som prosent av tørr jord. Prøver ble tatt i perioden fra jorda var telefri til kornet hadde spirt.

På Kise-feltet ble sådybden målt i tre år.

På to felt etter henholdsvis 5 og 6 års forsøk er jorda undersøkt for en del kjemiske og fysiske egenskaper. Bare to av fire vårjorदारbeidingsledd er tatt med her; ingen jorदारbeiding og slodding og to harvinger.

Resultater

Vatn i jorda om våren

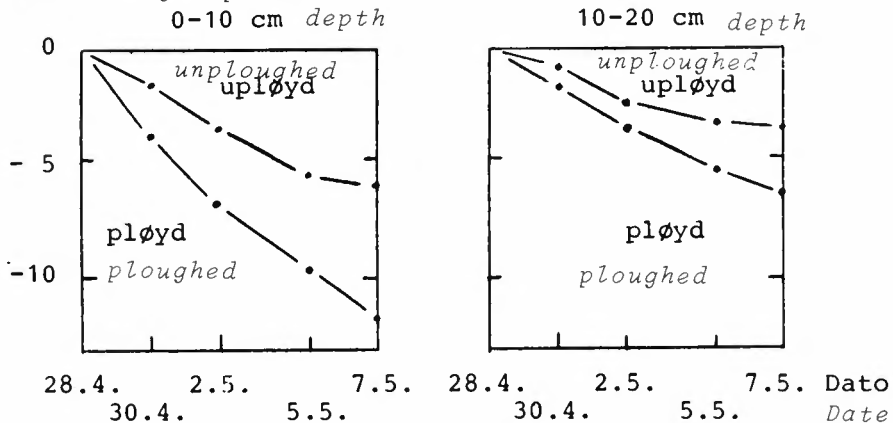
På upløyd jord førte kryssharving om høsten til raskere opptørking om våren. I middel for de fire åra var det på sådagen 2,0 prosentenheter mindre vatn der jorda var harvet om høsten enn der den lå urørt. På pløyd jord kunne det ikke påvises at høstharving hadde noen betydning for opptørkinga av jorda om våren (tabell 2).

Tabell 2. Vektprosent i vatn i matjordlaget på sådagen ved ulike høstjorदारbeiding på SF Kise.
Table 2. Soil moisture content (w.w. %) in topsoil at time of sowing at Kise.

| År Year | 1977 | 1978 | 1979 | | 1980 | | Middel | |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|--------|--------|
| Sådato Sowing date | 24.5. | 11.5. | 11.5. | | 13.5 | | (mean) | |
| Dybde, cm Depth | 0-20 | 0-20 | 0-10 | 10-20 | 0-10 | 10-20 | 0-20 | |
| Uten pløying unploughed | | | | | | | | |
| Høstharving, uten without | 28,4 | 27,4 | 27,7 | 31,0 | 26,8 | 26,8 | 28,0 | P<0,05 |
| Autumn cult., med with | 24,5 | 26,5 | 26,5 | 28,2 | 25,4 | 26,1 | 26,0 | |
| Med pløying ploughed | | | | | | | | |
| Høstharving, uten without | 24,0 | 25,9 | 25,6 | 25,1 | 22,1 | 26,9 | 24,9 | n.s. |
| Autumn cult., med with | 22,6 | 26,7 | 25,5 | 26,0 | 22,8 | 27,3 | 25,0 | |

Vatn, vektprosent

Water, weight percent



Figur 1. Endringer i jordfuktighet i en periode uten nedbør på Kise våren 1980.

Figure 1. Changes in soil moisture at Kise during a rain-free period in spring 1980.

Våren 1980 var nedbørfri fra 28. april til 7. mai. Figur 1 viser at det da var raskere opptørring i pløyd enn i upløyd jord og at den var raskere i sjiktet 0—10 cm enn i 10—20 cm. Forskjellen i opptørringa mellom pløyeledda tilsvarer 2—3 dager ved våronntid.

Sådybde

Kornet kom djupere på pløyd enn på upløyd jord. Økende antall jordarbeidinger om våren ga gradvis større sådybde. Høstharving av pløyd jord reduserte sådybden noe. Virkningen var uavhengig av om kornet var sådd med slepelaber eller med harvetinder. Sådybden varierte fra 28 mm til 54 mm på de ulike ledd.

