

Norsk landbruksforskning

Norwegian Agricultural Research

Vol. 8 1994 Nr. 2

NISK, BIBLIOTEKET



70266720



Norges landbrukshøyskole, Fagtjenesten, Ås, Norge
Agricultural University of Norway, Advisory Service, Ås, Norway

NORSK LANDBRUKSFORSKING / NORWEGIAN AGRICULTURAL RESEARCH

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

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

Ansvarlig redaktør/*Managing Editor, Arnstein Bruaset*

Redaksjonsråd/*Editorial Board*

Sigmund Huse, Norges landbrukshøgskole, Institutt for biologi og naturforvaltning
Ådne Håland, Særheim forskingsstasjon
Åshild Krøgdahl, Institutt for akvakulturforskning
Karl Alf Løken, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag
Torolv Matre, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag
Einar Myhr, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag
Nils K. Nesheim, Norges landbrukshøgskole, Institutt for økonomi og samfunnsfag
Kjell Bjarte Ringøy, Norsk institutt for landbruks-økonomisk forskning
Ragnar Salte, Institutt for akvakulturforskning
Martin Sandvik, Norsk institutt for skogforskning
Hans Sevatdal, Norges landbrukshøgskole, Institutt for planfag og rettslære
Bal Ram Singh, Norges landbrukshøgskole, Institutt for jordfag
Arne Oddvar Skjelvåg, Norges landbrukshøgskole, Institutt for plantekultur

Anders Skrede, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag
Grete Skrede, Norsk Institutt for næringsmiddelforskning
Kjell Steinsholt, Norges landbrukshøgskole, Institutt for meieri- og næringsmiddelfag
Arne H. Strand, Norges landbrukshøgskole, Institutt for meieri- og næringsmiddelfag
Hans Staaland, Norges landbrukshøgskole, Institutt for biologi og naturforvaltning
Asbjørn Svendsrud, Norges landbrukshøgskole, Institutt for skogfag
Geir Tutturen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag
Odd Vangen, Norges landbrukshøgskole, Institutt for husdyrfag
Sigbjørn Vestrheim, Norges landbrukshøgskole, Institutt for hagebruk
Kåre Årsvoll, Statens plantevern/Statens forskingsstasjoner i landbruk

UTGIVER/*PUBLISHER*

NLH-Fagtjenesten/*Agricultural University of Norway, Advisory Service*, Moerveien 12, 1430 Ås, Norway. Norsk landbruksforskning/*Norwegian Agricultural Research* (ISSN 0801-5333) blir utgitt med fire hefter pr. år som utgjør et volum. Hvert hefte skal være på ca. 100 sider. Abonnementsprisen er NOK 500.– pr. år. Eventuelle supplementer vil bli sendt gratis til abonnenter, men kan bestilles separat hos utgiveren.

KORRESPONDANSE/*CORRESPONDENCE*

All korrespondanse av redaksjonell eller forretningsmessig karakter skal sendes til NLH-Fagtjenesten/*Agricultural University of Norway, Advisory Service*.

Avlingsframgang og årsaker til avlingsframgang i norsk korndyrking 1960-92

Yield progress and the sources of yield progress in Norwegian small grain production 1960-92

ERLING STRAND

Norges landbrukshøgskole, Institutt for plantefag, Ås, Norge
*Agricultural University of Norway, Department of Horticulture and Crop Sciences, Ås,
Norway*

Strand, E. 1994. Yield progress and the sources of yield progress in Norwegian small grain production 1960-92. Norsk landbruksforskning 8: 111-126. ISSN 0801-5333.

The report deals with the progress in grain yield of winter wheat, spring wheat, barley and oats during the period 1960-92 based on a total of 2183 yield trials. The total increase in both recorded yield and potential yield was divided into three components: The genetic improvement of the cultivars, the mode of cultivation and the interaction between these two components. The effects of cultivar characteristics such as straw length, straw stiffness, harvest index and the structure of the plant canopy on the performance of the cultivars are dealt with. The increase in recorded yield of winter wheat was 88 kg ha⁻¹year⁻¹ of which the cultivars contributed 57%, the interaction 9% and the cultivation 34%. For spring wheat the corresponding figures were 74 kg, and 47%, 22% and 31% respectively; for barley 70 kg, 40%, 10% and 50%; and for oats the corresponding figures were 56 kg, 42%, -2% and 60%. The potential yield of the cultivars was dealt with in the same way.

Key words: Breeding progress, grain yield, harvest index, lodging, potential yield, straw length, straw stiffness, yield components.

Erling Strand, Agricultural University of Norway, Department of Horticulture and Crop Sciences, P.O. Box 5022, N-1432 Ås, Norway.

Avlingstørrelse og framgang i avlinger er viktig for lønnsomheten i kornproduksjonen. Det er derfor av stor betydning å kjenne de årsaker som bidrar mest til avlingsframgangen. I en tidligere melding (Strand 1964) har en behandlet sorter og avlingsframgang for korn i perioden 1889 til 1960. Avlingsframgangen for vårhvete i perioden 1960-74 er behandlet i en annen melding, (Strand 1975). I denne meldingen er det bearbejdet resultater for høsthvete, vårhvete, bygg og havre for perioden 1960 til 1992.

Norsk institutt for skogforskning
Biblioteket

27 SEPT. 1994

Høgskoleveien 12, 1432 ÅS

ÅRSAKER TIL FRAMGANG I KORNAVLINGER

I forsøk over en lang periode med de sorter som til enhver tid har vært aktuelle, er det mulig å dele avlingsframgangen i følgende statistiske komponenter.

1. *Primæreffekt* som er differansen i avling mellom sorter dyrket under like vilkår (vanlige sortforsøk).
2. *Sekundæreffekt* som er samspill mellom sorter og dyrking (SxD) f.eks når større avling oppnås ved at bedre stråstyrke utnyttes ved kraftigere dyrking.
3. *Dyrking* som i vid betydning omfatter både dyrkingstiltak under dyrkerens kontroll, sjukdommer og skader, klimaforhold og eventuelle andre forhold som påvirker avlingstørrelsen. Ved korndyrking i praksis vil de to første komponenter, nemlig sorter og sorter x dyrking, i prinsippet være like. Dyrkingsteknikk som årsak til større avlinger vil i midlertid oftest utgjøre mer i praksis enn i forsøkene, fordi det har vært betydelig framgang i bekjempelse av sjukdommer og skader i perioden. De aller fleste korndyrkere bekjemper nå sjukdommer og skader i veksttida, noe som ikke gjøres i forsøkene. For sorter med kort strå vil dessuten dyrking i reinbestand gi bedre resultater enn det forsøkene viser, fordi de der ikke klenges av lengre sorter på naboruter.

Oppnådd avling er de avlinger som er oppnådd for de enkelte sorter i forsøk hvor ugras er bekjempet på den måte som er praksis på stedet, men sjukdommer og skader er ikke bekjempet.

Potensiell avling er den avling som oppnås når sortens produksjonskapasitet nyttes fullt ut. Basert på tidligere undersøkelser regnes det med at hver prosentenheter legde utnyttet ved kraftigere dyrking kan gi 3,0 kg korn.

Potensiell avling består derfor av to deler nemlig:

1. Oppnådd avling (som foran).
2. Den meravling som oppnås ved kraftigere dyrking inntil legden kommer opp mot ca 40 %. Det regnes nemlig ikke med at kraftigere dyrking gir større avlinger når det resulterer i legde over 40 %. I forsøk med lite eller ingen legde blir de registrerte forskjeller i stråstyrke for små. Det medfører at den beregnede potensielle avling blir undervurdert, mest for stråstiveste sorter.

FORSØKSMATERIALET

Undersøkelsene er basert på 285 forsøk med høsthvete, 457 med vårhvete, 851 med bygg og 590 forsøk med havre, ialt 2183 forsøk. I perioden 1960 til 1975 lå alle forsøk på Sør-Østlandet, mens de i perioden 1976 til 1992 var fordelt over hele korn- distriktet på Østlandet. I disse sortforsøkene var det med nye lovende linjer samt aktuelle sorter som var i dyrking. Disse tas ut av forsøkene etterhvert som de mister aktualitet.

For denne undersøkelsen er det valgt sorter som har vært med i forsøkene i lange perioder og som har lang overlapping med andre sorter. Dette for å få sikrere sammenligninger mellom sorter, for å få redusert virkningen av periodiske årsvariasjoner og for å få redusert den opphopningen av tilfeldige positive feil som skjer når det selekteres etter avlingsstørrelse.

Det er nevnt foran at sjukdommer og skader i de offisielle sortforsøk ikke er bekjempet. I enkelte år med sterke angrep har sjukdommer hatt betydelig virkning på forholdet mellom mottakelige og mer resistente sorter. I 51 forsøk i år med lite gulrust ga vårhvetsorten Runar 10 kg korn pr daa mindre enn Bastian og 31 kg mindre enn Tjalve. I 23 forsøk i år med sterke angrep av gulrust (1989 og 1990) var de tilsvarende tall 45 og 91 kg. For høsthvete var utslagene enda større. I år med lite gulrust ga Rida 30 kg korn pr daa mindre enn Kalle og 109 kg mindre enn Folke. I gulrustårene var de tilsvarende tall 148 og 239 kg korn pr daa.

Den manglende bekjempelse av sjukdommer og skader i sortforsøkene gjør at resultater basert på disse forsøk blir mindre riktige både for sortenes andel i avlingsframgangen og for korndyrking i praksis. Generelt virker det slik at den sortsbetingede avlingsframgang blir for stor når sorter taper resistens i løpet av dyrkingsperioden. Det virker videre til at den beregnede potensielle avling for sortene blir for liten. I dette materiale har disse forhold virket i tiltakende rekkefølge for havre, bygg, vårhvete og sterkest for høsthvete. Resistensforhold for mjøldugg og gulrust er de vesentlige årsaker til dette. For å hjelpe noe på dette er resultater for gulrustårene 1989 og 1990 ikke tatt med i beregningene for høsthvete og vårhvete.

Hvilke sorter som er tatt med, går fram av tabellene 1, 4, 7 og 10.

Tabell 1. Framgang i oppnådd kornavling og i stråstyrke samt beregnet potensiell avling for sorter av høsthvete 1960-92. Kornavlinger i kg pr daa og legde i prosent

Table 1. Progress in recorded grain yield, in straw stiffness and in potential yield for cultivars of winter wheat 1960-92. Grain yield in kg per daa¹⁾ and lodging in percent, i.e. straw stiffness

Sorter Cultivars	Ant.	Gjsn	Gjsn		Framgang i		Pot. korn-
	No. År Year	Mean År Year	Korn Grain	Legde Lodging	Korn Grain	Legde Lodging	avling Potential grain yield
Virtus	7	1959	348	47	348	47	348
Trond	17	1970	393	27	+16	-20	432
Skjaldar	10	1980	472	22	+20	-5	526
Rida	18	1983	466	22	-1	-6	520
Kalle	7	1989	523	20	+30	-7	583
Folke	9	1988	603	12	+79	-5	687
Sum sortdifferanser Total cultivar differences					+144	-43	
Differanser Folke-Virtus Differences Folke-Virtus			+255	-35			+339
Ber. framgang 1960-92 Calculated progress 1960-92			+229	-30			+301

¹⁾ 1.0 daa = 0.1 ha

RESULTATER

Høsthvete

Undersøkelsene over høsthvete er basert på 285 forsøk. I den første del av perioden ble høsthvete dyrket på bare 10-15 % av hvetearalet. I en periode med milde vintre i slutten av 1980-åra auka arealene meget sterkt særlig basert på meget stråstive og yterike, men mindre vintersterke sorter, f.eks. Folke. Det bevirket at oppnådde avlinger nokså brått auka med om lag 80 kg og potensielle avlinger med om lag 100 kg korn pr daa. Om avlingene vil stabilisere seg på dette nivå og eventuelt fortsette å auke, vil i stor grad avhenge av gunstige forhold for overvintring. Framgangen i kornavling og stråstyrke for sorter av høsthvete i perioden 1960-92 er beregnet i tabell 1.

Den beregnede framgang 1960 til 1992 er basert på rettlinjet regresjon i materialet. Av den sortsbetingede framgang i stråstyrke, målt som -43 % legde, er 35 % brukt til å få mindre legde i åkeren og 8 % til å ta større kornavlinger. Fordelingen av oppnådd framgang i avling på sorter, dyrking og samspill går fram av tabell 2.

Tabell 2. Framgangen i oppnådd kornavling i kg pr daa av høsthvete fordelt på sorter, dyrking og samspill sorter x dyrking. (S x D)

Table 2. Progress in recorded grain yield of winter wheat divided into components for cultivars, cultivation technique and the interaction between these two components. (C x C)

Årsaker til avlings- framgang <i>Sources of yield progress</i>	I perioden <i>In the period</i>		Pr år <i>Per year</i>
	Kg korn <i>Kg grain</i>	Prosent <i>Percent</i>	Kg korn <i>Kg grain</i>
Sorter <i>Cultivars</i>	144	57	5,0
Sorter x dyrking <i>Cultivars x cultivation</i>	24	9	0,8
Dyrking <i>Cultivation</i>	87	34	3,0
Sum for perioden <i>Total for the period</i>	255	100	8,8

Fordelingen av framgangen i potensiell avling på sorter, dyrking og samspill sorter x dyrking går fram av tabell 3.

Vårhvete

Undersøkelsene over vårhvete er basert på 457 forsøk. Den store framgangen i sortsmaterialet tok til med Rollo og Runar for avkastningsevne og stråstyrke og for Runar også mjølduggresistens som holdt i omlag 15 år etter markedsføring. Da disse sorters avlingspotensial etterhvert ble lagt merke til, auka omfanget av hvetedyrkingen meget sterkt fra første av 1980-åra.

Tabell 3. Framgangen i potensiell kornavling av høsthvete i kg pr daa for hele perioden og pr år fordelt på sorter, sorter x dyrking og dyrking

Table 3. Progress in potential grain yield of winter wheat in kg per daa for the period and per year divided into components for cultivars, cultivation and interaction

Årsaker til avlingsframgang Sources of yield progress	I perioden <i>In the period</i>		pr år <i>Per year</i>
	Kg korn <i>Kg grain</i>	Prosent <i>Percent</i>	Kg korn <i>Kg grain</i>
Sorter <i>Cultivars</i>	144	42	0,5
Sorter x dyrking <i>Cultivar x cultivation</i>	129	38	4,4
Dyrking <i>Cultivation</i>	66	20	2,3
Sum for perioden <i>Total for the period</i>	339	100	11,7

Den videre framgang i sortsmaterialet fra Runar til Tjalve er noe påvirket av mjølduggresistensen som hos Runar ble brutt ned i den siste del av overlappingsperioden mens Tjalve som ny sort hadde sin i behold. Gulrust hadde likevel den sterkeste virkning på forholdet mellom sortene. I to år med sterke gulrustangrep, 1989 og 1990, ga Tjalve 91 kg korn pr daa mer enn Runar, mens forskjellen i de øvrige år bare var 29 kg. Resultatene fra de to verste gulrustår 1989 og 1990 er derfor, som nevnt tidligere, ikke tatt med i beregningene. Framgangen i kornavling og stråstyrke hos sorter av vårhvete i perioden 1960-92 er beregnet i tabell 4.

Tabell 4. Framgang i oppnådd kornavling og i stråstyrke samt beregnet potensiell kornavling for sorter av vårhvete i perioden 1960-92. Kornavlinger i kg pr daa og stråstyrke i prosent legde

Table 4. Progress in recorded grain yield, in straw stiffness and in potential yield for cultivars of spring wheat 1960-92. Grain yield in kg per daa and lodging in percent, i.e. straw stiffness

Sorter <i>Cultivars</i>	Ant. <i>No.</i>	Gjsn. <i>Mean</i>	Gjsn. <i>Mean</i>		Framgang i <i>Progress in</i>		Pot. Kornavl. <i>Potential</i>
	År <i>Year</i>	År <i>Year</i>	Korn <i>Grain</i>	Legde <i>Lodging</i>	Korn <i>Grain</i>	Legde <i>Lodging</i>	Potential grain yield
Ås II	3	1961	259	28	259	28	295
Norrøna	7	1963	274	30	+23	-3	304
Rollo	14	1969	338	12	+19	-24	422
Runar	22	1981	440	12	+36	-5	524
Reno	15	1980	442	13	+2	+1	523
Tjalve	9	1988	512	5	+29	-10	617
Bastian	6	1990	473	5	-9	+2	578
Sum sortdifferanser <i>Total cultivar differences</i>					+100	-39	
Differanser Bastian-Ås II <i>Differences Bastian-Ås II</i>			214	23			283
Beregnet framgang 1960-92 <i>Calculated progress 1960-92</i>			269	-26			345

116 Avlingsframgang i norsk korndyrking

Den beregnede framgang i kornavling 1960-92 er basert på rettlinjert regresjon i materialet. Av den sortsbetingede framgang i stråstyrke, målt som -39% legde, er 23% brukt til å få mindre legde i åkeren og 16% til å ta større kornavlinger. Fordelingen av framgangen i oppnådd kornavling på sorter, dyrking og samspill går fram av tabell 5.

Tabell 5. Framgangen i oppnådd kornavling i kg pr daa av vårhvete fordelt på sorter, dyrking og samspill sorter x dyrking

Table 5. Progress in recorded grain yield of spring wheat divided into components for cultivars, cultivation technique and interaction between these two components

Årsaker til avlings- framgang Sources of yield progress	I perioden <i>In the period</i>		Pr år <i>Per year</i>
	Kg korn <i>Kg grain</i>	Prosent <i>Percent</i>	Kg korn <i>Kg grain</i>
Sorter <i>Cultivars</i>	100	47	3,4
Sorter x dyrking <i>Cultivars x cultivation</i>	48	22	1,7
Dyrking <i>Cultivation</i>	66	31	2,3
Sum for perioden <i>Total for the period</i>	214	100	7,4

Framgangen i potensiell kornavling fordelt på sorter, dyrking og samspill sorter x dyrking er stilt sammen i tabell 6.

Tabell 6. Framgang i potensiell kornavling av vårhvete i kg pr daa fordelt på sorter, dyrking og samspill sorter x dyrking

Table 6. Progress in potential grain yield of spring wheat in kg per daa divided into components for cultivars, cultivation and interaction between these two components

Årsaker til avlings- framgang Sources of yield progress	I perioden <i>In the period</i>		Pr år <i>Per year</i>
	Kg korn <i>Kg grain</i>	Prosent <i>Percent</i>	Kg korn <i>Kg grain</i>
Sorter <i>Cultivars</i>	100	35	3,5
Sorter x dyrking <i>Cultivars x cultivation</i>	117	42	4,0
Dyrking <i>Cultivation</i>	66	23	2,3
Sum for perioden <i>Total for the period</i>	283	100	9,8

Bygg

Resultatene for bygg er basert på 851 sortforsøk. Resultatene er stilt sammen i tabell 7.

Tabell 7. Framgang i oppnådd kornavling og i stråstyrke samt beregnet potensiell kornavling for sorter av bygg i perioden 1960-92. Kornavlinger i kg pr daa og stråstyrke i prosent legde

Table 7. Progress in recorded grain yield, in straw stiffness and in potential yield for barley cultivars 1960-92. Grain yield in kg per daa and lodging in percent, i.e. straw stiffness

Sorter Cultivars	Ant. No.	Gjsn. Mean	Gjsn. Mean		Framgang i Progress in		Pot. kornavl. Potential
	År Year	År Year	Korn Grain	Legde Lodging	Korn Grain	Legde Lodging	grain yield
Varde	8	1964	313	36	313	36	325
Lise	21	1970	390	28	+38	-9	426
Møyjar	13	1977	415	32	-1	+2	439
Gunilla	21	1983	442	26	+1	-7	484
Pernilla	15	1986	480	16	+19	-12	552
Tore	10	1988	512	10	+33	-7	602
Tyra	6	1990	493	8	-18	-1	589
Sum sortdifferanser Total cultivar differences					+72	-34	
Differanser Tyra-Varde Differences Tyra-Varde			180	-28			264
Ber. framgang 1960-92 Calculated progress 1960-92			220	-32			317

Beregnet framgang fra 1960 til 1992 er basert på rettlinjert regresjon i materialet. Av den totale bedring i stråstyrke hos sortene, ialt -34% legde, er 28% brukt til å redusere legde i åkeren og bare 6 % er utnyttet til å ta større avlinger. Fordelingen av framgangen i oppnådd kornavling på sorter, dyrking og samspill går fram av tabell 8.

Tabell 8. Framgangen i oppnådd avling av bygg i kg pr daa fordelt på sorter, dyrking og samspill sorter x dyrking

Årsaker til avlings- framgang Sources of yield progress	I perioden In the period		Pr år Per year
	Kg korn Kg grain	Prosent Percent	Kg korn Kg grain
Sorter Cultivars	72	40	2,8
Sorter x dyrking Cultivars x cultivation	18	10	0,7
Dyrking Cultivation	90	50	3,5
Sum for perioden Total for the period	180	100	7,0

Framgangen i potensiell kornavling av bygg fordelt på sorter, dyrking og samspill sorter x dyrking er stilt sammen i tabell 9.

Tabell 9. Framgangen i potensiell kornavling av bygg i kg pr daa fordelt på sorter, dyrking og samspill sorter x dyrking

Table 9. Progress in potential grain yield of barley in kg per daa divided into components for cultivars, cultivation and the interaction between these two components

Årsaker til avlings- framgang <i>Sources of yield progress</i>	I perioden <i>In the period</i>		Pr år <i>Per year</i>
	Kg korn <i>Kg grain</i>	prosent <i>Percent</i>	Kg korn <i>Kg grain</i>
Sorter <i>Cultivars</i>	72	27	2,8
Sorter x dyrking <i>Cultivars x cultivation</i>	102	39	3,9
Dyrking <i>Cultivation</i>	90	34	3,5
Sum for perioden <i>Total for the period</i>	264	100	10,2

Havre

Resultatene for havre er basert på 590 sortforsøk. De viktigste resultater er stilt sammen i tabell 10.

Tabell 10. Framgang i oppnådd kornavling og i stråstyrke samt beregnet potensiell kornavling for sorter av havre i perioden 1960-92. Kornavlinger i kg pr daa og legde i prosent

Table 10. Progress in recorded grain yield, in straw stiffness and in potential yield for oat cultivars 1960-92. Grain yield in kg per daa and lodging in percent, i.e. straw stiffness

Sorter <i>Cultivars</i>	Ant. <i>No.</i>	Gjsn. <i>Mean</i>	Gjsn. <i>Mean</i>		Framgang i <i>Progress in</i>		Pot. korn- avling <i>Potential grain yield</i>
	År <i>Year</i>	År <i>Year</i>	Korn <i>Grain</i>	Legde <i>Lodging</i>	Korn <i>Grain</i>	Legde <i>Lodging</i>	
Sol II	8	1965	368	30	368	30	398
Marino	13	1971	382	30	-4	-1	412
Condor	16	1969	399	28	+15	-6	435
Mustang	22	1982	496	28	+13	+4	432
Lena	11	1987	519	12	-3	-11	603
Grane	5	1990	509	7	+39	-8	608
Sum sortdifferanser <i>Total cultivar differences</i>					+60	-22	
Differanse Grane-Sol II <i>Difference Grane-Sol II</i>			141	-23			210
Ber. framgang 1960-92 <i>Calculated progress 1960-92</i>			209	-27			262

Beregnet framgang fra 1960 til 1992 er basert på rettlinjert regresjon i materialet. Det går fram av tabellen at framgangen i stråstyrke, -22% legde, i sin helhet er brukt å få mindre legde i åkeren, idet legden fra Sol II til Grane er redusert med 23%. Ikke noe av forbedringen i stråstyrke er således utnyttet til å ta større avlinger. Fordelingen av framgangen i oppnådd kornavling av havre på sorter, dyrking og samspill sorter x dyrking går fram av tabell 11.

Tabell 11. Framgangen i oppnådd kornavling av havre i kg pr daa fordelt på sorter, dyrking og samspill sorter x dyrking

Table 11. Progress in recorded grain yield of oats divided into components for cultivars, cultivation technique and interaction between the two components

Årsaker til avlings- framgang <i>Sources of yield progress</i>	I perioden <i>In the period</i>		Pr år <i>Per year</i>
	Kg korn <i>Kg grain</i>	Prosent <i>Percent</i>	Kg korn <i>Kg grain</i>
Sorter <i>Cultivars</i>	60	42	2,4
Sorter x dyrking <i>Cultivars x cultivation</i>	-3	-2	-0,1
Dyrking <i>Cultivation</i>	84	60	3,3
Sum for perioden <i>Total for the period</i>	141	100	5,6

Framgangen i potensiell kornavling av havre fordelt på sorter, dyrking og samspill sorter x dyrking går fram av tabell 12.

Tabell 12. Framgangen i potensiell kornavling av havre i kg pr daa fordelt på sorter, dyrking og samspill sorter x dyrking.

Table 12. Progress in potential grain yield of oats in kg per daa divided into components for cultivars, cultivation and interaction between the two components

Årsaker til avlings- framgang <i>Sources of yield progress</i>	I perioden <i>In the period</i>		Pr år <i>Per year</i>
	Kg korn <i>Kg grain</i>	Prosent <i>Percent</i>	Kg korn <i>Kg grain</i>
Sorter <i>Cultivars</i>	60	29	2,4
Sorter x dyrking <i>Cultivars x cultivation</i>	66	31	2,6
Dyrking <i>Cultivation</i>	84	40	3,4
Sum for perioden <i>Total for the period</i>	210	100	8,4

Oversikt over resultater for alle kornslagene

I tabell 13 er det gitt en oversikt over resultater for alle 4 kornslagene.

Tabell 13. Avlingsframgangen hos kornslagene fordelt på sorter, dyrking og samspillet sort x dyrking, (S X D)
 Table 13. Yield progress of the different cereal species divided into components for cultivars, cultivation and interaction, (C x C)

Avlingskomponenter Yield components	Høsthvete Winter wheat	Vårhvete Spring wheat	Bygg Barley	Havre Oats
<u>Oppnådd avling/Recorded yield</u>				
Sorter kg/daa/år	5,0	3,4	2,8	2,4
Cultivars kg/daa/year				
S x D kg/daa/år	0,8	1,7	0,7	-0,1
C x C Kg/daa/year				
Dyrking kg/daa/år	3,0	2,3	3,5	3,3
Cultivation kg/daa/year				
Sum kg/daa/år	8,8	7,4	7,0	5,6
Total kg/daa/year				
Sorter prosent	57	47	40	42
Cultivars percent				
S X D prosent	9	22	10	-2
C x C percent				
Dyrking prosent	34	31	50	60
Cultivation percent				
Sum prosent	100	100	100	100
Total percent				
<u>Potensial avling/Potential yield</u>				
Sorter kg/daa/år	5,0	3,5	2,8	2,4
Cultivars kg/daa/year				
S X D kg/daa/år	4,4	4,0	3,9	2,6
C x C kg/daa/year				
Dyrking kg/daa/år	2,3	2,3	3,5	3,4
Cultivation kg/daa/year				
Sum kg/daa/år	11,7	9,8	10,2	8,4
Total kg/daa/year				
Sorter prosent	42	35	27	29
Cultivars percent				
S X D prosent	38	42	39	31
C x C percent				
Dyrking prosent	20	23	34	40
Cultivation percent				
Sum prosent	100	100	100	100
Total percent				

I tabell 14 er det gitt en oversikt over hvordan den forbedrede stråstyrke hos sortene er utnyttet.

Tabell 14. Utnyttelse av forbedringen i sortenes stråstyrke (målt som redusert legde i prosent) hos de forskjellige kornslagene

Table 14. Utilization of improved straw stiffness (in terms of reduced lodging) of the different cereal species

Utnyttelse av stråstyrken <i>Utilization of straw stiffness</i>	Høsthvete <i>Winter wheat</i>	Vårhvete <i>Spring wheat</i>	Bygg <i>Barley</i>	Havre <i>Oats</i>
Reduksjon av legde <i>Reduction of lodging</i>	35	23	28	24
Større avlinger <i>Increase in yield</i>	8	16	6	-2
Sum forbedret stråstyrke <i>Total improved straw stiffness</i>	43	39	34	22

Legdepåkjønning i perioden

De forskjeller i legdeprosent som noteres i forsøkene har flere årsaker og er påvirket av mange forhold. Differanseen i stråstyrke mellom sorter dyrka under like forhold har to hovedårsaker. Den ene er *strå lengden*. Bøyningspåkjønningen ved stråbasis auker tilnærmet med kvadratet på strå lengden. Redusering av strå lengden fra f.eks. 90 til 80 cm vil derfor auke sortenes bæreevne med omlag 20 %. Den andre er *spesifikk stråstyrke* som beror på den materielle og ingeniørmessige oppbygning av strået.

Framgangen i den sortbetingede stråstyrke notert over en lengre periode er dessuten påvirket av *avlingstørrelsen*. Bøyningspåkjønningen ved basis tilnærmet er proporsjonal med tyngden av aksset. Avlingsframgangen i perioden for de forskjellige kornslagene var for høsthvete 73 %, for vårhvete 83 %, for bygg 58 % og for havre 38 %. Da avlingene altså har auka betydelig i løpet av perioden, har framgangen i stråstyrke vært langt sterkere enn det som legdeprosentene viser. Hvor mye er vanskelig å beregne fordi bøyningspåkjønning av et kornstrå ikke helt følger de vanlige formler for beregning av knekking. Tallene antyder likevel at bedringen i sortenes stråstyrke i gjennomsnitt har vært minst 50 % høyere (prosent av legdeprosent) enn det som de noterte legdeprosentene viser.

Over en periode kan legdeprosent dessuten påvirkes av:

1. Dyrkningstekniske tiltak som gjødsling, såtid, sjukdommer mv.
2. Klimatiske forhold som mer eller mindre virker på legden f.eks. nedbør vind, planteutvikling mv.

Figur 1 viser legdepåkjønning i perioden 1960-92.

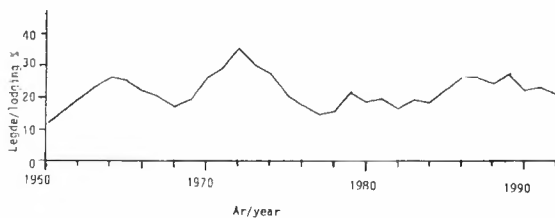


Fig. 1. Legde hos korn i det vesentlige forårsaket av klimatiske forhold beregnet på grunnlag av offisielle sortforsøk i perioden 1960-92

Fig. 1. Lodging in small grain mainly caused by climatic factors calculated from cultivar trials in the period 1960-92

Legdepåkjenningen er målt med to sorter hver av høsthvete, vårhvete, bygg og havre. Årsvariasjonen i materialet er redusert ved beregning av 5 års glidende gjennomsnitt. Virkningen av bedre stråstyrke hos nye sorter og virkningen av større avlinger på legden løpet av perioden er eliminert. Da virkningen av dyrkingstekniske forhold, som har resultert i større avlinger, er eliminert fra kurven er den i det vesentlige et uttrykk for klimatisk legdepåkjennning.

Kurven i figuren viser at det det var en opphopning av legdeår midt i 1960-årene og i begynnelsen av 1970-årene, men det er ingen trend i legdepåkjennning i løpet av perioden. I forsøkene har i midlertid legden blitt redusert i løpet av perioden, fordi stivere strå hos nye sorter i stor utstrekning er utnyttet til å få mindre legde i åkeren. Det gjelder særlig vårhvete og bygg hvor framgangen i stråstyrke har vært størst. For disse har reduksjonen i legde i gjennomsnitt vært omlag 0,4 prosentenheter pr år.

DISKUSJON

Den mest nærliggende årsak til større avlinger kunne synes å være auka assimilasjonskapasitet hos plantene, fordi det er denne prosessen som bygger opp det materialet som plantene består av. Det er imidlertid ikke påvist noen sammenheng mellom assimilasjon pr enhet bladareal og avkastningsevne. En eventuell bedring av assimilasjonsevnen ville forøvrig være av liten interesse, fordi den fra før av er en overskuddsproduksjon med en kapasitet som svarer til kornavlinger 2-3 ganger større enn de som en av andre grunner ikke kan oppnå. De viktigste er gode vekstvilkår for røttene (jordstruktur), optimal vannforsyning, tilstrekkelig tilgang på næring, planter med høy kornprosent og som har en avlingstruktur som gir plass til og som kan bære kornavlinger på 1,5 - 2,0 tonn pr daa. Videre må plantene holdes helt fri for sjukdommer og skader.

