



Statens
Planteavlsforsøg

Planteværnscentret
Administrationen
Lottenborgvej 2 – DK-2800 Lyngby

Beretning nr. S 1802

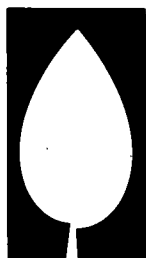
Dyrkningsmetoders indflydelse på udbytte, plantekvalitet, jord og miljø

III. Sædskifte og jordbehandling

Kirsten Høg
Statens Forsøgsstation
St. Jyndeved

Tidsskrift for Planteavls Specialserie

København 1985



Statens
Planteavlsforsøg

Beretning nr. S 1802

Dyrkningsmetoders indflydelse på udbytte, plantekvalitet, jord og miljø

III. Sædskifte og jordbehandling

Kirsten Høg
Statens Forsøgsstation
St. Jyndeved

Tidsskrift for Planteavls Specialserie

København 1985

Forord

I de senere år har der været stigende interesse for at undersøge landbrugets indflydelse på miljøet.

Interessen samler sig især om de moderne driftformers indflydelse på produkt-kvalitet og miljø.

I 1982 besluttede Statens Jordbrugs- og Veterinærvidenskabelige Forskningsråd at gennemføre et udredningsarbejde med henblik på at analysere foreliggende forsøgsresultater, der behandler samspillet mellem driftformernes og dyrknings-metodernes indvirkning på udbytte, plantekvalitet, jord og miljø.

Udredningsarbejdet er gennemført af cand. scient Kirsten Høg, Jydevad Forsøgs-station. Resultatet publiceres i følgende rapporter:

Dyrkningsmetoders indflydelse på udbytte, plantekvalitet, jord og miljø.

I Gødskning.

II Plantebeskyttelse.

III Sædkifte og jordbehandling.

IV Økologisk jordbrug.

V Vanding, slam, industrispildevand og afvanding.

VI Sammendrag af udredningsarbejdet og forslag til forskningsbehov.

En styregruppe med følgende sammensætning har været ansvarlig for udrednings-arbejdet:

A. Dam Kofoed, Askov Forsøgsstation.

J. Jakobsen, Planteværnscentret Lyngby.

M. Blangstrup Jørgensen, Havebrugscentret Årslev.

V. Jørgensen, Jydevad Forsøgsstation (formand).

INDHOLDSFORTEGNELSE

INDHOLDSFORTEGNELSE	3
SAMMENDRAG	6
I. INDLEDNING	9
I.1. Sædskiftets historiske udvikling	9
I.2. Afgrødefordelingen i Danmark	10
I.3. Registrering af sædskifteeffekter	12
II. KORNRIGE SÆDSKIFTER	14
II.1. Ensidig korndyrkning	14
II.1.1. Indflydelse på udbytte og plantekvalitet	14
II.1.1.1. Udbyttetab i de forskellige kornarter	14
II.1.1.2. Stigende andel byg i sædskiftet	18
II.1.1.3. Plantekvalitet	19
II.1.2. Kvælstofeffekt	22
II.1.3. Indflydelse på forekomst af svampesygdomme, skadedyr og ukrudt	22
II.1.3.1. Svampesygdomme	25
II.1.3.2. Skadedyr	25
II.1.3.3. Ukrudt	27
II.1.4. Jordbundsforhold	29
II.1.5. Konklusion/diskussion	29
II.2. Kornsædskifter med halmnedmuldning	29
II.2.1. Indflydelse på udbytte	30
II.2.2. Jordforhold	32
II.2.3. Indflydelse på svampesygdomme, skadedyr og ukrudt	34
II.2.4. Konklusion/diskussion	35
II.3. Kornsædskifter med reduceret jordbehandling	36
II.3.1. Indflydelse på udbytte	37
II.3.2. Jordforhold	38
II.3.3. Indflydelse på forekomst af svampesygdomme og ukrudt	42
II.3.3.1. Svampesygdomme	42

II.3.3.2. Ukrudt	43
II.3.4. Konklusion/diskussion	45
II.4. Kornsædskifter med vekselafgrøder	46
II.4.1. Forskellige vekselafgrøders indflydelse på kornudbytte	46
II.4.1.1. Afbrudt ensidig bygdyrkning	46
II.4.1.2. Forskellige forfrugter til korn	48
II.4.1.3. Bælgplanters værdi som forfrugt til korn	50
II.4.1.4. Forfrugtsværdiens afhængighed af kvælstoftilførslen	51
II.4.2. Vekselafgrøders indflydelse på forekomst af ukrudt og svam-	
pesygdomme	51
II.4.3. Konklusion/diskussion	53
III. GRØNGØDSKNING OG EFTERAFGRØDER	55
III.1. Indledning	55
III.2. Udbytte	56
III.2.1. Korsblomstrede (gul sennep)	56
III.2.2. Græs og bælgplanter	58
III.2.3. Sammenligning af forskellige grøngødningsafgrøder	61
III.3. Jordforhold	62
III.3.1. Humusindhold og biologisk aktivitet	62
III.3.2. Jordens kemiske tilstand	64
III.3.3. Jordens fysiske tilstand	66
III.4. Forekomst af ukrudt og sygdomme	66
III.5. Konklusion/diskussion	68
IV. GROVFODERAFGRØDER	69
IV.1. Indledning	69
IV.2. Udbytte	70
IV.2.1. Rodfrugter	70
IV.2.2. Græsmarksafgrøder	71
IV.3. Jordforhold	73
IV.4. Forekomst af ukrudt, sygdomme og skadedyr	75
IV.5. Konklusion/diskussion	77

V. ALSIDIGE SÆDSKIFTER	79
V.1. Udbytte	79
V.2. Jordforhold	81
V.2.1. Udvaskning af kvælstof	81
V.2.2. Afgrøders udnyttelse af husdyrgødning	82
V.2.3. Mikrobiel aktivitet og humusindhold	83
V.3. Forekomst af svampesygdomme og ukrudt	84
V.4. Konklusion/diskussion	86
LITTERATURLISTE	88

SAMMENDRAG

Strukturændringen i dansk landbrug indenfor de sidste 30 år har medført en ændret arealudnyttelse. Kornarealet er i denne periode øget fra 42% i 1950'erne til 61% i 1982. Modsat er arealet med græs og rodfrugter gået stærkt tilbage.

Afgrødefordelingen afspejler en forenkling af sædskifterne. Antallet af brug uden husdyr er steget fra 8% i 1967 til 25% i 1980, og de kvægløse brug udgjorde i 1980 knap 50%. Derimod er svineproduktionen øget og dermed behovet for foderkorn.

Ensidig dyrkning af såvel vårbyg, vinterbyg, vinterhvede og havre resulterer i mindre kerneudbytter, end hvis disse afgrøder blev dyrket i et sædskifte. Der er et mindre antal aks/m², et kortere strå, et lavere vandforbrug og en nedsat vækst tidligt i vækstsæsonen ved den ensidige dyrkning.

Dyrkning af rodfrugter (roer, kartofler og gulerødder) i ensidige sædskifter bevirker også udbyttetab; udbyttetabet i bederoer kan i de dårligste år være op til 20%.

Det er ikke muligt at henføre udbyttetabet til én bestemt årsag. Flere faktorer kan nedsætte, men ikke helt eliminere udbyttetabet, deriblandt øget kvælstofgødskning og et øget forbrug af pesticider. Sidstnævnte bl.a. til nedsættelse af knækkefodsygeangreb.

Byg er den kornart, der klarer sig bedst ved ensidig dyrkning. Ved optimal kvælstoftilførsel og på gode jorde er udbyttetabet 5-7% i forhold til sædskiftebyg. Derimod kan ensidig dyrkning af vinterhvede selv på gode jorde resultere i udbyttetab op til 30%. Udbyttetabene er størst på lette jorde.