Kornavling og kornkvalitet

På upløyd jord som ikke ble stubbharvet om høsten, var det mye kveke og redusert avling der kornet var sådd uten harving om våren (tabell 3). Vårharving alene ga imidlertid tilnærmet full avling. Når upløyd jord var høstharvet, hadde ikke vårharving noen sikker betydning for avlingsnivået.

På pløyd jord ble det en avlingsreduksjon på 18 kg korn pr. dekar for høstharving, mens vårharving ikke ga påvisbare avlingsforskjeller (tabell 3).

Modningen, målt som vanninnholdet i kornet ved høsting, var påvirket av forsøksbehandlingen. Harving, vår eller høst, på pløyd jord, førte til lågere vanninnhold (tabell 4). Det var samme tendens på upløyd jord, men ikke så markert.

Verken legde, kornstørrelse eller kornets hektolitervekt ble påvirket av forsøksbehandlingen i denne forsøksserien.

Tabell 3. Kornavling i kg pr. dekar ved ulik jordarbeiding. Middell av 21 årshøstinger. Prosent kveke i parentes.

Table 3. Grain yield (kg/daa) after different cultivations. Mean of 21 harvests. Percentage couch in brackets.

| Høst- pløying | Høst- harving | Vårjardarbeiding Spring cultivations | | | | middell |
|-------------------|-------------------|--------------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|---------|
| | | Ingen | Slodding | Slodding + 1 harv. | Slodding + 2 harv. | |
| Autumn plough. | Autumn harrow. | None | Leveller | Leveller + 1 harr. | Leveller + 2 harr. | mean |
| Uten | Uten without | 371 (8) | 386 (6) | 420 (3) | 409 (3) | 396 (5) |
| Without | Med with | 421 (2) | 408 (2) | 415 (1) | 424 (0) | 417 (1) |
| Med | Uten without | 437 (2) | 439 (2) | 443 (0) | 447 (0) | 442 (1) |
| With | Med with | 421 (2) | 428 (1) | 420 (1) | 428 (0) | 424 (1) |

Samspill korn: pløying x høstharving x vårjardarbeiding, $P < 0,05$

Samspill kveke: pløying x høstharving, $P < 0,05$

Interaction, grain: ploughing x autumn harrowing x spring harrowing $P < 0,05$.

Interaction, couch: ploughing x autumn harrowing, $P < 0,05$

Tabell 4. Vatn i kornet ved høsting, prosent. Middel for 21 årshøstinger.

Table 4. Grain moisture contents (%) at harvest after different cultivations. Mean of 21 harvests.

| Høst- pløying | Høst- harving | Vårjordarbeiding | | Spring cultivations | | middel |
|-------------------|-------------------|------------------|----------|-----------------------|-----------------------|--------|
| | | Ingen | Slødding | Slødding + 1 harv. | Slødding + 2 harv. | |
| Autumn plough. | Autumn harrow. | None | Leveller | Leveller + 1 harr. | Leveller + 2 harr. | mean |
| Uten | Uten without | 20,0 | 20,4 | 19,8 | 19,6 | 19,7 |
| Without | Med with | 19,6 | 19,2 | 19,1 | 19,1 | 19,2 |
| Med | Uten without | 20,8 | 19,9 | 19,4 | 19,1 | 19,8 |
| With | Med with | 19,7 | 19,2 | 19,0 | 18,9 | 19,2 |
| Middel | | 20,0 | 19,7 | 19,1 | 19,2 | |

Vårjordarbeiding spring cultivations, $P < 0,05$

Høstharving autumn harrowing, $P < 0,05$

Jordanalyser

Jordreaksjonen gikk ned 0,2 pH-enheter i øvre sjikt i upløyd jord (tabell 5). I dette sjiktet hadde innholdet av lett-løselig fosfor og kalium steget mer i upløyd enn i pløyd jord.