Den sortsbetingede avlingsframgang som er registrert i dette materiale beror i hovedsak på tre egenskaper hos sortene, nemlig *kornprosent*, *bæreevne* eller *stråstyrke* og *avlingstruktur*. Høgere kornprosent og bedre avlingstruktur bidrar til de større avlinger, mens bæreevnen betinget av kortere strå og bedre spesifikk stråstyrke, holder de større avlinger opp til de kan høstes.

Kornprosent og stråstyrke

Under gode vekstvilkår utvikler alle kornsorter større avlinger enn de kan bære. Stråstyrken eller bæreevnen bestemmer derfor taket for avlingstørrelse som oppnås ved omlag 40 % legde. Kraftigere dyrking som gir enda mer legde, resulterer ikke i større kornavlinger. Bæreevnen er derfor en meget viktig sortsegenskap for store kornavlinger. Som statistisk komponent kommer den fram i samspill med dyrkingsteknikken.

I sortsmaterialet henger kornprosent og stråstyrke nøye sammen, fordi begge egenskaper er sterkt påvirket av strå lengden. Høgere kornprosent betyr at plantene lager mer korn på bekostning av halmmengden. Ved uendret loavling betyr en aukeing av kornprosenten f.eks. fra 40 til 50 at kornavlingen stiger med 25 %. Under ellers like vilkår vil en slik aukeing i kornavlingene oppnås ved å korte inn strået fra f.eks 90 til 75 cm. Det vil samtidig auke bæreevnen hos strået med vel 30 %. I tillegg til den forbedring av bæreevnen som oppnås ved å korte inn strået, kan også strået bli stivere ved mer og bedre styrkeevne

og ved en mer effektiv ingeniørmessig oppbygning. Forskjeller i stråstyrke hos sorter med like langt strå skyldes i det vesentlige slike forhold.

I den periode som her er undersøkt, 1960-92, har strå lengden hos alle grupper av sorter blitt betydelig redusert. For Børsumhvete ved århundredskiftet var strå lengden 80-85 cm. Denne strå lengde holdt seg hos sortene Ås, Fram II, Ås II og Diamant II fram til 1960-årene. For sortene Rollo, Runar og Reno fra midten av 1960-årene og til slutten av 1980-åra var strå lengden redusert med omlag 10 cm. Dagens aktuelle sorter Tjalve og Bastian har strå lengde som er redusert med ytterligere ca 10 cm. Reduksjonen i strå lengde på tilsammen 20 cm har bedret bæreevnen med omlag 43 % og auka kornavlingene med omlag 37 %.

For de eldste sorter av høsthvete som Enger, Thorsø m.v. er strå målingene mindre sikre, men strå lengden lå antakelig i området 110 cm på den skala som er brukt. Sorten Trond fra midt i 1960-årene hadde en strå lengde på 94 cm. De etterfølgende sorter Rida og Skjaldar og dagens sorter Kalle og Folke har alle en strå lengde på omlag 87 cm. For sorter av høsthvete har en derfor i mindre grad enn for de andre kornslagene benyttet seg av redusert strå lengde for å oppnå stivere strå og større kornavlinger. Den sterke negative sammenheng i sortsmaterialet mellom kort strå og overvintringsevne er nok hovedårsaken til dette.

For 2-radsbygg hadde Maja-typen av sorter fra 1930-årene og fram til Herta, Ingrid og Domen til midten av 1960-årene en strå lengde på 85-90 cm. Med sortene Pernilla og Gunilla fra midten av 1970-åra og fram til slutten av 1980-åra var strå lengden redusert til omlag 70 cm. Med sortene Tyra og Tea fra 1990 er strå lengden redusert til 62-63 cm. Reduksjonen i strå lengde fra Maja til Tyra, ca 25 cm, svarer til en bedring av bæreevnen på omlag 47 % og en auking i kornavlingene på vel 40 %.

Gamle sorter av 6-radsbygg f.eks. Holleby, Bjerneby og Asplund fram til 1950-åra hadde en strå lengde på omlag 100 cm. Med den neste gruppe sorter med Varde og Lise som representanter var strå lengden kommet ned i 90 cm og med sorter som Bamse, Tore og Thule i 1980-årene er strå lengden redusert til omlag 80 cm. Likevel er 6-radssortene minst 15 cm lengre i strået enn de korte 2-radssortene. Det skyldes at de korte Nord-Europeiske sortene av 2-radsbygg har et gen med sterk strå forkortende virkning. De samme gen i 6-radsorter gir også en strå lengde på vel 60 cm, men slike sorter er til nå ikke markedsført. Reduksjonen i strå lengde fra landsortenes tid til Tore og Thule på bare omlag 20 cm viser at en for dette kornslag ikke har vært særlig dristige til å korte inn strået for å oppnå bedre strå styrke og større avlinger. De siste 30 års innkorting av strå lengden på 10 cm svarer til en bedring i bæreevne og kornavlinger på bare ca 20 %.

De gamle norske havresorter som Odin, Thor og Grenader hadde en strå lengde på omlag 120 cm. Sortene Gullregn og Gullregn II hadde en strå lengde på omlag 110 cm. Aktuelle sorter på 1960-tallet, som Sol II og Blenda, hadde en strå lengde på ca 100 cm. Sorter fra 1970-åra som Mustang og Svea, de nyeste som Ramiro og Celsia inkludert, har en strå lengde på ca 90 cm. Med det behov det er for bedre strå styrke ved intensiv dyrking av havre er fordelene med kortene strå hos sortene dårlig utnyttet. Med sorten Grane, som har et dverggen (Dw 6), er i midlertid strå lengden under de samme forhold kommet ned i 70 cm.

Den genetiske innkorting av strået har vært noe større enn tallene fra de sammenlignende forsøk viser, fordi den etterhvert kraftigere dyrking har gitt noe lengre strå. Vanlig

blir strået 7 - 11 cm lenger når kornavlingene stiger med 100 kg/daa. På den annen side har tidligere såing virket til å redusere strå lengden med 3-4 cm pr uke tidligere såing. Endringene i dyrkingsteknikken har derfor antakelig ikke hatt nevneverdig virkning på strå lengden i praktisk dyrking.

Avlingstruktur

Med avlingstruktur menes hvordan plantedeler og planter er utformet og hvordan de vokser sammen og utnytter plassen i tett bestand slik at det blir plass til størst mulig avling pr arealenhet. Avlingsstrukturen beror på et stort antall enkeltkarakterer hos plantene. Sumeffekten av disse er vanskelig å beskrive og måle. Et eksempel kan være forskjellene i avlingstruktur mellom 2-rads og 6-radsbygg. Det første har omlag dobbelt så mange strå pr arealenhet, men bare halvparten så tungt aks. Det gjør at de to byggslagene likevel gir omlag like stor avling. Forskjellen i kornavling f.eks. mellom Varde og Bamse på ca 70 kg korn pr daa skyldes i det vesentlige en mer plassbesparende avlingstruktur hos den siste. Ved høgt avlingsnivå er en avlingstruktur som gir plass til mange strå pr arealenhet, en meget viktig sortsegenskap. Forskjeller i avling mellom sorter med noenlunde lik strå lengde og veksttid skyldes nettopp ulikheter i avlingstruktur.

SAMMENDRAG

Avlingsframgang og årsaker til avlingsframgang i norsk korndyrking basert på resultater av 285 forsøk med høsthvete, 457 forsøk med vårhvete, 851 forsøk med bygg og 590 forsøk med havre i perioden 1960-92 er behandlet.

På grunnlag av resultater fra disse forsøkene er årsakene til framgang i avling både for oppnådd og potensial kornavling delt i en *primæreffekt* som er hovedeffekten av sorter, en *sekundæreffekt* som kommer fram ved et samspill mellom sorter og dyrking og endelig hovedeffekten av *dyrkingsteknikken*. Betydningen av sortsegenskaper som *strå lengde*, *strå styrke*, *kornprosent* og *avlingsstruktur* er drøftet.

Framgangen i oppnådd kornavling for høsthvete var 255 kg pr daa eller 8,8 kg pr daa og år. Av dette kan 57 % tilskrives bedre sorter, 9 % samspill sort x dyrking og 34 % en bedre dyrking. Den potensielle kornavling (avling ved full utnyttelse av strå styrken) for sortene steg med 339 kg pr daa eller 11,7 kg pr daa og år og fordelingen var henholdsvis 42 %, 38 % og 20 % i samme rekkefølge som ovenfor. Av den sortbetingede framgang i strå styrke, målt som -43 % legde, ble 35 prosentenheter brukt til å få mindre legde i åkeren og 8 % til å ta større kornavlinger, (samspill sort x dyrking).

For vårhvete var avlingsframgangen 214 kg pr daa eller 7,4 kg pr daa og år fordelt med 47 % på sorter, 22 % på samspillet sort x dyrking og 31 % på dyrking. Sortenes potensielle avkastningsevne steg med 283 kg pr daa eller 8,9 kg pr daa og år og fordelingen som ovenfor var 35 %, 42 % og 23 %. Av den sortbetingede framgang i strå styrke, målt til -39 % legde, ble 23 prosentenheter brukt til å redusere legden i åkeren og 16 % til å ta større avlinger.

Framgangen i oppnådd kornavling for bygg var 180 kg pr daa som tilsvarer 7,0 kg pr daa og år. Aukingen i avling fordeler seg med 40 % på sorter, 10 % på samspill sort x dyrking og 50 % på dyrking. Sortenes potensielle avling steg med 264 kg pr daa eller

med 10,2 kg pr daa og år fordelt med 27 %, 39 % og 34 % på de tre årsaker til avlingsframgang. Av forbedringen av stråstyrken med -34% legde ble 28 prosentenheter brukt til å redusere legde i åkeren og 6 % til å ta større avlinger.

For havre var avlingsframgangen i forsøkene 141 kg pr daa eller 5,6 kg pr daa og år. Av dette sto sortene for 42 %, sort x dyrking for -2 % og dyrking for 60 %. Det negative samspill mellom sort og dyrking betyr at legden i forsøkene ble redusert mer enn framgangen i sortenes stråstyrke. Ikke noe av forbedringen i sortenes stråstyrke ble således utnyttet til større avlinger. Framgangen i sortenes potensielle avkastningsevne var 210 kg pr daa eller 8,4 kg pr daa og år fordelt med 29 %, 31 % og 40 % på samme måte som foran.

Den klimabetingede legdepåkjønning varierte i prioden, men det var ingen trend i tid i denne årsak til legde i kornåker.

SUMMARY

The increase in grain yield and the sources of the progress is evaluated based on the results of 285 field experiments with winter wheat, 457 with spring wheat, 851 with barley and 590 experiments with oats cultivars in the period 1960-92. Based on the results from the experiments the sources of the progress both in recorded yield and in potential yield are separated into a primary effect which is the main effect of the cultivars, a secondary effect which is the interaction between cultivars and cultivation technique and finally the main effect of cultivation. Effects of cultivar characters like straw length, straw stiffness, harvest index and the architecture of the plant canopy on the performance of the cultivars are dealt with. During the period 1960-92 the increase in recorded yield of winter wheat was 2500 kg ha⁻¹ or 88 kg ha⁻¹ year⁻¹ of which the cultivars contributed 57%, the interaction 9% and cultivation 34%. For the potential yield (calculated maximum yield i.e. yield at 40% lodging) the corresponding figures were 3390 kg and 117 kg. and the percentages were 42%, 38% and 20% respectively. Of the improvement in straw stiffness, estimated to -43% lodging, 35 percent points were utilized to reduce lodging and 8 % to increase yield (the cultivar x cultivation interaction).

For spring wheat the recorded grain yield increased by 2140 kg ha⁻¹ or 74 kg ha⁻¹ year⁻¹ of which 47% was contributed by the cultivars, 22% by the interaction and 31% by the cultivation technique. For the potential yield the corresponding figures were 2830 kg and 89 kg, and the percentages were 35%, 42% and 23%. Of the cultivar improvement in straw stiffness, estimated to -39% lodging 23 percent points were utilized to reduced lodging and 16 % to increase yield.

Recorded increase in yield of barley was 1800 kg for the whole period and 70 kg as a mean for each year. The percentages of contributions were 40%, 10% and 50% respectively. For the potential yield the corresponding figures were 2640 kg and 102 kg and the percentages were 27%, 39% and 34%. Of the improvement in straw stiffness, estimated to -34 % lodging, 28 percent points were used to reduce lodging and 6 % to increase yield.

The increase in recorded yield of oats was 1410 kg and 56 kg respectively and percentages were 42%, -2% and 60%. For the potential yield the figures were 2100 kg and 84 kg and the percentages were 29%, 31% and 40%.

The effect of climatic factors on the degree of lodging varied during the period. There was, however, no long time trend in the effects of climatic factors.

LITTERATUR

Strand, E. 1964. Contributions by new varieties to the increase in yield level of small grain in south-east Norway. Agricultural University of Norway, Farm Crop Institute, Report No 168.

Strand, E. 1975. Foredling og verdiprøving av vårhvetesorter 1960-74. Norges landbruks-høgskole, Institutt for plantekultur. Melding nr.191.

Bruk av bakterieinokulantar ved konservering av gras i Noreg

Bacterial inoculants as a silage additive in Norway

HÅVARD STEINSHAMN

Noregs landbrukshøgskole, Institutt for plantefag, Ås, Noreg

Agricultural University of Norway, Department of Horticulture and Crop Sciences, Ås, Norway

Steinshamn, H. 1994. Bacterial inoculants as a silage additive in Norway. Norsk landbruksforskning 8: 127-154. ISSN 0801-5333.

The biochemical and microbiological procedures in the ensiling process when inoculating with lactic acid bacteria and the results from a number of experiments carried out in northern Europe are reviewed. A considerable variation among experiments has been found. Inoculants have improved the fermentation characteristics only slightly, and compared with formic acid have in general resulted in poorer quality. However, an improved animal performance has been observed in a number of studies, and this has frequently been equal to that from silage with formic acid. In herbage with a high water-soluble sugar content and in rapidly pre-wilted herbage it has been found that inoculation improves fermentation and is comparable with formic acid treatment in this respect. Inoculation in combination with polysaccharide enzymes has in some studies improved fermentation as compared with inoculation alone. Poor aerobic stability in inoculated silage has been recorded in a number of studies. Owing to less favourable conditions for silage preservation in Norway, the use of inoculants as a silage additive has been questioned. However, studies carried out in Norway and elsewhere in northern Europe, have shown that it is possible to obtain well-preserved grass silages with inoculants. To ensure a good silage, the herbage should be pre-wilted rapidly or the inoculant should be used in combination with enzymes.

Key words: Animal performance, bacterial inoculation, review, silage quality.

Håvard Steinshamn, Agricultural University of Norway, Department of Horticulture and Crop Sciences, P.O. Box 5022, N-1432 Ås, Norway

Ensilering er i dag den viktigaste måten å konservera engavling på. Storparten av det heimeavla grovfôret blir ensilert, og surfôr utgjør i underkant av 40% av alt fôr og meir enn 60% av grovfôret til mjølkekyr (NML/Norske Meierier 1992). For å sikra ei god surfôr- konservering vert det i Noreg tilrådd å bruka tilsetjingsmiddel (Saue & Mo 1984). Maursyre er og har vore det mest brukte ensileringsmiddelet. I 1992 vart det omsett 13 223 tonn maursyre, 8 273 tonn "Foraform" (maursyremiddel) og 273 tonn "Kofasalt" til ein samla verdi av 126,8 millioner kroner (BFJ 1993). Maursyre er rekna for å vera av dei

mest effektive midla til å ta vare på energiverdien i føret (Waldo et al. 1971). Tilsetjing av syra set ned pH i graset straks, noko som stansar andinga og set mikrobiell aktivitet attende. Maursyre er ei sterkt etsande syre, som er farleg å handtera og som korroderer maskiner og reiskap. I seinare tid har det derfor vore ei aukande interesse for å finna alternativ til maursyre. Mjølkesyrebakteriepreparat (inokulantar) sett saman av særskild utvalde mjølkesyrebakteriar som startkultur kan vera eit alternativ til maursyre.

I dette oversynet vil eg ta for meg verknaden av inokulering med mjølkesyrebakteriar på surførgjæringa. Først vil eg gje ei kort omtale av surførgjæringa og utviklinga av mikrofloraen i gras under surførgjæringa. Deretter vil eg drøfta verknaden av inokulering og samspel mellom inokulant og andre faktorar som påverkar ensileringsprosessen.

SURFØRGJÆRING - GENERELLE PRINSIPP

Surfôr er resultatet av ei kontrollert gjæring av plantemateriale med høgt vassinnhald (McDonald et al. 1991). Hovudmålet med å ensilera gras til surfôr er å ta vare på og lagra føret med minimalt tap av næringsemne og produsera eit produkt med høg næringsverdi. To vilkår må vera innfridde for at dette skal lukkast (Seale 1986): 1. Rask utetstenging av luft for å hindra anding (respirasjon) og for å gjera ønska gjæring mogleg. 2. Hindra vekst av uheldige mikroorganismar, t.d. enterobakteriar (eddiksyrebakteriar) og clostridiar (smørsyrebakteriar).

I prinsippet byggjer ensilering på mjølkesyregjæring. Pakking og dekking av graset lagt i silo er svært viktig for å oppnå anerober tilhøve tilpassa mjølkesyrebakteriar (MSB) som allereie finst i materialet. Under anaerober tilhøve vil MSB gjæra tilgjengelege vassløselege karbohydrat (VK) i plantene til mjølkesyre (i hovudsak) og eddiksyre. Syrene som vert danna sett ned pH og tek vare på (konserverer) surføret både ved at høg hydrogen-ion-konsentrasjon og udisosierte syrer verkar giftig på uheldige organismar. Rask senking av pH på grunn av MSB har vist seg å redusera talet på koliforme bakteriar (som høyrer til enterobakteriar) (Seale et al. 1982). Veksten av clostridiane stansar vanlegvis når pH er lågare enn 4,2, men dette vil variera med tørrstoffet i grasmassen, sidan fuktige tilhøve stimulerer desse bakteriane (McDonald et al. 1991). Dersom pH i surføret ikkje vert senka raskt nok, kan talet på eddiksyrebakteriar halda seg høgt (Seale et al. 1982). Dette er uønska for di eddiksyrebakteriar vil tevla med MSB om tilgjengeleg VK. I tillegg kan ei sekundær gjæring koma i gang, der mjølkesyregjærande clostridiar omset det som er att av VK og/eller mjølkesyre i surføret til smørsyre. Dette hevar pH i massen og kan føra til vekst av proteinspaltande clostridiar. Dei bryt ned aminosyrer, og resultatet er eit surfôr med låg næringsverdi. Når siloen vert opna vil luft koma til, og det kan føra til aerob nedbryting og tap av energi og tørrstoff ved at aerobe mikroorganismar bryt ned mjølke- og eddiksyre og restar av VK i surføret. I tillegg til å gjæra sukker til mjølkesyre, er det òg påvist at MSB isolert frå surfôr kan ha antibiotisk verknad ved at dei skiljer ut såkalla bacteriocin (Lindgren & Clevström 1978).

Tilsetjingsmiddel vert bruka for å unngå prosessar som fører til tap av energi og tørrstoff. I følgje Beck (1978) kan tilsetjingsmiddel delast inn i fire hovudkategoriar: stimulantar, selektive inhibitorar, totalinhibitorar og utvalde bakteriar brukte som inokulantar. Organiske syrer, som maursyre, er døme på selektive inhibitorar. Formålet med å

bruka ein selektiv inhibitor er å setja attende veksten av uønska mikroflora, men ikkje veksten av mjølkesyrebakteriane. Formålet med å setja til ein inokulant er å auka talet på tenlege MSB i grasmaterialet, som vanlegvis er lågt, medan talet på konkurrerande bakteriar er høgt (Beck 1978).

MJØLKESYREBAKTERIAR I SURFÔR

MSB vert delt i to grupper alt etter om dei gjærar sukker homofermentativt eller heterofermentativt (Seale 1986), sjå tabell 1. Dei homofermentative bakteriane dannar 2 mol mjølkesyre per mol glukose eller fruktose gjæra. Den homofermentative gjæringa er effektiv og gir såleis lite tap av energi og tørrstoff, sjå tabell 1. Den heterofermentative gjæringa er mindre effektiv til å produsera mjølkesyre, og det er derfor ønskjeleg at surfôrgjæringa skjer ved hjelp av homofermentative organismar. MSB kan òg produsera mjølkesyre ved gjæring av organiske syrer i plantematerialet og frå sukker frigjort ved nedbryting av hemicellulose i surfôret. MSB kan dermed gjæra sukker på fleire måtar, som gir ulik mengd mjølkesyre, og det er vanskeleg å seia kva for veg den anaerobe gjæringa tek på grunn av mangfaldet og variasjonen i den mikrobielle populasjonen og endringar som skjer undervegs i gjæringa (Mo & Fyrileiv 1979). Det er såleis umogleg å seia kor mykje mjølkesyre ei anaerob gjæring vil gi, sjølv om ein kjenner innhald og samansetnad av VK i graset (Mo & Fyrileiv 1979, Seale 1986).

McDonald et al. (1991) har lista opp nokre av dei artane av MSB som er viktige i surfôrgjæring. Hos mjølkesyrebakterieslektene er *Streptococcus* og *Pediococcus* homofermentative, *Leuconostoc* er heterofermentativ og *Lactobacillus* kan vera begge delar alt etter kva for art det gjeld.

MJØLKESYREBAKTERIAR PÅ GRAS

Dei fleste bakteriar som naturleg finst på engplanter, epifyttfloraen, er oksygenkrevjande og dør tidleg i ensileringsfasen. Av dei som finst att, er MSB, enterobakteriane, gjærsoppar og clostridiar dei viktigaste. Resultat av tidlege granskningar kunne tyda på at talet på MSB i eng er lågt (Seale 1986), men at sjølvaste hausteprosessen ofte fører til ein "smitte" av fôret med MSB frå maskiner som vert bruka. Nyare granskningar, derimot, viser at MSB er til stades på engvekstane, men i kvilestadium, og at dei kjem i rask vekst når graset vert hausta og oppkutta, og plantesaft vert frigjort (Pahlow 1991). Talet på MSB er størst på daude plantedelar og på nedre del av stengelen (Moran et al. 1991). I ei svensk granskning fann Lindgren et al. (1985a) ein variasjon i talet på MSB mellom 10^2 - 10^6 kolonidannande bakteriar (colony forming units, cfu) g^{-1} gjennom vekstsesongen. Det høgste talet fann dei i den varmaste perioden på sommaren i juli. Dei fann òg at hovudtypane av ønska MSB (homo- og heterofermentative kokkar og stavar) var til stades og utgjorde 15-40% av talet på alle MSB. I ei anna svensk granskning fann dei at heterofermentative MSB var dominerande (Lindgren et al. 1983). I ei irsk granskning vart det funne mellom 10^4 og 10^7 cfu g^{-1} gras, og meir enn 50% av MSB var homofermentative (Moran et al. 1991). Forfattarane forklarar det høge talet med det fuktige klimaet ein har i Irland og med bruk av husdyrgjødsel og silopressaft på eng. Fortørking av graset har i forsøk auka talet på

homofermentative MSB (Müller et al. 1993). Talet på MSB vil likevel ofte vera lågt jamført med talet på konkurrerende organismar. I svenske granskningar har talet på bakterierar frå enterobakterie-familien variert frå å vera like stort til 1000 gonger talet på MSB (Lindgren et al. 1985a, Lundén Pettersson & Lindgren 1990). Talet på clostridiar på engplanter er vanlegvis lågt, men grasmaterialet kan verta forureina med både proteolytiske (proteinspaltande) og sakkaryolytiske (sukker- og mjølkesyrespaltande) clostridiar frå jord under sjølve haustinga (Pettersson 1988). Resultat frå ei tysk granskning av epifyttfloraen kan tyda på at talet på fruktanspaltande MSB er lite (Seyfarth et al. 1993).

Det som er drøfta ovanfor syner at talet av MSB på engplanter er svært varierande, og det er ofte lågt. Ein stor del er heterofermentative, og samstundes er talet på konkurrerende bakteriar oftast større. Det kan derfor ha noko for seg å setja til effektive MSB ved ensilering.

Tabell 1. Hovudprodukt frå sukkeromsetninga hos mjølkesyrebakteriar, og tap av tørrstoff (TS) og energi i denne omsetninga (e. Seale 1986, McDonald et al. 1991)

Table 1. Main products of sugar metabolism by lactic acid bacteria, and loss of dry matter (DM) and energy in this metabolism (Seale 1986, McDonald et al. 1991)

	Tap / Loss (%)		
	TS	Energi	
	DM	Energy	
A. Aerobe vegar/Aerobic pathways			
1. Homofermentative			
	O_2		
1 Glukose (eller 1 fruktose)	-----> 1 mjølkesyre + 1 pyrodruesyre + 1 H ₂ O		
1 Glucose (or 1 fructose)	-----> 1 lactic acid + 1 pyruvic acid + 1 H ₂ O		
2. Heterofermentative			
	O_2		
Glukose (eller fruktose)	-----> 1 mjølkesyre + 1 eddiksyre + CO ₂ + H ₂ O		
Glucose (or fructose)	-----> 1 lactic acid + 1 acetic acid + CO ₂ + H ₂ O		
B. Anerobe vegar/Anaerobic pathways			
1. Homofermentative			
a. 1 Glukose (eller 1 fruktose)	-----> 2 mjølkesyre	0	0,7
a. 1 Glucose (or 1 fructose)	-----> 2 lactic acid		
b. 1 Pentose	-----> 1 mjølkesyre + 1 eddiksyre		
b. 1 Pentose	-----> 1 lactic acid + 1 acetic acid		
2. Heterofermentative			
a. 1 Glukose	-----> 1 mjølkesyre + 1 etanol + 1 CO ₂	24,0	1,7
a. 1 Glucose	-----> 1 lactic acid + 1 ethanol + 1 CO ₂		
b. 3 Fruktose	-----> 1 mjølkesyre + 2 mannitol + 1 eddiksyre + 1 CO ₂	4,8	1,0
b. 3 Fructose	-----> 1 lactic acid + 2 mannitol + 1 acetic acid + 1 CO ₂		
c. 2 Fruktose + 1 glukose	-----> 1 mjølkesyre + 1 eddiksyre + 1 CO ₂ + 2 mannitol (<i>Lactobacillus brevis</i>)		
c. 2 Fructose + 1 glucose	-----> 1 lactic acid + 1 acetic acid + 1 CO ₂ + 2 mannitol (<i>Lactobacillus brevis</i>)		
d. 1 Pentose	-----> 1 mjølkesyre + 1 eddiksyre		
d. 1 Pentose	-----> 1 lactic acid + 1 acetic acid		

VEKST OG UTVIKLING AV MJØLKESYREBAKTERIAR I SURFÔR

Så snart ein silo er pakka og dekt til, vil det utvikla seg eit anaerobt miljø. Andinga stansar på grunn av oksygenmangel, og populasjonen av anaerobe og fakultativt anaerobe mikroorganismar veks svært raskt (Seale 1986). Talet på MSB aukar dramatisk, og dei vil raskt dominera over den andre mikrofloraen. I ein litteraturgjennomgang fann Seale (1986) at talet på MSB nådde eit maksimum etter 2-4 dagar (om lag 10^9 MSB g^{-1} ferskt materiale), og at det deretter var ein veik og jamn nedgang. Lindgren et al. (1983) fann at dei homofermentative MSB raskt sette veksten av heterofermentative MSB attende, og at veksten først var dominert av pediokokkar som seinare vart erstatta av laktobacillar. Denne endringa i mikrofloraen skjedde dei første 16 dagane av ensileringsprosessen. Vidare utover ensileringsprosessen kan det tyda på at dei heterofermentative MSB vil ta til å dominera (Beck 1972, Rauramaa et al. 1987). Gundersen & Nes (1991) fann at 75% av MSB isolert frå praktiske siloar var heterofermentative. Beck (1978) forklarar dette skiftet i frå homofermentative til heterofermentative bakteriar med skilnad i å tåla eddiksyre hos lactobacilli-artane.

Det er stor variasjon i kva for MSB-artar som vil dominera ei surfôrgjæring og både talet på og artane som er til stades vil vera påverka av dei mange faktorane som verkar på ensileringsprosessen. Dei fleste av dei som høyrer til slekta MSB, vil sannsynlegvis vera aktive i ein eller anna fase av ensileringa, men *Lactobacillus plantarum* er arten som ofast vert funnen (Seale 1986). Gundersen & Nes (1993) fann i si gransking at *L. plantarum* og artar av *Pediococcus* var dominerande blant dei homofermentative, men det var òg mange *L. curvatus*, *L. sake* og *L. coryniformis*. Av alle MSB er *L. plantarum* den som lettast og som med størst hell vil kolonisera ferskt ensilert fôr (McDonald et al. 1991). Dette kjem av at denne arten kan gjæra eit vidt spekter av substrat, han er konkurransesterk og produserer store mengder syre raskt. Det er likevel viktig å streka under at *L. plantarum* omfattar ei heil rad stammar med stor fysiologisk variasjon. Til dømes fann Gundersen & Nes (1993) ein variasjon i generasjonstid frå 14 til 23 timar hos ulike isolat av *L. plantarum* dyrka ved 10°C.

Seale (1986) konkluderer med at ei inokulering med homofermentative MSB kan ha noko for seg dersom desse vil dominera over dei heterofermentative som er aktive i tidleg fase av ensileringa. Det er lite truleg at ein inokulant kan hindra den dominansen heterofermentative lactobacilli har i seinare fasar av ensileringa. Sidan den mest aktive mjølkesyre-gjæringa skjer i tidleg fase av ensileringa, er det viktigast å ha homofermentativ dominans i tidleg enn i seint stadium.

VAL AV MJØLKESYREBAKTERIAR SOM INOKULANT

I heile dette hundreåret har ein prøvt å bruka mjølkesyrebakteriar som inokulantar ved ensilering (Henderson 1993). I førstninga hadde ein vanskar med å tilføra nok levande bakteriar, og det var ikkje før at teknikkar med frysetørking og innkapsling vart utvikla at ein klarte å framstilla gode nok produkt. Ein kultur av utvalde MSB må ha innebygd fleire viktige eigenskapar før han kan takast i bruk som inokulant ved ensilering. Viktige kriterium er (Whittenbury 1961, referet i McDonald et al. 1991): Kraftig vekst, konkur-

rerande evne overfor og helst dominerande over andre organismar, homofermentativ, må tåla syrer og må raskt kunna senka pH til 4,0, må kunna gjæra glukose, fruktose, sukrose, fruktan og helst pentosar, må ikkje produsera dekstran frå sukrose eller mannitol frå fruktose, må ikkje kunna verka på organiske syrer, må kunna veksa i eit vidt temperaturområde, helst opptil 50°C og kulturen må kunna veksa i materiale med høgt vassinnhald.

I tillegg er det viktig at inokulanten ikkje har evne til å spalta protein (Wieringa & Beck 1964). Muck (1988) meiner at vekstraten er den viktigaste eigenskapen hos ein potensiell inokulant for å kunne setja ned pH raskt. Det er ønskjeleg at han er homofermentativ, men tapet frå heterofermentativ mjølkesyregjæring er lite jamført med andingstapet ein kan få på grunn av planteenzym og frå andre mikroorganismar.

Ei heil rad artar og stammar har vore vald ut og prøvd. Stammar av *L. plantarum* har vist seg å høva best (Pettersson 1988). I tillegg til å velja ut dei rette artane, så er det like viktig å få den rette blandinga av artar (Seale 1986). *L. plantarum* produserer mjølkesyre seint når pH er høgare enn 5. Det er derfor vanleg å ta med artar som gir raskare fall i pH i startfasen. Fleire artar er aktuelle, men *Pediococcus acidilactici* er den mest brukte (Pettersson 1988). Vidare må det òg takast med i vurderinga at ein inokulant ikkje treng vera den rette for alle slag materiale. Ein inokulant som hevdar seg godt ved ensilering av gras treng ikkje vera god for kløverrikt materiale.