Kombineres bygdyrkningen med reduceret jordbehandling (fræsning) kan det bevirke et udbyttetab på op til 3-4 hkg kerne/ha i forhold til pløjning, det største tab kan observeres på lette jorde. En direkte såning kan medføre udbyttetab helt op til 10 hkg kerne/ha i forhold til pløjning. Den reducerede jordbehandling øger risikoen for angreb af visse svampe på kornet, der overlever på planterester i jorden, f.eks. skoldplet.

En halmnedmuldning kan på lette jorde bevirke et lille merudbytte, dog kun i størrelsesorden 2 hkg kerne/ha, hvorimod nedmuldning i hvert fald i de første 2-4 år kan bevirke et lille udbyttetab på lerjorde. Danske undersøgelser har ikke fundet forskel i angreb af fodsye (goldfodsye og knækkefodsye) mellem forsøg med halmnedmuldning, halmafbrænding og fjernelse af halmen.

Set over en flerårig periode vil jordens humusindhold og biologiske aktivitet (mængden og diversiteten af mikroorganismer og jorddyr) være lidt lavere ved ensidig korndyrkning sammenlignet med et alsidigt sædskifte, dog afhængig af gødsning, klima samt behandling af halmen. En årlig nedbringning af halm har en positiv indflydelse på humusindhold og biologisk aktivitet samt jordens strukturstabilitet og luftskifte.

Effekten af nedbringningen vil dog ikke kunne opretholde humusbalancen ved den ensidige korndyrkning. Nedpløjning af halm kan desuden give anledning til en større ukrudtsbestand i vårhvede og byg, end hvis halmen blev fjernet. En reduceret jordbehandling i form af fræsning kan bevirke en reduktion af jordens porøsitet, rumfanget af grovporer og gennemtrængeligheden for vand, mens aggregatstabiliteten kan øges.

Nedbringning af halmen (ca. 5 t/ha) kan forøge jordens kaliumindhold med ca. 40 kg kalium/ha. Derimod vil nedbringningen mindske jordens kvælstofindhold ved immobilisering, ca. 15-20 kg N/ha. Dette kvælstof frigives dog igen i løbet af de følgende vækstsæsoner.

Såvel fræsning som direkte såning giver koncentrering af næringsstoffer i de øvre jordlag (0-5 cm) i forhold til pløjning. Dette gælder bl.a. for kalium, kvælstof og fosfor. I dybere jordlag vil koncentrationen af disse stoffer være mindre, hvilket kan betyde en formindsket udvaskning.

Den mere ensidige korndyrkning i de sidste 10-20 år i forbindelse med en kemisk ukrudtsbekæmpelse har ændret ukrudtsfloraens sammensætning, hvor arter som alm. fuglegræs, enårig rapgræs, fersken pileurt, nat-limurt, markærenpris, burresnerre og vejpileurt i voksende grad dominerer bestanden.

Inkluderes en vekslafgrøde (rodfrugt eller græs) i et kornsædskifte kan der påregnes et merudbytte på ca. 10% i 1. års bygafgrøder, lidt lavere merudbytte på lerjorde end på sandjorde. 2. års byg kan give merudbytter omkring 3-5%, og selv en afbrydelse af korndyrkningen hvert 4. år kan give et lille merudbytte.

Havre som forfrugt til byg kan bevirke et merudbytte omkring 0,5-1 hkg kerne/ha i forhold til ensidig byg.

Værdien af bælgssæd som vekselafrøder til korn vil være god, såfremt kvælstoftilførslen til kornet er lille. Merudbytter i byg efter bælgplanter er ca. 2 hkg kerne/ha ved "normal" kvælstoftilførsel til byggen, højere forfrugts-

værdi af bælplanter kan forventes ved lavere kvælstoftilførsel. En bælplante isået en kornafgrøde bevirker ingen eller et negativt merudbytte i dæksæden. Kvælstofeffekten af bælplanter nedpløjet som grøngødning kan variere meget, værdien er i størrelsesorden 40-100 kg N/ha. Udbyttet af de forskellige kornarter er generelt højere, når disse indgår i et alsidigt sædskifte. Forskellen mellem ensidigt korn og sædskifte Korn behøver imidlertid ikke at være stor, da øget kvælstoftilførsel til kornet kan kompensere for noget af tabet.

Benyttelse af gul sennep som efterafgrøde bevirker kun små merudbytter i den næstfølgende kornafgrøde, oftest under 2 hkg kerne/ha, størst eftervirkning ved lavt kvælstofniveau til byggen. Kvælstoftilførslen til korsblomstrede efterafgrøder har betydning med hensyn til størrelsen af den efterladte grønmasse. Mængden af grønmasse kan tredobles ved kvælstoftilførsel. Ofte er den efterladte grønmasse dog under 20 hkg tørstof/ha, hyppigt under 10 hkg tørstof/ha, selv ved kvælstoftilførsel. Alsidige sædskifter, hvor jorden er plantet dækket det meste af året, vil bevirke mindre udvaskning af nitrat end mere ensidige kornsædskifter (vårsæd), en større humusmængde og større biologisk aktivitet i jorden. Sidstnævnte skyldes primært græsmarksafgrøder, hvorimod rodfrugter i et sædskifte normalt ikke vil stimulere jordens humusindhold og biologiske aktivitet.

De relativt små mængder planterester efterladt i jorden fra efterafgrøder af korsblomstrede er ikke nok til at bevirke en forøgelse i jordens humusindhold. Man kan dog se en forøget biologisk aktivitet. Jordens aggregatstabilitet, struktur og porøsitet kan ændres lidt i positiv retning ved dyrkning af efterafgrøder. Efterafgrøder bevirker en lidt større mineralisering af kvælstof, dog ikke altid målelig.

Fra lysimeterforsøg er der fundet en mere end dobbelt så stor udvaskning af nitrat (ca. 50 kg N/ha) fra kornafgrøder end fra rodfrugt- og græsmarksafgrøder (ca. 20 kg N/ha). Brug af efterafgrøder kan reducere udvaskningen af nitrat med omkring 10 kg N/ha/år på gode jorde, men ikke på mere dyrkningsusikre jorde. Reduktionen er dog næppe så stor som ved dyrkning af mere alsidige sædskifter.

I. INDLEDNING

Sædskiftet angiver enkelt udtrykt rækkefølgen i hvilken forskellige afgrøder dyrkes i et skifte.

I.1. Sædskiftets historiske udvikling

Historisk set har jordbruget og dermed de forskellige dyrkningssystemer, som gennem tiderne har afløst hinanden, været koblet til spørgsmålet om tilgængelighed af plantenæringsstoffer.

Sædskiftets udvikling op gennem tiderne er beskrevet af Jensen (1983).

Den mest oprindelige dyrkningsform i oldtiden og op til middelalderen var alsædskiftet, hvor rug og byg dyrkedes skiftevis, indtil udbyttet var faldet til næsten at være på størrelse med udsædsmængden, derefter lå marken brak i en kortere eller længere årrække, hvorefter korndyrkningen blev fortsat. Senere kom trevangsbruget, hvor marken blev opdelt i tre skifter, 1. byg, 2. rug og 3. brak eller græs. Senere kom kobbelbruget, hvor korn vekslede med græs. Sædskiftet blev senere forbedret. Omkring år 1800 optages dyrkning af korsblomstrede afgrøder og vintersæd.

Omkring år 1850 indførtes vekselbruget, hvor bredbladede afgrøder skulle veksle med smalbladede, f.eks. 1. hvede, 2. kartofler, 3. byg, 4. kløvergræs. Senere blev det almindeligt at kombinere veksle- og kobbelbruget for at mindske risikoen for sygdomsangreb; samtidig blev brakken ofte afløst af en rodfrugtafgrøde.