Høstharving påvirket ikke analysetallene i dette forsøket. Vårjordarbeidinga førte imidlertid til signifikant nedgang i Mg-AL-tallet (mg/100 g tørr jord):

- uten vårjordarbeiding 9,4
- med vårjordarbeiding 8,8

Etter årlig pløying var glødetapet 7,4 % mot 8,2 % i upløyd jord ($P < 0,05$). Pløying påvirket ikke noen av de andre målte fysiske størrelser signifikant i dette forsøksmaterialet.

Tabell 5. Jordreaksjonen og lettliggjengelig fosfor, kalium og magnesium (mg 100 g⁻¹ tørr jord) i to jordsjikt på pløyd og upløyd jord. Middel for to felt etter henholdsvis 5 og 6 års forsøk.

Table 5. Soil pH and available P, K and Mg reserves (mg 100⁻¹ dry soil) in two horizons, without and with ploughing. Mean of two trails after 5 and 6 years.

| Dybde, cm | depth | Upløyd unploughed | | Pløyd ploughed | | 1) |
|-----------|-------|-------------------|-------|----------------|-------|-------------|
| | | 0-10 | 10-20 | 0-10 | 10-20 | |
| pH | | 6,2 | 6,4 | 6,4 | 6,4 | $P < 0,001$ |
| P-AL | | 9,1 | 6,7 | 7,4 | 6,7 | $P < 0,001$ |
| K-AL | | 11,8 | 6,4 | 7,4 | 6,4 | $P < 0,001$ |
| Mg-AL | | 10,0 | 9,1 | 9,2 | 9,0 | n.s. |

1) Samspill pløying x dybde, interaction between ploughed and depth

Tabell 6. Virkninger av høstharving og vårjardarbeiding på porevolum, tetthet, luftledningsevne og glødetap i høstpløyd jord. Middell av to felt etter henholdsvis 5 og 6 års forsøk.
 Table 6. Effect of autumn harrowing and spring cultivations on total porosity, bulk density, air permeability and loss on ignition. Means for two trials after 5 and 6 years.

| Høstharving <i>autumn harrowing</i> Vårjardarb. ant. <i>spring cult. No.</i> | Ingen <i>none</i> | | harvet <i>harrowed</i> | | 1) |
|---|-------------------|-------|------------------------|-------|---------|
| | 0 | 3 | 0 | 3 | |
| Porrer, vol. % <i>pore space</i> | 51,4 | +1,0 | 50,2 | -3,7 | P<0,05 |
| Luft v/pF = 2,0, vol. % <i>air</i> | 19,7 | +0,9 | 17,3 | -3,3 | P<0,01 |
| Tetthet t/m ³ <i>bulk density</i> | 1,27 | -0,02 | 1,31 | +0,10 | P<0,001 |
| Luftledn.evne μm^2 <i>air perm.</i> | 26,3 | -0,5 | 18,6 | -5,7 | n.s. |
| Glødetap % <i>loss on ignition</i> | 7,5 | ± 0 | 7,6 | -0,7 | P<0,01 |

1) Samspill mellom høstharving og vårjardarbeiding
Interaction between autumn harrowing and spring cultivation

Høstharving av upløyd jord ga bare liten økning i jordas porøsitet neste høst. Vårjardarbeiding hadde betydelig negativ virkning på de målte størrelser når pløgsla var harvet om høsten, og liten eller ingen virkning når pløgsla overvintret urørt (tabell 6). Høstharving av pløyd jord ga jorda noe større tetthet (1,31 mot 1,27 t/m³) og mindre porevolum (17,3 mot 19,7 vol. %). Glødetapet var ikke påvirket.

Drøfting

Det er vanskelig å gjennomføre jordarbeidingsforsøk i ønsket omfang. Felte er arealkrevende, og det kreves ofte flere redskapstyper og traktorer, gjerne til forskjellig tid. Det er ønskelig med fastliggende felt for å måle eventuelle langtidsvirkninger på jord og avling. Disse krav gjør det vanskelig å skaffe forsøksverter.