Det er ein lang veg frå utveljinga av gode MSB-stammar til eit ferdig salbart produkt. Det er svært mange isolat av mjølkesyrebakteriar som skal isolerast og prøvast, og i dette arbeidet er ein nøydd til å bruka strengt kontrollerte vilkår (Nes 1992). I slikt arbeid kan ein risikera å isolera bakteriar som ikkje er optimale ved ensilering i praksis. Inokulanten må derfor prøvast under varierende tilhøve for ensilering. Ikkje minst er det viktig å prøva midla i full skala, både for å studera prosessen og for å prøva det ensilerte produktet som før. Det er først i dei seinare åra at produksjonsforsøk har vorte utført i større skala.

FAKTORAR SOM PÅVERKAR VERKNADEN AV INOKULERING

Tal tilførte bakteriar

For at ein inokulant skal lukkast må han ta overhand over den epifyttiske MSB-floraen (Spoelstra 1991). I ein simuleringsmodell basert på data frå publisert litteratur konkluderer Pitt & Leibensperger (1987) med at tilsetjinga av bakteriar må vera større en talet på bakteriar i epifyttfloraen, og at det generelt må setjast til minst 10^5 bakteriar g^{-1} gras. Tomes et al. (1993) fikk postivt resultat av å auka talet på tilførte bakteriar i frå 10^3 til 10^5 , men liten effekt av å auka talet i frå 10^5 til 10^7 .

Talet på inokulerte bakteriar i høve til talet på epifyttiske MSB (inokulantfaktoren IF) forklarar den positive verknaden av ein inokulant betre enn det totale talet på inokulerte bakteriar. Pahlow (1990) fann at inokulasjonsfaktoren minst måtte vera 2 for å oppnå god gjæringskvalitet. I ei rangering av produksjonsforsøk etter IF, fann Satter et al. (1987) ei auka mjølkeyting hos kyr når surfôret hadde vorte inokulert med ein IF på 10 eller større.

Temperatur

Temperaturen under grashaustinga og fyllinga av siloen kan vera låg. Temperaturen i

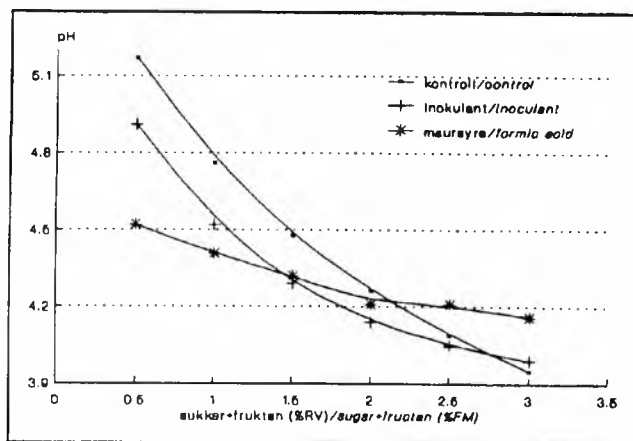
omgjevnaden verkar sterkt på vekstraten til MSB og med det inn på effektiviteten til ein inokulant. Gundersen & Nes (1991) fann stor skilnad i generasjonstida hos MSB ved ulike temperaturar. Ved 10°C var generasjonstida for *L. plantarum* mellom 14 og 23 timar, avhengig av isolat, medan generasjonstida var nede i mellom 1 og 1,6 timar ved 30°C. Lindgren et al. (1985a) fant at ein inokulant med *P. acidilactici* og *L. plantarum* gav god surfôrqualität ved temperaturar mellom 10 og 24°C, men ikkje ved 5°C, og dei konkluderte med at inokulering ved temperaturar lågare enn 10°C er lite tilrådeleg.

Tørrstoff, sukker og bufferkapasitet

Fortørking av gras et etter slått og føre innkjøring gir den vinninga at mindre vatn vert transportert frå enga til siloen, og det fører til mindre avrenning frå siloen. Gjæringa i siloen vert hemma ved aukande fortørking, og innhaldet av mjølkesyre, eddiksyre, smørsyre og NH₃-N vert lågare, medan pH og restmengda av VK vert høgare i det ferdige surfôret (McDonald et al. 1991). Fortørking vil likevel vera gunstig for sjølve ensileringsprosessen av di MSB tåler lågt vassinnhald relativt betre enn dei vegetative formene av clostridiane.

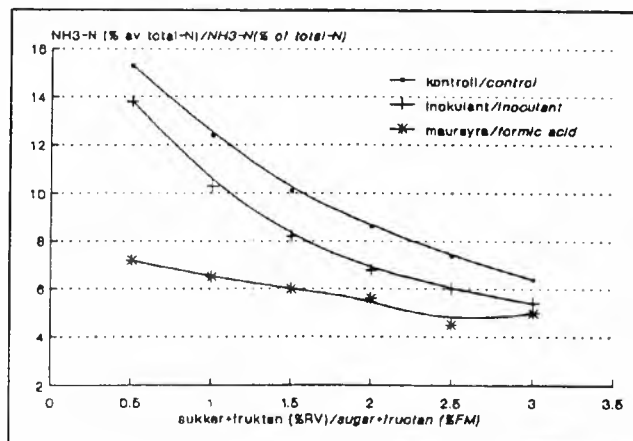
Mengd substrat som trengst for å få ei fullstendig gjæring er omvendt proporsjonal med TS-innhaldet i gras et (Muck 1988). Tilsetjing av sukker ved ensilering vil såleis ha mest for seg under fuktige tilhøve. Seale (1986) viser til fleire granskingar der inokulering av materiale med høgt tørrstoffinnhald (>35%) har gitt positiv effekt jamført med kontrollen.

Hovudsubstratet i surfôrgjæringa er vassløselege karbohydrat (VK). VK er mono-sakkarida fruktose og glukose, disakkaridet sukrose og polysakkarida fruktan. Fleire grasartar bruker fruktan som opplagsnæring. Ved ensilering utan tilsetjing bør det minst vera 3% VK av råvekta (Wilkinson et al. 1981, O'Kiely et al. 1986). Haigh (1990) konkluderer jamvel med at for å unngå smørsyregjæring i materiale med 23% TS, trengst det minst 3% VK ved bruk av maursyre og 3,7% utan tilsetjing. Ein inokulant vil ha liten sjansje til å betra surfôrqualiteten dersom VK er den avgrensande faktoren (Seale 1986). I tidlegare samanstillingar av forsøk har ein slege fast at ved lågt tørrstoff-innhald (<25%) og ved lågt sukkerinnhald (<3% av råvekta) vil ikkje inokulantar kunne betra surfôrqualiteten på grunn av mangel på substrat (Henderson & McDonald 1984, Done 1986). I ei svensk gransking fann dei at dei trong minst 2% VK i råmaterialet for å få god surfôrqualität (pH ≤ 4,2 og NH₃-N ≤ 8) med bruk av inokulant, figur 1 og 2 (Pettersson 1988, Lundén Pettersson & Lindgren 1990). Selmer-Olsen (1994) meiner at grensa kan setjast ved 1,5% dersom inokulanten blir brukt saman med enzym som spaltar strukturelle karbohydrat. I tilfelle med liten tilgang på substrat (VK) og der det raskt vert oppbrukt, har det synt seg at stammar av *L. plantarum* kan nytta mjølkesyre som næring (Lindgren et al. 1990). Konsekvensen av dette er produksjon av eddiksyre og med det stigning av pH i surfôret, noko som kan føra til vekst av uønska mikroorganismar som enterobakteriar og clostridiar (Henderson 1991).



Figur 1. Verknaden av sukker- og fruktaninnhald (% av råvekt) i innlagt materiale på pH i surfôr (18% TS) (Pettersson 1988)

Figure 1. The effect of sugar and fructan content (percentage of fresh matter) in fresh crop on pH in silage (18% DM) (Pettersson 1988)



Figur 2. Verknaden av sukker- og fruktaninnhald (% av råvekt) i innlagt materiale på danninga av ammoniakk-N (% av total-N) i surfôr (18% TS) (Pettersson 1988).

Figure 2. The effect of sugar and fructan content (percentage of fresh matter) in fresh crop on the formation of ammonia-N (percentage of total N) in silage (18% DM) (Pettersson 1988)

Mengd mjølkesyre som trengst for å unngå smørsyregjæring og mengd substrat (VK) naudsynt for mjølkesyregjæring rettar seg òg etter buffer-kapasiteten i det innlagde graset (Weissbach 1993). Med høg buffer-kapasitet vil det vera naudsynt med høgt sukkerinnhald for å få sterk nok mjølkesyregjæring. Vass-aktiviteten eller innhaldet av tørrstoff er òg viktig, og dess høgare TS-innhald dess høgare er den kritiske pH-verdien som krevst for å hemma smørsyregjæring. Det er derfor mogleg å få til ei god surførgjæring sjølv med lite sukker og høg bufferkapasitet dersom graset fortørkast. Innhaldet av VK og bufferkapasiteten hos gras varierer innan vide grenser (McDonald et al. 1991). Sukkerinnhaldet er avhengig av mellom anna art, sort, utviklingssteg, tid på dagen, lys-intensitet, temperatur og gjødsling. Raigrasartane har til dømes jamt over høgare sukkerinnhald og lågare bufferkapasitet enn andre kulturgras og er dermed lettare å ensilera. Bufferkapasiteten aukar og sukkerinnhaldet går ned med aukande nitrogengjødsling. Ei svak nitrogengjødsling skal dermed kunna gje eit materiale som er betre å ensilera. I ei tysk gransking fekk dei derimot sterk smørsyregjæring ved ensilering av svakt gjødsla gras enda om graset hadde høgt TS-innhald, låg bufferkapasitet og høgt sukkerinnhald (Weissbach et al. 1993). Dei forklarar dette med at nitrat i gras verkar konserverande når det vert redusert til nitritt under ensilering, og i svakt gjødsla gras er det lågt nitrat-innhald. Tilsetjing av ein inokulant reduserte smørsyregjæringa kraftig. Dette kjem av at MSB senkar pH i surføret raskt. Når pH senkinga går for seint, kan clostridiane vera aktive dersom dei ikkje vert hemma av nitritt, jamvel om TS-innhald er høgt.

Det har vore peika på at grasavlingane i Noreg inneheld lite sukker og tørrstoff og har høg bufferkapasitet, og at graset dermed høver dårleg til ensilering ved naturleg gjæring (Saue 1986). Hole & Pedersen (1986) undersøkte sukkerinnhaldet og bufferkapasiteten hos ulike grasartar hausta til tre tider i Noreg. Dei fann stor variasjon i bufferkapasitet både innanfor og mellom dei undersøkte grasartane. Sukkerinnhaldet var lågt, og forfattarane konkluderte med at det er tvilsamt om ein kan tilrå bruk av inokulant ved ensilering av gras i Noreg. Denne granskinga og andre norske granskningar har vorte kritiserte for di sukkeranalysen som til vanleg har vore brukt ikkje omfattar alt vassløyseleg sukker (Broch-Due 1990). Fruktan kjem ikkje med i analysemetoden nytta av Hole & Pedersen (1986). Broch-Due (1990) fann i ei gransking at i medel utgjorde fruktan 26% av VK i 1. slåtten og 56% i 2. slåtten. Hausting og innlegging av gras til ensilering i Noreg skjer under varierende vêrtilhøve, ofte ved overskya og fuktig vêr, og fyllinga av siloen kan gå seint. Det gjer at andingstapet av sukker kan verta stort (Mo & Fyrileiv 1979). Såleis er det grunn til å rekna med lågt sukkerinnhald i det innlagde materialet under norske tilhøve, jamvel om sukkerinnhaldet i graset ved hausting er noko høgare enn det ein tidlegare har rekna med.

VERKNAD AV INOKULERING PÅ GJÆRINGSKVALITET OG PRODUKSJON

Gjæringskvalitet

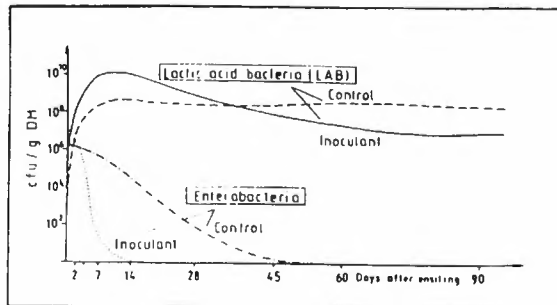
Analyse av produkt frå den mikrobielle aktiviteten i surføret vert brukt til å vurdera om ensileringa har vore vellukka. I vellukka gjæring av direkte hausta gras er $\text{pH} \leq 4,2$, ammoniakk-N i prosent av total-N er ≤ 8 , smørsyre i prosent av friskt surfôr er $\leq 0,1\%$, mjølkesyre i prosent av friskt surfôr er mellom 1 og 1,8 og eddiksyre i prosent av friskt surfôr er mellom 0,3 og 0,6 (Saue & Breirem 1969). I naturleg gjæra surfôr er grensene

for eddiksyre- og mjølkesyreinnhald noko høgare (0,5-0,8% og 1,5-2,5%) (Ulvesli & Breirem 1960). Det er desse refererte kriteria som ligg til grunn når nemningane godt surfôr eller vellukka gjæring vert brukte seinare i denne teksta.

Zimmer (1990) fann ved å stilla saman taltilfanget frå laboratorie- og feltforsøk med inokulantar, at vellukka inokulering gav større forholdstal mellom mjølkesyre og eddiksyre både ved at mjølkesyreinnhaldet auka og ved at eddiksyreinnhaldet minka. pH og ammoniakk-konsentrasjonen var lågare, og tørrstofftapet minka med 20-30 g kg⁻¹ tørrstoff. Hos direkte hausta surfôr med lågt tørrstoffinnhald (<18%) var det ingen effekt av inokulering, medan tilsetjing av maursyre betra gjæringa. Med 18,1-25% tørrstoff var effekten av inokulering varierende, sjølv om tilhøva skulle gje ei betre gjæring. Med rask fortørking og tørrstoffinnhald mellom 25,1 og 35%, gav inokulering ei klart betra gjæring, som var like effektiv som maursyre. Sterkare gjæring med hjelp av inokulantar fører til mindre proteolyse (spalting) og deaminering av protein (Heron et al. 1987), og til ein meir effektiv bruk av VK og meir sukker verande att i det ferdige surfôret (Gordon 1989a). Bolsen (1993) referer Muck (1993) som har stilt saman resultat frå europeiske og nordamerikanske forsøk med inokulantar i perioden 1985-1992. I 67% av granskingane gav inokulering statistisk sikker betring av surfôrqualiteten (lågare pH, høgare mjølkesyre/eddiksyre forhold og lågare NH₃-innhald), men betra den aerobe stabiliteten i berre 50% av granskingane.

I rått materiale med høgt innhald av VK, anten naturleg eller på grunn av bruk av polysakkaridenzym, kan inokulering føra til for sterk mjølkesyregjæring (Weissbach et al. 1991). For sterkt gjæra surfôr kan skipla vom-funksjonen hos drøvtyggjarar og såleis redusera fôropptaket.

Mjølkesyrebakteriar konkurrerar med enterobakteriar om VK. Ein god inokulant produserer mjølkesyre og hindrar enterobakteriar svært raskt og kan halda desse nede, figur 3. Lindgren et al. (1983) fann at heile 40% av all mjølkesyre danna etter 17 dagar vart produsert dei første 24 timane etter inokulering. Når ein jamførte med fôr utan tilsetjing, var effekten av inokulering størst når talet på MSB i epifyttfloraen var lite. Rask reduksjon i talet på enterobakteriar i inokulert surfôr er funne i fleire forsøk utførte i Skandinavia (Lindgren et al. 1985a, Rauramaa et al. 1987, Broch-Due & Nesbakken 1991).



Figur 3. Hemming av vekst hos enterobakteriar ved tilførsle av mjølkesyrebakteriar (inoculant) og frå mjølkesyrebakteriar på graset (control) (e. Pahlow 1991)

Figure 3. *Suppression of enterobacteria by different lactic acid bacteria flora (adapted from Pahlow 1991)*

Statens landbruksstilsyn har ansvaret for å godkjenne ensileringsmiddel i Noreg. Testingane vert utførte i små siloar, og gjæringskvaliteten av den negative kontrollen (utan tilsetjing) er oftast god. I testingar utførte i perioden 1984-1990 har fleire ulike inokulantar og kombinerte inokulant og enzympreparat vore med i testinga (STIL 1984-1990). Ingen av inokulantane har vore til testing kvart år. Maursyre er med som ein positiv kontroll. I medel for denne sjuårsperioden har maursyre gitt betre surførgjæring jamført med kontrollen både med omsyn til pH, ammoniakk-N og eddiksyre, sjå tabell 2. Dei reine inokulant midla har ikkje i medel gitt nokon sikker betring av gjæringskvaliteten, men dei midla som er tilsette enzym, har gitt lågare pH og mindre proteinnedbryting enn kontrollen. I berre eitt av testingåra ga eit reint inokulantmiddel, "Natuferm", betre resultat enn kontrollen (STIL 1987).

Tabell 2. Kvalitetsmål etter testing av ensileringsmiddel i små laboratoriesiloar (20 og 100 cm i diameter) ved konserveringshuset på Hellerud. Tala er medel over testingsår, haustetid, TS-innhald, ensileringsmiddel og silotypar og for tilsetjingsmidla oppgitt som 100(ensileringsmiddel/kontroll) (STIL 1984-1990)

Table 2. Quality parameters from testing of silage additives in small laboratory silos (20 cm and 100 cm in diameter) by the National Agricultural Inspection Service. The numbers are means by year of testing, harvesting time, DM-content, type of additive and laboratory silo and are for the treatments expressed as 100 (treated/untreated control) unless stated otherwise (STIL 1984-90)

Type middel <i>Type of additive</i>	Tal middel <i>No. of additives</i>	Tal jamføringar <i>No. of comparisons</i>	pH ¹⁾	NH ₃ -N ¹⁾	Eddiksyre <i>Acetic acid</i>
Kontroll ²⁾ <i>Control</i> ²⁾			4,35 (0,20)	6,70 (1,44)	0,61 (0,22)
Maursyre <i>Formic acid</i>	1	7	-0,19 (0,15)	63 (7)	65 (24)
Inokulant <i>Inoculant</i>	8	13	-0,05 (0,05)	91 (9)	104 (11)
Inokulant+enzym <i>Inoculant+enzyme</i>	7	11	-0,21 (0,18)	76 (16)	93 (21)

Tal i parentes er standardavvik / *Figures in parentheses are standard deviation*

¹⁾ pH er uttrykt som pH i surfôr med tilsetjing minus pH i kontroll surfôr, NH₃-N er ammoniakk-N

¹⁾ pH is expressed as pH of treated silage minus pH of control; NH₃-N is ammonia N

²⁾ Uttrykt som medeltal av målte verdiar, NH₃-N i prosent av total-N, og eddiksyre i % i surfôr

²⁾ Expressed as means of recorded values; NH₃-N in % of total-N, and acetic acid as % of silage

I vinterfôringsesongane 1988/89 og 1989/90 vart det gjennomført to større granskingar av surfôrskvaliteten på praktiske bruk frå heile landet (Bævre 1990, Nordang 1991). I begge granskingane vart det funne sterkare smørsyregjæring og større nedbryting av proteinet hos inokulert surfôr enn i surfôr tilsett maursyremiddel, tabell 3. Ved å gruppera analysane av surfôrprøvene etter smørsyreinnhald i maursyresurfôr og inokulert surfôr i sin tur, var 92 % og 70-75 % godt surfôr i den første granskinga (Bævre 1990) og 92 % og 80 % var godt

surfôr i den andre (Nordang 1991). I den siste granskinga kom det inokulerte surfôret noko betre ut med omsyn til pH og innhald av mjølkesyre (Nordang 1991).

Tabell 3. Surfôrskvalitet etter ensilering med ymse tilsetjingsmiddel i praksis, feltgranskingar 1988/89 og 1989/90 (Bævre 1990, Nordang 1991)

Table 3. Fermentation quality of silage using different additives under farm conditions, surveys in 1988/89 and 1989/90 (Bævre 1990, Nordang 1991)

Gransking Survey	Eigenskap Characteristics	Maursyre Formic acid	Foraform ¹⁾	Natuferm ²⁾	Siloferm+ ²⁾
Bævre 1990	Tal prøver <i>No. of samples</i>	102	110	116	63
	Tørrstoff (%) <i>Dry matter (%)</i>	22,5	22,3	21,8	20,9
	pH	3,79d	3,97c	4,12b	4,17b
	<u>I % av fôret/ % of FM</u>				
	Mjølkesyre/ <i>Lactic acid</i>	1,32abc	1,41a	1,19b	1,40ab
	Eddiksyre/ <i>Acetic acid</i>	0,43d	0,52c	0,60b	0,67b
	Smørsyre/ <i>Butyric acid</i>	0,003b	0,07b	0,14a	0,19a
	NH ₃ -N % av total-N <i>NH₃-N % of total-N</i>	4,5c	4,6c	8,4b	11,1a
Nordang 1991	Tal prøver <i>No. of samples</i>	145	141	131	
	Tørrstoff (%) <i>Dry matter (%)</i>	23,4	23,2	22,2	
	pH	3,82a	3,89ab	3,94b	
	<u>I % av fôret/ % of FM</u>				
	Mjølkesyre/ <i>Lactic acid</i>	1,63a	1,79ab	1,91b	
	Eddiksyre/ <i>Acetic acid</i>	0,477a	0,500a	0,493a	
	Smørsyre/ <i>Butyric acid</i>	0,037a	0,042a	0,088b	
	NH ₃ -N % av total-N <i>NH₃-N % of total-N</i>	7,8a	7,2a	9,6b	

¹⁾ Foraform er maursyre pluss ammoniumformiat. ¹⁾ *Foraform is formic acid plus ammonia formiate*

²⁾ Natuferm er ein inokulant og Siloferm+ er ein inokulant tilsett polysakkaridenzym

²⁾ *Natuferm is an inoculant and Siloferm+ is an inoculant combined with polysaccharide enzymes*

Tal som er merkte med ulike bokstavar er signifikant ulike, medan tal med same bokstav ikkje er det
Means labelled with the same letters are not significantly different

I ei gransking gjennomført på 4 av Statens forskingsstasjonar, fann Pestalozzi (1989) svært liten skilnad i gjæringskvalitet i surfôr ensilert med anten inokulant, inokulant/enzym eller maursyre. Det var stor variasjon mellom dei ulike forsøksstadane, men i medel gav alle midla godt surfôr. Det var signifikant høgare innhald av mjølkesyre i det inokulerte surfôret. Pestalozzi (1990b) fann dei same tendensane i eit seinare forsøk der også eit kontroll-ledd utan tilsetjing var med. Gjæringskvaliteten var god i alle ledda. Det inokulerte surfôret hadde høgare innhald av mjølkesyre jamført både maursyre og med kontroll utan tilsetjing. Innhaldet av ammoniakk-N var lågast i maursyresurfôret og høgast i kontroll utan tilsetjing.

Nordang (1991) registrerte større problem med varmgang både ved innlegging, ved prøvetaking og uttak ved bruk av inokulant enn ved bruk av eit maursyremiddel. Både Pestalozzi (1990a) og Gjestang & Sæther (1991) observerte dårlegare aerob stabilitet hos surfôr ensilert med inokulant jamført med maursyre i fôringsforsøk. I eit laboratorieforsøk fann Lindgren et al. (1985b) at ein effektiv inokulant ikkje var i stand til å redusera talet på gjærsoppar, og at han dermed ikkje var i stand til å betra stabiliteten av surfôret når luft kom til. Årsaka til dårleg stabilitet hos inokulert surfôr er truleg lågt innhald av feittsyrer, som t.d. eddiksyre, som kan hindra vekst av gjærsopp (Weissbach et al. 1993).

Produksjon

Det har vore utført få produksjonsforsøk med inokulert surfôr i Noreg, og det er først dei siste 10 åra at det er gjennomført slike forsøk i andre land. Mayne & Steen (1990) og Spoelstra (1991) har stilt saman resultat frå ulike produksjonsforsøk først og fremst frå britiske og irske granskingar. Analysane som desse forfattarane har gjort syner berre ei lita betring av gjæringskvaliteten ved bruk inokulantar jamført med surfôr utan tilsetjing. pH i surfôret var litt lågare og det var lågare innhald av ammoniakk-N og eddiksyre i det inokulerte surfôret. Trass i dette, var resultatet uttrykt både som meltingsgrad av surfôret og som vektauke og mjølkeyting positiv for inokulert surfôr i fleire av granskingane. I medel fann Mayne & Steen (1990) at tilveksten hos slaktedyr var 19% større med inokulert surfôr enn med surfôr utan tilsetjing. Hos mjølkekyr var responsen mindre.

Eg har stilt saman resultat dels frå dei same granskingane som Mayne & Steen (1990) og som Spoelstra (1991) brukte, og dels har eg teke med resultat frå nyare granskingar som har kome til. I dei fleste granskingane er det brukt raigras, som vert rekna for å vera enkelt å ensilera. På den andre sida, er det fleire granskingar som er gjennomførte på materiale med lågt tørrstoffinnhald. Samanstillinga syner stor variasjon mellom granskingane, men i medel har inokulering gitt noko betre gjæra surfôr enn utan tilsetjing, tabell 4 og 5. I forsøk med slaktedyr var det i medel noko større vektauke hos dei som fikk inokulert surfôr, medan det ikkje var nokon effekt av inokulering på mjølkeyting hos mjølkekyr.

140 Bakterieinokulantar ved konservering av gras

Tabell 4. Eigenskapar ved føret og produksjonsresultat frå fôringsforsøk med slaktedyr¹⁾ på surfôr ensilert med inokulant jamført med kontroll utan tilsetjing. Tala er uttrykte som 100(inokulant/kontroll), når ikkje anna er sagt
 Table 4. Forage characteristics and animal performance in trials with growing livestock¹⁾ fed inoculated silages and control silages without additives. The figures are expressed as 100 (inoculated/untreated) unless stated otherwise

Kjelde Source	1	graset ²⁾	Surfôr ²⁾						
	Fresh	crop ²⁾	pH	NH ₃ -N	E. syre A. acid	M. syre L. acid	IV	Fôr. Int.	Vekt LWG
Haigh et al. 1987	161	14	0,10	96	-	96	-	105	105
Rooke et al. 1988	234	56	-0,20*	60*	56*	135*	98	109*	-
Kennedy et al. 1989	154	20	-0,34	82*	58*	170*	101	103	113
	177	23	-0,42	73*	48*	200*	109	97	92
	153	19	0,32*	108*	149*	37*	95	96	49
	174	23	-0,36*	92*	81*	182	113	95	98
Steen et al. 1989	167	18	-0,03	109	83*	110	-	107*	108*
Andrieu et al. 1990	160	11	-0,05	90	120	81	99	100	119*
Kennedy 1990	234	50	0,00	96	90	89	99	95	98
	234	50	0,00	92	79	91	99	96	108
	234	50	0,10	78*	54*	98	98	100	106
Henderson et al. 1990	220	54	-0,06	93	49	93	100	105*	119*
Done 1990	154	16	0,10	92	-	106	-	102	89
Sharp et al. 1990	200	-	-0,26	69*	33*	129*	105*	112*	109*
Weddell 1990	160	54	-0,10	83	-	96	100	114*	139*
Thomas et al. 1991	180	-	-0,10	87	-	-	-	106	118*
	132	-	-0,30	82	-	-	-	105	154*
Medel/Mean			-0,09	87	75	114	101	103	108
Standard avvik Standard deviation			0,20	13	33	43	5	6	23

¹⁾ kastratar, oksar, kviger eller sauer. ¹⁾ steers, bulls, heifers or sheep.

²⁾Tørrstoff (TS) g/kg, Vassløyselige karbohydrat (VK) g/kg, pH uttrykt som pH inokulert surfôr minus pH i maursyresurfôr, ammoniakk-N i prosent av total-N (NH₃-N), Eddiksyre (E. syre), Mjølkesyre (M. syre), In vivo meltingsgrad av organisk stoff (IV), opptak av førtørrstoff (Fôr.), Vektauke i forsøksperioden (Vekt).

²⁾Dry matter (DM) g/kg; Water soluble carbohydrates (WSC) g/kg; pH expressed as pH of treated silage minus pH of control; ammonia (NH₃-N); Acetic acid (A. acid); Lactic acid (L. acid); In vivo digestibility of organic matter (IV); silage dry matter intake (Int.); liveweight gain (LWG).

* Verdiar oppgitt å vera statistisk sikkert ulike dei frå kontrollsurføret.

* Values reported to be significantly different from those of the control treatment.

Tabell 5. Egenskapar ved fôret og produksjonsresultat frå fôringsforsøk med mjølkekyr på surfôr ensilert med inokulant jamført med kontroll utan tilsetjing. Tala er uttrykte som 100(inokulant/kontroll), når ikkje anna er sagt.

Table 5. Forage characteristics and animal performance in trials with dairy cows fed inoculated silages and control silages without additives. The figures are expressed as (inoculated/control) unless stated otherwise.

Kjelde Source	1	graset ¹⁾	Surfôr ¹⁾							
	Fresh	crop ¹⁾	Silage ¹⁾							
	TS	VK	pH	NH ₃ -N	E. syre	M. syre	IV	Fôr.	Mjølkk	P
	DM	WSC			A. acid	L. acid		Int.	Milk	P
Gordon 1989a	153	23	0,01	80*	62*	96	103	109*	107*	101
Gordon 1989b	189	34	-0,14	76*	58*	113	104	105	105*	101
Davies 1990	160	25	-0,20	104	65	119	-	99	101	99
Mayne 1990	156	11	-0,02	80*	76*	90*	103	114*	105	104
Chamberlain et al. 1992	-	-	0,00	91	44	94	-	92	103	101
Martinsson 1992	169	17	-0,10	89	88	106	-	104	100	103
	263	27	0,00	80*	50*	105	104*	107*	103	98
Weddell 1992	173	39	-0,01	68*	-	-	100	101	100	-
Keady & Murphy 1993	149	22	-0,20	80	-	149	-	102	96	102
Mayne 1993	169	29	0,08	71*	43*	85*	96*	105	100	105
	164	17	-0,02	96	70	92	100	103	99	102
Smith et al. 1993	195	40	-0,24*	76*	51*	154*	102*	105	76*	105
Medel/Mean			-0,07	83	61	109	102	104	100	102
Standard avvik Standard deviation			0,10	11	15	23	3	6	8	5

¹⁾ Mjølkeemngd (Mjølkk) og proteininnhald i mjølka (P). Forkortingar elles som i tabell 4.

¹⁾ Milk yield (Milk) and milk protein content (P). Abbreviations otherwise as in Table 4.

* Verdiar oppgitt å vera statistisk ulike dei frå kontrollsurfôret.

* Figures reported to be significantly different from those of the control treatment.

I granskningar der inokulering har vorte jamført med maursyre, har inokulering jamt over gitt dårlegare gjæringskvalitet, tabell 6 og 7. Resultata er varierande, men vurdert ut i frå fôropptak, mjølkeyting og tilvekst, er ikkje skilnaden mellom maursyre og inokulering stor. I medel var mjølkeytinga lik medan tilveksten hos slaktedyrr var noko lågare med inokulert surfôr, men skilnaden er ikkje statistisk sikker.

Granskninga utført av Martinsson (1992) i Nord-Sverige er særleg interessant sedd frå ein norsk ståstad, tabell 5 og 7. I forsøket med fortørka gras fann han større fôropptak og høgare mjølkeyting hos kyr føra med inokulert surfôr enn både med surfôr tilsett maursyre og surfôr utan tilsetjing. Inokulering av direkte hausta gras, derimot, gav ikkje positivt utslag jamført med kontroll utan tilsetjing, tabell 5. Jamvel om gjæringskvaliteten i inokulert surfôr var signifikant dårlegare enn i maursyre surfôr ved direkte hausting, gav ikkje denne skilnaden noko sikkert utslag i mjølkeyting eller på mjølkekvalitet, tabell 7.