Med brugen af handelsgødninger blev man mere uafhængig af kravet om bestemte afgrøder i sædskiftet. Men selv herefter bestod en del af forfrugtsværdien trods rigelig tilgængelighed af plantenæringsstoffer.

Som en vigtig faktor til forklaring af forskellige afgrøders sædskifte (forfrugts) værdi har været fremført, at forskellige afgrøder og afgrødekombinationer fremselekterer sin specielle ukrudtsflora. Jo mere ensidigt sædskiftet er, desto større bliver problemet med ukrudt. Med bedre mekaniske og kemiske bekæmpelsesmidler har ukrudtsproblemet ikke samme betydning nu som for

bare 15 år siden. Trods den store forbedring af ukrudtsbekæmpelsen, er der fortsat sædskifteeffekter. Selvom sædskiftet stadig kan have en stor rolle i ukrudtsbekæmpelsen (forebyggelsen) og forsyningen af plantenæringsstoffer, skyldes forfrugtsværdien af visse afgrøder også andre faktorer.

Som årsag til forfrugtsværdien har været fremført dårligere jordstruktur (lavere humusindhold) p.g.a. den formindskede græsdyrkning. Resultater tyder dog på, at de seneste årtiers øgede gødsning og dermed øgede høstudbytte med medfølgende flere afgrøderester i jorden tværtimod har bevirket et højere humusindhold (Høg, 1986a).

I dag er det fremført, at sædskifteeffekter i meget høj grad skyldes, at ensidig dyrkning medfører opformering af sygdomme og skadedyr, som specielt er knyttet til de valgte afgrøder.

De sædskiftebundne skadevoldere er karakteristiske ved at være oligofage (har lille værtsspektra) og stedbundne. Sædskiftet virker ind ved at udsulte dem.

Imidlertid vil et sædskifte ikke kun regulere én bestemt faktor, og sædskiftevirkningen er kompleks.

Keller (1979) anfører, at sædskiftemæssige foranstaltninger har betydning for:

- o udbyttet af de i sædskiftet indgående afgrøder
- o bekæmpelse/forebyggelse af sygdomme og skadedyr
- o bekæmpelse/forebyggelse af ukrudt
- o (bedre) udnyttelse af den organiske gødning
- o kvælstofforsyning til jorden (via bælgeplanter)
- o forbedring af den biologiske aktivitet i jorden
- o bevarelse/forbedring af jordens humusindhold
- o forbedring af jordstrukturen
- o valget af jordbearbejdningsmetode
- o vekslen mellem forårs- og efterårssåning.

1.2. Afgrødefordelingen i Danmark

Strukturændringen i dansk landbrug indenfor de sidste 30 år har medført en ændret arealbenyttelse (Høg, 1986a). Kornarealet i 1950/54 udgjorde 42% af det opdyrkede areal, mens det i 1982 udgjorde 61%. Heraf udgjorde byg de 84% af kornarealet. Arealet med henholdsvis rug og blandsæd udgjorde 10% og 21% i

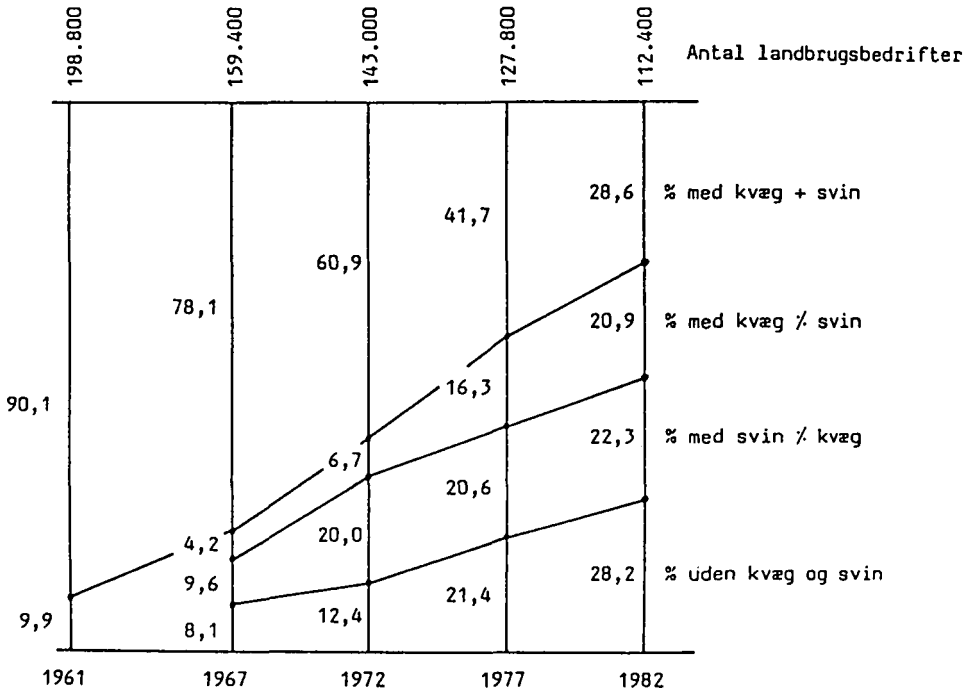
1950/54, mens det i 1982 kun udgjorde 3% og 0,2%. Arealet med rodfrugt samt græs og grønfoder er modsat kornarealet gået stærkt tilbage; der er næsten tale om en halvering.

Afgrødefordelingen afspejler en forenkling af sædskifterne. Tidligere tilrettelagdes sædskiftet primært til produktion af grovfoder til kvægholdet. Antallet af kvægløse brug har været stigende i de sidste 20 år med koncentreret af kvæget på færre brug. I 1980 udgjorde de kreaturløse brug knap 50% (tabel 1). Dette har medført, at grovfoderafgrøderne roer og græs, der er traditionelle vekselafgrøder for korn, er udgået af sædskiftemarkerne i mange kvægløse brug. Svineproduktionen er øget stærkt, og dermed har der været et øget behov for foderkorn med et stigende bygareal til følge. Den udvidede korndyrkning har medført en overskudsproduktion af halm, som i dag er anslået til ca. 1,5 - 2,0 mill. tons (Christensen, 1984a). Den regionale fordeling af halmoverskuddet er for 1981/82 opgjort til 58% øst for Storebælt, 37% på Fyn og i Østjylland og kun 5% i det øvrige Jylland (Christensen, 1984a,b).

Tabel 1. Udviklingen i husdyrholdet samt i antallet og fordelingen af landbrugsbedrifter (Danmarks Statistik) (Jepsen, 1983b).

	1967	1972	1980
antal kvæg, mill.		2,8	3,0
antal kvægbesætninger		104.000	61.000
antal kvæg pr. besætning		27	49
antal svin, mill.		8,4	10,0
antal svinebesætninger		120.000	68.000
antal svin pr. besætning		70	147
antal brug med kvæg og svin, %	78	61	33
antal brug med kvæg, %	4	7	18
antal brug med svin, %	10	20	24
antal brug uden kvæg og svin, %	8	12	25
antal brug ialt (1000)	159	134	119

Appendix til tabel 1.



I.3. Registrering af sædskifteeffekter

Ved valget af afgrødetype til et sædskifte må der bl.a. tages hensyn til jordtype, klima, nedbør/vanding og gødning. Der vil derfor indgå mange variable forhold, hvilket vanskeliggør måling af sædskifteeffekter, og de observerede effekter kan nemt skyldes lokale forhold. De fleste forsøg til belysning af værdien af et sædskifte har målt denne i form af udbytter (forfrugtsværdi) dvs. bestemte afgrøders indflydelse på udbyttet af den (de) næstfølgende. Værdien målt i forhold til forekomst af ukrudt, skadedyr og svampesygdomme er ikke undersøgt i tilsvarende omfang.