Forsøks teknisk er en del svakheter mer fremtredende i jordarbeidingsforsøk enn i andre forsøksstyper. Jordarbeiding som er planlagt utført om høsten, må gjennomføres om høsten uansett tidspunkt og værforhold. Vårjardarbeiding og såing må vanligvis gjøres fortløpende uansett forskjeller i opptørring av jorda etter ulik høstbehandling. Forsøksrutene bør være størst mulig, og for å få med kryssharving må det være romslige grenseganger inne i feltet. Dette bidrar til å øke jordvarisjonen og forsøksfeilen. Resultatene fra denne forsøks-serien må sees på på denne bakgrunn.

Det er en vanlig oppfatning at høstharving av pløyd jord forsinket opptørring og våronnstart nest vår. Målinger i feltet på Kise bekrefter ikke denne antagelsen. Svenske undersøkelser har gitt tilsvarende resultat (Lennart Henriksson, pers. med.). Derimot bidrar stubbharving om høsten, uten etterfølgende pløying, til raskere opptørring om våren. På upløyd jord går opptørringa om våren likevel saktere enn på høstpløyd jord. Da upløyd jord har størst bæreevne (Marti 1984), behøver det likevel ikke bli tilsvarende utsettelse på våronnstarten.

På oppløyd jord økte kvekemengden, spesielt på ledd med ingen jordarbeiding eller bare slodding om våren. Dette gir vanligvis avlingssvikt (Ekeberg et al. 1985). I praksis må en alltid være på vakt mot dette ugraset, og ved redusert jordarbeiding må en regne med å bruke kjemiske midler år om annet.

Harving om våren eller om høsten førte til raskere modning av kornet. En av årsakene synes å være at kornet er sådd noe djupere, ihvertfall etter harving om våren, og at det blir jevnere spiring, og jevnere, og dermed tidligere modning. En har fått tilsvarende resultater i andre undersøkelser (Henrikson 1974, Ekeberg 1978).

Det ble 4 % mindre avling når høstpløyd jord ble kryssharvet om høsten i forhold til om den ikke ble høstharvet. Noe av forklaringen kan ligge i at jorda ble litt tettere etter denne behandlingen. På den andre siden hadde vårharving betydelig større negativ virkning på jordtetthet og porevolum uten at avlinga ble påvirket. Årsaken er ukjent.

De fysiske analyser viste at jordarbeiding påvirker jorda på flere måter. Når jorda får ligge oppløyd, stiger humusinnholdet. Og omvendt bidrar intensiv vårjordarbeiding til nedgang i humusinnholdet. Det var i dette materialet god korrelasjon mellom glødetap og Mg-AL tallene ($r = 0,69^{***}$, $n = 96$). I et annet forsøksmateriale var korrelasjonskoeffisienten $0,43^{***}$ ($n = 202$), mellom de samme parametre (upublisert). Mg-analysen bekrefter altså at vårharving tærer på humusinnholdet i jorda.

Uten pløying vil det med den nåværende dyrkingteknikk i vårt innlandsklima bli opphopning av gjødselstoffer i øvre sjikt (Riley et al. 1985). Om dette kan få negative følger etter noen tid gjenstår å se.