142 Bakterieinokulantar ved konservering av gras

Tabell 6. Eigenskapar ved fôret og produksjonsresultat frå fôringsforsøk med slaktedy¹⁾ på surfôr ensilert med inokulant jamført med maursyre. Tala er uttrykte som 100(inokulant/maursyre), når ikkje anna er sagt

Table 6. Forage characteristics and animal performance in trials with growing livestock¹⁾ fed inoculated silages and formic acid treated silages. The figures are expressed as 100(inoculated/formic acid) unless stated otherwise

Kjelde Source	I graset ²⁾ Fresh crop ²⁾		Surfôr ²⁾ Silage ²⁾						
	TS DM	VK WSC	pH	NH ₃ -N	E.syre A. acid	Mj.syre L. acid	IV IV	Fôr. Int.	Vekt LWG
Rooke et al. 1988	234	56	-0,40	157	157	254	100	96	-
Kennedy et al. 1989	156	23	0,02	105	118	121	96	97	110
	178	23	0,06	126	120	111	104	93	87
	150	18	0,62*	161*	315*	59	98	80*	35*
	169	18	0,34*	155*	283*	131*	102	85*	73*
Steen et al. 1989	165	20	0,56*	193*	154*	62*	-	98	102
			0,10	140*	151	136	97	102	109
Kennedy 1990	234	50	0,10	140*	151	136	97	102	109
Henderson et al. 1990	220	54	-0,15	183	54	249	100	94	97
Done 1990	154	16	1,10	550	-	49	-	95	77
Weddell 1990	160	54	-0,20	130	-	226	101	108*	118
Gjestang & Sæther 1990	147	17	0,53	223	295	74	-	88*	89*
Pestalozzi 1990a	159	25	0,00	-	75	153	-	101	112
	178	44	-0,10	-	38	171	-	86	83
	178	44	-	-	-	-	-	96	95
Thomas et al. 1991	132	-	1,00	236	-	-	-	91	106
Gjestang & Sæther 1991	175	24	-0,11*	69*	50*	158*	-	98	108*
	150	10	0,06	126	133	125	-	-	-
Medel/Mean			0,21	182	150	139	100	94	93
Standard avvik Standard deviation			0,43	115	66	66	3	7	21

¹⁾ kastratar, oksar, kviger eller sauer. ¹⁾ steers, bulls, heifers or sheep.

²⁾ Forkortingar som i tabell 4. ²⁾ Abbreviations as in Table 4.

* Verdiar oppgitt til å vera statistisk ulike dei frå maursyresurfôr.

* Figures reported to be significantly different from those of the formic acid treatment.

Tabell 7. Eigenskapar ved fôret og produksjonsresultat frå fôringsforsøk med mjølkekyr på surfôr ensilert med inokulant jamført med maursyre. Tala er uttrykte som 100(inokulant/maursyre), når ikkje anna er sagt.

Table 7. Forage characteristics and animal performance in trials with dairy cows fed inoculated silages and formic acid treated silages. The figures are expressed as 100(inoculated/formic acid) unless stated otherwise.

Kjelde Source	I Fresh	graset ¹⁾ crop ¹⁾	Surfôr ¹⁾ Silage ¹⁾							
	TS DM	VK WSC	pH	NH ₃ -N	E. syre A. acid	M. syre L. acid	IV IV	Fôr. Int.	Mjølkk Milk	P P
Gordon 1989a	154	25	-0,05	102	69*	117*	105*	111*	111*	99
Gordon 1989b	186	34	-0,07	102	110	137*	106*	103	109*	98
Mayne 1990	157	13	0,18	124*	110*	125*	100	104*	110*	98
Chamberlain et al. 1992	-	-	0,00	167	120	219	-	92	102	97
Martinsson 1992	171	18	0,20	173*	211*	136	-	95	99	102
	268	26	0,10	107	77	139*	103*	105	104*	98
Weddell 1992	173	39	0,87*	116	-	-	97	95	101	-
Haigh et al. 1993	155	18	0,44*	213*	166*	85	-	98	107	94*
Heikkilä et al. 1993	-	-	-0,13	112	86	174	100	83	94	99
Keady & Murphy 1993	149	22	0,30	185	-	131	-	91	96	97
Mayne 1993	169	28	0,09*	95	55*	112	100	94	102	101
	163	19	0,08	123*	107	127	100	99	100	99
Smith et al. 1993	195	41	0,02	147*	104	169	100	81	76*	104
Medel/Mean			0,16	136	111	139	101	96	101	99
Standard avvik Standard deviation			0,27	38	45	35	3	9	9	3

¹⁾ Mjølkekemngd (Mjølkk) og proteininnhald i mjølka (P). Forkortingar elles som i tabell 4.

¹⁾ Milk yield (Milk) and milk protein content (P). Abbreviations otherwise as in Table 4.

* Verdiar oppgitt å vera statistisk ulike dei frå maursyre surfôr.

* Figures reported to be significantly different from those of the formic acid treatment.

Gjestang & Sæther (1990, 1991) jamførte surfôr lagt med maursyre og med ein inokulant i fôringsforsøk med oksar, tabell 6. I det første forsøket fekk dei dårlegare gjæringskvalitet med inokulant og statistisk sikkert mindre fôropptak og tilvekst hos oksane. I det andre forsøket var resultatet omsnudd, og det inokulerte surfôret gav best resultat både med omsyn til gjæringskvalitet og tilvekst. Pestalozzi (1990a) gjorde ei liknade jamføring mellom ein inokulant og maursyre ("Foraform"), tabell 6. Han fann ikkje nokon sikker

skilnad i fôropptak og tilvekst hos kastratar i surfôr frå 2. slått. Det inokulerte surfôret frå 1. slått gav derimot noko dårlegare resultat både hos kastratar og hos kalvar.

Ei finsk gransking jamførte eit maursyrebasert tilsetjingsmiddel og eit kombinert middel av inokulant og enzym bruka på 25 mjølkeproduksjonsbruk (Rauramaa et al. 1993). Det inokulerte surfôret hadde gått igjennom ei sterkare gjæring og hadde såleis høgare innhald av mjølke- og eddiksyre og meir produkt frå nedbryting av protein. Det var òg eit høgare innhald av sopp i det inokulerte surfôret, men talet på clostridie-sporar var mindre. I denne granskninga fann dei derimot ikkje nokon skilnad i fôropptak og mjølkeyting.

Resultata frå fôringsforsøk der inokulantar har vorte jamførte med kontroll utan tilsetjing og/eller med maursyre er svært varierende. Det er ikkje råd å peika på ein enkeltfaktor som forklarar variasjonen. Resultata speglar heller av kor komplisert prosessen surfôrgjæring er, og at det er svært mange faktorar som spelar saman, og som vil kunna verka på sluttresultatet. Til dømes er forsøka utførte med ulike typar inokulantar, som kan ha ulike kvalitetar. Vidare er det brukt ulikt grasmateriale og forsøka er utførte under ulike vêrtilhøve. Variasjonen i resultata viser at det er viktig å definera under kva for tilhøve inokulering gir godt resultat. Høgt innhaldt av VK i graset vert rekna for å vera eit krav for å få vellukka surfôrgjæring ved bruk av inokulantar. Både Spoelstra (1991) og Mayne & Steen (1990) finn ikkje nokon klar samanheng mellom gjæringskvalitet og innhald av VK. Dei dreg såleis slutninga at det å kjenna innhaldet av VK i graset er til avgrensa nytte i å seia føreåt om verknaden av inokulering på kvaliteten. Det er vidare dårleg samanheng mellom tradisjonelle kriterium for å verdsetja surfôr og resultat oppnådde i fôringsforsøk med inokulert surfôr. Enda i tilfelle der det har vore lite eller inga betring i gjæringskvalitet, har inokulert surfôr gitt betre produksjonsresultat (Steen et al. 1989, Thomas et al. 1991). Spoelstra (1991) meiner at det er den første fasen i ensileringsprosessen og effektane av tilsetjingsmidla i denne fasen som treng nærmare gransking for å finna korleis inokulantar verkar på fôropptak og produksjon.

BRUK AV SUKKER, ENZYM ELLER SALT SAMAN MED INOKULANT

Sukker eller sukkerrikt materiale, t.d. melasse, har lenge vore bruka som ensileringsmiddel. Fleire granskingar har òg synt at bruk av ei sukkerrik kjelde saman med ein inokulant har betra verknaden av inokulanten ved å stimulera veksten av MSB (Ohyama et al. 1975, Lindgren et al. 1983, Lundén Pettersson & Lindgren 1990, Harrison et al. 1993).

I seinare tid har bruken av enzym som frigjer gjærbare karbohydrat frå celleveggene i plantene vorte teke i bruk ved ensilering (Selmer-Olsen 1994). Fleire komersielle inokulantar inneheld også slike polysakkarid-enzym. Selmer-Olsen (1994) fann i ein serie med laboratorieforsøk at inokulering saman med enzym gav betre gjæringsresultat enn inokulant aleine, særleg i grasmateriale med lågt sukkerinnhald. Liknande resultat har Florin (1993) fått i Sverige, men effekten var positiv men svak når innhaldet av VK var lågt. Kombinasjons-midla av inokulant og enzym har også gitt god gjæringskvalitet i testinga på Hellerud, sjå tabell 2.

Salt av maursyre, t.d. natriumformiat, saman med inokulant har gitt mindre smørsyregjæring og såleis betra den anaerobe stabiliteten av surfôr jamført med inokulering aleine (Weissbach et al. 1991). Inokulert surfôr er ofte lite stabilt etter at siloen er opna.

Natriumformiat brukt saman med inokulant har også betra den aerobe stabiliteten jamført med inokulering aleine (Kalzendorf & Weissbach 1993).

PRESSAFT

Tilsetjing av maursyre fører til at plasmamembranen i mesofyllceller krympar og vert øydelagd (Winters et al. 1987). Det fører til rask frigjering av plantesaft frå cellene, og safta vert tilgjengeleg for mikroorganismane. I tillegg vil siloen pakka seg betre, men avrenning av pressaft frå siloen vert større. Ved naturleg gjæra surfôr, og i inokulert surfôr, vil syrene som etter kvart vert produserte øydeleggja plasmamembranen på same vis som maursyre. Sidan produksjon av mjølkesyre treng litt tid for å koma i gang, vil frigjeringa av plantesaft gå noko seinare.

Pestalozzi (1990a) og Weddell (1993) fann i sin tur at total pressaftavrenning frå maursyresurfôr var om lag 35% og 30% større enn frå inokulert surfôr. Avrenninga er sterkast dei første dagane etter innlegging. Weddell (1993) fann at i den inokulerte siloen hadde 39% av safta runne av etter 5 dagar medan 54% av saftmengda hadde runne av maursyresiloen på same tid. I løpet av dei 4 første dagane i eit forsøk på Jæren, rant det av 2-3 gonger så mykje pressaft frå maursyre siloen som frå den inokulerte siloen (Pestalozzi 1990a). Gjestang & Sæther (1991) fann ikkje så stor skilnad i avrenning som Weddell og Pestalozzi, men totalt fekk dei 6% større avrenning frå surfôr tilsatt eit maursyremiddel ("Foraform") jamført med inokulert surfôr. Skilnaden mellom dei to midla utvikla seg dei 2-3 første dagane etter fylling og tilsetjing av midla.

Både Gjestang & Sæther (1991) og Weddell (1993) fann at pressafta frå maursyresiloen hadde høgare innhald av sukker enn safta frå den inokulerte. Dette skuldast for ein stor del at gjæringa i maursyresurfôret kjem seinare i gang. På den andre sida er det høgare innhald av mjølkesyre i pressafta frå inokulert surfôr. Weddell (1993) fann i sitt forsøk at totalt tørrstofftap med pressaft var 8,6% frå maursyresurfôret og 6,8% frå det inokulerte surfôret. Tilsvarande tal i frå forsøket på Jæren var 13,3% for maursyresurfôret og 9,6% for det inokulerte (Pestalozzi 1990a).

Bruk av ein inokulant framfor eit maursyremiddel kan såleis gi mindre avrenning og mindre tap av næringsemne gjennom pressafta. Maursyre på si side har ein føremøn ved at siloen pakkar seg raskare (Pestalozzi 1990a, Gjestang & Sæther 1991), noko som gjer at lufta blir snøggare utestengd, og det vert lettare å fylla siloen på stutt tid.

OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

Inokulering ved konservering av gras har gitt svært varierende resultat. Det er såleis vanskeleg å trekkja ein generell konklusjon. Granskingar som har jamført inokulert surfôr med surfôr utan tilsetjing viser at inokulering jamt over berre i liten grad har betra den endelege gjæringskvaliteten. Resultat frå fôringsforsøk syner likevel ofte eit betre resultat med inokulering enn utan tilsetjing. Inokulering har oftast gitt dårlegare gjæringskvalitet jamført med bruk av maursyre. Men også her har inokulert surfôr vore på høgde med maursyresurfôr vurdert ut frå produksjonsresultat. Det er grunn til å stilla seg spørjande til

om analysemetodane som i dag vert bruka til å vurdere gjæringskvaliteten gir godt nok bilde av kvaliteten av inokulert surfôr.

I gras med høgt sukkerinnhald og der ein har fått rask fortørking av graset, har inokulering oftast betra gjæringskvaliteten og vore på høgde med maursyre. Inokulering brukt saman med polysakkaridenzym, som bryt ned celleveggstoff i planter, har gitt betre resultat enn inokulering aleine.

I norske granskingar har ein òg fått varierende resultat med bruk av inokulant. Inokulant har gitt dårlegare gjæringskvalitet enn maursyre, og det har ofte vore registrert dårleg aerob stabilitet av inokulert surfôr. Det er oppnådd gode resultat med inokulantar tilsett enzym. Det er dessverre få norske granskingar der inokulert surfôr har vorte vurdert gjennom føringsforsøk. Det er vanskelegare å ensilera gras ved naturleg gjæring i Noreg jamført med land på kontinentet og i Storbritania, og mange har derfor stilt seg tvilande til om inokulering med mjølkesyrebakteriar kan ha noko for seg. Både norske og utanlandske granskingar viser likevel at det let seg gjera å konservera gras med inokulant under vanskelege tilhøve med godt resultat. For å sikra seg eit godt resultat, bør graset fortørkast eller inokulanten bør brukast i kombinasjon med eit polysakkaridenzym. Det er òg grunn til å tru at det er mogleg å velja ut betre stammar av mjølkesyrebakteriar enn det ein til no har klart.

ETTERORD

Artikkelen er skriven som ei seminaroppgåve i støttefaget husdyrnæring for doktorgraden. Eg vil takka Ingvar Selmer-Olsen for faglege råd og Arne Oddvar Skjelvåg for retting av språket.

LITTERATUR

Andrieu, J.P., C. Demarquilly & J. Rouel 1990. Conservation et valeur alimentaire des ensilages directs de prairies naturelles. Comparaisons de trois types de conservateurs. *Production Animales* 3: 67-73.

Beck, T. 1972. Die quantitative und qualitative Zusammensetzung der Milchsäurebakterienpopulation im Gärfutter. *Landwirtschaftliche Forschung* 27: 55-63.

Beck, T. 1978. The microbiology of silage fermentation. s. 61-115 i M.E. McCullough (red.). *Fermentation of Silage - A Review*. National Feed Ingredients Assoc. IOWA, USA.

B F J 1993. Jordbrukets total regnskap 1991 og 1992. Jordbrukets totalbudsjett 1993. Totale inntekter, kostnader og total arbeidsinntekt i jordbruket. Budsjettnemda for Jordbruket.

Bolsen, K.K. 1993. The basic principles of silage - with emphasis on fermentation and additives. s. 51-58 i Proceedings of the Symposium on Feed Conservation. Pohorelice 27 - 29 September 1993.

Broch-Due, M. 1990. Surförgjæringas mikrobiologi og effekt av inokulanter. Temadag ensilering, NLH 15. februar 1990. Informasjon fra SFFL, nr.12, s. 33-38.

Broch-Due, M. & T. Nesbakken 1991. An inoculant (Natuferm) effective in low dry matter grass. s. 324-327 i G. Pahlow & H. Honing (red.). Forage Conservation Towards 2000. Proceedings of the European Conference. Braunschweig, January 1991.

Bævre, L. 1990. Gjæringskvaliteten av surfôr ensilert med ulike tilsetningsmidler. Husdyr-forsøksmøtet 1990. Aktuelt fra SFFL nr 4, s. 62-66.

Chamberlain, D.G., P.A. Martin, S. Robertson & E.A. Hunter 1992. Effects of the type of additive and the type of supplement on the utilization of grass silage for milk production in dairy cows. Grass and Forage Science 47: 391-399.

Davies, O.D. 1990. The effect of silage additives on the efficiency of milk production from conserved grass. s. 74-75 i the Proceedings of the 9th Silage Conference 1990. Faculty of Agriculture, University of Newcastle upon Tyne.

Done, D.L. 1986. Silage inoculants - a review of experimental work. Research and Development in Agriculture 3: 83-87.

Done, D.L. 1990. The effect of an inoculant additive containing clostridiaphages on grass of low ensiling potential. s. 98-99 i Proceedings of the 9th Silage Conference 1990. Faculty of Agriculture, University of Newcastle upon Tyne.

Florin, A.-K. 1993. Influence of bacterial- and enzyme additives on silage fermentation. s. 91-92 i P. O'Kieley, M. O'Connell & J. Murphy (red.). Silage Research 1993. Proceedings of the 10th International Conference on Silage Research. Dublin 6-8 September 1993.

Gjestang, K.-E. & T. Sæther 1990. Forsøk med surfôr ensilert med Natuferm og Maursyre. Det kgl. selskap for Norges vel. Hellerud. Rapport nr. 4. 11 s.

Gjestang, K.-E. & T. Sæther 1991. Forsøk med surfôr ensilert med Natuferm og Foraform. Det kgl. selskap for Norges vel. Hellerud. Rapport nr. 8. 17 s.

Gordon, F.J. 1989a. An evaluation through lactating cattle of a bacterial inoculant as an additive for grass silage. Grass and Forage Science 44: 169-179.

Gordon, F.J. 1989b. A further study on the evaluation through lactating cattle of a bacterial inoculant as an additive for grass silage. Grass and Forage Science 44: 353-357.

Gundersen, A. & I.F. Nes 1993. Characterization of the flora of lactic acid bacteria in ensiled plant material. s. 190-192 i G. Pahlow & H. Honing (red.). *Forage Conservation Towards 2000*. Proceedings of the European Conference. Braunschweig, January 1991.

Haigh, P.M. 1990. Effect of herbage water-soluble carbohydrate content and weather conditions at ensilage on fermentation of grass silages made on commercial farms. *Grass and Forage Science* 45: 263-271.

Haigh, P.M., M. Appleton & S.F. Clench 1987. Effect of commercial inoculant and formic acid +/- formalin silage additives on silage fermentation and intake on liveweight change of young cattle. *Grass and Forage Science* 42: 405-410.

Haigh, P.M., S. Minney, T.C. Willoughby & R.J. Wilkins 1993. Comparison of an inoculant treated grass silage and formic acid treated silage fed to Friesian dairy cows. s. 176-177 i P. O'Kieley, M. O'Connell & J. Murphy (red.). *Silage Research 1993*. Proceedings of the 10th International Conference on Silage Research. Dublin 6-8 September 1993.

Harrison, J.H., K.A. Loney, W.P. Kautz & R. Weber 1993. Effect of type of additive and length of storage on the fermentation profile of high moisture grass silage. s. 30-31 i P. O'Kieley, M. O'Connell & J. Murphy (red.). *Silage Research 1993*. Proceedings of the 10th International Conference on Silage Research. Dublin 6-8 September 1993.

Heikkilä, T., H. Väätäinen & V. Toivonen 1993. Effects of acid and biological additives on grass silage quality and milk production in dairy cows supplemented with concentrates containing three levels of rapeseed meal. s. 190-191 i P. O'Kieley, M. O'Connell & J. Murphy (red.). *Silage Research 1993*. Proceedings of the 10th International Conference on Silage Research. Dublin 6-8 September 1993.

Henderson, A.R. & P. McDonald 1984. The effect of a range of commercial inoculants on the biological changes during the ensilage of grass in laboratory studies. *Research and Development in Agriculture* 1: 171-176.

Henderson, A.R., D.H. Anderson, N.A. Scott & E.A. Hunter 1990. A comparison of the nutritive value of silages treated with either a bacterial inoculant/enzyme or a high level of formic acid. s. 70-71 i *Proceedings of the 9th Silage Conference 1990*. Faculty of Agriculture, University of Newcastle upon Tyne.

Henderson, N. 1991. Biochemistry in forage conservation. s. 37-47 i G. Pahlow & H. Honing (red.). *Forage Conservation Towards 2000*. Proceedings of the European Conference. Braunschweig, January 1991.

Henderson, N. 1993. Silage additives. *Animal Feed Science and Technology* 45: 35-56.

Heron, S.J.E., N. Henderson & M. Cunningham 1987. The effects of inoculation with enterobacteria and proteolytic clostridia on ensiling sterile and non-sterile ryegrass. s. 5-6 i Proceedings of the 8th Silage Conference. Hurley, UK, September 1987. AFRC Institute for Grassland and Animal Production, Hurley.

Hole, J.R. & A.K. Pedersen 1986. Bufferkapasitet i grasarter frå ulike distrikt i Norge. Husdyrforsøksmøtet 1986. Aktuelt fra SFFL, nr 5: 13-17.

Kalzendorf, Ch. & F. Weissbach 1993. Studies of a combined application of inoculants and sodium formate. s. 89-90 i P. O'Kieley, M. O'Connell & J. Murphy (red.). Silage Research 1993. Proceedings of the 10th International Conference on Silage Research. Dublin 6-8 September 1993.

Keady, T.W.J. & J.J. Murphy 1993. A comparative evaluation through lactating dairy cows of silage made with a bacterial inoculant and formic acid from difficult-to-ensile herbage. s. 226-227 i P. O'Kieley, M. O'Connell & J. Murphy (red.). Silage Research 1993. Proceedings of the 10th International Conference on Silage Research. Dublin 6-8 September 1993.

Kennedy, S.J. 1990. An evaluation of three bacterial inoculants and formic acid as additives for first harvest grass. Grass and Forage Science 45: 281-288.

Kennedy, S.J., H.I. Gracey, E.F. Unsworth, R.W.J. Steen & R. Anderson 1989. Evaluation studies in the development of a commercial inoculant as an additive for grass silage 2. Responses in finishing cattle. Grass and Forage Science 44: 371-380.

Lindgren, S. & G. Clevström 1978. Antibacterial activity of lactic acid bacteria 2. Activity in vegetable silages, Indonesian fermented foods and starter cultures. Swedish Journal of Agricultural Research 8: 67-73.

Lindgren, S., P.K. Lingvall, A. Kaspersson, A. de Kartzow & E. Rydberg 1983. Effect of inoculants, grain, and formic acid on silage fermentation. Swedish Journal of Agricultural Research 13: 91-100.

Lindgren, S., K. Pettersson, A. Jonsson, P. Lingvall & A. Kaspersson 1985a. Silage inoculation. Selected strains, temperature, wilting and practical application. Swedish Journal of Agricultural Research 15: 9-18.

Lindgren, S., K. Pettersson, A. Kaspersson, A. Jonsson & P. Lingvall 1985b. Microbial dynamic during aerobic deterioration of silages. Journal of the Science of Food and Agriculture 36: 765-774.

Lindgren, S.E., L.T. Axelsson & R.F. McFeeters 1990. Anaerobic L-lactate degradation by *Lactobacillus plantarum*. FEMS Microbiology Letters 66: 209-214.

Lundén Pettersson, K. & S. Lindgren 1990. The influence of the carbohydrate fraction and additives on silage quality. *Grass and Forage Science* 45: 223-233.

Martinsson, K. 1992. A study of the efficacy of a bacterial inoculant and formic acid as additives for grass silage in terms of milk production. *Grass and Forage Science* 47: 189-198.

Mayne, C.S. 1990. An evaluation of an inoculant of *Lactobacillus plantarum* as an additive for grass silage for dairy cattle. *Animal Production* 51: 1-13.

Mayne, C.S. 1993. The effect of formic acid and a bacterial inoculant on silage fermentation and the food intake and milk production of lactating dairy cows. *Animal Production* 56: 29-42.

Maine, C.S. & R.W.J. Steen 1990. Recent research on Silage additives for milk and beef production. 63rd Annual Report 1989-1990, Agricultural Research Institute of Northern Ireland, s. 31-42.

McDonald, P., A.R. Henderson & S.J.E. Heron 1991. *The Biochemistry of Silage*. Second edition. Chalcombe Publications, Marlow, UK. 340 s.

Mo, M. & E. Fyrileiv 1979. Methods of estimating ensiling losses. *Acta Agriculturae Scandinavica* 29: 49-64.

Moran, J.P., P. O'Kiely, R.K. Wilson & M.B. Crombie-Quilty 1991. Lactic acid bacteria levels on grass grown for silage in Ireland. s. 283-286 i G. Pahlow & H. Honing (red.). *Forage Conservation Towards 2000*. Proceedings of the European Conference. Braunschweig, January 1991.

Muck, R.E. 1988. Factors influencing silage quality and their implications for management. *Journal of Dairy Science* 71: 2992-3002.

Muck, R.E. 1993. The role of silage additives in making high quality silage. Proceedings of the National Silage Production Conference, NREAS-67. Itacha, New York. Referert av Bolsen (1993).

Müller, Th., M. Müller & W. Seyfarth 1993. Lactic acid bacteria on grass as influenced by prewilting and possible effects on the ensiling process. s. 12-13 i P. O'Kieley, M. O'Connell & J. Murphy (red.). *Silage Research 1993*. Proceedings of the 10th International Conference on Silage Research. Dublin 6-8 september 1993.

Nes, I.F. 1992. Bioteknologi som hjelpemiddel i fôrkonserveringsforskninga - med spesiell vekt på mjølkesyrebakterier. s. 44-47 i O. Herstad, N.P. Kjos & F. Sundstøl (red.). *Konservering av rått korn og grovfôr*. Proceedings fra seminar 10.11.1992. Institutt for husdyrfag, Norges landbrukshøgskole.

NML/Norske Meierier 1992. Årsmelding 1992. Organisasjonsavdelingen NML/Norske Meierier. 167 s.

Nordang, L.Ø. 1991. Surförundersøkelsen 1989-90. SFFL - FAGINFO, nr. 6: 44 s.

Ohyama, Y., T. Morichi & S. Masaki 1975. The effect of inoculation with *Lactobacillus plantarum* and addition of glucose at ensiling on quality of aerated silages. Journal of the Science of Food and Agriculture 26: 1001-1008.

O'Kiely, P., V. Flynn & R. Wilson 1986. Predicting the Requirement for Silage Preservative. Farm and Food Research 17(2): 42-44.

Pahlow, G. 1990. Microbiology of inoculants, crops and silages. Small scale silage experiments. s. 45-59 i S. Lindgren & K.L. Pettersson 1990 (red.). Proceedings of the Eurobac Conference. Uppsala, August 1986. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

Pahlow, G. 1991. Role of microflora in forage conservation. s. 26-36 i G. Pahlow & H. Honing (red.). Forage Conservation Towards 2000, Proceedings of the European Conference. Braunschweig, January 1991.

Pestalozzi, M. 1989. Ensileringsforsøk med mjølkesyrepreparater. Særheim forskingsstasjon. Særtrykk nr. 73.

Pestalozzi, M. 1990a. Natuferm eller foraform som konserveringsmiddel ved ensilering. Rapport om forsøk ved Særheim forskingsstasjon 1989/90. 4 s.

Pestalozzi, M. 1990b. Sammenlikning av ulike ensileringsmidler i småsiloer. Særheim forskingsstasjon. Særtrykk nr. 79.

Pettersson, K. 1988. Ensiling of forages. Diss. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 179. s. 1-46.

Pitt, R.E. & R.Y. Leibensperger 1987. The effectiveness of silage inoculants: A systems approach. Agricultural Systems 25: 27-49.

Rauramaa, A., J. Setälä, T. Moisio, S. Sivelä, T. Heikkilä & M. Lampila 1987. The effect of inoculants and cellulase on the fermentation and microbiological composition of grass silage. II Microbiological changes in the silages. Journal of Agricultural Sciences in Finland 59: 371-277.

Rauramaa, A., H. Miettinen, A. Tommila & J. Setälä 1993. Effect of type of additive on the quality of grass silage and animal performance on practical dairy farms. s. 188-189 i P. O'Kieley, M. O'Connell & J. Murphy (red.). Silage Research 1993. Proceedings of the 10th International Conference on Silage Research. Dublin 6-8 September 1993.

Rooke, J.A., F.M. Maya, J.A. Arnold & D.G. Armstrong 1988. The chemical composition and nutritive value of grass silages prepared with no additive or with the application of additives containing either *Lactobacillus plantarum* or formic acid. *Grass and Forage Science* 43: 87-95.

Satter, L.D., J.A. Woodford & B.A. Jones 1987. Effect of bacterial inoculants on silage quality and animal performance. s. 21-22 i *Proceedings of the 8th Silage Conference*. Hurley, UK, September 1987. AFRC Institute for Grassland and Animal Production, Hurley.

Saue, O. 1986. Mjølkesyrebakteriepreparater som tilsetningsmiddel ved ensilering av engvekster. *Husdyrforsøksmøtet 1986. Aktuelt fra SFFL*, nr 5: 19-23.

Saue, O. & K. Breirem 1969. Formic acid as a silage additive. s.161-172 i *Proceedings of the 3rd General Meeting of the European Grassland Federation*. Braunschweig.

Saue, O. & M. Mo 1984. Foraform som ensileringsmiddel. *Husdyrforsøksmøtet 1984. Aktuelt fra SFFL*, nr. 3: 74-78.

Seale, D.R. 1986. Bacterial inoculants as silage additives. *Journal of Applied Bacteriology Symposium Supplement* 9S-26S.

Seale, D.R., C.M. Quinn, P.A. Whittaker & R.K. Wilson 1982. Microbiological and chemical changes during the ensilage of long, chopped and minced grass. *Irish Journal of Agricultural Research* 21: 147-158.

Selmer-Olsen, I. 1994. Enzymes as silage additive for grass-clover mixtures. Akseptert for publisering i *Grass and Forage Science*.

Seyfarth, W., M. Müller, D. Lier & J. Steller 1993. Fermentation of fructan by epiphytic lactic acid bacteria. s. 78-79 i P. O'Kieley, M. O'Connell & J. Murphy (red.). *Silage Research 1993. Proceedings of the 10th International Conference on Silage Research*. Dublin 6-8 September 1993.

Sharp, R., P.G. Hooper & D.G. Armstrong 1990. An investigation into the efficacy of an inoculant of lactic acid bacteria as a silage additive. s. 48-49 i *Proceedings of the 9th Silage Conference 1990*. Faculty of Agriculture, University of Newcastle upon Tyne.

Smith, E.J., A.R. Henderson, J.D. Oldham, D.A. Whitaker, K. Aitchison, D.H. Anderson & J.M. Kelly 1993. The influence of an inoculant/enzyme preparation as an additive for grass silage offered in combination with three levels of concentrate supplementation on performance of lactating dairy cows. *Animal Production* 56: 301-310.

Spoelstra, S.F. 1991. Chemical and biological additives in forage conservation. S. 48-70 i G. Pahlow & H. Honing (red.). Forage Conservation towards 2000. Proceedings of the European Conference, Braunschweig, January 1991.

Statens tilsynsinstitusjoner i landbruket 1984-1990. Testing av ensileringsmidler ved konserveringshuset, Hellerud. Statens tilsynsinstitusjoner i landbruket, fôrvaretilsynet. Testingsmelding nr. 1-7.

Steen, R.W.J., E.F. Unsworth, H.I. Gracey, S.J. Kennedy, R. Anderson & D.J. Kilpatrick. 1989. Evaluation studies in the development of a commercial inoculant as an additive for grass silage 3. Responses in growing cattle and interaction with protein supplementation. *Grass and Forage Science* 44: 381-390.

Thomas, C., R. Dewhurst & R. Laird 1991. The efficacy of a biological silage additive for beef production. s. 414-415 i G. Pahlow & H. Honing (red.). Forage Conservation Towards 2000. Proceedings of the European Conference. Braunschweig, January 1991.

Tomes, N., J. Kleinmans & B. Ruser 1993. Optimization of inoculation level of silage inoculant. s. 15 i P. O'Kieley, M. O'Connell & J. Murphy (red.). Silage Research 1993. Proceedings of the 10th International Conference on Silage Research. Dublin 6-8 September 1993.

Ulvesli, O. & K. Breirem 1960. Forsøk over ensileringsmetoder. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole 39(16): 75 s.

Waldo, D.R., J.E. Keys, L.W. Smith Jr & C.H. Gordon 1971. Effect of formic acid on recovery, intake, digestibility, and growth from unwilted silage. *Journal of Dairy Science* 54: 77-84.

Weddell, J.R. 1990. A comparison of a bacterial inoculant and formic acid as silage additives for beef cattle. s. 118-119 i Proceedings of the 9th Silage Conference 1990. Faculty of Agriculture, University of Newcastle upon Tyne.