Sædskiftets indflydelse på jordens kemiske, fysiske og biologiske egenskaber sker over en længere årrække, og kun langvarige forsøg kan belyse disse forhold. Undersøgelser over afgrøders indbyrdes placering og virkning i et sædskifte undersøges bedst ved en direkte sammenligning mellem forskellige sædskifter og skal også ske i langvarige forsøg.

Mange forsøgsresultater behandler dog kun forfrugtsvirkningen af et enkelt års afgrøde på den næstfølgende. Undersøgelser over hele sædskifter er i nyere tid koncentreret om kornrige dyrkningssystemer, ofte korn dyrket i monokultur (ensidig dyrkning). Antallet af forsøg med mere alsidige sædskifter er begrænset, og de foreliggende er primært fra tiden før 1950. Disse ældre danske forsøg kan i en vis grad sige noget om, hvilken rækkefølge afgrøderne mest hensigtsmæssigt kan indgå i et sædskifte. Derimod kan man næppe overføre udbytterelationer til nutidige dyrkningsforhold på grund af de store ændringer, der er sket i gødningstyper/mængde, anvendelse af pesticider samt andet sortsvalg. Det er derfor vanskeligt at forudsige, hvordan et alsidigt sædskifte fra f.eks. 1950 vil fungere, hvis det blev benyttet i 1980'erne.

II. KORNRIGE SÆDSKIFTER

II.1. Ensidig korndyrkning

II.1.1. Indflydelse på udbytte og plantekvalitet

II.1.1.1. Udbyttetab i de forskellige kornarter

I de danske undersøgelser, der er udført med dyrkning af kornafgrøder i monokultur (ensidig dyrkning), er der i næsten alle forsøg rapporteret om udbyttedepression. Siden 1959 er der i Danmark gennemført forsøgsserier med ensidig dyrkning af de fire almindeligste kornarter på lerjord og sandjord (Jepsen, 1976, 1980, 1983a,b,c; Hjortsholm, 1979; Ullerup, 1974a,b, 1975, 1978, 1983a,b, 1985).

Byg

Byg er den kornart, der klarer sig bedst ved ensidig dyrkning (Jepsen, 1976). På gode dyrkningssikre jorde er udbyttetabet ved ensidig bygdyrkning i forhold til sædskiftebyg ca. 5-7% under forudsætning af optimal kvælstofforsyning (Jepsen, 1975, 1976, 1979, 1980, 1981, 1983a,b,c). På sandjorde må udbyttetabet påregnes at være større; i nogle tilfælde op til 25-30% (Jepsen, 1975). Udbyttet vil falde fra 1. års byg indtil 4-5 års byg, hvorefter der vil indtræde en stabilisering (Jepsen, 1976, 1980), den såkaldte "decline" effekt (fig. 1). Udbyttet stabiliserer sig dog på et niveau lavere end sædskiftebyg. Forsøg udført ved de landøkonomiske foreninger viser, at udbyttet ved ensidig bygdyrkning stabiliseres på et niveau på 9-11% under udbyttet i 1. års byg (Ullerup, 1974, 1985).

Tilsvarende har mange udenlandske undersøgelser vist, at ensidig korndyrkning forårsager udbyttedepression. I svenske forsøg forårsagede ensidigt dyrket byg en udbyttedepression på 10-20% af udbyttet i alsidige sædskifter, størst udbyttetab på de lette jorde (Agerberg, 1967). Norske undersøgelser viste, at byg i ensidigt kornsædskifte gav 2-21% mindre udbytte end 1. års byg efter kartofler (Wølner et al., 1978).

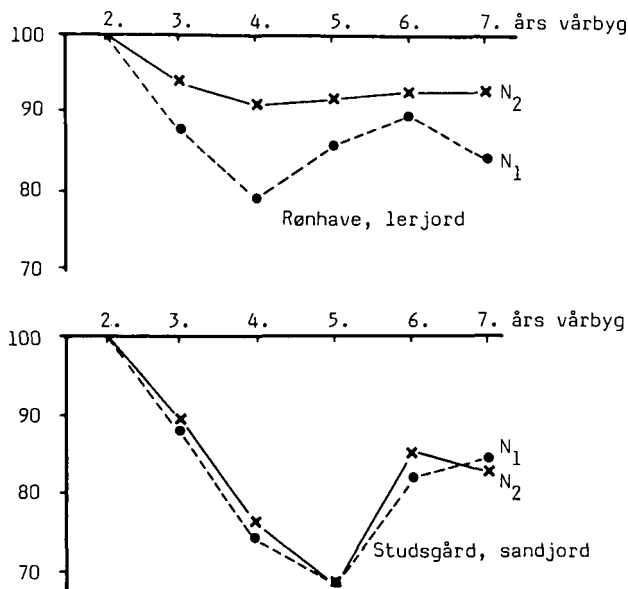


Fig. 1. Relative kerneudbytter ved ensidig bygdyrkning. 2. år byg = 100 (Jepsen, 1980, 1985).

Tilsvarende tal for udbyttedepression er fundet i tyske og engelske forsøg (Hirst, 1969; Fisher, 1971; Gliemeroth & Kübler, 1972; Draycott et al., 1972; Kreuz & Kratzsch, 1981; Heyn & Brüne, 1982). Der er i mange af forsøgene tale om betydelige variationer. I en tysk undersøgelse blev der fundet en stor årsvariation på udbyttetabet, sidstnævnte varierede fra 6% til 32% (Heyn & Brüne, 1982).

Vinterhvede

Vinterhvedes udbyttelniveau er højere end vårbyggens. Yderligere er vinterhvedens mæruddbytte i forhold til vårbyg steget fra 8% i 1950/59 til 19% i 1970/79 (Jepsen, 1983b).

Ensidig dyrkning af vinterhvede er dog betydeligt mere usikkert end dyrkning af vårbyg (Jepsen, 1975, 1976, 1983b). Ensidig vinterhvededyrkning gav på god lerjord udbyttetab på ca. 30%, dog med betydelige årsvariationer (fig. 2) (Jepsen, 1975).

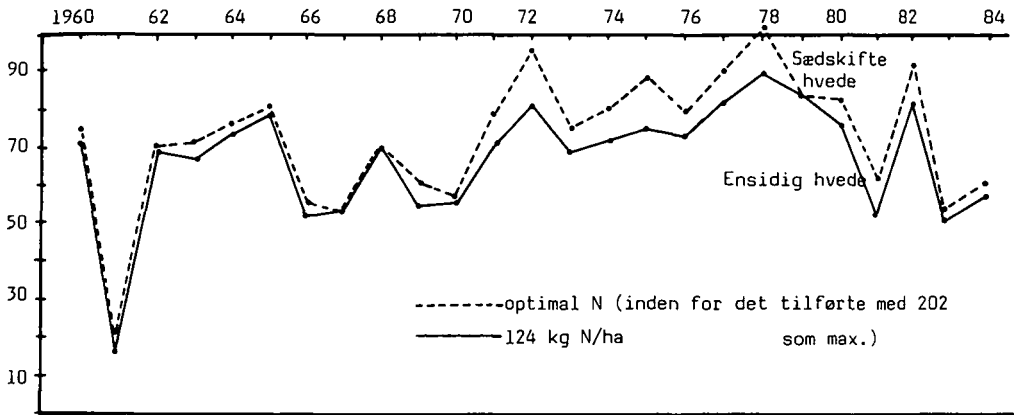


Fig. 2. Sammenligning af ensidig hvede med sædskiltehvede (sædskilte-hvede=100). Rønhave, 1960-82. (Jepsen, 1983c, 1985).

Som gennemsnit af årene 1980-82 viste ensidig dyrkning af vinterhvede et udbyttetab på 14,5 hkg kerne/ha, svarende til 23%, i forhold til vinterhvede dyrket i et sædskilte med havre og vårraps (Jepsen, 1983a).