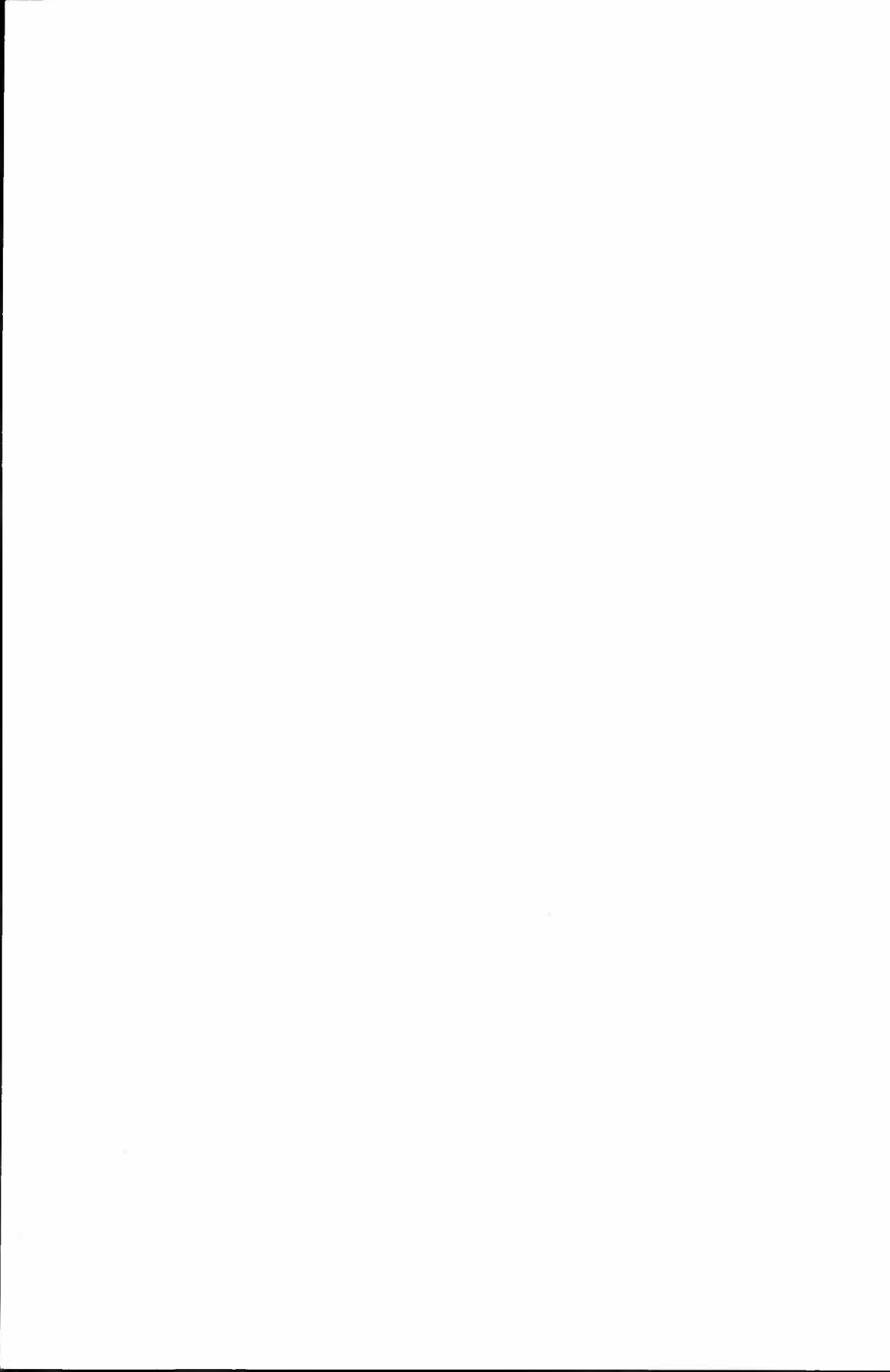
I praksis bør en nok etterstrebe å bearbeide jorda minst mulig. Det vil hindre humustap og redusere driftsutgiftene. Hvis en ikke er villig til å sprøyte mot kveke, bør jordarbeidinga rettes mot kvekebekjempelsen.

En bør være noe reservert overfor høstharving av pløyd jord. I de tilfeller det er mye stein på jorda, og den kan fjernes under tørre forhold om høsten, kan høstharving anbefales, ellers ikke. Økonomisk sett tilsvarte avlingsnedgangen og utgiftene til høstharving 8 % av avlingsverdien.

Litteratur

- Ekeberg, E. 1978. Jordarbeiding. Informasjonsmøte i jord- og plantekultur på Østlandet. Akt. fra LOT. Nr. 2: 34—37.
- Ekeberg, E., H. Riley & A. Njøs 1985. Plogfri jordarbeiding til vårkorn. I. Avling og kveke. Forsk. Fors. Landbr. 36: 45—51.
- Henriksson, L. 1974. Studier av några jordbearbetningsredskaps arbetsresultat. Rapporter från jordbearbetningsavdelingen. Lantbrukshögskolan, Uppsala. Nr. 38, 144 s.
- Marti, M. 1984. Kontinuerlicher Ackerbau ohne Pflug im Südosten Norwegens — Wirkung auf Ertrag, physikalische und chemische Bodenparameter. Abhand. Dr. Scient. Institut für jordkultur, NLH, 156 s.
- Riley, H., Njøs & E. Ekeberg 1985. Plogfri jordarbeiding til vårkorn. II. Jordundersøkelser. Forsk. Fors. Landbr. 36: 53—59.