Weddell, J.R. 1992. The effects of a bacterial inoculant and formic acid on silage fermentation and the performance of lactating dairy cows. s. 648-650 i Proceedings of the 14th General Meeting of the European Grassland Federation. Lahti, Finland 8-11 June 1992.

Weddell, J.R. 1993. The effects of silage additive application to herbage on volume and composition of silage effluent. s. 81-83 i Proceedings of the Symposium on Feed Conservation. Pohorelice 27-29 September 1993.

Weissbach, F. 1993. Current challenges and options to improve silage quality. s. 111-125 i Proceedings of the Symposium on Feed Conservation. Pohorelice 27-29 September 1993.

154 *Bakterieinokulenter ved konservering av gras*

Weissbach, F., C. Kalzendorf, B. Reuter & M. Kwella 1991. Control of silage fermentation by combined application of inoculants and chemical agents. s. 273-286 i G. Pahlow & H. Honing (red.). Forage Conservation Towards 2000. Proceedings of the European Conference. Braunschweig, January 1991.

Weissbach, F., H. Honing & E. Kaiser 1993. The effect of nitrate on the silage fermentation. s. 122-123 i P. O'Kieley, M. O'Connell & J. Murphy (red.). Silage Research 1993. Proceedings of the 10th International Conference on Silage Research. Dublin 6-8 September 1993.

Whittenbury, R. 1961. An investigation of the lactic acid bacteria. PhD. Thesis. University of Edinburgh. Referert av McDonald et al. 1991.

Wieringa, G. & T. Beck 1964. Untersuchungen über die Verwendung von Milchsäurebakterienkulturen bei der Gärfutterbereitung in Kleinbehältern. *Das Wirtschaftseigene Futter* 10: 34-54.

Wilkinson, J.M., P.F. Chapman, R.J. Wilkins & R.F. Wilson 1981. Interrelationships between pattern of fermentation during ensiling and initial crop composition. s. 631-634 i P.F. Smith & V.W. Hays (red.). Proceedings of the 14th International Grassland Congress. Lexington, Kentucky.

Winters, A.L., P.A. Whittaker & R.K. Wilson 1987. Microscopic and chemical changes during the first 22 days in Italian ryegrass and cocksfoot silages made in laboratory silos. *Grass and Forage Science* 42: 191-196.

Zimmer, E. 1990. Evaluation of fermentation parameters from the silage experiments. s. 19-44 i S. Lindgren & K.L. Pettersson 1990 (red.). Proceedings of the Eurobac Conference. Uppsala, August 1986. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

Forsøk med ulike såtider 1985-89

Trials with different sowing dates 1985-89

EGIL EKEBERG

Statens forskingsstasjoner i landbruk, Apelsvoll forskingsstasjon, avd. Kise, Nes Hedmark, Norge

The Norwegian State Agricultural Research Stations, Apelsvoll Research Station, Division Kise, Nes Hedmark, Norway

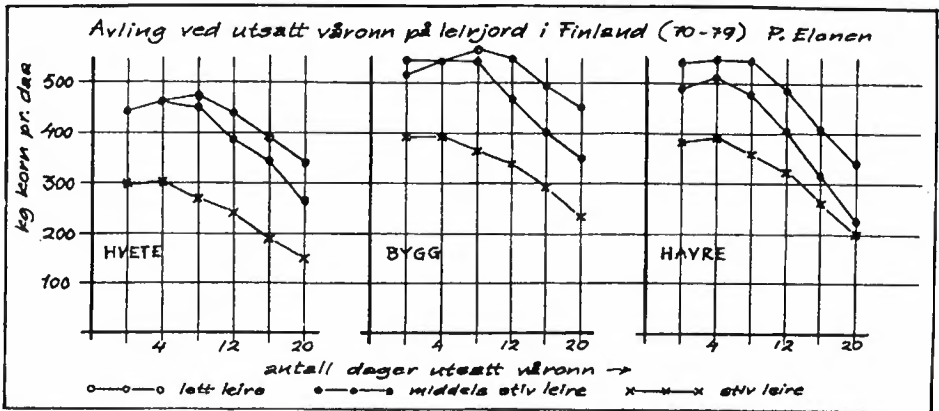
Ekeberg, E. 1994. Trials with different sowing dates 1985-89. Norsk landbruksforskning 8: 155-175. ISSN 0801-5333.

Barley, oats, wheat, spring turnip rape and peas were sown on four different dates at weekly intervals between late April and late May in a five-year trial which included two fertilizer levels and two irrigation regimes, on a moderately drought-prone loam. Considerable variation was found between years in the effect of postponed sowing on yield and on all of the crop quality parameters measured. The average decline in yield of the cereal crops was 21 kg grain per hectare per day's postponement of sowing. The response of spring turnip rape to sowing date was very inconsistent, whereas pea yields were often highest following late or intermediate sowing. Protein concentrations increased with postponed sowing, and were negatively correlated with precipitation and positively correlated with temperatures in May and June. Nutrient uptakes (NPK) were unaffected by time of sowing. Falling number in wheat increased with postponed sowing. Seed-bed rolling of moist, warm soil in one case resulted in a 30% reduction in yield and quality.

Key words: Barley, oat, oil seed, pea, planting dates, quality, wheat, yield.

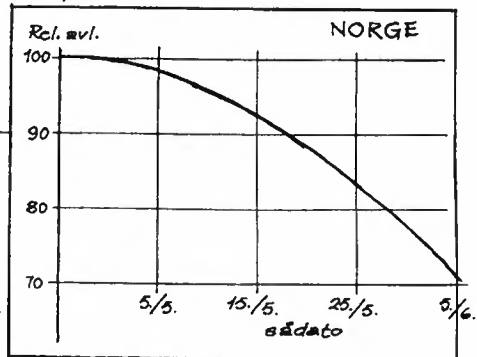
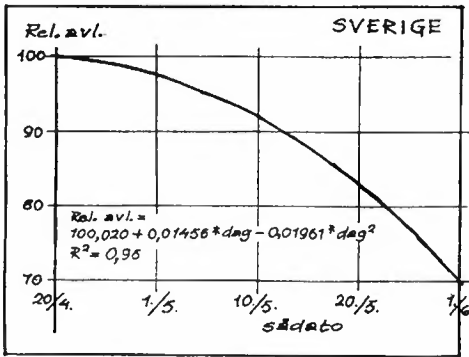
Egil Ekeberg, Apelsvoll Research Station, Division Kise, N-2350 Nes Hedmark, Norway

I Norge er veksttidens lengde en begrensende faktor for dyrking av enkelte arter og sorter. Av den grunn er dyrkerne påpasselige med å gjøre våronna så tidlig som mulig og å velge arter og sorter som gir årvisse avlinger av godkjent kvalitet. I tidligere forsøk er det påvist at avlinga kan bli størst med best utnyttelse av tilført nitrogengjødsel ved tidlig våronn for korn (Lyngstad 1973, Stabbetorp 1980), potet (Rønsen et. al. 1979, Ekeberg 1972) og rot- og grønnfôrvekster (Ekeberg 1974) men at avlinga blir lite påvirket tidlig i våronna i en normal vår (Riley 1985, Ekeberg 1987, Ekeberg 1990). I Finland (Elonen 1987) og i Sverige (Mattson 1990) har forsøk vist at optimal såtid varierer med årene og er avhengig av jordarten og veksttidens lengde (Fig. 1). I middel av mange forsøk er det påvist liten virkning på avlinga ved noen dagers utsettelse tidlig om våren men med gradvis økende avlingsnedgang senere. Nyere svenske forsøk med spesialsåmaskiner har vist at i enkelte tilfelle har meget tidlig såing gitt størst avling (Arvidsson 1992; Arvidsson et al. 1994).



Best: — ikke for tidlig,
 — ikke for sent,
 — og ikke for mange
 kjøringar

↑ Finske forsøksresultater fra 1970-åra viser at avlinga blir størst ved såing noen dager etter første «lagtige» sådag.
 Resultat av såtidforsøk med bygg i Sør- og Mellom-Sverige (pers. med.). Avlingskurven er i samsvar med den norske modellkurven. Beregnet av statskonsulent Robert Mattsson.
 Resultatet av norske såtidforsøk 1964-86. Avlingskurven følger en ligning, $avling = 100 - ab - ab^2$ hvor a er en avlingsreduksjonskoeffisient og b antall dager fra første «lagtige» sådag til såing. I kurven over er $a = 0,017$.



Figur 1. Faksimile fra Norsk Landbruk nr. 6, 1990 (Ekeberg 1990). Figuren viser resultater av såtidforsøk i Finland, Sverige og Norge

Figure. 1. Facsimile of "Norsk landbruk" nr. 6, 1990 (Ekeberg 1990). The figure shows results of trials with different sowing dates in Finland, Sweden and Norway

Denne meldinga behandlar resultatene av et såtidforsøk på Kise i årene 1985 til 1989.

MATERIALE OG METODER

Feltet ble anlagt på et opplendt skifte for å kunne starte våronna tidligst mulig. Jorda var lettleire med 45 % sand, 41 % silt og 14 % leir. Matjordlaget hadde 3,1 % organisk materiale, pH var 5,3, P-AL 5,7 og K-AL 22,7.

Forsøket ble anlagt faktorielt:
Factorial experimental design:

To vanningsledd - uten og med vanning etter behov

Two irrigation treatments - non-irrigated and irrigated when necessary

To gjødselmengder - 8 og 12 kg N pr. dekar i fullgj. 21-4-10

Two fertilizer treatments - 80 and 120 kg N/ha in compound NPK fertilizer

Fire såtider med 1 ukes mellomrom

Four sowing dates at weekly intervals

Fem vekstslag - Gunilla bygg, Bodil erter, Runar hvete, Mustang havre og Bele rybs, med samme vekstrekkefølge i omløpet.

Five crops - barley, peas, wheat, oats and spring turnip rape, rotated in that order

Feltet hadde to gjentak og gikk i 5 år.

Two replicates over five trial years

Rutestørrelsen var 3,5 m X 8 m. Feltet ble gjødslet med Tume gjødselharv og sådd med Øyjord's forsøkssåmaskin for tohjulstraktor. Feltet ble sprøytet mot ugras men ikke mot sykdommer og skadedyr. Vannet ble påført med spesialvogner - 3,2 m brede og 6 m lange - med nedadrettede dyser og med gardiner rundt. Feltet ble høstet ved gulmodning med Agria slåmaskin for to-hjulstraktor. Loa ble tørket i striematter og tresket på et forsøksstreskeverk.

Avlinga ble analysert for nitrogen, fosfor og kalium på eget laboratorium og hektolitervekt, tusenkornvekt og falltall på SFL Apelsvoll.

Det var lite nedbør i 1986 og 1989 og relativt mye i 1985, 1987 og 1988. 1987 var det eneste året med nedbøroverskudd i mai og juni. Årene 1985 og 1988 hadde nedbøroverskudd i juli, mens samtlige år hadde mer nedbør enn fordampning i august.

Temperaturen var over "normalen" for Kise i 1988 og 1989. Året 1988 var altså både varmt og fuktig i vekstmånedene. Middelsestemperaturen for vekstmånedene i forsøksperioden var 12,1 grader i luft og 12,3 grader i 10 cm dybde på målestasjonen.

Første sådato varierte fra 17. april til 8. mai de ulike år, og siste sådato fra 16. til 29. mai (Tabell 1). Jordtemperaturen sådagen på målestasjonen var høyest i 1985 og lavest i 1988. De andre årene varierte den relativt lite.

I 1986 ble vanninnholdet i matjordlaget målt sådagen. Innholdet i vektprosent de fire sådager var henholdsvis: 15,8, 16,4, 16,0 og 16,9.

Tabell 1. Sådato og temperatur i grader Celsius i 10 cm dybde målt sådatoen på målestasjonen "Kise på Hedmark", 100 m fra forsøksfeltet

Table 1. Sowing dates (Dato) and soil temperature (Temp.) measured at a depth of 10 cm on the same dates at met. station "Kise på Hedmark", located 100 m from the trial

		Såtid Sowing times			
		1.	2.	3.	4.
1985	Dato	8.5.	15.5.	22.5.	29.5.
	Temp.	6,3	8,6	10,7	12,7
1986	Dato	2.5.	9.5.	15.5.	23.5.
	Temp.	4,3	8,2	7,3	8,6
1987	Dato	28.4.	5.5.	20.5.	26.5.
	Temp.	4,8	6,5	7,3	10,1
1988	Dato	28.4.	6.5.	13.5.	20.5.
	Temp.	1,8	5,9	8,2	7,4
1989	Dato	17.4.	2.5.	9.5.	16.5.
	Temp.	5,3	5,6	7,8	9,0
Middel	Dato	29.4.	7.5.	16.5.	23.5.
Mean	Temp.	4,5	7,0	8,3	9,6

RESULTATER OG DISKUSJON

Avling av korn og frø

I 1985 ble det, ved et uhell, tromlet i for fuktig jord etter 3. såtid, 22. mai. Tromlinga ble utført 24. mai. Det hadde da falt 14 mm nedbør siden sådagen og jorda var varm, 11,7°C både i 5 og 10 cm dybde og 8,7 grader i 50 cm dybde på målestasjonen denne dagen. Både spiringa og veksten utover sommeren bar preg av dårlige vekstvilkår og avlinga ble sterkt redusert (tabell 2). Dette er et eksempel på at kjøring i for fuktig jord etter at varmen har kommet i jorda kan være uheldig. En regner med at jordorganismene konkurrerte med kulturplantene om surstoffet i jordlufta. Det ble ikke observert traktorspor i åkeren slik at hovedårsaken sannsynligvis var trykket av trommelen i dette tilfellet.

Middeltallene (tabell 2) for de ulike vekster er korrigert for uhellet ved 3. såtid 1985. For bygg gikk avlinga ned 2,7 kg pr. dekar og dag fra 1. til 2. såtid og 3,9 kg fra 2. til 3. såtid, mens den gikk litt opp ved siste såtid. Tilsvarende nedgang for havre var 0,6 kg, 0,6 kg og 5,6 kg, og for hvete 0,6 kg og 4,3 kg mens avlinga gikk litt opp ved siste såtid. Rybs hadde størst avling de to første såtidene og gradvis nedgang de to siste, mens såtida hadde liten betydning for avlinga hos erter.

Det var samspill mellom såtider og år for alle vekster. I 1988 f.eks. ble det størst avling av bygg og havre etter siste såtid, 20. mai, mens det året før ble størst avling etter 1. såtid 28. april for de samme vekster. I middel for alle såtider og år ble det størst

kjerneavling av havre, deretter fulgte hvete, bygg, erter og rybs. Middelavlingene i kg pr. dekar var henholdsvis: 544, 399, 385, 300 og 121.

Tabell 2. Avling av kjerne ved ulike såtider, kg pr. dekar med 15 % vann, middel for to gjødselmengder. (Middeltallene er korrigert for såuhellet 3. såtid 1985)

Table 2. Grain or seed yields for different sowing dates (kg/decare at 15% moisture) averaged over two fertilizer levels (the mean data corrected)

		Såtid Sowing times				
		1.	2.	3.	4.	Samspill
Bygg	1985	359	369	<u>240</u>	336	
Barley	1986	287	302	245	221	
	1987	470	445	322	318	p < 0,01
	1988	420	344	453	529	
	1989 uv	485	455	345	379	
	v	610	557	491	542	
Middel mean		417	393	358	373	
Havre	1985	564	548	<u>309</u>	409	
Oats	1986	426	396	411	407	
	1987	717	668	575	469	p < 0,001
	1988	610	576	653	658	
	1989 uv	398	475	540	515	
	v	567	698	725	704	
Middel mean		560	555	550	511	
Hvete	1985	361	423	<u>299</u>	344	
Wheat	1986	273	319	294	308	
	1987	502	509	435	390	p < 0,01
	1988	502	351	355	365	
	1989 uv	426	470	353	322	
	v	585	545	543	490	
Middel mean		429	422	360	363	
Rybs	1985	137	124	<u>114</u>	125	
Spring	1986	128	121	106	75	
turnip	1987	64	76	61	63	p < 0,001
rape	1988	178	159	120	43	
	1989 uv	113	151	137	163	
	v	217	239	200	197	
Middel mean		134	135	116	97	
Erter	1985	261	234	<u>164</u>	283	
Peas	1986	257	274	277	216	
	1987	282	253	225	240	p < 0,01
	1988	239	283	363	260	
	1989 uv	318	303	352	375	
	v	523	503	582	643	
Middel mean		292	289	318	302	

uv = uvannet unirrigated v = vannet irrigated

Samspill = Såtid x år

Interaction = Sowing times x years

Vanning i 1989 ga følgende avlingsøkning i kg pr. dekar: bygg 137, havre 192, hvete 148, rybs 72 og erter 226. Såtida hadde ingen betydning for avlingsøkningen for vanning dette året.

I tørkeårene 1986 og 1989 var det stort sett liten virkning av sterkeste gjødsling der det ikke var vannet (Tabell 3). I de andre årene, som var fuktigere, var utslaget større. Størst utslag ble det etter vanning i 1989. Det var ikke påviselig samspill mellom såtid og gjødsling i dette forsøket.

Tabell 3. Avlingsøkning, kg kjerne pr. dekar, for største gjødselmengde, 12 kg N pr. dekar, sammenlignet med minste mengde, 8 kg N pr. dekar

Table 3. Yield increases (kg grain/seed per decare) following fertilization with 120 kg N per hectare compared to 80 kg N per hectare

	Bygg <i>Barley</i>	Havre <i>Oats</i>	Hvete <i>Wheat</i>	Rybs <i>Spring turnip rape</i>	Erter <i>Peas</i>	Middel Mean
1985	20	43	24	18	21	25
1986	1	18	33	-1	9	12
1987	34	21	22	-3	10	17
1988	39	42	10	7	51	30
1989 uv	6	18	-13	18	18	9
v	52	68	42	41	73	55
Middel Mean	25	33	21	16	27	24

uv = uvannet *unirrigated* v = vannet *irrigated*

Halmavling

Høstemetoden i dette forsøket fikk med seg hele halmavlinga ca. 5 cm over bakken. Det var små avlinger i tørkeåret 1986. Tromlingen etter 3. såtid i 1985 ga stor avlingsnedgang for erter men noe mindre nedgang for de andre vekstene.

For 160 parobservasjoner var det god korrelasjon mellom kjerneavling og halmavling for bygg ($r=0,81$, $P<0,001$), hvete ($r=0,79$, $P<0,001$) og erter ($r=0,77$, $P<0,001$), mens den var dårligere for havre ($r=0,31$, $P<0,001$) og rybs ($r=0,24$, $P<0,01$). For rybs er årsaken dryssing under høsting, mens den for havre er ukjent.

Tabell 4 viser halmavlinga for årene 1985 til 1989. Første såtid ga størst avling for bygg, hvete, rybs og erter, mens havre hadde størst avling ved siste såtid. Rybs hadde størst halmavling, deretter fulgte havre, hvete, erter og bygg. Avlinga var henholdsvis, 551, 495, 451, 395 og 329 kg pr. dekar.

Det var samspill mellom såtid og år for alle vekster unntatt bygg. Samspillet viser at optimal såtid varierte mellom årene.

Vanning i 1989 ga følgende økning i dekaravling i middel for alle såtider: bygg 110 kg, havre 114 kg, hvete 162 kg, rybs 205 kg og erter 260 kg.

Største gjødselmengde, 12 kg N pr. dekar i fullgjødning, ga i middel 45 kg mer halm pr. dekar enn 8 kg N. Som vist før ble kornavlinga 24 kg større. Det visuelle bilde av kornåkeren ved sterkeste gjødsling er derfor noe bedre enn den målte økningen i kjerneutbytte.

Tabell 4. Halmavling ved ulike såtider, kg pr. dekar med 15 % vann, middel for to gjødselmengder
 Table 4. Yields of straw or haulm for different sowing dates (kg/decare at 15% moisture) averaged over two fertilizer levels

		Såtid Sowing times				Samspill
		1.	2.	3.	4.	
Bygg	1985	320	340	319	332	ns
Barley	1986	218	212	155	179	
	1987	379	306	323	307	
	1988	436	393	378	442	
	1989 uv	407	407	312	338	
	v	508	485	449	463	
Middel mean		366	339	315	300	
Havre	1985	465	498	733	881	p < 0,001
Oats	1986	255	279	295	343	
	1987	620	524	478	557	
	1988	525	404	548	598	
	1989 uv	490	422	376	427	
	v	613	508	473	578	
Middel mean		483	434	487	576	
Hvete	1985	455	483	428	590	p < 0,001
Wheat	1986	277	286	281	285	
	1987	664	573	518	499	
	1988	420	342	407	401	
	1989 uv	438	483	400	353	
	v	620	560	585	556	
Middel mean		469	441	447	446	
Rybs	1985	497	465	573	722	p < 0,001
Spring	1986	389	366	366	306	
turnip	1987	930	685	508	588	
rape	1988	623	511	458	423	
	1989 uv	459	497	611	609	
	v	683	728	818	767	
Middel mean		602	528	528	545	
Erter	1985	597	446	254	430	p < 0,001
Peas	1986	231	228	178	157	
	1987	314	246	238	200	
	1988	446	492	489	392	
	1989 uv	467	429	460	526	
	v	628	667	781	804	
Middel mean		427	392	393	369	

uv = uvannet *unirrigated* v = vannet *irrigated*

Samspill = Såtid x år

Interaction = sowing times x years

Kjerneprosent

I disse forsøkene, hvor hele avlinga ble høstet, er det mulig å vurdere andelen av korn/frø i forhold til hele avlinga.

Kjerneprosenten var høyest for havre, hvete og rybs ved 2. såtid med gradvis nedgang de to siste såtider (tabell 5). For bygg var kjerneprosenten noe ujevne men med størst tallverdi ved 2. såtid. Hos erter ble kjerneprosenten gradvis høyere ved utsatt såtid.

Tabell 5. Kjerneprosent ved ulike såtider, middel for to gjødselmengder og 5 år

Table 5. Grain percentage (of total yield) for different sowing dates, averaged over two fertilizer levels and five years

	Sådato Sowing dates				LSD _{5%}	Sign.
	29.4.	7.5.	16.5.	23.5.		
Bygg <i>Barley</i>	53,8	54,3	52,1	52,9	2,4	ns
Havre <i>Oats</i>	54,3	56,4	51,5	47,8	1,3	p < 0,001
Hvete <i>Wheat</i>	46,8	49,3	46,7	45,5	1,4	p < 0,001
Rybs <i>Spring turnip rape</i>	19,3	20,6	17,7	15,0	1,9	p < 0,001
Erter <i>Peas</i>	41,4	43,7	46,8	47,3	2,0	p < 0,001

Tromleuhellet tredje såtid i 1985 ga følgende kjerneprosent: bygg 40,7, havre 29,6, hvete 41,2, rybs 16,9 og erter 39,2. Alle vekster fikk nedsatt kjerneprosent, men den var mest markert for havre.

For bygg og havre var kjerneprosenten størst ved minste gjødselmengde (tabell 6). Årsaken var at største gjødselmengde ga større meravling av halm enn av korn. De andre vekstene hadde også størst prosenttall ved minste gjødselmengde uten at differansene var signifikante.

Tabell 6. Kjerneprosent ved to gjødselmengder, middel for 5 år

Table 6. Grain percentage (of total yield) averaged over five years

	N8	N12	LSD _{5%}	Sign.
Bygg <i>Barley</i>	54,2	52,3	1,7	p < 0,05
Havre <i>Oats</i>	53,2	51,7	0,9	p < 0,05
Hvete <i>Wheat</i>	47,2	46,9	1,0	ns
Rybs <i>Spring turnip rape</i>	18,4	17,9	1,4	ns
Erter <i>Peas</i>	44,9	44,7	1,4	ns

N8 = 8 kg N pr. dekar i fullgjødning 21-4-10

N8 = 8 kg/decare N in compound fertilizer (NPK)

Tusenkorvekt

I middel for disse 5 årene hadde bygg og hvete høyest tusenkorvekt ved 2. såtid, med gradvis nedgang de to siste såtider (tabell 7). For havre var det lavest tusenkorvekt ved første såtid, mens det ikke var forskjell de tre siste såtider. Ertene hadde størst tusenkorvekt ved første såtid, ved siste såtid var den betydelig mindre.

Tabell 7. Tusenkornvekt ved ulike såtider, gram, middel for to gjødselmengder og 5 år

Table 7. Thousand-kernel weight of grain (g) for different sowing dates, averaged over two fertilizer levels and five years

	Sådato Sowing dates				LSD _{5%}	Sign.
	29.4.	7.5.	16.5.	23.5.		
Bygg Barley	41,2	42,4	41,0	40,8	1,2	p < 0,05
Havre Oats	36,5	38,1	37,6	38,3	1,6	p < 0,01
Hvete Wheat	39,5	40,9	40,0	38,5	1,1	p < 0,01
Erter Peas	298	297	291	277	6,4	p < 0,01

Ulik gjødsling påvirket ikke tusenkornvekten i dette forsøket.

Hektolitervekt

Bygg hadde gradvis nedgang i hektolitervekt ved utsatt såtid mens det var omvendt for havre (tabell 8). Hvete hadde størst hektolitervekt ved 2. såtid mens det ikke kunne registreres forskjell mellom de tre andre såtider. Ulik gjødsling påvirket ikke hektolitervekta hos noen av vekstene i dette forsøket.

Tabell 8. Hektolitervekt ved ulike såtider, kilo, middel for to gjødselmengder og 5 år

Table 8. Bulk volume weight of grain (kg/100 l), averaged over two fertilizer levels and five years

	Sådato Sowing dates				LSD _{5%}	Sign.
	29.4.	7.5.	16.5.	23.5.		
Bygg Barley	71,4	71,3	69,9	69,8	0,6	p < 0,001
Havre Oats	54,0	54,9	54,9	55,6	0,8	p < 0,05
Hvete Wheat	79,5	80,8	79,7	80,1	0,7	p < 0,01

Falltall i hvete

Falltallet bør være over 200. I 1985, 1987 og 1989 hadde falltallet tilfredsstillende nivå, mens det var for lavt de to andre årene, unntatt siste såtid i 1986 (tabell 9). I tre av årene ble det målt høyest falltall ved siste såtid, de to resterende årene ved nest siste såtid. Ulik gjødsling påvirket ikke falltallet i noen av årene. Vanning i 1989 påvirket heller ikke falltallet. Tromlingsuhellet tredje såtid i 1985 førte til lavt falltall dette året.

Tabell 9. Falltall i hvete ved ulike såtider, sekunder, middel for to gjødselmengder

Table 9. Falling number of wheat (sec) for different sowing dates, averaged over two fertilizer levels

	Sådato Sowing dates				LSD _{5%}	Sign.
	29.4.	7.5.	16.5.	23.5.		
1985	267	266	215	297	51	p < 0,01
1986	159	152	164	226	64	p < 0,01
1987	274	247	324	244	54	p < 0,01
1988	62	82	122	102	26	p < 0,01
1989	260	255	267	286	46	ns

Nitrogen i plantene

Protein er beregnet på følgende måte: Kjellidal-N i prosent av tørrstoffet multiplisert med 6,25 for bygg, havre, rybs og erter (Eggum 1966) og med 5,7 for hvete (Frogner, pers. medd.). Det var store årsvariasjoner i dette forsøket (tabell 10). I bygg varierte innholdet fra 10,4 til 17,2, i havre fra 8,8 til 16,6, i hvete fra 10,7 til 17,9, i rybs fra 19,2 til 28,3 og i erter fra 18,0 til 24,2. Middeltallene for de ulike vekster var henholdsvis: 14,7, 13,3, 15,0, 23,0 og 21,2.

Tabell 10. Protein i kjerne ved ulike såtider, prosent av tørrstoffet, middel for to gjødselmengder
 Table 10. Grain or seed protein concentration (percentage of DM) for different sowing dates, averaged over two fertilizer levels

		Sådato Sowing dates				Samspill
		29.4.	7.5.	16.5.	23.5.	
Bygg <i>Barley</i>	1985	12,9	13,7	15,8	14,4	p<0,001
	1986	14,3	15,3	15,9	15,6	
	1987	10,4	11,8	11,9	14,5	
	1988	17,8	16,2	17,2	16,7	
	1989 uv	14,8	15,6	16,9	16,7	
	v	12,8	14,1	14,6	14,0	
Middel Mean	1986-89	14,1	14,5	15,2	15,5	
Havre <i>Oats</i>	1985	11,4	11,9	16,6	15,4	p<0,001
	1986	13,6	14,4	14,1	14,2	
	1987	8,8	10,1	10,5	11,5	
	1988	16,2	14,3	14,4	13,5	
	1989 uv	14,1	14,3	15,1	14,6	
	v	13,3	13,0	13,4	13,7	
Middel Mean	1986-89	13,1	13,1	13,3	13,3	
Hvete <i>Wheat</i>	1985	13,7	13,9	16,7	14,3	p<0,001
	1986	15,4	15,0	15,2	14,9	
	1987	10,7	11,6	12,1	12,8	
	1988	18,6	17,3	17,9	17,9	
	1989 uv	14,3	15,4	17,7	17,7	
	v	12,9	14,9	15,6	14,1	
Middel Mean	1986-89	14,6	14,8	15,5	15,4	
Rybs <i>Spring turnip rape</i>	1985	21,4	21,8	23,8	22,9	p<0,001
	1986	21,7	22,9	22,9	23,2	
	1987	19,2	19,3	20,6	21,5	
	1988	25,8	23,1	24,4	24,8	
	1989 uv	23,9	24,7	28,3	28,1	
	v	20,8	22,5	26,0	25,5	
Middel Mean	1986-89	22,3	22,2	23,8	24,1	
Erter <i>Peas</i>	1985	20,9	20,8	22,6	21,8	p<0,001
	1986	18,0	18,7	18,9	20,1	
	1987	21,8	21,5	19,2	20,2	
	1988	24,2	21,3	21,4	22,5	
	1989 uv	21,9	23,6	23,9	22,8	
	v	20,8	22,2	22,9	22,1	
Middel Mean	1986-89	21,2	21,0	21,1	21,4	

uv = uvannet unirrigated v = vannet irrigated

Samspill = Såtid x år

Interaction = Sowing times x years

Avlingas størrelse påvirket ikke proteininnholdet nevneverdig i de tre kornartene i dette forsøket. Bare ved andre såtid, i middel 7. mai, kunne det påvises sammenheng ($r = -0,64$, $P < 0,05$, $n = 15$). Her gikk proteininnholdet, som ventet, ned ved økende avling.

Temperatur og nedbør hadde imidlertid avgjørende virkning på proteininnholdet i de tre kornarter. Det var følgende sammenheng mellom disse to klimaparametrene i de fire første vekstmåneder i femårsperioden: mai $r = -0,83$ (ns), juni ($r = -0,90$ ($P < 0,05$), juli $r = 0,85$ (ns) og august $r = 0,63$ (ns). I mai og juni gikk temperaturen ned ved økende nedbør, i juli og august var det omvendt.

Korrelasjonsberegningene viser at proteininnholdet økte med økende temperatur i alle fire måneder ved alle såtider (tabell 11). Mai- og junitemperaturen hadde størst virkning. Nedbøren i mai og juni påvirket proteininnholdet idet økende nedbør ga minkende proteininnhold. Juli- og august nedbøren hadde stort sett motsatt virkning uten at denne var signifikant.