Forsøg i de landøkonomiske foreninger viser, at det største fald i udbyttet opnås i de første år, derefter sker en stabilisering (Ullerup, 1985).

Samstemmende viser udenlandske resultater, at hvede i fortsat dyrkning leder til den stærkeste udbyttedepression (Kreuz & Kratzsch, 1981; Heyn & Brüne, 1982). I de udenlandske undersøgelser varierede udbyttetabet fra 10% op til 35% afhængig af sort, jordtype, forfrugter og år (Gliemeroth & Kübler, 1972; Bockmann, 1976; Pommer et al., 1979, 1982).

Dyrkes hvede i et kornsædskilte (byg, byg, havre, hvede) vil udbyttet være højere end af hvede dyrket i monokultur samt byg dyrket i sædskilte med hvede (Olsen, 1979; Jepsen, 1981).

Vinterbyg

Udbytteevnen for vinterbyg er på dyrkningssikre jorde noget højere end for vårbyg, dog må vinterbyg i forhold til vårbyg regnes for en mere usikker afgrøde til dyrkning i monokultur. I gennemsnit af 3 år bevirkede ensidig dyrkning af vinterbyg i et udbyttetab på ca. 16 hkg/ha svarende til 24% i forhold til

dyrkning i et sædskifte med havre og vårraps (Jepsen, 1983c). Resultaterne er dog kun foreløbige.

I udenlandske forsøg er det fundet, at udbyttetabet ved ensidig dyrkning af vinterbyg er mindst på gode jorde med et gennemsnitligt udbyttetab på ca. 7% mod ca. 16% på dårligere jorde (Pommer & Baumer, 1982).

Havre

Havre viser også faldende udbytte ved ensidig dyrkning (Jepsen, 1976). Nematode-resistente sorter kan bevirke en vis stabilisering, men ikke nok til at fastholde udbyttet i forhold til sædskiftehavre.

II.1.1.2. Stigende andel byg i sædskiftet

Forsøg med forskellig procentandel byg i et sædskifte viser, at kerneudbyttet falder med stigende andel byg (fig. 3) (Jepsen, 1976; Jepsen & Jensen, 1976).

Tyske undersøgelser har vist, at udbyttet af byg og vinterhvede ikke bliver reduceret i forhold til ensidig dyrkning, når bygandelen i sædskiftet er 75% eller derunder (Diercks et al., 1980). Kuntzsch et al., (1983) fandt først en sikker udbyttenedgang ved en kornandel i sædskiftet større end 80%.

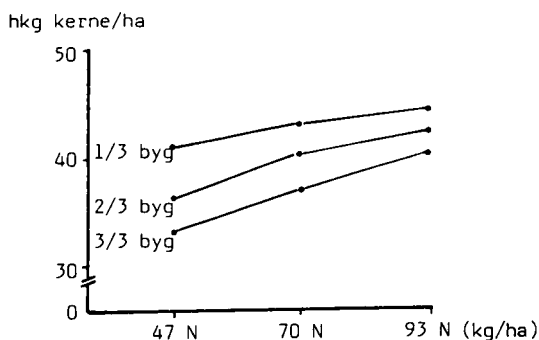


Fig. 3. Udbytte af byg ved forskellig andel byg i et sædskifte, hkg kerne/ha (Jepsen, 1976).

II.1.1.3. Plantekvalitet

I mange forsøg er det fundet, at ensidig korndyrkning kan forårsage en betydelig depression i én eller flere af følgende parametre: aksantal, antal kerner/aks og kernevægten. Dette er fundet i vårbyg (Schnieder, 1963; Uhlen, 1975), vinterbyg (Wicke, 1970) og hvede (Bockmann & Knoth, 1971).

I nogle forsøg er der fundet et færre antal rødder i jorden i forsøgsparceller dyrket med ensidig korn end dyrkning af korn i alsidige sædskifter. Schnieder (1963) fandt 3-4 gange mindre rodmængde i forsøgsled efter ensidig bygdyrkning end efter 1. års byg. Vårhvede i et sædskifte er fundet at have en større rodmængde og flere funktionsdygtige rødder end ensidig vårhvede (Vetter & Schöneick, 1969).

Hjortsholm (1978, 1979) undersøgte såvel kerneudbyttekomponenter, plantehøjde, vandforbrug og indhold af næringsstoffer i ensidig dyrket byg og 1. års byg.

Depressionen i totaltørstof var størst i tiden før planternes strækningsvækst (stadie 6-8). Det mindre udbytte kunne i overvejende grad forklares ved et mindre antal aks/m² og et kortere strå. Derimod var der ikke forskel mellem ensidig dyrket byg og 1. års byg med hensyn til antal kerner/aks og kernevægten.

Dette er samstemmende med tyske forsøg, der finder, at udbyttekomponenternes følsomhed for udbyttedepression ved ensidig dyrkning er: bestandstæthed > tusindskornsvægt > antal kerner/aks (Kuntzsch et al., 1983).

Konstant gennem vækstsæsonen havde ensidig dyrket byg et lavere vandforbrug end 1. års byg (ca. 90% af 1. års), og dette kunne forklares ved en langsommere og mindre intens rodudvikling i den ensidigt dyrkede byg (Hjortsholm, 1978).

Der var kun ringe forskel på det procentvise indhold af næringsstofferne N, P, K, Mg, Ca og Na i den ensidige byg og 1. års byggen. Da tørstofudbyttet var lavere i den ensidige byg, må den samlede optagelse af næringsstofferne have været lavere måske p.g.a. den mindre rodvækst.

Hjortsholm (1978, 1979) konkluderer, at ensidig byg skades ret tidligt i vækstsæsonen, men planterne kan i nogen grad vokse fra skaden.

Som årsag til de observerede udbyttetab og ændringer i plantekvalitet ved ensidig dyrkning er anført en eller flere af faktorerne: næringsstofforsyning, ændring i jordens humusindhold, ukrudtsproblemer og større grad af sygdomsangreb. Ofte har det ikke været muligt at finde en entydig forklaring. Hvis der skulle være mangel på næringsstoffer til den ensidigt dyrkede byg, skulle man ved tilførsel af disse kunne eliminere udbytteforskellen. Dette er til en vis grad muligt (afsnit II.1.2.), men meget tyder på, at øget forekomst af svampesygdomme er mere betydende for udbyttedepressionen (afsnit II.1.3.).

II.1.2. Kvælstofeffekt

I mange forsøg er det fundet, at udbyttedepressionen ved ensidig korndyrkning kan reduceres, men ikke elimineres ved øget kvælstofgødskning (Hjortsholm, 1979; Jepsen, 1976; Ullerup, 1983b; Ullerup, 1985 (fig. 4). Rasmussen & Olsen (1983) fandt, at udbyttetabene ved 2. års byg var aftagende med stigende kvælstoftilførsel, men at de største udbytter altid blev opnået ved 1. års byg. Dette var gældende for byg på såvel lerjord som sandjord. I vinterhvede blev i gennemsnit af 7 år opnået det højeste udbytte ved tilførsel af 120 kg N/ha i 1. års hvede, 170 kg N/ha i 2. års hvede og 180-200 kg N/ha ved ensidig dyrkning (Ullerup, 1983b).