(Mottatt 22.2.85 og godkjent 24.4.85.)



Til forfattarane:

1. Manuskript til *Forskning og forsøk i landbruket* skal som regel skrivast på norsk. Det skal ha eit utdrag på engelsk, tysk eller fransk, og eit på norsk. Kwart utdrag skal maksimalt vere på 12 liner.
2. Originalmanuskriptet skal skrivast på maskin med 28 liner pr. side, og 60 slag pr. line. Det skal som regel vere på maksimum 13 sider, når tabellar og figurar er rekna med, dvs. ca. 8 ferdig trykte sider. Ein skal nytte spesielle manuskriptark som er å få i redaksjonen.
3. Latinske namn på planter og dyr, og tekst som ein ønskjer å framheve, skal understrekast i manuskriptet med ei enkel understreking.
4. Tabellar og figurar skal skrivast/teiknast på særskilde ark og skal nummere- rast med arabiske tal. Plasseringa av dei skal markerast i venstre marg i manuskriptet. Dei må utstyrast med all turvande tekst og forklaring, slik at dei kan reproduserast utan endringar eller tilføyingar. Ved sida av norsk tekst skal ein ha tekst på same språket som ein nyttar i utdraget. Det er laga døme på korleis tabellar og figurar skal setjast opp, og desse kan ein få i redaksjonen.
5. Ved skriving av litteraturliste og vising til litteratur vert følgjande mønster brukt: I litteraturtilvisingar vert namnet til forfattaren skrivne med små bokstavar, og det året avhandlinga vert prenta:

Hovde & Myhr (1980) eller (Hovde & Myhr 1980). Parantes omsluttar berre prenteåret, eller både namn og årstal, avhengig av korleis tilvisinga passer inn i teksta. Må sidetalet gjevast opp, skal det skrivast: Jetne (1980:44).

Litteraturlista vert ordna alfabetisk etter forfattarnamn, og under desse igjen i kronologisk orden. Kva for skrifttype og teikn som skal nyttast, går fram av følgjande døme:

Ekeberg, E. 1979. Vatning forsterker gjødslingseffekten i korn. Norsk landbruk 1979 (5):7.

Hovde, A. & K. Myhr 1980. Grøtteforsøk på brenntorvmyr. *Forskning og forsøk i landbruket* 31:53—66.

Høeg, O. A. 1971. Vitenskapelig forfatterskap. 2. utg. Universitetsforlaget, Oslo. 131 s.

Swads, H. 1979. Kålrot som grønnsak. Landbrukets årbok. Jordbruk — Skogbruk — Hagebruk 1980:194—202.

Legg merke til at:

- berre namnet til første forfattaren skal ha etternamnet først
- & skal nyttast mellom forfattarnamn
- årstalet etter namnet er prenteåret til publikasjonen
- bindnummer er ikkje streka under
- heftenummer vert sett i parantes
- kolon skal nyttast i staden for s. eller p. ved sidetal når det gjeld tidskriftartiklar
- årstal skal nyttast der bind eller årgangsnummer manglar

For plansjetilvising vert forkortinga Pls nytta, og ho vert sett etter sidetilvising (:401 Pls 4).

Namnet på publikasjonen det vert vist til, skal helst ikkje forkortast i manuskriptet. Dersom det vert gjort, må forkortinga vere i samsvar med gjeldande internasjonale reglar.

6. Originalmanuskript med 3 kopiar vert sende til Statens fagtjeneste for landbruket, Moervn. 12, 1430 Ås. Før trykking vil manuskriptet bli fagleg gjennomgått. Kvar forfattar får tilsendt 200 særtrykk gratis. Dersom ein ønskjer fleire særtrykk, må dei tingast i samband med innsending av manuskriptet. Dei vil da bli leverte mot rekning til sjølvkostpris. All korrespondanse i samband med trykking, korrektur m.v. må sendast til adressa som er nemnd ovafor når ikkje anna er avtala.