Tabell 11. Korrelasjonskoeffisientene mellom proteinprosenten i tre kornarter ved ulike såtider i 5 år og månedsmålinger av lufttemperatur og nedbør ($n = 15$)

Table 11. Correlation coefficients between protein concentration in three cereals for different sowing dates and monthly data for air temperature and rainfall ($n = 15$)

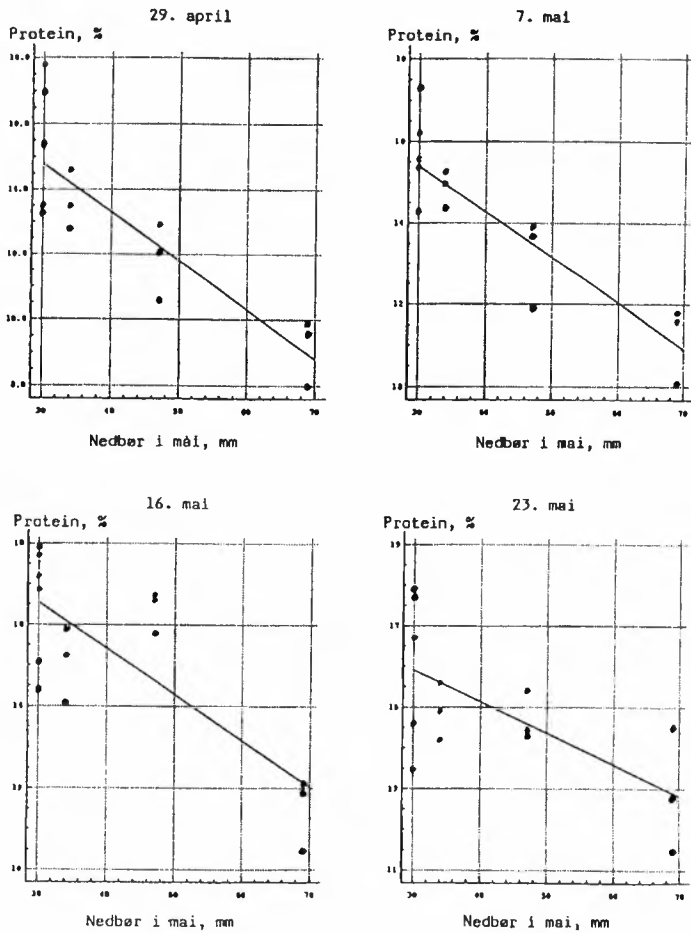
		Sådato Sowing dates			
		29.4.	7.5.	16.5.	23.5.
Protein:Temperatur	Mai	0,56*	0,64*	0,76**	0,65**
Protein:Temperature	Jun	0,93***	0,83**	0,74**	0,57*
	Jul	0,71**	0,53*	0,32	0,29
	Aug	0,64*	0,49	0,69**	0,53
Protein:Nedbør	Mai	-0,87***	-0,89***	-0,81**	-0,68**
Protein:Precipitation	Jun	-0,81**	-0,80**	-0,83**	-0,61*
	Jul	0,56	0,34	0,47	0,33
	Aug	-0,12	-0,21	0,28	0,17

* = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$

Sammenhengen mellom proteinkonsentrasjonen i tørrstoffet hos de tre kornartene og mai-nedbøren er vist, for de fire såtider, i figur 2.

Protein (P), % av tørrstoffet:

1. såtid $P = 20,11 - 0,15 \times \text{nedbør i mai}$ ($R=0,72$, $F=36,4$, $SD=1,40$)
2. såtid $P = 18,77 - 0,11 \times \text{nedbør i mai}$ ($R=0,76$, $F=46,7$, $SD=0,95$)
3. såtid $P = 19,95 - 0,11 \times \text{nedbør i mai}$ ($R=0,56$, $F=20,0$, $SD=1,50$)
4. såtid $P = 18,20 - 0,08 \times \text{nedbør i mai}$ ($R=0,41$, $F=10,7$, $SD=1,35$)



Figur 2. Sammenhengen mellom proteininnholdet i bygg, havre og hvete og nedbøren i mai ved fire ulike såtider i 5 år

Figure 2. The relationship between protein concentration in barley, oats and wheat and the amount of rainfall (Nedbør i mai, mm) in May, for four sowing dates over five years

Økende mainerbør gav gradvis nedgang i proteininnholdet i disse forsøkene. Sammenhengen var best ved de to første såtider. Ved 30 mm nedbør i mai ville proteininnholdet i middel for bygg, havre og hvete variert mellom 15,5 % og 16,7 % ved de ulike såtider. Ved 70 mm mainerbør derimot ville proteininnholdet ved de fire såtider bli henholdsvis 9,6 %, 11,1 % 12,3 % og 12,6 %, altså gradvis økning ved utsatt såtid.

Alle vekster gav, som ventet, høyest proteininnhold ved største nitrogenmengde (tabell 12). Det var ikke samspill mellom såtid og gjødsling i dette forsøket.

Tabell 12. Protein i kjerne, prosent av tørrstoffet, ved minste gjødselmengde og utslaget ved største gjødselmengde, middel for 5 år
Table 12. Protein concentration in grain or seed (percentage of DM) at the lower fertilizer level (N8) and the increases at the higher level (N12), averaged over five years

	N8	N12	
Bygg <i>Barley</i>	14,2	+1,0	P<0,01
Havre <i>Oats</i>	13,0	+0,6	ns
Hvete <i>Wheat</i>	14,3	+0,9	P<0,01
Rybs <i>Spring turnip rape</i>	22,6	+0,8	P<0,05
Erter <i>Peas</i>	21,0	+0,4	ns

N8 = 8 kg N pr. dekar i fullgjødelse

N8 = 8 kg/decare N in compound fertilizer

Vanning senket proteininnholdet i alle arter, men minst i havre og erter (tabell 13). I 1989 var det sammenheng mellom avlingas størrelse og proteininnholdet for 32 observasjoner i bygg ($r = -0,61$, $P < 0,01$), havre ($r = -0,37$, $P < 0,05$) og hvete ($r = -0,65$, $P < 0,01$), mens det ikke var signifikant sammenheng i rybs ($r = -0,33$) og erter ($r = -0,16$).

Tabell 13. Protein i kjerne, prosent av tørrstoffet, uten vanning og utslaget for vanning i 1989

Table 13. Protein concentrations in grain or seed (percentage of DM) without irrigation in 1989, and the declines following irrigation

	uv.	v.	
Bygg <i>Barley</i>	16,0	-2,2	p<0,05
Havre <i>Oats</i>	14,5	-1,1	ns
Hvete <i>Wheat</i>	16,4	-2,0	p<0,01
Rybs <i>Spring turnip rape</i>	26,3	-2,6	p<0,05
Erter <i>Peas</i>	23,0	-1,0	p<0,05

uv. = uvannet v. = vannet etter behov

uv. = unirrigated v. = irrigated

Nitrogenprosenten i halmtørrstoffet er vist i tabell 14. I 1988 var halmen hos både bygg, havre og hvete nitrogenrik, det samme som kjernen. Alle vekster hadde størst N-konsentrasjon i halmtørrstoffet de to siste såtider. Det var sammenheng mellom nitrogen i kjerne og halm for 160 parobservasjoner i bygg ($r = 0,81$, $P < 0,001$), havre ($r = 0,75$, $P < 0,001$), hvete ($r = 0,76$, $P < 0,001$), rybs ($r = 0,42$, $P < 0,001$) og erter ($r = 0,52$, $P < 0,001$).

Tabell 14. Nitrogen i halm ved ulike såtider, prosent av tørrstoffet, middel for to gjødselmengder
 Table 14. Nitrogen concentration in straw (percentage of DM) for different sowing dates, averaged over two fertilizer levels

		Såtid Sowing times				Middel	Samspill
		1.	2.	3	4.		
Bygg	1985	0,61	0,70	1,02	0,82	0,79	p<0,001
Barley	1986	0,69	0,74	0,92	1,11	0,86	
	1987	0,36	0,44	0,50	0,64	0,49	
	1988	1,31	1,03	1,14	1,06	1,13	
	1989	0,55	0,64	0,72	0,70	0,65	
Middel Mean		0,70	0,71	0,86	0,86	0,79	
Havre	1985	0,31	0,48	0,88	0,67	0,58	p<0,001
Oats	1986	0,53	0,69	0,79	0,67	0,67	
	1987	0,21	0,26	0,33	0,41	0,30	
	1988	1,16	0,74	0,77	0,67	0,83	
	1989	0,54	0,70	0,74	0,73	0,68	
Middel Mean		0,55	0,57	0,70	0,63	0,62	
Hvete	1985	0,50	0,51	1,09	0,88	0,75	p<0,001
Wheat	1986	0,51	0,50	0,59	0,66	0,57	
	1987	0,38	0,43	0,39	0,53	0,43	
	1988	1,34	0,99	1,11	0,89	1,08	
	1989	0,44	0,47	0,61	0,59	0,53	
Middel Mean		0,63	0,58	0,76	0,71	0,67	
Rybs	1985	0,83	0,95	1,04	0,93	0,94	p<0,001
Spring	1986	0,75	0,89	0,98	0,98	0,90	
turnip	1987	0,50	0,44	0,57	0,69	0,55	
rape	1988	1,24	0,66	0,82	0,68	0,85	
	1989	0,43	0,54	0,61	0,68	0,57	
Middel Mean		0,75	0,70	0,80	0,79	0,76	
Erter	1985	1,40	1,58	1,71	1,64	1,58	p<0,001
Peas	1986	0,63	0,67	0,69	0,71	0,68	
	1987	0,88	0,88	1,15	1,39	0,93	
	1988	1,76	1,15	1,15	1,39	1,36	
	1989	0,71	0,83	1,12	1,01	0,92	
Middel Mean		1,08	1,02	1,12	1,15	1,10	

Samspill = såtid x år

Interaction = Sowing times x years

Opptatt nitrogen i overjordiske plantedeler er vist i tabell 15. Såtida hadde relativt liten virkning på opptaket i plantene selv om det kunne registreres forskjeller. Både bygg, havre og erter hadde størst tall ved siste såtid mens det var omvendt for rybs. Erter og havre inneholdt mest nitrogen og rybs minst i middel for forsøksserien.

Tabell 15. Nitrogen i kjerne og halm ved ulike såtider, kg pr. dekar, middel for to gjødselmengder og 5 år
 Table 15. Plant nitrogen uptake (kg per decare) for different sowing dates, averaged over two fertilizer levels and five years

		Sådato Sowing dates				Sign.
		29.4.	7.5.	16.5.	23.5.	
Bygg Barley	korn grain	7,76	7,58	6,98	7,73	p < 0,05
	halm straw	2,20	2,09	2,24	2,38	ns
Havre Oats	korn grain	9,51	9,53	9,58	9,47	ns
	halm straw	2,22	1,99	2,90	3,03	p < 0,001
Hvete Wheat	korn grain	8,47	9,08	8,48	8,14	p < 0,01
	halm straw	2,41	2,08	2,67	2,70	p < 0,001
Rybs Spring turnip rape	frø	4,11	4,11	3,75	3,21	p < 0,001
	halm straw	3,70	2,92	3,46	3,59	p < 0,01
Erter Peas	korn grain	8,41	8,32	8,68	8,90	ns
	ris	4,13	3,55	3,49	3,82	p < 0,05
	straw					

Det var størst nitrogenopptak i plantene ved sterkeste gjødsling, (tabell 16). Mengdene som ble tatt opp ved største i forhold til minste gjødselmengde varierte mellom 35 og 45 prosent av mergjødslinga.

I middel for alle år og alle arter inneholdt plantenes overjordiske deler 9,68 kg N pr. dekar ved minste gjødselmengde, det vil si 21 % mer enn tilført i gjødsel. Ved største gjødselmengde var opptaket 11,26 kg pr. dekar, tilsvarende 94 % av tilført. Av de siste 4 kg N-gjødsel utnyttet plantene bare 40 %.

Vanning i 1989 økte avlinga med 41 % i middel for alle vekster mens meropptaket av nitrogen i avlinga var 25 %.

Fosfor

Alle vekster hadde økende fosforkonsentrasjon i tørrstoffet ved utsatt såing både i kjerne og halm, (tabell 17), selv om det var noe ujevn konsentrasjonsøkning. Det var sammenheng mellom innholdet i kjerne og halm for 160 parobservasjoner i bygg ($r=0,57$, $P<0,001$), havre ($r=0,39$, $P<0,001$) og hvete ($r=0,52$, $P<0,001$), mens det ikke var sammenheng hos rybs ($r=0,16$) og erter ($r=0,03$).

Det var små og tilfeldige variasjoner i opptatt fosfor i plantene ved ulik såtid i middel for forsøksperioden (tabell 18). Det var imidlertid stor variasjon mellom årene; bygg fra 1,1 kg pr. dekar til 2,3 kg, havre 1,8 til 3,4 kg, hvete 1,3 til 2,2 kg, rybs 1,4 til 2,4 kg og erter 1,2 til 2,4 kg.

Tabell 16. Nitrogen i plantene, kg pr. dekar, ved minste gjødselmengde og økningen ved største gjødselmengde, middel for 5 år

Table 16. Plant nitrogen (kg/daa) at the lower fertilizer level (N8) and the increases at the higher level (N12), averaged over five years

	N8	N12	N-virkning, %
Bygg <i>Barley</i>	9,0	+1,5	38
Havre <i>Oats</i>	11,3	+1,5	38
Hvete <i>Wheat</i>	10,1	+1,8	45
Rybs <i>Spring turnip rape</i>	6,5	+1,4	35
Erter <i>Peas</i>	11,5	+1,7	43

N8 = 8 kg N pr. dekar i fullgjødsel

N8 = 8 kg/decare N in compound fertilizer

N-virkning = Meropptaket i plantene ved største gjødselmengde sammenlignet med minste

N-virkning, % = N in yields with highest fertilizer level versus lowest fertilizer level

Tabell 17. Fosfor i plantene ved ulike såtider, % av tørrstoffet, middel for to gjødselmengde og 5 år

Table 17. Plant phosphorus concentrations (percentage of DM) for different sowing dates, averaged over two fertilizer levels and five years

		Sådato Sowing dates				Sign.
		29.4.	7.5.	16.5.	23.5.	
Kjærne Grain/ seed	Bygg <i>Barley</i>	0,38	0,38	0,41	0,44	p<0,001
	Havre <i>Oats</i>	0,47	0,47	0,50	0,50	p<0,01
	Hvete <i>Wheat</i>	0,45	0,45	0,48	0,48	p<0,01
	Rybs <i>Spring turnip rape</i>	0,97	0,99	1,01	1,04	p<0,001
	Erter <i>Peas</i>	0,48	0,50	0,49	0,52	p<0,01
	Halm Straw	Bygg <i>Barley</i>	0,09	0,09	0,11	0,10
	Havre <i>Oats</i>	0,12	0,13	0,14	0,14	p<0,01
	Hvete <i>Wheat</i>	0,09	0,08	0,11	0,10	p<0,001
	Rybs <i>Oil-seed rape</i>	0,16	0,16	0,17	0,18	p<0,01
	Erter <i>Peas</i>	0,12	0,12	0,11	0,14	ns

Det var tilført 1,75 kg fosfor pr. dekar med gjødsla. I middel for disse forsøkene hadde havren tatt opp ca. 1 kg mer enn tilført pr. arealenhet mens de andre vekstene stort sett hadde balansert opptak.

Tabell 18. Fosfor i plantene ved ulike såtider, kg pr. dekar, middel for to gjødselmengder og 5 år
 Table 18. Plant phosphorus uptakes (kg per decares) for different sowing dates, averaged over two fertilizer levels and five years

		Sådato Sowing dates				Sign.
		29.4.	7.5.	16.5.	23.5.	
Bygg	korn	1,36	1,29	1,20	1,42	p<0,01
Barley	grain					
	halm	0,28	0,26	0,31	0,29	ns
	straw					
Havre	korn	2,23	2,20	2,15	2,15	ns
Oats	grain					
	halm	0,50	0,48	0,62	0,71	p<0,01
	straw					
Hvete	korn	1,57	1,62	1,51	1,45	p<0,05
Wheat	grain					
	halm	0,36	0,31	0,41	0,39	p<0,01
	straw					
Rybs	frø	1,11	1,14	1,00	0,87	p<0,01
Spring turnip rape	seed					
	halm	0,83	0,71	0,76	0,84	p<0,05
	straw					
Erter	korn	1,18	1,23	1,26	1,33	ns
Peas	grain					
	ris	0,47	0,43	0,37	0,44	p<0,05
	straw					

Ved minste gjødselmengde hadde plantene i middel 1,87 kg fosfor pr. dekar i overjordiske plantedeler og 2,03 kg ved største gjødselmengde. Bare 24 % av tilleggsfosforet med største gjødselmengde kom dermed plantene til gode i dette tilfellet.

Kalium

For 160 parobservasjoner var det sammenheng mellom konsentrasjonen av kalium i tørrstoffet i kjerne og halm i bygg ($r=0,56$, $P<0,001$), havre ($r=0,53$, $P<0,001$) og hvete ($r=0,25$, $P<0,01$), mens det ikke ble påvist sammenheng i rybs ($r=0,03$) og erter ($r=-0,03$).

I hvetekorn og rybsfrø var kaliumkonsentrasjonen i tørrstoffet høyest ved de to siste såtider, mens de andre vekstene hadde stabilt innhold uansett såtid (tabell 19).

I halmen var det betydelig nedgang i kaliumkonsentrasjonen ved utsatt såtid for bygg, havre og erter. I hvetehalm var det høyest konsentrasjon de to siste såtider, mens det var stabilt innhold i rybshalm.

Opptaket av kalium i kjernen var størst for erter og havre og minst for rybs. Utsatt såtid ga gradvis nedgang i kaliumopptak hos havre og rybs, mens det ikke var noen klar trend hos de andre vekstene.

I halm var det mest kalium hos havre, over dobbelt så mye som i halmen hos bygg, hvete og erter. I bygg, rybs og erter var det nedgang i opptaket ved utsatt såtid, mens både havre og hvete hadde størst tall ved siste såtid.

172 Forsøk med ulike såtider

Tabell 19. Kalium i plantene ved ulike såtider, % av tørrstoffet, middel for to gjødselmengder og 5 år
 Table 19. Plant potassium concentrations (percentage of DM) for different sowing dates, averaged over two fertilizer levels and five years

		Sådato Sowing dates				Sign.
		29.4.	7.5.	16.5.	23.5.	
Kjerne Grain/ seed	Bygg Barley	0,47	0,47	0,45	0,48	p<0,01
	Havre Oats	0,48	0,46	0,48	0,47	ns
	Hvete Wheat	0,42	0,44	0,47	0,49	p<0,001
	Rybs Spring turnip rape	0,73	0,73	0,78	0,77	p<0,001
	Erter Peas	1,11	1,06	1,07	1,10	ns
	Halm Straw	Bygg Barley	1,76	1,67	1,36	1,24
	Havre Oats	2,43	2,36	2,21	2,18	p<0,01
	Hvete Wheat	1,00	0,96	1,10	1,08	p<0,05
	Rybs Spring turnip rape	1,56	1,51	1,58	1,45	ns
	Erter Peas	1,38	1,42	0,88	1,03	p<0,001

I middel for alle vekster og år inneholdt kjernen 1,72 kg kalium pr. dekar og halmen 5,85 kg, altså tre og en halv gang så mye i halm som i kjerne.

Med gjødsla ble det tilført 3,76 kg kalium pr. dekar med minste gjødselmengde og 5,64 kg med største. Dekaravlinga ved største gjødselmengde inneholdt 0,11 kg mer kalium i kornet enn avlinga ved minste gjødselmengde, mens økningen i halmen var 1,16 kg. Av dette går det fram at 6 % av tilleggsgjødsla ble opptatt i kjerne og 62 % i halm.

Modning av kornet

I 1986 og 1987 ble det tatt småprøver av kornplantene med jevne mellomrom om høsten for å bestemme vekstidas lengde. Det er brukt interpolering og tallene gjelder når vannprosenten i kornet passerte 25.

Såtida hadde liten betydning for vekstidas lengde hos Gunilla bygg og Mustang havre i disse 2 årene, mens Runar hvete fikk kortere vekstid jo senere den var sådd (tabell 20).

Halmen var betydelig vannrikere enn kornet i modningsfasen i 1986. Havrehalmen hadde mest vann og hvete minst.

I 1986 passerte kornet 25 % vann etter 107 dager i middel av alle arter og såtider, mens det tok 134 dager i 1987. Årsaken var forskjell i nedbør og temperatur i mai og juni mellom disse 2 årene. Nedbøren var henholdsvis 34 og 39 mm disse månedene i 1986 og 69 og 129 mm i 1987. I mai 1987 var lufttemperaturen 1,1°C lavere enn i mai 1986, mens junitemperaturen var 4,1°C lavere. Forskjellene i 10 cm dybde i jorda på målestasjonen var henholdsvis 0,4 og 5,0°C mellom disse to årene.

Tabell 20. Antall døgn fra sådag til kornet passerte 25 % vann i modningsfasen. Vanninnholdet i halmen i parentes
 Table 20. Days from sowing until grain moisture content fell below 25% during the ripening phase. Straw moisture content is shown in parentheses

	Såtid Sowing times			
	1.	2.	3.	4.
1986 Sådato	2.5.	9.5.	15.5.	23.5.
<i>Sowing dates</i>				
Bygg	104(46)	101(56)	101(50)	104(51)
<i>Barley</i>				
Havre	107(61)	105(67)	105(69)	109(64)
<i>Oats</i>				
Hvete	117(30)	113(47)	110(34)	108(43)
<i>Wheat</i>				
1987 Sådato	28.4.	5.5.	20.5.	26.5.
<i>Sowing dates</i>				
Bygg	122	122	118	121
<i>Barley</i>				
Havre	140	134	140	147
<i>Oats</i>				
Hvete	148	145	138	138
<i>Wheat</i>				

KONKLUSJON

1. Såtidens virkning på avlingens størrelse varierte betydelig mellom årene for alle vekster. I gjennomsnitt for de tre kornartene i 5 år gikk kornavlinga ned 2,1 kg pr. dekar og dag ved å utsette såtida fra 29. april til 23. mai. Avlingskurven for havre, hvete og rybs fulgte stort sett kurvene i figur 1 (s. 156). For erter ble det avlingsøkning ved å utsette såinga. Bygg hadde størst avlingsnedgang for utsatt såtid i disse forsøkene.
2. Tromling i varm (12°C) fuktig jord ett av årene ga 30 % avlingsnedgang og redusert kvalitet.
3. Økende gjødsling gav større avlingsøkning av halm enn av kjerne.
4. Såtida hadde relativt liten betydning for kjerne kvaliteten, unntatt for hvete hvor falltallet økte ved utsatt såing.
5. Proteinkonsentrasjonen i tørrstoffet i kjernen økte ved utsatt såtid. Konsentrasjonen gikk ned ved økende nedbør i mai og juni og gikk opp ved økende temperatur de samme måneder.
6. Såtida hadde liten betydning for opptaket av nitrogen, fosfor og kalium i plantene.

7. Såtida hadde liten betydning for veksttidens lengde for bygg og havre mens hvete hadde gradvis kortere veksttid ved utsatt såtid.

SAMMENDRAG

Bygg, havre, hvete, rybs og erter ble sådd fire ganger med 1 ukes mellomrom i 5 år ved to gjødselmengder uten og med vanning på relativt tørkesvak lettleire. Det var store årsvariasjoner for utsatt såtid for alle målte egenskaper. I middel for de tre kornartene gikk avlinga ned 2,1 kg korn per dekar og dag ved å utsette såinga fra 29. april til 23. mai. Proteinkonsentrasjonen i tørrstoffet i korn og frø økte ved utsatt såtid. Proteinkonsentrasjonen var avhengig av nedbør og temperatur i mai og juni; den gikk ned ved økende nedbør og opp ved økende temperatur. Opptaket av nitrogen, fosfor og kalium i plantene var uavhengig av såtida. Falltallet i hvete økte ved utsatt såing. Tromling i for fuktig jord 22. mai i ett av årene ga 30 % avlingsreduksjon og kvalitetsforringelse.

LITTERATUR

Arvidsson, J. 1992. Jordbearbeidningsavdelingens årsrapport 1992. Sveriges Lantbruksuniversitet. Rapporter från Jordbearbeidningsavdelingen, 84, 86s.

Arvidsson, J. & T. Rydberg 1994. Early sowing - a way to reduce costs, increase yield and improve soil structure? Soil Tillage for Crop Production and Protection of the Environment. Proceedings of the 13th International Conference of ISTRO, Aalborg, Denmark 24-29 July 1994: 745-750.

Eggum, Bjørn O. 1966. Særtryk af ugeskrift for Landmænd, s. 459-462, nr. 28.

Ekeberg, E. 1972. Gjødslingsforsøk med N, P og K til potet i Hedmark og Oppland. Forsk. Fors. Landb. 23: 181-201.

Ekeberg, E. 1974. Forsøk med N, NPK og radgjødsling til rot- og grønnfôrvekster i Hedmark og Oppland 1957-1973. Forsk. Fors. Landb. 25: 285-306.

Ekeberg, E. 1987. Hva taper vi ved å utsette våronna? Aktuelt fra Statens fagteneste for landbruket, nr. 3 1987: 121-126.

Ekeberg, E. 1990. Såtida har betydning for avlinga. Norsk Landbruk Nr. 6: 10-11.

Elonen, P. 1987. Jordpackningen - ett problem för växtodlingen i Finland. LOA. Tidskrift för lantmän och andelsfolk. Nr. 2.

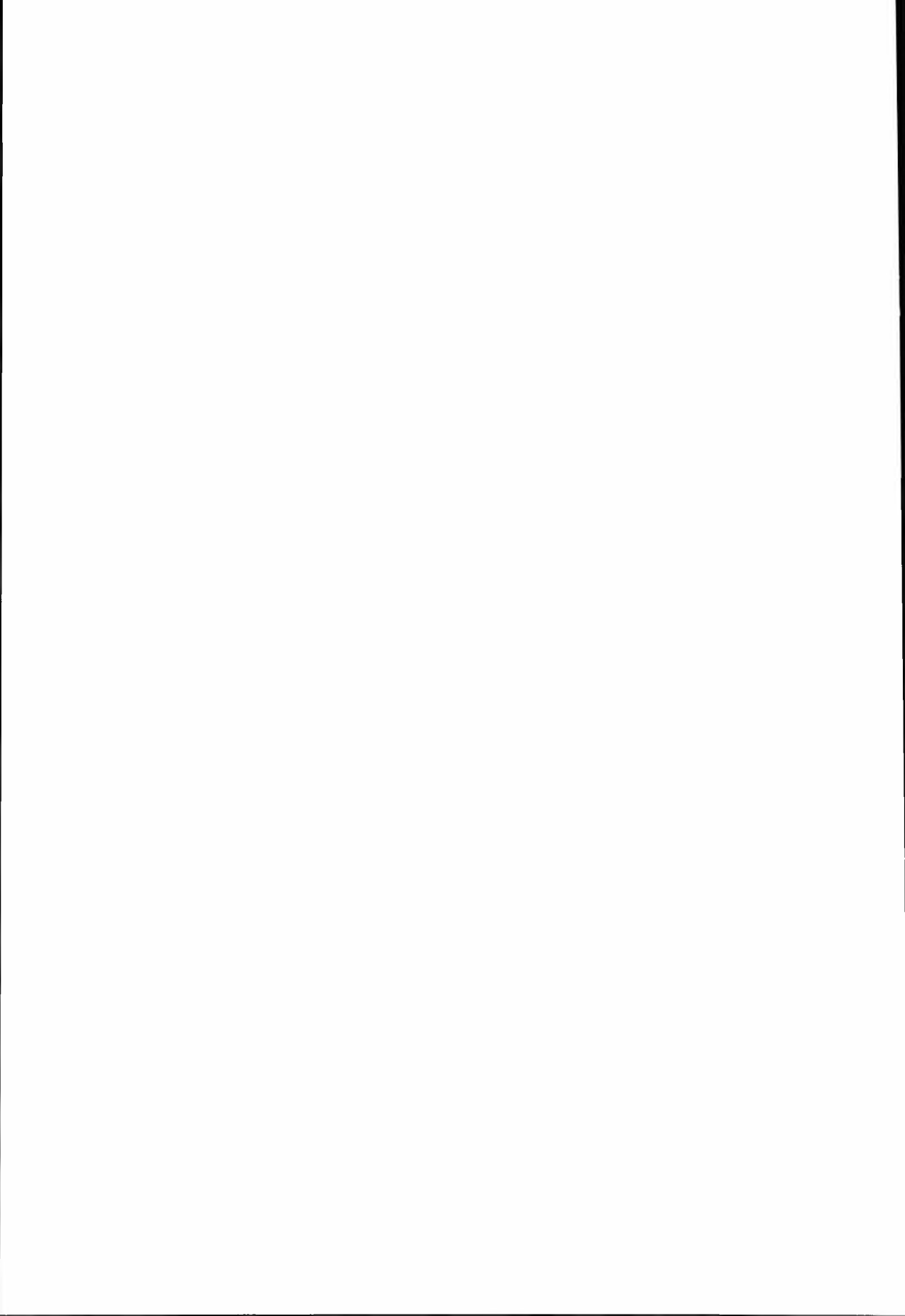
Lyngstad, I. 1973. Nitrogengjødsling til vårkorn i relasjon til såtid. Forsk. Fors. Landbr. 24: 523-538.

Mattson, R. 1990. Såtidens betydelse för vårsädens avkastning och kvalitet. Sveriges Lantbruksuniversitet, konsulentavdelingens rapporter, Allmänt 163, 57s.

Riley, H. 1985. Redusert jordarbeiding til vårkorn. Ulike såmaskiner og såtider. Forsk. Fors. Landbr. 36: 61-70.

Rønsen, K. & E. Ekeberg 1979. Forsøk med N-gjødsling, settetid og potetsorter på Statens forsøksgård Møystad i årene 1968-1974. Forsk. Fors. Landbr. 30: 291-302.

Stabbetorp, H. 1980. Forsøk med tidlig såing av vårkorn i søndre Østfold 1974-76. Meld. Norg. Landbr. høgskole 59, nr. 3: 1-20.



Korn-, potet- og grønnsaksproduksjon i økologisk landbruk

Resultater fra avlingsregistreringer i 30 bruks-prosjektet

Grain, potato and vegetable production in organic farming

Results from yield recordings in the 30 farm-project

KARL N. KERNER

Norsk senter for økologisk landbruk, Tingvoll, Norge

Norwegian Center of Ecological Agriculture, Tingvoll, Norway

Kerner, K.N. 1994. Grain, potato and vegetable production in organic farming. Results from yield recordings in the 30 farm-project. Norsk landbruksforskning 8: 177-187. ISSN 0801-5333.

Yields of organically grown grains, potatoes and vegetables were recorded on 22 of the farms participating in the "30 farm-project" in the period 1989-92. Of a total of 231 recordings, 73 were carried out in grains, 82 in potatoes, and 76 in various vegetables, carrot being the vegetable crop most often recorded. Yields were determined as gross yields by harvesting 5 control plots pr. field. In potatoes and vegetables the control plots measured 5 meters x 2 rows, in grains each plot measured 1 m². The farmers' records of the amount of manure spread showed that on average grains received 25 t/ha, potatoes 22 t/ha and vegetables 31 t/ha. The average grain yield for the 4-year period was 3.7 t/ha. Compared with yields in conventional agriculture, the organic grain yields were 20-25% lower. Organic potato yields averaged 25 t/ha, with only small yearly variations. Organic carrot yields averaged 40 t/ha, but varied considerably from year to year. In discussing the results, it is important to take into account the structure of most contemporary organic farms in Norway. These are predominately versatile family farms based on dairy production as the main income. So far, only few farms have specialized on growing a limited number of cash crops.

Key words: Grains, organic farming, potatoes, yields, vegetables.

Karl N. Kerner, Agricultural University of Norway, P.O. Box 5003, N-1432 Ås, Norway.

Dyrking av korn, poteter og grønnsaker (heretter kalt salgsvekster) på de fleste økologiske gårder i Norge spiller en annen rolle enn i konvensjonelt landbruk. Økologisk landbruk er basert på en optimal utnyttelse av resirkulerbart organisk materiale, noe som innebærer at husdyrhold står sentralt i et økologisk driftsopplegg. Store deler av gårdenes arealer brukes til fôr dyrking eller beiting. På de fleste økologiske gårdene tilstrebes et flerårig vekstskifte, med f.eks. 2-4 år eng, grønnfôr og eventuelt 1 eller 2 år med salgsvekster. Disse utgjør dermed som regel bare en liten del av gårdens totale produksjon. Økologisk landbruk er

med andre ord karakterisert av en mye større allsidighet enn konvensjonelt landbruk, der salgsvekster ofte dyrkes i svært ensidige produksjonsformer.

Produksjonsomfanget av disse vekstene i Norge har vært ganske beskjedent, og mye av omsetningen har vært torg- og direktesalg. Likevel er interessen for dyrking av salgsvekster stor, ikke minst fordi økologiske produkter har gitt en delvis betydelig merpris. Avlingsnivået i økologisk dyrket korn, poteter og grønnsaker har vært noe undersøkt i utlandet (Lindner 1987, Tønnesen 1986, Rantzau et al. 1990, Stanhill 1990), men lite i Norge (Børtnes 1992, Engan 1992, Eltun & Hoel 1993).