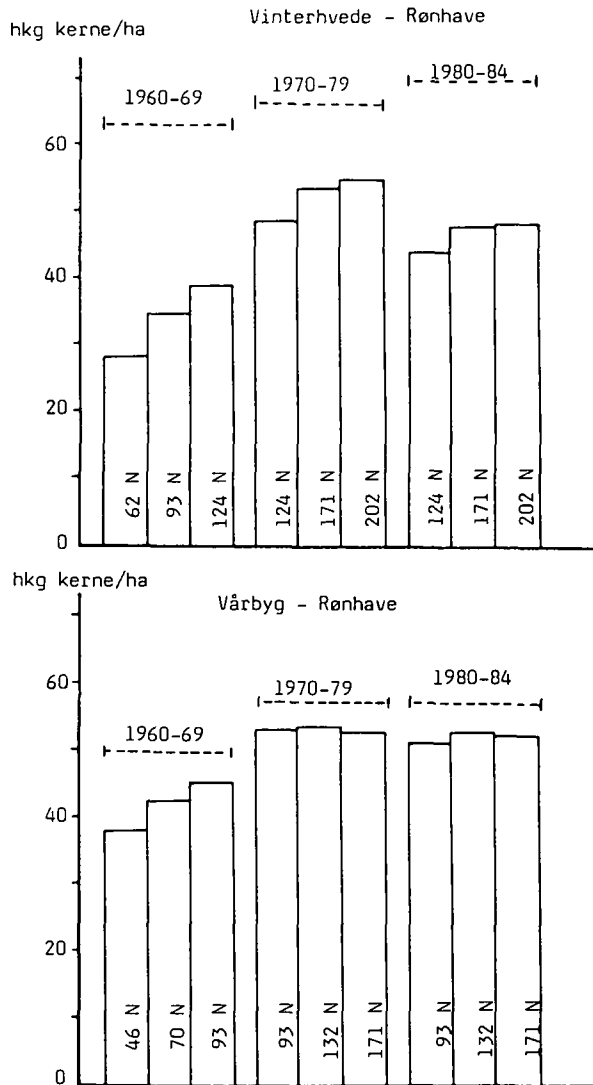
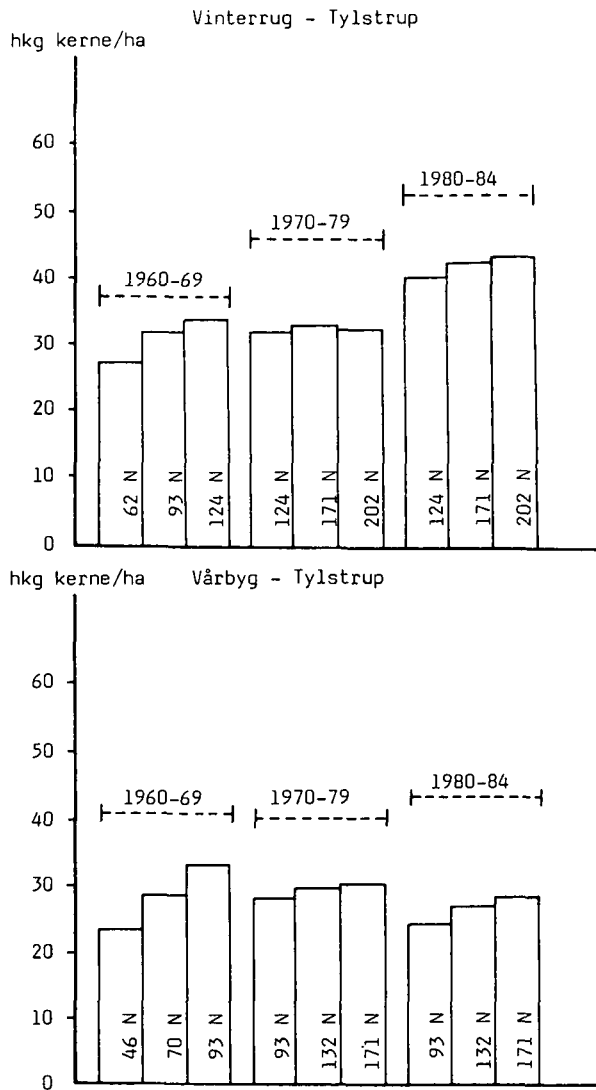


Fig. 4. Kerneudbytter ved forskellig N-gødsning ved dyrkning af samme kornart hvert år, hkg kerne/ha. ----- Normaludbytter (Jepsen, 1985).

Fig. 4 fortsat



Samme tendens er observeret i udenlandske forsøg (Ebbersten, 1981a,b,c). Andre faktorer end kvælstoftilførslen kan imidlertid have større indflydelse på udbyttedepressionen ved ensidig dyrkning. Manus et al. (1979) fandt, at kvælstofgødskning til ensidigt dyrket vinterhvede med hensyn til udbytt niveau kun havde ringe betydning i forhold til sortsvalg. Heyn & Brüne (1982) fandt, at udbytteøgningen ved stigende kvælstoftilførsel blev observeret i såvel ensidigt dyrket vinterhvede som sædskiftevinterhvede, og kvælstoftilførsel kunne derfor ikke kompensere for udbyttetabet ved ensidig dyrkning.

Jauert et al. (1981) fandt, at mertilførsel af 100 kg N/ha til vinterhvede, vinterbyg og vinterrug bevirkede en lille positiv effekt på udbyttet i sædskifter med 100% korn. Ved 60-80% korn i et sædskifte var der ingen kvælstofeffekt på udbyttet.

Ebbersten (1981c) fandt, at en øgning af kvælstofmængden fra 70 til 120 kg N/ha til vinterhvede i monokultur bevirkede en lille udbytteøgning i forhold til vinterhvede i sædskifte, men kun i parceller, hvor halmen blev brændt, ikke i parceller, hvor halmen blev nedpløjet.

II.1.3. Indflydelse på forekomst af svampesygdomme, skadedyr og ukrudt

II.1.3.1. Svampesygdomme

Mange forsøg har vist, at udbyttenedgangen ved ensidig korndyrkning til en vis grad er korreleret med et større angreb af rodpatogene svampe, specielt goldfodsyge. Dette kan dog være afhængig af afgrødetypen, og der er ikke i alle forsøg fundet sikker sammenhæng mellem goldfodsyge og udbyttenedgang ved ensidig dyrkning af korn.

Goldfodsyge er en af de værste rodpatogene svampe. Den angriber mest hvede og byg, sjældent rug og kun undtagelsesvis havre. Dyrkede græsser som rajgræs, timothe og engsvingel, samt ukrudtsplanter som kvik kan være værts (Christensen, 1968b).

Da kemisk bekæmpelse af denne sygdom hidtil er umulig, har angreb af goldfodsyge stor betydning i sædskiftemæssig sammenhæng.

Knækkefodsyge forekommer hovedsageligt i vintersæd (hvede, rug og vinterbyg). Vårbyg kan dog også angribes, mens havre ikke angribes (Schulz, 1976, 1981). Svampen kan overleve i jorden i længere tid end goldfodsygesvampen.

Der er fundet resistensgener for knækkefodsyge i hvede (Andersen, 1983a), men disse er endnu ikke udnyttet i praksis.

Byg

Der er foretaget en del undersøgelser i byg angående sammenhæng mellem udbyttenedgang ved ensidig dyrkning og angreb af svampesygdomme.

Jepsen & Jensen (1976) fandt, at angrebet af goldfodsyge var større i byg dyrket ensidigt end i sædskifte med sukkerroer. Angrebet var størst på lerjorde.

Senere undersøgelser har dog sat spørgsmål ved, om et øget angreb af goldfodsyge kan være hovedårsag til udbyttenedgangen ved ensidig dyrkning. Siden slutningen af tresserne har goldfodsygeangrebet generelt været svagt, men alligevel er der observeret en udbyttedepression ved kontinuerlig bygdyrkning (Stetter, 1976). En kortlægning af svampefloraen på rødder af kontinuerligt dyrket byg viste, at andre rodpatogene svampe forekommer væsentligt hyppigere end goldfodsygesvampen. *Aurobasidium bolley* forekommer f.eks. 9 gange så hyppigt i 9. års byg som goldfodsygesvampen og 34 gange så hyppigt i 1. års byg i den pågældende undersøgelse. For næsten alle af de undersøgte svampe var gældende, at svampene ændrede patogenitetsegenskaber ved overgang til ensidig dyrkning.