Norsk senter for økologisk landbruk kartla og utviklet økologisk landbruk i Norge i perioden 1989-92 gjennom 30 bruks-prosjektet (30 BP) (NORSØK 1990). En del av kartleggingsarbeidet var registrering av avlingsnivået i korn, poteter og grønnsaker. Hensikten var bl.a. å skaffe data som kunne brukes i omleggingsplanlegging.

MATERIALE OG METODER

Gårdene i prosjektet

Ved prosjektstart ble det lagt vekt på at de utvalgte gårdene skulle gjenspeile variasjonen i norsk landbruk. Viktige kriterier for utvalget av opprinnelig 36 prosjektgårder var dermed:

- * Gårdene skulle være av ulik størrelse og ha forskjellige produksjoner.
- * Forskjellige landsdeler og klimasoner skulle være representert.
- * Gårdene var ikke kommet like langt i omleggingsprosessen.

Korn-, potet- og grønnsaksavlingene ble registrert på i alt 22 gårder (figur 1). Bare to av disse hadde hovedinntekta fra planteproduksjon, mens resten drev med kombinert plante- og husdyrproduksjon.

Oversikt over registreringene

Alle registreringer av korn-, potet- og grønnsaksavlinger ble foretatt på omlagte skifter, det vil si på skifter der en ikke brukte handelsgjødsel eller kjemiske plantevernmidler. Dette kunne være på helt omlagte gårder eller på gårder som fortsatt var under omlegging. Tabell 1 gir en oversikt over antall registrerte skifter i de enkelte år. Geografisk ble registreringene begrenset til Østlandet, Agder og Vestlandet. De aller fleste korn- og gulrot-registreringene ble gjort på Østlandet, mens potetregistreringene var jevnere fordelt på landsdelene.

Kornavlinger i konvensjonell drift er hentet fra Driftsgranskinger i jord- og skogbruk (NILF, 1990-1993). Disse bygger på bondens egne noteringer av salgbar (=netto-) avling på ca. 1030 prøvebruk i Norge. For rug mangler data fra konvensjonell drift.

Prøvetaking

På hvert skifte ble det valgt ut 5 prøveruter. Disse skulle være mest mulig representative for hele skiftet, og det ble lagt vekt på å unngå steder med ekstremt god, dårlig eller utypisk vekst.



Figur 1. Geografisk beliggenhet til gårder i 30 BP hvor avlinger av korn, poteter og grønnsaker ble registrert

Figure 1. Geographical distribution of the farms in the 30-farm-project on which yields of grains, potatoes and vegetables were recorded

Tabell 1. Antall skifter med registreringer i de ulike vekstene i de enkelte år
Table 1. Number of fields on which the various crops were recorded in 1989-92

År	Bygg	Havre	Havre/ert	Hvete	Rug	Potet	Gulrøtter	Kålrot
1989	5	0	0	1	1	14	6	2
1990	4	0	2	2	2	13	6	3
1991	14	4	3	13	5	27	11	8
1992	7	2	1	5	2	28	9	7
Sum:	30	6	6	21	10	82	32	20

Størrelsen på rutene var 5 m x 2 rader.

I potet og grønnsaker ble hele avlinga fra hver prøverute veid. Metodikken for høsting av korn ble endret etter 2 år. Metoden med 5 m x 2 sårader viste seg å være unøyaktig fordi radene ofte gikk inn i hverandre, og radavstanden var vanskelig å måle. Fra og med 1991 ble rutestørrelsen bestemt ved bruk av faste rammer på 1 m². Rammene ble lagt diagonalt på såradene og all lo innenfor ramma ble høstet. Loa fra hver rute ble buntet og tørket i jutesekker. Prøvene ble samlet i en av fagseksjonene til tresking med forsøks-tresker. Korn og halm ble deretter veid hver for seg.

Gjødsling

Opplysninger om gjødseltyper og -mengder er tatt fra skiftenoteringene som bøndene førte gjennom hele prosjektperioden. Gjødselhåndteringen var forskjellig på de undersøkte gårdene, og gjødseltildelingen varierte mye. Likevel kan man si at generelt ble flytende gjødselslag spredd på eng, mens korn, poteter og grønnsaker i de fleste tilfellene fikk fast gjødsel i fersk eller kompostert form.

Korn

De fleste kornskiftene ble gjødslet med fersk eller kompostert storfe gjødsel. En gård uten egne husdyr brukte kompostert hestemøkk, mens en annen gård spredde egen bløtgjødsel. Tilført gjødselmengde varierte mellom 1 og 4 t/daa, i de fleste tilfellene mellom 1.5-3 kg/daa. Gjennomsnittlig gjødselmengde for alle registreringene var 2.5 t/daa. Korn ble ofte dyrket sammen med innsådd hvitkløver eller som dekkvekst i gjenlegg, som oftest hadde et stort innslag av belgvekster.

Potet

Gjødslinga til potet var noe mer uensartet enn i korn; bløt- og fastgjødsel, gylle og våtkompostert gjødsel ble brukt, uten at noen av typene synes å være foretrukket framfor andre. Tilført gjødselmengde varierte mellom 1 og 4 t/daa, men 2-3 t/daa var mest vanlig. Gjennomsnittlig gjødselmengde for alle registreringene var litt lavere enn for korn, 2.2 t/daa.

Grønnsaker

De fleste grønnsaksskiftene ble gjødslet med kompostert storfe gjødsel. Fersk og flytende gjødsel ble lite brukt. Tilført gjødselmengde varierte mer enn i korn og potet. Noen oppgav at kulturen ikke ble gjødslet i det hele tatt (gjaldt noen få gulrotskifter), mens andre tilførte opptil 8-10 t/daa. På de fleste gårdene utgjorde grønnsaksarealet bare en liten del av gårdens samlede areal, slik at det ofte var mulig å tildele større gjødselmengder til disse næringskrevende kulturene. Gjennomsnittlig gjødselmengde for alle registreringene var med 3.1 t/daa dermed noe høyere enn i både korn og potet.

RESULTATER

Korn

Avlinga varierte mye fra år til år hos de fleste kornslagene (tabell 2). Antall registreringer var i 1989 og 1990 så få at resultatet har begrenset verdi. Likevel gjenspeiler det samlede resultatet (alle kornslag) værforholdene i de enkelte år. 1989 og 1992 var tørre år på Østlandet, mens 1990 og 1991 var svært gode år. Gjennomsnittsavlingene for hele prosjektperioden viste forholdsvis små forskjeller mellom de enkelte kornslagene. Unntaket er havre/ert, som dyrkes endel i økologisk landbruk, og erfaringsmessig gir noe høyere avling enn havre dyrket alene.

Korn-, potet- og grønnsaksproduksjon i økologisk landbruk 181

Tabell 2. Kornavling i kg lufttørt korn pr daa på gårder i 30 BP i 1989-1992. Min. = laveste registrerte avling, Maks. = høyeste registrerte avling, STD = standardavvik, m = middelfeil (på gjennomsnittet)

Table 2. Grain yields on the farms in the 30 farm-project in the years 1989-92, expressed as kg air dried grain pr daa. Min. = lowest recorded yield, Maks. = highest recorded yield, STD = standard deviation, m = SE, standard error

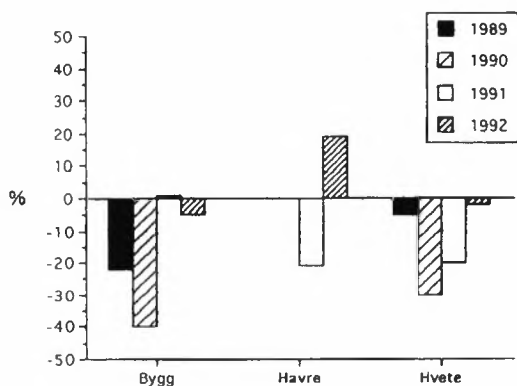
	1989	1990	1991	1992	Alle år
Bygg					
Gjennomsnitt	290	278	436	301	359
Min.	140	155	228	120	120
Maks.	392	410	631	386	631
STD	87	116	118	84	128
m	39	58	32	32	23
Havre					
Gjennomsnitt	-	-	379	359	372
Min.			219	284	219
Maks.			531	433	531
STD			151	75	131
m			75	53	53
Havre/ert					
Gjennomsnitt	-	472	520	222	455
Min.		329	505	222	222
Maks.		616	542	222	616
STD		144	15		135
m		101	9		55
Hvete					
Gjennomsnitt	382	339	384	378	378
Min.	382	303	205	199	199
Maks.	382	376	724	672	724
STD		37	136	158	133
m		26	38	71	29
Rug					
Gjennomsnitt	404	472	342	368	379
Min.	404	410	126	320	126
Maks.	404	534	452	416	534
STD		62	116	48	102
m		44	52	34	32
Alle kornslag, samlet					
Gjennomsnitt	319	368	407	334	376
Min.	140	155	126	120	120
Maks.	405	616	724	672	724
STD	87	135	132	115	130
m	33	43	21	28	15

- = ingen registreringer

Den relative forskjellen mellom avlinger på økologiske og konvensjonelle gårdsbruk varierte sterkt fra år til år (figur 2). For eksempel var de økologiske byggavlingene ca. 40% lavere enn de konvensjonelle i 1990, mens de året etter var på samme nivå.

Figur 2. Forskjeller i kornavlinger mellom økologisk og konvensjonelt drevne bruk, uttrykt som prosent av avlinga på de konvensjonelle

Figure 2. Difference in grain yields between organic and conventional farms, shown as percent of the conventional yields



Potet og grønnsaker

Potetavlingene lå rundt 2500 kg/daa, med forholdsvis liten årlig variasjon (tabell 3). Avlingene i gulrot og kålrot varierte mer fra år til år. Den gjennomsnittlige gulrotavlingen økte hvert år fra 2300 kg/daa i 1989 til 5140 i 1992. Kålrotavlingene lå mellom 6000 og 7000 kg/daa, med unntak av 1989, hvor bare to registreringer ble utført.

Tabell 3. Gjennomsnittlig bruttoavling i kg/daa av økologisk dyrket potet, gulrot og kålrot i de enkelte prosjektårene, samt gjennomsnittsavling for hele perioden 1989-92. Min. = laveste registrerte avling, Maks. = høyeste registrerte avling, STD = standardavvik, m = middelfeil (på gjennomsnittet)

Table 3. Average gross yields as kg/daa of organically grown potatoes, carrots and swedes in each of the project years, as well as average yield for the total period 1989-92. Min. = lowest recorded yield, Maks. = highest recorded yield, STD = standard deviation, m = SE, standard error

	1989	1990	1991	1992	Alle år
Potet					
Gjennomsnitt	2150	2655	2235	3006	2550
Min.	1121	1220	952	1560	952
Maks.	3330	3912	3824	5463	5463
STD	650	780	779	818	855
m	174	216	150	155	94
Gulrot					
Gjennomsnitt	2300	3235	4535	5140	4045
Min.	1109	1037	1222	833	833
Maks.	3212	4986	7333	7454	7454
STD	745	1365	2088	1780	1986
m	304	557	630	593	351
Kålrot					
Gjennomsnitt	2490	6650	6340	7120	6275
Min.	1137	4358	5119	5654	1137
Maks.	3846	7800	9148	10415	10415
STD	1354	1620	1242	1504	1921
m	958	936	439	568	430

Potetavlingene var nokså like i de forskjellige distriktene, med noe høyere avling på Jæren og i fjellbygdene på Østlandet (tabell 4). Høyeste gjennomsnittsavling for et distrikt ble registrert på Jæren i 1992 med 2850 kg/daa. Avlingsnivået i gulrot var også svært ens i de forskjellige landsdelene, med unntak av fjellbygdene på Østlandet, der avlingene i middel lå ca 1 t/daa lavere enn ellers.

Tabell 4. Gjennomsnittlig bruttoavling i kg/daa av økologisk dyrket potet og gulrot i de ulike distriktene. Min. = laveste registrerte avling, Maks. = største registrerte avling, STD = standardavvik, m = middelfeil (på gjennomsnittet)

Table 4. Average gross yields as kg/daa of organically grown potatoes and carrots in different parts of Norway. Min. = lowest recorded yield, Maks. = highest recorded yield, STD = standard deviation, m = SE, standard error

	Agder & Rog., unntatt Jæren	Jæren	Vestlandet, unntatt Rogaland	Østlandet, fjellbygder	Østlandet, flatbygder
Potet					
Gjennomsnitt	2225	2835	2555	2810	2386
Min.	1220	952	1515	1120	1099
Maks.	3131	5463	3912	4740	3692
STD	540	1107	789	857	758
m	163	334	238	179	141
Gulrot					
Gjennomsnitt	4500	4585	4680	3110	4265
Min.	2592	4282	4680	833	1037
Maks.	7454	4891	4680	4870	7333
STD	2118	305		1250	2323
m	1223	216		395	564

DISKUSJON

Innledningsvis ble det nevnt at dyrking av salgsvekster har en annen rolle på de fleste økologiske gårder enn i konvensjonelt landbruk. Det er viktig å se nærmere på denne forskjellen før man eventuelt sammenligner avlinger i de to driftsformene. En sammenligning basert bare på avlingsmengde kan være ganske misvisende, dersom man ikke tar hensyn til rammene for de enkelte driftsformene.

Mesteparten av konvensjonelt dyrket korn, potet og grønnsaker dyrkes på gårder med ensidig planteproduksjon. Mange av disse er for øvrig spesialisert på korn, potet, eller ett (få) grønnsakslag. Dyrkingen foregår ofte i områder med spesielt gode jord- og klimaforhold for de enkelte vekstene (f.eks. grønnsaker i Lier), og gårdenes mekanisering er tilpasset den aktuelle produksjonen. Som følge av en slik ensidig driftsform har gårdbrukerne som regel mye kunnskap om "sine" kulturer. Dette fører til at dyrkningstekniske tiltak gjennomføres til rett tid, og avlingsnivået er gjennomgående høyt i ensidig, konvensjonell salgsvekstdyrking.

På den andre siden er det sjelden at økologiske gårder driver hovedsakelig med planteproduksjon til salg; de fleste ser på det som en av flere inntektskilder. Som følge av

dette mangfoldet har de fleste økologiske gårdene ikke en spesialisert maskinpark, og effektiviteten er dermed lavere enn i konvensjonell planteproduksjon. Siden økologiske gårdbrukere ofte dyrker mange forskjellige vekster, har de ikke mulighet til å bli eksperter på alle. Enkelte kulturer kan være helt nye for en bonde som legger om til økologisk drift, og det går gjerne flere år med "prøving og feiling" før resultatet blir bra. I tillegg må det nevnes at den sterke regionale spesialiseringen også faller bort i økologisk drift. Salgsvekster blir dyrket under mye mer variende forhold enn det som er tilfellet i konvensjonelt landbruk.

Siden økologisk og konvensjonelt landbruk innebærer to vesensforskjellige grunnprinsipper (diversifisering kontra spesialisering), er det ikke uten videre mulig å sammenligne resultatene fra disse to driftsformene. Flere har påpekt at sammenligninger av avlingsnivå i økologisk og konvensjonell drift er forbundet med en rekke usikkerhetsmomenter (Dlouhy & Nilsson 1983, Lampkin 1986, Stanhill 1990, Kerner 1993). Likevel er det nærliggende å gjøre det når man først har registrert avlingsnivået i økologisk drift. Særlig for gårdbrukere som vurderer å legge om driften er sammenligninger interessante, og det med god grunn, siden gode avlinger er en vesentlig forutsetning for et brukbart driftsresultat.

For korn viste registreringene i 30 BP at avlingene ved økologisk drift i gjennomsnitt var 17% lavere enn avlingene i NILFs driftsgranskinger. Det er imidlertid viktig å påpeke at resultatene fra NILF er oppgitt som salgbar avling (nettoavling), mens registreringene utført av 30 BP gav et mål for bruttoavling. Ved å ta hensyn til spill under tresking og transport kan en anslå at de registrerte økologiske avlingene lå 20-25% lavere enn tilsvarende kornavlinger i konvensjonell drift.

Som for korn, gir også registreringene i potet og grønnsaker et mål for bruttoavling, dvs "høstbar" avling på jordet, før svinn ved innhøsting, lagring og transport. Avlinger i konvensjonelt jordbruk kan være oppgitt som bruttoavling, men som regel er en form for nettoavling brukt. Dette kan være "avling kjørt på lager", eller salgsvling. Disse tallene kan også variere mye, men det er den sistnevnte som er lettest å bestemme nøyaktig ved hjelp av regnskapet. For potet, og i enda sterkere grad for grønnsaker, er det den salgbare avlingen som til syvende og sist har størst betydning for gårdens resultat.

Sammenligninger av avlingsnivå er ofte preget av at sammenligningsgrunnlaget er for dårlig. Berntsen (1993) diskuterer denne problemstillingen, der også resultater fra korn- og potetregistreringer i 30 BP inngår som eksempel. Hun nevner ulike måter å sammenligne avlinger på: Feltforsøk, sammenlignende observasjoner og helhets- (system-)studier. Videre henviser hun til en rekke sammenlignende studier og forsøk, som her gjengis som oppsummering.

Korn

I korn finnes mange sammenlignende undersøkelser, og resultatene varierer fra like avlinger i økologisk og konvensjonell korndyrking til 38% lavere avlinger ved økologisk drift. En avlingsforskjell på mellom 10% og 20% ser derimot ut til å være resultatet i de fleste undersøkelsene, se bl.a. Petterson & Wistinghausen (1979), Steinmann (1983), Tønnesen (1986), Besson et al. (1988) og Eltun & Hoel (1993). Dette stemmer godt overens med de nærværende resultatene.

Potet

I potet finnes også en del undersøkelser, men ikke så mange som i korn. De økologiske avlingene ligger mellom 1% og 20% lavere enn konvensjonelle, se Petterson & Wistinghausen (1979), Steinmann (1983), Besson et al. (1988) og Eltun & Hoel (1993).

Grønnsaker

Det finnes langt færre undersøkelser av avlingsnivå i økologisk grønnsaksproduksjon og sammenlignet med konvensjonell dyrking enn tilfellet er i korn og potet. Statens forskingsstasjon Njøs i Sogn har drevet forsøk med økologisk dyrka grønnsaker i flere år. I gulrot lå gjennomsnittsavlingen som salgsvare på 3600 kg/daa. Dette var litt høyere enn normavlinga for distriktet, og det stemmer godt overens med resultatet fra 30 BP (4000 kg/daa totalavling). Avlingsnivået i de fleste andre grønnsakslaga lå mellom 75% og 109% av distriktsnormen (Børnes 1992).

På en tysk forskingsstasjon har det foregått et sammenlignende forsøk mellom konvensjonell og økologisk grønnsaksproduksjon siden 1978 (Lindner 1987). Forsøkene ble lagt opp med et vekstskifte av bare grønnsaksvekster, varierende mellom tærende og mindre kravfulle vekster. Gjødslingen i den økologiske delen var basert på halmkompost, som ble tilført i årlige doser på 2.5-6 t/daa. I middel for 9 år lå bruttoavlingsnivået ca. 18% lavere ved økologisk produksjon, mens salgsvare avlingen lå bare 10% lavere. Det ble fremhevet at innholdet av organisk materiale i jorda økte med 0.5% i samme tidsrom, og at økningen førte til en tydelig forbedring av jordas fysiske egenskaper. Positivt var også mangelen på alvorlige skadedyr- og sykdomsproblemer. Nitrogenforsyningen ble betegnet som den største utfordringen i økologisk grønnsaksproduksjon. I økologiske produksjonssystemer er nitrogentilførselen avhengig av mineraliseringen av jordas organiske materiale, og denne bestemmes i høy grad av temperatur- og fuktighetsforhold. Særlig i tidlige kulturer kunne det være vanskelig å få nok nitrogen til rett tid.

Selv om økt etterspørsel er en vesentlig forutsetning for utbredelsen av økologisk korn-, potet- og grønnsaksproduksjon, er det en rekke agronomiske utfordringer som krever oppmerksomhet. Blant disse er det to store problemområder som peker seg ut, i og med de er så forskjellige fra den ensidige planteproduksjonen som er vanlig i dag:

* *Næringsbalanse, nitrogenforsyning og vekstskifte*

Hvordan skal salgsvvekster produseres i et økologisk driftsopplegg med få eller ingen husdyr? Næringsforsyningen på lengre sikt blir i slike tilfeller ofte vanskelig, og nye metoder til resirkulering av næringsstoffer må undersøkes. Videre er det gjort lite for å undersøke f.eks. vekstskifter spesielt tilpasset grønnsaksproduksjon.

* *Ugras og skadedyr*

Det er allerede utviklet metoder til biologisk skadedyrbekjempelse, samtidig som alternative ugrasregulerende tiltak også er under utvikling. Likevel gjenstår det mye arbeid på denne fronten, særlig når det gjelder overgangen fra forsøksvirksomhet til praktisk anvendelse.

SAMMENDRAG

Avlingsnivået i korn-, potet- og grønnsaksproduksjon i økologisk landbruk ble registrert på i alt 22 av gårdene i 30 bruks-prosjektet i årene 1989-92. Av 231 registreringer ble 73 utført i korn, 82 i poteter og 76 i diverse grønnsaker, hvorav gulrot utgjorde den største delen. Avlingsnivået ble bestemt som bruttoavling ved kontrollhøsting av 5 prøveruter pr skifte. Rutestørrelsen i potet og grønnsaker var 5 m x 2 rader, i korn ble det høstet 5 ruter på 1 m². Bøndernes registreringer av tilførte mengder husdyrgjødsel viste at det i gjennomsnitt ble tilført 2.5 t/daa til korn, 22 t/daa til poteter, og 3.1 t/daa til grønnsakskulturer. I gjennomsnitt for hele perioden lå bruttoavlingene i korn rundt 370 kg/daa for alle fire kornslag. I havre/ert ble det registrert en gjennomsnittsavling på 450 kg/daa. Sammenlignet med konvensjonelt landbruk var de økologiske kornavlingene 20-25 % lavere. Avlingsnivået i potet var ca. 2.5 t/daa, med små årlige variasjoner. Gulrotavlingene varierte derimot mer fra år til år, og lå i gjennomsnitt på 4 t/daa. Resultatene er satt i sammenheng med den måten de fleste økologiske bruk i Norge er drevet på, med svært allsidig produksjon, dominert av grovfôr-basert husdyrhold. Spesialisering på en eller få salgsvekster er hittil svært uvanlig.

ETTERORD

Forfatteren vil spesielt takke Martha Ebbesvik ved Norsk senter for økologisk landbruk for velvillig hjelp med tilrettelegging av data og beregning av statistikk, og det alltid med godt humør! Hjertelig takk også til Prof. Arne O. Skjelvåg ved Inst. for plantefag ved Norges landbrukshøgskole for gjennomlesing av manuskriptet og mange nyttige kommentarer.

LITTERATUR

Berntsen, L.K.H. 1993. Økologisk landbruk kontra konvensjonelt landbruk. Metoder for sammenligning. Hovedoppgave ved Institutt for plantekultur, Norges landbrukshøgskole.

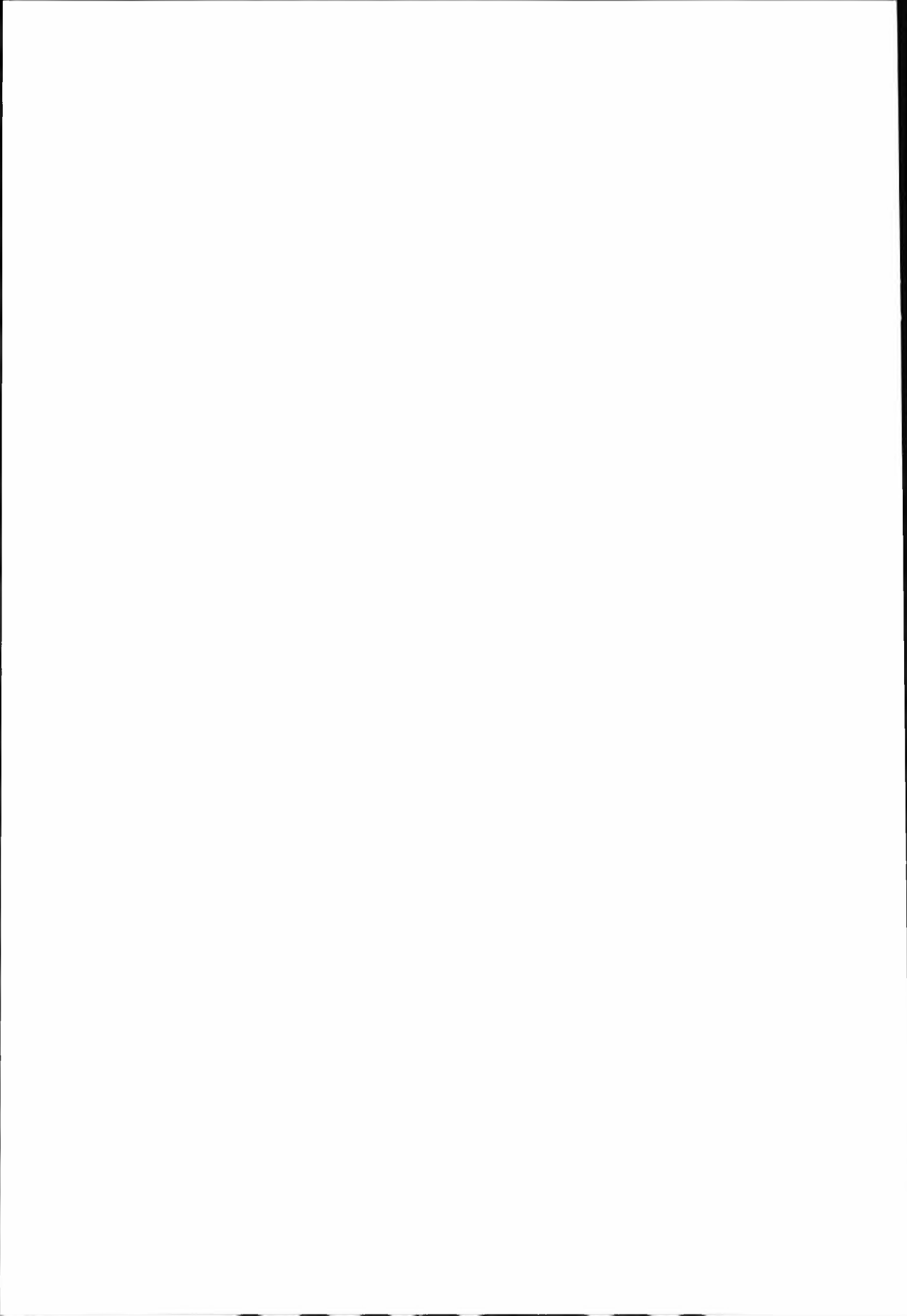
Besson, J.M., V. Lehmann, M. Sodder & P. Lischer 1988. Vergleich biologisch-dynamischer, organisch-biologischer und konventioneller Wirtschaftsweisen anhand des DOK-Versuchs. Ber. Ges. Pflanzenbauwiss 1: 1-14.

Børtnes, G. 1992. Avlingsnivå i nokre økologisk dyrka grønsakfelt. Hummelposten 1/92: 31.

Debio 1993. Registreringer 1993. Økologisk landbruk; Merkegodkjenning, arealer, produksjoner.

Dlouhy, J. & G. Nilsson (eds.) 1983. Internat. Scient. Colloquium on Comparisons Between Farming Systems, Uppsala, March 21-24, 1983. Swedish University of Agricultural Sciences, Report 124, Uppsala.

- Eltun, R. & B. Hoel 1993. Driftsmåten sin betydning for produktkvalitet og økonomi. I: Jord- og plantekultur 1993. Forsøksresultater 1992, SFFL, s. 219-256.
- Engan, E. 1992. Potet. Hummelposten 2/92: 28-29.
- Kerner, K.N. 1993. Avlingsnivå i økologisk grovfôrproduksjon. Faginfo nr. 21/93. Statens fagtjeneste for landbruket, Ås. 39 s.
- Lampkin, N. 1986. Studies of biological farming systems in Western Europe and North America - A literature review. s 123-149 i: H. Vogtmann, E. Boehncke & I. Fricke (eds.), The importance of biological agriculture in a world of diminishing resources. Proc. Sth IFOAM Internat. Scient. Conf., University of Kassel, 1984. Verlagsgruppe Witzenhausen.
- Lindner, U. 1987. Alternativer Anbau - eine Alternative für den Erwerbsgemüsebau? Gartenbauliche Versuchsberichte der Landwirtschaftskammer Rheinland 15:106-109.
- NILF 1990-93. Driftsgranskinger i jord- og skogbruk. Regnskapsresultater 1989-92. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, Oslo.
- NORSØK 1990. Prosjektplan for 30 bruks-prosjektet. Rapport 4 i 30 BP rapportserie, Norsk senter for økologisk landbruk, Tingvoll.
- Pettersson, B.D. & E.V. Wistinghausen 1979. Effects of organic and inorganic fertilizers on soil and crops. Nordisk Forskningsring meddelande nr. 30/79, Järna.
- Rantzau, R., B. Freyer & H. Vogtmann 1990. Umstellung auf ökologischen Landbau. Angewandte Wissenschaft, Heft 389. Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.
- Rumpel, R. 1994. Aufstieg in die Profiligä. Artikel i DIE ZEIT, 10.6.94, s. 28.
- Stanhill, G. 1990. The comparative productivity of organic agriculture. Agric. Ecosys. Environ. 30: 1-26.
- Steinmann, R. 1983. Der biologische Landbau - ein betriebswirtschaftlicher Vergleich. Eidgenössische Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik (FAT), CH -8,355 Tänikon TG.
- Tønnesen, C. 1986. Alternative produksjonssystemer; Dansk landbruk - vilkår og perspektiver. Roskilde Universitetscenter.



Luftblandere i veksthus og deres innvirkning på plantekvalitet og plantevekst

The influence of air mixers on plant growth and quality

ZDENEK SEBESTA

Norges landbrukshøgskole, Institutt for tekniske fag, Ås, Norge

Agricultural University of Norway, Department of Agricultural Engineering, Ås, Norway

Sebesta, Z. 1994. The influence of air mixers on plant growth and quality. Norsk landbruksforskning 8: 189-198. ISSN 0801-5333.

In 1991/92 measurements of temperature gradients, air movement, air humidity and evaporation in a greenhouse were taken with air mixers. The results from these measurements have been compared with those from other research in this field. In this investigation it was found that air mixers give an increase in air velocity of 0.03-0.10 m s⁻¹. The temperature gradients on a transverse table decreased by 0.2-0.6°C. It is reasonable to believe that air mixers "with sufficient capacity" will have a positive effect on keeping quality, growth stability, and plant health.

Key words: Air-movement, air-temperature, keeping quality.

Zdenek Sebesta, Agricultural University of Norway, Department of Agricultural Engineering, P.O. Box 5065, N-1432 Ås, Norway

I løpet av året 1991-92 ble det gjennomført målinger av temperaturgradienter, luftbevegelse, luftfuktighet og fordampning i et veksthus med luftblandere. Disse målinger ble vurdert i lys av andres forskningsresultater. Luftblandere førte i våre forsøk til en økning av luft-hastigheten på 0,03-0,10 m s⁻¹. Temperaturgradienten langs et tversgående bord sank med 0,2-0,6°C. Det er rimelig å anta at luftblandere med tilstrekkelig kapasitet har en positiv virkning på holdbarhet, produktjevnhet og plantehelse.

INNLEDNING

Utviklingen i gartnerinæringen går i retning av stadig mere vekstlys og bedre utnyttelse av arealer. Dette påvirker de klimatiske forhold i veksthusene.

Utnyttelsen av arealer blir økt med rullebord. Rullebord øker antall planter pr. m² glassareal. Dermed øker fordampningen og fuktigheten inne i veksthusbygningen. Isolasjon av veksthuset har samme virkning fordi den fører til varmere innvendige overflater og mindre utkondensering av vann.

Utnyttelsen av dyrkningsarealet blir økt også gjennom installering av kunstig lys. Høytrykksnatriumlamper blir montert høyt over bordene, og det ble antatt at dette forandrer tyngdepunktet for varmeavgivelsen og forverrer fyringsøkonomien.

Rullebord som slutter tett sammen hindrer luftsirkulasjon mellom rommet under bordene hvor røropplegget ligger og det øvrige rommet med plantemassen.

Gartnere kompenserer for disse uheldige forholdene ved forholdsvis store investeringer i sirkulasjonsvifter/luftblandere som skal forbedre mikroklimaet i plantesjiktet og utjevne temperaturgradientene. Virkningen av luftblandere på luftfuktighet og klima ble diskutert av Elsner som konkluderer med at en eventuell virkning må være meget liten (Elsner 1986).