Beregninger udført af Stetter (1976) antyder, at kun i tilfælde, hvor mere end 20% af rodnettets udviser goldfodsygesymptomer, kan man påvise en sammenhæng mellem goldfodsyge og udbyttedepression i byg.

Hvede

Modsat byg ser det ud til, at angreb af goldfodsygesvampen i hvede er signifikant større ved kontinuerlig dyrkning end ved dyrkning i sædskifte.

Dette er fundet af Olsen (1979), Nilsson & Wallgren (1981), Slope et al. (1979) og Ullerup (1985).

Olvång (1982) udregnede, om der kunne findes en sammenhæng mellem antallet af mørkfarvede rødder (angreb af svampesygdomme) og udbyttetabet. Han fandt en regressionskoefficient på mellem 0,6 og 0,7, hvilket var signifikant og kunne forklare 50-80% af den observerede udbyttedepression.

Til underbyggelse af de danske resultater med ensidig bygdyrkning fandt Olvång (1983), at der for denne kornart var en dårlig korrelation mellem de to parametre, udbyttetab og goldfodsygeangreb.

Christensen (1968a) fandt, at isolater af goldfodsygesvampen fra hvede gav stærkere angreb på hvede end isolater fra byg, ligesom isolater fra byg gav stærkere angreb på byg end isolater fra hvede. Dette tyder på, at svampen ved dyrkning på én bestemt afgrøde kan angribe denne i stærkere grad, næste gang

den stilles overfor denne afgrøde. Petersen & Christensen (1968) fandt, at goldfodsygesvampen kunne overleve 2-3 år i jorden, dog med stærk nedsat patogenitet det sidste år. Knækkefodsygesvampen kunne overleve i længere tid, mere end 3 år.

Zimmermann (1983) fandt, at jordens porestørrelse var mere betydende for fodsygeangrebet på hvede på sandjord, mens sædskiftet havde større betydning end fysiske parametre på lerjord.

Øget kvælstofgødsning kan give øgede angreb af knækkefodsyge i vinterhvede (Stetter, 1973), så en øget kvælstoftilførsel til vinterhvede dyrket ensidigt kan derfor som en indirekte effekt føre til et større angreb af knækkefodsyge. Angrebet af knækkefodsyge i vinterhvede er mindre jo flere år uden byg og hvede, der er i sædskiftet. Selv efter 5-6 bygfrige år kan der dog konstateres et øget angreb af knækkefodsyge i vinterhvede (Pedersen & Jørgensen, 1961).

Langvarige forsøg i Holland (Kupers, 1976) og Tyskland (Heyn & Brüne, 1982) har vist, at behandling af ensidigt dyrket korn med fungicider ikke kan kompensere for udbyttetabet ved den ensidige dyrkning.

II.1.3.2. Skadedyr

En eventuel sammenhæng mellem forekomsten af nematoder og ensidig bygdyrkning er undersøgt i Danmark. Blandt de planteparasitiske nematodearter regnes kun havrenematoden, *Heterodera avenae*, som en alvorlig skadevolder i korn (Jakobsen, 1976).

På trods af, at bygarealet er udvidet i de sidste 20 år, ser det ikke ud til, at havrenematoden har spillet en større rolle, hvilket nok hænger sammen med det faldende havreareal og den øgede anvendelse af nematoderesistente sorter (Jakobsen, 1974). Andersen (1979a,b) undersøgte forekomsten af migrerende rodnematoder (*Pratylenchus* spp) i ensidigt dyrkede bygmarker. Ved ensidig bygdyrkning blev der fundet større tætheder af rodnematoder hos 1., 2. og 3. års byg end hos 7. og 8. års byg.

For ingen art eller gruppe blev der fundet fuldstændig overensstemmelse mellem lokalitet, udbytte ved ensidig bygdyrkning og forekomst af rodnematoder. Andersen (1979a,b) konkluderer, at den direkte skadevirkning af rodnematoder ikke forøges i relation til ensidig bygdyrkning.

II.1.3.3. Ukrudt

Tidligere var brak den vigtigste ukrudtsregulerende foranstaltning, men anvendes nu sjældent.

Afgrødevalget i et sædskifte vil i høj grad bestemme ukrudtsfloraens mængde og sammensætning.

Haas & Streiberg (1981) konkluderer, at afgrødernes placering i et sædskifte næppe har så stor betydning for ukrudtsfloraen som selve afgrødevalget.

I de kortvarige afgrøder findes hovedsageligt enårigt ukrudt (frøukrudt), mens mere stedbundne arter (rodukrudt) kan udvikles i afgrøder med en længere vækstperiode (Haas & Streiberg, 1981). Gennem årene er andelen af enårigt ukrudt ændret (Høg, 1986b), hvilket skyldes den større dyrkning af vårsæd. Ukrudtsarter i fremgang har bl.a. været alm. fuglegræs, enårig rapgræs, fersken pileurt, nat-limurt, markærenpris, vejpileurt og burresnerre.

Med hensyn til kornarterne er vårhvede den afgrøde, der har den svageste konkurrence overfor ukrudt, mens havre klarer sig bedst (Jensen, 1983). Vintersæd har større konkurrenceevne overfor ukrudt end vårsæd p.g.a. tidlig skygning og en lidt tidligere udtørring af de øvre jordlag om foråret, sidstnævnte dog afhængig af nedbørsfordelingen.

Bachthaler & Wagner (1973) og Bachthaler (1974) fandt, at i sædskifter med mere end 80% korn optrådte der mere ukrudt totalt. Dette gjaldt specielt et forstærket angreb af *Agropyron repens* (alm. kvik) *Apera spica-venti* (vindaks) og alm. rapgræs (*Poa trivialis*), hvilket medførte øget behov for kemisk ukrudtsbekæmpelse. Et rent kornsædskifte, men med skiftevis forårssåede og efterårssåede afgrøder gav betydeligt mindre ukrudt (antal planter) end ensidig dyrkning af kun forårssåede eller kun efterårssåede kornafgrøder (Wallgren & Nilsson, 1984; Wallgren & Dock, 1981) (tabel 2).

Tabel 2. Antal ukrudtsplanter pr. m² i vårhvede, byg og havre dyrket dels i monokultur, dels i et 6-årigt sædskifte.
gns. 1976-80. Ukrudtet talt før anvendelse af herbicider. Sædskifte = brak, raps, vinterhvede, havre, byg, vårhvede (Wallgren & Nilsson, 1984).

	<u>Sædskifte</u>	<u>Monokultur</u>	
		<u>Halmen nedpløjes</u>	<u>Halmen brændes</u>
vårhvede	98	183	116
byg	107	183	166
havre	74	32	32

Foruden indførelse af nye afgrøder i et (korn) sædskifte kan et nyt sortsmateriel få betydning for ukrudtsforekomsten. De nuværende sorter er i forhold til tidligere sorter betydeligt mere kortstråede og har mere opretstående blade. Disse sorter kan være mindre konkurrencestærke overfor

ukrudt. Der findes imidlertid stor forskel i konkurrenceformåen i dagens sortsmateriale. Dennis & Mortensen (1980) fandt i forsøg med 16-20 kornsorters konkurrenceevne overfor ukrudt, at der var meget stor spredning mellem sorterne. Der fandtes 3-6 gange så meget ukrudt vægtsmæssigt i konkurrencesvage sorter som Mona, Hood og Goldfield end i konkurrencesterke sorter som Salka, Lofa og Tron.

Med forskellige sædskifter følger imidlertid også forskellige krav på halmbehandling, jordbehandling og såbedstilberedning. Dette kan også indfluere på ukrudtsmængden (se afsnit II.2.3. og II.3.3.).