Forsøk med luft og rørvarme (Sebesta & Wenner 1985) viste at luftvarme som skaper større luftbevegelse enn rørvarme kan retardere tilveksten hos små tomatplanter, men denne forskjellen ble etterhvert utlignet. Det ble også målt større fordampning i veksthus med luftblandere.

Forsøk over to sesonger i veksthus med plantemateriale (Andersson 1990) viste at luftfuktigheten var lavere i veksthus med luftblandere og forbruk av CO₂ mindre. Luftblandere økte plantehøyden og tørrstoffproduksjonen hos *Ficus benjamin* i et forsøk. *Fuchsia x hybrida* reagerte med mere friskvekst og lengre produksjonstid. *Rosa hybrida* gav i et forsøk flere blomster, men produksjonstiden ble lengre. *Begonia x himalis* reagerte motsatt mht. høyde, bredde og kvalitet på plantene.

Selv meget små temperaturgradienter kan føre til forsinkelser i produksjonen hos enkelte følsomme planteslag (Mortensen 1991).

Holdbarhet blir påvirket av lufthastighet som vist av Mortensen. En økning i lufthastighet fra 0,05 m s⁻¹ til 0,2 m s⁻¹ ved relativ fuktighet 70 % fører til en forlengelse av holdbarheten fra ca 6 dager til ca 12 dager hos flere rosesorter. Roser dyrket ved 90 % r.f. forble derimot upåvirket av luftbevegelse (Mortensen 1994).

Det er en vanskelig oppgave å måle sikker effekt av luftblandere på temperaturgradienter og klima i veksthus (Sebesta 1992). Disse effekter er meget små, og derfor ble det etter hvert utført tre uavhengige måleserier:

1. Måling med varmekamera.
2. Måling med termoelementer.
3. Supplerende måling av luftstrømning, fordampning, temperatur og luftfuktighet.

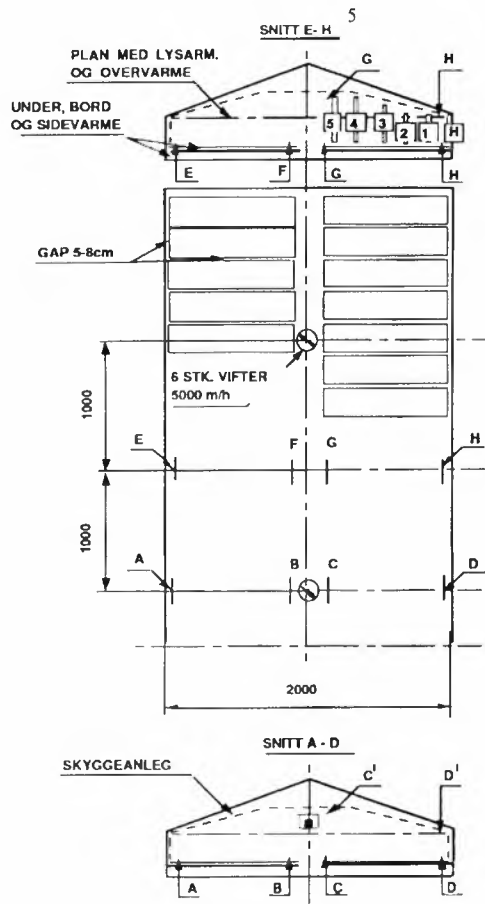
MATERIALER OG METODER

Målingene ble utført i et produksjonsveksthus med 2 240 m² grunnflate kledd med doble akrylplater, se figur 1.

Rullebord med mål 1,63 x 9,20 m dannet en sammenhengende flate med få avbrudd. Fri luftpassasje mellom bordene i sammenslått stilling er ca 8 cm, fri luftpassasje mellom bord og sidevegger er ca 5 cm. Arbeidsgangen med bredde 110 cm midt i huset er den største fri passasje for luft.

Veksthuset var utstyrt med skyggegardiner av fabrikat AB Ludvig Svenson.

Lysanlegget hadde 267 høytrykksnatriumlamper med effekt ca 430 W hver. Det gav en total effekt på ca 114 kW fordelt på 4 kurser som kunne tilkoples uavhengig av hverandre. Lampene var montert ca 2 m over rullebordene.



Figur 1. Figuren viser forsøksveksthus med plassering av papirstrimler for termografiske målinger og plassering av termoelementer

Fig. 1. Experimental greenhouse, with positioning of the paper strips for thermocamera measurements, and points to temperature measurements with thermocouples

Oppvarmingssystemet består av sidevarme, undervarme, bordvarme og overvarme. Sidevarmen består av fem rør med diameter 50 mm. Disse var plassert under bordene.

For å bedre temperaturfordelingen i huset ble det anskaffet seks stk. luftblandere, hver med kapasitet på ca $5\ 000\ \text{m}^3\text{t}^{-1}$.

Målinger med varmekamera

Firma MJ Agentur Ingeniør & Handelsfirma, Ryesgade 9, DK 8680 Rye i Danmark, utførte termografiske målinger i et veksthus og laget en videofilm som viser virkningene av sirkulasjonsvifter på temperaturfordelingen. Det ble bestemt å gjenta disse målingene.

Målingene ble gjennomført med termokamera Scanner 880 LWB levert av det svenske firma AGEMA Infrared Systems AB, Box 3, S-18211 Danderyd. Kameraet ble leid med betjening.

I veksthusets tverrplan, midt mellom to sirkulasjonsvifter, ble det hengt opp 5 hvite papirbånd, se snitt E - H i figur 1. Dessuten ble det målt strålingstemperatur i plantesjiktet på stedet merket H. Enkelte papirbånd ble på midten malt med svart maling for å kunne konstatere forskjeller i temperatur forårsaket av synlig stråling. Målingene ble gjennomført 4.3.91 mellom kl 18-24. Det ble etter hvert gjennomgått 8 forskjellige oppstillinger, med sirkulasjonsvifte av/på, lys av/på og gardiner av/på i den hensikt å undersøke disse tre variabelenes innvirkning på temperaturfordeling og temperaturgradienter. Ut fra videooptakene ble det laget fotografier som viser isotermer i rommet og på papirstrimlene, disse ble bearbeidet og resultater er vist i tabell 1.

Temperaturdifferansen $\Delta T1$ er differansen mellom høyeste temperatur (isoterme) midt i huset ved gangen (papirstrimmel 5) og høyeste temperatur (isoterme) ved sideveggen (papirstrimmel 1).

Temperaturdifferansen $\Delta T2$ er differansen mellom laveste temperatur innerst ved gangen (papirstrimmel 5) og laveste temperatur ved sideveggen (papirstrimmel 1).

Temperaturdifferansen $\Delta T3$ er den gjennomsnittlige differansen mellom den høyeste og laveste målte temperatur på papirstrimlene 1 til 5.

Målinger med termoelementer

Det ble installert utstyr til kontinuerlig registrering av temperaturene ved hjelp av termoelementer og datainnsamlingsutstyr fra DELTA-T levert av firma DEVICES LTD, 128 Low Road, Burwell, Cambridge CB5 0 EJ, England, i et forsøk på å registrere virkningene av sirkulasjonsvifter på temperaturfordelingen.

Utstyret ble programmert til å lese temperaturer hvert 10. minutt og å lagre registreringene i form av timegjennomsnittstall. Det ble registrert temperatur inne, temperatur ute, varmerørtemperatur, solstråling og skyggegardinstilling. Dessuten ble det montert temperaturfølere som indikerer om sirkulasjonsviftene er i gang og om lyset står på. Målinger og beregninger av temperaturgradientene i horisontalplanet (se fig. 1) ble utført mellom punktene BA, CD, FE og FA. I vertikalplanet ble beregningene utført mellom punkter CC' og DD'. Dessuten ble det utført beregning av langsgående gradienter mellom punktene BF og EA. På stedene merket C og D ble det montert to og to termoelementer som kontrollpunkter. Målingene ble gjennomført fra juni til oktober 1991.

Målestedene A, B, C, D, E og F ble plassert ca 40 cm fra rullebordkanten og innover på bordene.

Supplerende målinger av luftstrømning, fordampning, temperatur og luftfuktighet

Det ble gjennomført korttidsmålinger av luftbevegelse, fordampningen og luftfuktigheten natten mellom 13.-14.4.92. Dessuten ble målingene av temperaturdifferanser gjentatt med en linjeskriver og nøyte kalibrerte termoelementer.

Luftbevegelsen ble målt med hetetråds-anemometer og registrert med en Kipp & Zone to-kanals linjeskriver. Målingene ble gjennomført slik at alle 6 viftene ble startet og stoppet manuelt hvert 30. minutt. Målinger av luftpåtrykk ble gjennomført flere steder i veksthuset.

Måling av fordampning (evapotranspirasjon) ble utført ved hjelp av en Satorius basic vekt og en Epson datamaskin programmert til å skrive ut veiinga hvert 30. min. Tre potter med Begoniaplantar, samlet bladareal ca 0,36 m², ble plassert på vekta.

Relativ fuktighet ble målt med et Lambrecht psykrometer, og målinger av temperaturen ble utført med en Yokogava 4-kanals linjeskriver.

RESULTATER OG DRØFTING

Målinger med termokamera

Tabell 1. Målinger av temperaturgradienter med luftblandere av/på, lys av/på og skyggegardin av/på 4.3.91
Table 1. The temperature measurements with thermocamera with/without air mixers, with/without artificial light and with/without shading curtain

1	2	3	4	5	6	7
Måling nr. Measurement no.	Vekstlys Artif. light på/av with/without	Gardin Curtain på/av with/without	Vifte A. mixer på/av with/without	$\Delta T1$ °C	$\Delta T2$ °C	$\Delta T3$ °C
1	på	av	på	0,4	1,4	1,46
2	på	på	på	0,6	1,8	1,46
3	på	av	av	1,5	1,2	1,96
4	på	på	av	0,9	2,6	1,55
5	av	av	på	1,1	1,0	0,85
6	av	på	på	1,6	1,2	0,66
7	av	av	av	1,6	0,8	0,84
8	av	på	av	1,4	1,2	0,70

Tabell 1 viser at verken lyset, gardinstillingen eller luftblanderen hadde noen markant og entydig effekt på temperaturfordelingen i rommet.

Den mest synlige effekten er effekt av lys på $\Delta T3$ som er temperaturgradient på selve papirstimmelen fra 1 til 5. Dette viser at $\Delta T3$ er sammensatt av gradienter i lufttemperaturen og gradienter forårsaket av synlig, kortbølget stråling. Den synlige strålingen som blir absorbert i de svartmalte stripene er årsaken til lokal oppvarming og temperaturøkning.

Målingene viser at det kaldeste stedet i dyrkningssonen ligger på rullebordet ytterst mot glasset og at det er en temperaturgradient langs rullebordet på 0,4-2,6°C. Denne temperaturgradienten fører til en kraftig, oppadstigende luftstrøm i midten av huset. Denne luftstrømmen fortsetter videre langs skyggegardinene og nedover helt til sideveggene, mens luften blir avkjølt.

Bearbeiding og vurdering av måleresultater registrert med varmekamera er dyrt og arbeidskrevende. Virkningen av luftblandere på temperaturfordelingen er liten og målemetoden utilstrekkelig.

Målinger med termoelementer

Tabell 2, kolonne 4 viser den gjennomsnittlige temperaturdifferansen Δx i kontrollpunktet C 0,06°C og i kontrollpunktet D -0,01°C med standard avvik 0,3°C.

Tabell 2. Målenøyaktigheten. Sammenligning av målestedene C og D. Kolonne 4 viser gjennomsnittsverdi \bar{x} , antall målinger n og standardavvik s

Table 2. Measurement accuracy. Comparison in points C and D. Column 4 shows average \bar{x} , number of measurements n and standard deviation s

1	2	3					4
		Måned Month					
	\bar{x} , n , s	6	7	8	9	10	\bar{x} , Σ , s
ΔC	x	0,05	0,09	0,00	0,11	-0,03	0,06
	n	83	249	284	363	121	1100
	s	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
ΔD	x	0,2	0,11	0,02	-0,10	-0,06	-,01
	n	83	249	284	363	121	1100
	s	0,1	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3

Måleresultatene i tabell 3 viser at viftene i drift fører til en utjevning av både vertikale og horisontale temperaturgradienter.

Uten vifter ble det målt en gjennomsnittlig temperaturgradient langs et rullebord på 0,58-1,21°C. Med viftene i gang sank denne differansen til ca 0,1-0,64°C. Vertikale temperaturgradienter forandret seg fra 0,40-0,49°C uten vifter til 0,07-0,11°C med vifter.

Eieren av bedriften ønsket lengst mulig drift med luftblandere i gang og flest mulig nattetimer med skygge/isolasjon trukket for. Dette sammen med et uhell hvor målepunkt E falt ut førte til at antall timer med luftblandere slått av er vesentlig mindre (144) enn antall timer med luftblandere på (950).

Begrensningen i antall målinger samt instrumentets utilstrekkelige nøyaktighet førte til at det ikke ble utført beregninger av lysets og gardinstillingenes virkninger på temperaturfordeling og temperaturgradienter.

Supplerende målinger av luftstrømning, fordampning, temperatur og luftfuktighet

Resultatene av de supplerende målingene som ble gjennomført om natten den 13.-14.4.92 er vist i tabell 4.

Tabell 3. Måleresultater som viser horisontale tversgående gradienter C-D, B-A, F-E, F-A, B-E, Horisontale langsgående temperaturgradienter B-F, A-E, Vertikale temperaturgradienter C-C, D-D. Differansen mellom gradientene med luftblandere av og på ΔX av-på (Off-on), samt temperatur ue, tu

Table 3. Measurement results, horizontal transverse temperature gradients C-D, B-A, F-E, B-E, horizontal gradients B-F, A-E, Vertical temperature gradients C-C, D-D. The difference between gradients with the air mixers off and on ΔX off-on, and also the outside temperature, tu

Mnd. Month	tu	3		4		5		6		7		8		9		10		D-D
		på	av	på	av	på	av	på	av	på	av	på	av	på	av	på	av	
x	10.6	0.05	0.22	0.52	0.32	0.42	0.32	0.42	0.32	0.42	0.32	0.42	0.32	0.42	0.32	0.42	0.32	-0.31
6 n	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
s	2.0	0.3	0.4	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2
x	13.8	12.3	-0.12	0.06	-0.037	0.09	0.13	0.13	-0.25	0.10	-0.15	0.12	0.00	0.22	0.3	0.04	0.11	-0.11
7 n	218	31	218	31	218	31	218	31	218	31	218	31	218	31	218	31	218	31
s	2.2	1.1	0.3	0.3	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.3	0.4	0.03	0.4	0.4	0.3
x	12.6	10.5	0.09	0.77	0.30	0.86	1.31	0.26	1.31	0.40	1.27	0.15	0.91	-0.11	-0.41	-0.05	0.13	-0.06
8 n	274	10	274	10	274	10	274	10	274	10	274	10	274	10	274	10	274	10
s	2.9	2.2	0.4	0.6	0.5	0.4	0.5	0.4	0.9	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.1	0.6	0.05	0.3
x	7.9	7.4	0.27	0.76	0.74	1.52	1.23	0.74	1.14	1.15	0.83	1.10	-0.40	0.37	0.09	-0.42	0.24	0.51
9 n	282	81	282	81	282	81	282	81	282	81	282	81	282	81	282	81	282	81
s	3.9	3.8	0.4	0.5	0.7	0.8	1.1	0.7	1.2	1.0	0.8	1.2	1.2	1.0	1.0	1.1	0.4	0.6
x	5.3	5.8	0.19	0.58	0.90	1.81	1.62	1.51	1.21	1.79	1.31	1.52	-0.31	0.02	0.40	-0.28	0.50	0.55
10 n	99	22	99	22	99	22	99	22	99	22	99	22	99	22	99	22	99	22
s	3.5	2.0	0.4	0.2	0.5	0.7	0.4	0.5	0.9	1.1	0.8	0.6	0.6	0.9	1.0	0.8	0.4	0.3
X	10.6	8.5	0.10	0.58	0.33	1.21	0.64	0.76	0.55	1.03	0.43	0.94	-0.22	0.18	0.09	-0.27	0.11	0.40
Σn	956	144	956	144	956	144	956	144	956	144	956	144	956	144	956	144	956	144
s	4.3	3.8	0.4	0.5	0.5	0.9	0.7	1.1	1.0	0.8	1.10	0.8	0.9	0.8	0.9	0.4	0.5	0.4
ΔX av-p	3.1		0.48		0.88		0.12		0.48		0.51		0.40		-0.36		0.29	0.42

Tabell 4. Luftbevegelse, fuktighet, fordampning og temperaturgradienter med og uten luftblander
 Table 4. Air movement, air humidity, evapotranspiration and temperature gradients with and without air mixers

1 Nr. No.	2 Vindhastighet Air movement						3 Relativ f. Relative humidity		4 Fordamp. Evapotranspir- ation		5 Temperaturgradient Temperature gradients			
	på with			av without			på	av	på	av	på with		av without	
	Max	Min	x	Max	Min	x	RF	RF	g/mh	g/mh	B-A	C-C	B-A	C-C
	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	%	%			°C	°C	°C	°C
1	0,16	0,00	0,04	0,16	0,00	0,06	82	79	12,5	11,8	0,6	0,1	0,8	0,2
2	0,24	0,00	0,15	0,08	0,02	0,06	76	75	12,5	10,6	0,3	0,0	1,0	0,7
3	0,24	0,02	0,16	0,08	0,00	0,04	72	72	10,3	9,4	0,3	0,0	1,1	0,5
4	0,24	0,08	0,16	0,08	0,00	0,02	76	63	9,9	9,4	0,5	0,2	1,1	0,5
5	0,24	0,08	0,16	0,08	0,00	0,02	70	66	9,7	8,9	0,5	0,0	1,0	0,1
6	0,24	0,08	0,16	0,08	0,00	0,02	72		10,1	9,9	0,4	0,0	1,0	0,3
7	0,16	0,00	0,06	0,08	0,00	0,01			10,6	8,9				
8	0,16	0,00	0,08	0,12	0,00	0,04			11,2	8,4				
9	0,25	0,00	0,12	0,16	0,00	0,06			10,7	8,4				
10	0,25	0,06	0,12	0,16	0,00	0,06			10,3	8,9				
11	0,27	0,05	0,20	0,30	0,00	0,06			9,8	8,7				
X	0,22	0,03	0,13	0,12	0,00	0,04	75	71	10,7	9,4	0,43	0,0	1,0	0,58

DISKUSJON OG KONKLUSJONER

Gjennomsnittlig lufthastighet, uten luftblandere og med lysanlegget og varmeanlegget i drift, ligger i området ca $0,04 \text{ m s}^{-1}$ med minimum hastighet i nærheten av 0 og maksimum ca $0,12 \text{ m s}^{-1}$.

Gjennomsnittlig lufthastighet med luftblandere i drift er ca $0,13 \text{ m s}^{-1}$, med minimum hastighet $0,03$ og maksimum ca $0,22 \text{ m s}^{-1}$.

Luftblandere skapte omrøring av veksthusluften og en viss utjevning av temperaturen. En utjevning av temperaturen på 1°C i det aktuelle temperaturområdet forårsaker en forandring i relativ fuktighet på 5-8 %. Fuktbelastningen i plantesjiktet blir generelt lavere.

Ved temperaturer i nærheten av dødsonen (overgang mellom frysing og lufting) er situasjonen annerledes, og virkningen av luftbevegelsen på fuktforholdene er kanskje mer tvilsom, fordi tekkeflatene (glass/akryl) er varme, mangler tørkeevne og temperaturgradientene i rommet er generelt mindre (Elsner, B. 1986). Det er i disse periodene at faren for kondens på bladverket er størst.

Den målte forskjell i lufthastighet på $0,05\text{-}0,10 \text{ m s}^{-1}$ mellom veksthus med og uten vifter kan brukes som argument for installering av luftblandere. Det er særlig ved temperaturer i nærheten av dødsonen for regulering at den konvekktive aktiviteten er liten, mens fotosyntesen kan være stor. Det er i en slik situasjon CO_2 gradientene i plantebestanden er store og man har behov for blanding av luft. Luftblandere fører også til mindre forbruk av karbondioksyd gjennom bedre og jevnere regulering (Andersson, N.E. 1990) (Sakse, H. 1987).

En ikke signifikant måleserie, se tabell 4, viste at Begonia planter fordampet ca 10,7 g m² h⁻¹ bladareal (ca 20 g m² plantebestand) med luftblandere i gang. Tilsvarende fordampning uten luftblandere i gang var ca 9,5 g m² h⁻¹ bladareal. Dette er ca 11 % mindre enn fordampningen med luftblandere i gang.

Disse resultatene er i samsvar med signifikante målinger av fordampning som ble utført i 1984 i et veksthus med luftvarme og rørvarme (Sebesta, Z. & D. Wenner). Fordampningen var 6 % større i veksthus med luftvarme enn i veksthus med rørvarme. Lufthastigheten i veksthus med luftvarme (tilsvarende luftblandere i drift) var 0,05-0,50 ms⁻¹, og lufthastigheten i veksthus med rør 0,00-0,07 ms⁻¹.

Holdbarheten hos produktene blir påvirket av lufthastigheten (Mortensen, L.M. 1994). En økning i lufthastigheten fra 0,05 ms⁻¹ til 0,2 ms⁻¹ ved relativ fuktighet 70 % fører til forlengelse av holdbarheten fra ca 6 dager til ca 12 dager hos flere rosesorter. Roser dyrket ved 90 % r.f. forble derimot upåvirket av luftbevegelse.

Følsomhet overfor temperaturgradienter varierer mye med planteslag og det aktuelle temperaturområdet (Mortensen, L.M. 1994). Enkelte vekster er meget følsomme, og selv små gradienter kan påvirke veksten og tidspunktet for blomstring. Det kan være gunstig å installere luftblandere også av denne grunn.

Personer som arbeider under luftblandere oppgir at klimaet føles lettere. Enkelte av de ansatte klager likevel over støy fra luftblandere.

SAMMENDRAG

Luftblandernes virkning på temperaturfordeling, luftbevegelse, fordampning og holdbarhet hos produkter blir drøftet med utgangspunkt i egne og andres målinger og forskningsresultater.

Tre uavhengige måleserier av temperaturfordeling og klima i veksthus med luftblandere ble gjennomført. Temperaturfordelingen ble målt med termokamera og med termoelementer.

Seks luftblandere som hver har en kapasitet på ca 5000 m³h⁻¹ plassert i et veksthus med volum 9000 m³ hadde ikke noen statistisk sikker virkning på temperaturfordelingen. Målenøyaktigheten til utstyret som ble benyttet til målinger var utilstrekkelig.

Det varmeste stedet lå i midten av huset. Den gjennomsnittlige temperaturgradienten langs et rullebord var 0,6-1,2°C uten luftblandere i drift. Denne gradienten sank til 0,1-0,6°C med luftblandere i gang.

En økning i lufthastighet med luftblandere i gang på 0,05-0,10 m s⁻¹ ble målt. Større luftbevegelse fører til bedre fordeling av CO₂ og bedre holdbarhet hos roser.

Selv små temperaturgradienter kan forsinke tidspunktet for blomstring hos enkelte planteslag og dermed påvirke lønnsomheten. Bruk av luftblandere kan anbefales særlig hvis prisen på elektrisk energi er lavere enn prisen på olje.

Personer som arbeider under luftblandere oppgir at klimaet føles lettere. Enkelte klager likevel over støy fra luftblandere.

LITTERATUR

Anderson, N.E. 1990. The influence of forced air movements on greenhouse clima and plant growth. *Danish Journal of Plant and Soil Science* 94: 320-330.

Elsner, B. 1986. Problemlösungen für die Luftfeuchte im Gewächshaus Gb+Gw -(36) 1986.

Mortensen, L.M. 1991. Effects of temperature, light and CO₂ level on growth and flowering of miniature roses. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* 5: 295-300.

Mortensen, L.M. 1991. The effect of air temperature on the growth of foliage plants. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* 5: 289-294.

Mortensen, L.M. 1994. Personlige meddelelser.

Saxe, H. 1987. CO₂-fordeling i væksthuse. *Gartnertidende* (42) 1987.

Sebesta, Z. & D. Wenner 1985. Lavverdig varme og luftoppvarming av veksthus. IBT-Rapport nr. 216.

Sebesta, Z. 1992. Luftblandere i veksthus, ITF-Rapport 37.

RETTLEIING FOR FORFATTARAR

MANUSKRIPDET

Manuskriptet skal vera maskinskrive på ei side av papiret. Bruk 8 mm lineavstand (3 liner per tomme) og ein marg på minst 3 cm. Lat kvar av dei følgjande bolkane byrja på nytt ark: (1) tittel, (2) utdrag og nøkkelord, (3) teksta, (4) etterord, (5) litteraturliste, (6) tabellar, (7) figurtekster.

Nummerer sidene med 1 på tittelsida.

Artikkelen skal normalt vera delt inn i (1) innleiing, (2) materiale og metodar, (3) resultat, (4) drøfting og (5) samandrag.

Det kan brukast tre gradar av underoverskrifter, som deler opp og klargjer teksta. Artiklane skal vera så korte som råd og vanlegvis ikkje lengre enn 20 manussider medrekna tabellar og figurar. Dei må sendast redaksjonen i to eksemplar.

TITTELSIDA

På tittelsida skal stå:

1. Tittelen på artikkelen.

Gjer tittelen presis, men så kort som råd. Undertittel kan brukast, men òg han må vera stutt. Både tittel og undertittel skal vera omsette til engelsk.

2. Ein forkorta tittel, som skal brukast som kolumnetittel, og som ikkje bør vera på meir enn 40 bokstavar.

3. Fullt namn på alle forfattarar.

4. Namn og adresse på institusjonar og/eller avdelingar med fagleg ansvar for granskinga. Institusjonsnamna skal også vera på engelsk.

UTDRAG OG NØKKEWORD

Utdrag og nøkkelord skal vera på engelsk (abstract, key words). Bruk nøkkelord som er lista i Agrovoc. Utdraget skal ikkje vera lengre enn 150 ord. Det skal gi eit kort samandrag av artikkelen med hovudvekt på resultat og konklusjonar og mindre vekt på føremålet med granskinga og metodane. Bruk berre standard forkortingar i utdraget.

Bruk ikkje fleire enn 10 nøkkelord, som skal først opp alfabetisk. Oppgi namn og adresse på den forfattaren som skal ta imot eventuell korrespondanse, korrektur og særprent.

ETTERORD

Takk skal rettast berre til personar som har ytt noko vesentleg til granskinga. Forfattaren skal sikra seg at personar som vert nemnde, kan gå god for resultatane og konklusjonane i artikkelen.

TABELLAR

Skriv kvar tabell med 8 mm lineavstand på eige ark. Nummerer tabellane med arabiske tal. Gi kvar tabell ei stutt, men dekkjande tekst så lesaren kan skjønna tabellen utan å sjå i artikkelteksta. Bruk fotnotar til forklaring av forkortingar o.l., og bruk desse symbola i rekkjer (følgja: ') , ') , ') , ') , ') , ') .

Unngå loddrette og vassrette liner i tabellane. Tabellteksta og all tekst i tabellen skal vera omsett til engelsk.

FIGURAR

Alle illustrasjonar vert rekna som figurar. Dei skal nummerast med arabiske tal. Bokstavar, tal og symbol må vera klare, stå i høve til kvarandre og vera store nok til å tåla minsking. Forfattaren bør gjera seg opp ei meining om figurane skal dekkja 1. 1/2 eller 2 spaltar og teikna figurane slik at tal og bokstavar i alle vert om lag like store etter minsking. Fotografi bør vera så nær den prenta storleiken som mogleg. Om forstørring eller minsking er viktig for fotografiet, bør målestokken stå på baksida av fotografiet og ikkje i teksta til bildet. Kvar figur skal ha ei tekst som gjer han skjønleg utan å sjå i artikkelteksta. Alle figurtekstene skal skrivast på eige ark og med engelsk omsetjing.

LITTERATURTILVISINGAR

I teksta vert det vist til litteratur ved forfattarnamn og årstal etter Harvardsystemet: Høeg (1971) eller (Høeg 1971). Eit arbeid av to forfattarar vert vist til ved begge namna kvar gong: Oen & Vestrheim (1985) eller (Oen & Vestrheim 1985). Når det er fleire enn to forfattarar, skal ein visa til første forfattaren med tillegget «et al.»: Aase et al. (1977) eller (Aase et al. 1977). Litteraturlista vert ordna alfabetisk etter forfattarnamn, og under kvar forfatar i kronologisk orden. Er ein vist til fleire publikasjonar av same forfatar same året, må ein føya til a, b osv. etter årstalet både i litteraturlista og ved tilvising i teksta.

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

Junttila, O. & I. Schjelderup 1984. Seed production and viviparity in timothy (*Phleum pratense* L.). s. 51–55 i H. Riley & A.O. Skjelvåg (red.). The Impact of Climate on Grass Production and Quality. Proceedings of The 10th General meeting of The European Grassland Federation. Ås–Norway 26–30 June 1984.

Oen, H. & S. Vestrheim 1985. Detection of non-volatile acids in sweet cherry fruits. *Acta agriculturae scandinavica* 35: 145–152.

Strømnes, R. 1983. Maskinell markberedning og manuell planting. *Landbrukets årbok* 1984: 265–278.

Uhlen, G. 1968. Nitrogengjødsling til ettårig raigras. *Jord og avling* 10 (3) : 5–8.

Aase, K.F., F. Sundstøl & K. Myhr 1977. Forsøk med strandrøyrt og nokre andre grasartar. *Forskning og forsøk i landbruket* 27: 575–604.

Legg merke til at:

- Berre første forfattaren skal ha etternamnet først
- Teiknet & vert brukt mellom forfattarnamn
- Årstalet etter forfattarnamnet er prenteaåret for publikasjonen
- Heftenummer vert sett i parentes etter band/årgangsnummer. Heftenummer vert teke med berre når kvart hefte byrjar med side 1
- Det skal brukast kolon framfor sidetal for tidskriftartiklar
- Årstal skal nyttast der band/årgangsnummer vantar
- Ved tilvising til bok skal forlag og utgjevarstad først opp etter tittelen på boka. Dersom boka har komme i fleire utgåver, skal det stå kva for utgåve som er nytta
- Det vert ikkje tilrådd å forkorta namnet på publikasjonar. Eventuelle forkortingar bør følgja World List of Scientific Periodicals med tillegg av BUCOP, British Union Catalogue of Periodicals

FORKORTINGAR

Bruk standard forkortingar. Avstyttingar som ikkje er standard, skal forklarast i teksta første gongen dei vert brukte. Kvantum og einingar skal vera i samsvar med «Système International d'Unités» (SI).

KORREKTUR

Første korrektur, som er på ferdigmonterte sider, vert sendt til forfattaren, som straks les gjennom og returnerer korrekturen til redaksjonen. Prentefeil skal rettast med blått og eventuelle endringar som forfattaren gjer, med raudt. Andre korrektur vert lesen av redaksjonen.

SÆRPRENT

Saman med førstekorretturen til forfattaren vert det sendt ei prisliste og eit kort til tinging av særprent. Forfattaren får 50 særprent gratis. Tinginga må sendast redaksjonen saman med korrekturen.

Norsk landbruksforskning
Norwegian Agricultural Research
Vol. 8 1994 Nr. 2

Innhold/Content

Side/Page

Avlingsframgang og årsaker til avlingsframgang i norsk korndyrking 1960-92 <i>Yield progress and the sources of yield progress in Norwegian small grain production 1960-92</i>	Erling Strand	111
Bruk av bakterieinokulantar ved konservering av gras i Noreg <i>Bacterial inoculants as a silage additive in Norway</i>	Håvard Steinshamn	127
Forsøk med ulike såtider 1985-89 <i>Trials with different sowing dates 1985-89</i>	Egil Ekeberg	155
Korn-, potet og grønnsaksproduksjon i økologisk landbruk Resultater fra avlingsregistreringer i 30 bruks-prosjektet <i>Grain, potato and vegetable produksjon in organic farming Results from yield recordings in the 30 farm-project</i>	Karl N. Kerner	177
Luftblandere i veksthus og deres innvirkning på plantekvalitet og plantevekst <i>The influence of air mixers on plant growth and quality</i>	Zdenek Sebesta	189