II.1.4. Jordbundsforhold

Ensidig korndyrkning bevirker tilsyneladende ikke de store ændringer i jordens kemiske tilstand. På jord udtaget i forårstiden efter tilførsel af 60 kg N/ha blev der ved ensidig dyrket byg og 1. års byg udtaget prøver til bestemmelse af humusindhold, Rt, Ft, Mgt, Cat og Kt (Hjortsholm, 1979). Kun for Kt blev der observeret signifikante forskelle, og denne værdi var højere i parceller med ensidig dyrket byg end med 1. års byg (tabel 3). En stigning i Kt ved ensidig bygdyrkning er ligeledes fundet af Ullerup (1974a) og Uhlen (1963).

Tabel 3. Jordbundsanalyser fra pløjelaget udtaget i forårstiden fra parceller med 1. års byg og ensidig byg (Hjortsholm, 1979).

	Humus %	Rt	Ft	Kt	Mgt	Cat
1. års byg	2,75	6,9	7,9	14,1	3,6	208
ensidig byg	2,73	6,8	7,5	16,7	3,8	204
LSD ₉₅	0,14	0,2	1,0	1,4	0,5	21

I enkelte forsøg blev der bestemt Lt, Fot, Mnt, Nat, Znt, Bt, jordens ombytningskapacitet samt dens indhold af nitrat, total-kvælstof og sulfat, men for ingen af disse parametre var der antydning af sædskifteforskelle (Hjortsholm, 1979).

Ensidig korndyrkning, hvor jorden ligger brak i hele efterårs- og vinterperioden, har stor indflydelse på udvaskningen af kvælstof (Høg, 1986a) (se afsnit V.2.1.).

Der har været fremsagt den hypotese, at nedbrydningsprodukter fra strårester, f.eks. fenolsyrer, kunne have en giftvirkning overfor næstfølgende kornafgrøder, og at den observerede udbyttedepression ved ensidig korndyrkning kunne forklares herudfra. Hjortsholm (1979) kunne dog ikke finde forskelle i jordens indhold af fenolsyrer mellem 1. års byg og ensidig dyrket byg.

Mundy (1969), Ullerup (1974a) og Hjortsholm (1979) kunne ikke observere ændringer i jordens humusindhold ved ensidig dyrkning af byg. Flere andre undersøgelser har dog fundet et lavere humusindhold i jorde, hvor der i en længere periode har været ensidig korndyrkning (Uhlen, 1963; Kofoed, 1971; Brun, 1974; Wølner et al., 1978). Wølner et al. (1978) fandt, at efter en årrække med ensidig bygdyrkning stabiliserede humusprocenten sig på et lidt lavere niveau end ved sædskiftebyg. Man vil dog kunne forvente, at forhold som jordtype og klimaforhold samt undersøgelsesperiodens længde vil kunne være bestemmende for, om man observerer en forskel. Benyttelse af husdyrgødning bevirker et lidt højere humusindhold i jorden end benyttelse af handelsgødning (Høg, 1986a). Det samme kan være tilfældet ved nedpløjning af halmen (afsnit II.2.). Hvis man benyttede organiske gødninger ved ensidig korndyrkning, er det muligt, at humusindholdet i jorden også over en længere årrække kan være uforandret. Hvilket sædskifte den ensidige korndyrkning sammenlignes med kan ligeledes have betydning. Wølner et al., (1978) fandt, at sædskifter med 3-årigt græs gav et tilskud i humusindholdet, mens sædskifter med stærkt næringsstofbortførende afgrøder som kartofler under nogle forhold kunne bevirke et faldende humusindhold i jorden.

Med hensyn til jordens fysiske tilstand fandt Rasmussen (1977,78), at jordens porøsitet over en 6 års periode reduceredes med 2-3% i 10-20 cm dybde, hvor der var dyrket korn i monokultur, sammenlignet med sædskiftekorn.

Steen (1983) fandt, at kontinuerlig korndyrkning med fjernelse af halmen over en 25 års periode eller mere reducerede antallet og biomassen af jordbundsfaunaen sammenlignet med mere alsidige sædskifter. Effekten var korreleret med jordens indhold af organisk stof.

Lofs-Holmin (1983a,b) fandt dog, at havre og byg dyrket ensidigt ikke påvirkede antallet af regnorme i jorden sammenlignet med sædskifter, hvor disse afgrøder skiftede med andre kornafgrøder. Forsøgets længde, samt hvilke afgrødetyper, der indgår i sædskiftet, er sandsynligvis bestemmende for, om der observeres en effekt.

II.1.5. Konklusion/diskussion

Ved ensidig dyrkning af korn observeres en udbyttenedgang samt en nedsat vækst, specielt tidligt i vækstsæsonen. Størrelsen af mindreudbyttet kan variere fra år til år og er størst på lettere jorde og ved svag kvælstoftilførsel. Som minimum må forventes en depression i kerneudbyttet på 5-10%, større tab kan forventes ved dyrkning af vinterhvede. Udbyttetabet ved ensidig dyrkning er mindst ved dyrkning af vårbyg og størst ved hvede.

Det er endnu ikke muligt at angive én bestemt årsag til udbyttenedgangen.

De tre vigtigste jordbundsbaseerede skadevoldere i korn, nematoder, goldfodsygesvampen og knækkefodsygesvampen kan have stor betydning ved den ensidige dyrkning, specielt goldfodsygesvampen i hvede. Ukrudt, der er tilpasset korn, vil favoriseres, men ved brug af herbicider i korndyrkningen kan udbyttedepressionen begrænses, dog ikke helt elimineres. Næringsstoffmangel i jord eller planter har tilsyneladende kun ringe betydning for udbyttetabet i denne sammenhæng. Dog kan øget kvælstoftilførsel til ensidigt dyrket korn reducere, men ikke helt eliminere udbytteforskellen mellem ensidig dyrket korn og korn dyrket i sædskifte. Set over flere år vil humusindholdet være lidt lavere ved ensidig end ved alsidig drift.

Et samspil mellem kendte og ukendte faktorer, hvor hver faktor for sig kun spiller en lille rolle, men i forening med andre kan forårsage udbyttenedgang, er sandsynlig. Hvilken faktor (faktorer), der i givet fald kan være begrænsende, kan være bestemt af jordtype og klima.

II.2. Korn-sædskifter med halmnedmuldning

Halmen består af ca. 82% let omsættelige kulhydrater, 15% lignin, som er tungt omsætteligt, og 3% protein (Stokholm, 1979b).

En halmfgrøde efterlader ved nedmuldning ca. 400-600 kg organisk stof i jorden pr. ha (Stokholm, 1979b).

II.2.1. Indflydelse på udbytte

Halmnedmuldning på sandjord eller sandblandet lerjord har ikke påvirket udbyttet nævneværdigt (Stockholm, 1978) eller har kun bevirket et lille merudbytte (Christensen, 1984a,b) (figur 5) sammenlignet med fjernelse af halmen. Merudbyttet er i størrelsesorden op til godt 2 hkg kerne/ha. På lerjorde synes der ikke at være nogen entydig virkning af halmnedmuldning på kerneudbyttet af næstfølgende afgrøder (Christensen, 1984b). De første år kan nedmuldningen bevirke et udbyttetab (Kofoed, 1971; Stokholm, 1978; Hansen, 1979) på grund af halmens høje C/N forhold, der bevirker, at der kan bindes kvælstof i jorden de første år. Dette udlignes med årene. Det er foreslået, at ekstra kvælstoftilførsel skulle kunne bevirke merudbytte ved halmnedmuldning. Stokholm (1978) fandt, at forårsudbragt kvælstof havde indflydelse på, om der opnåedes merudbytte ved halmnedmuldning samt størrelsen af denne. Ved højeste kvælstoftilførsel (120-160 kg N/ha) opnåedes således merudbytte ved halmnedmuldning efter 3 år, mens der ved laveste kvælstoftilførsel (30-60 kg N/ha) først efter 4 år kunne registreres et merudbytte.

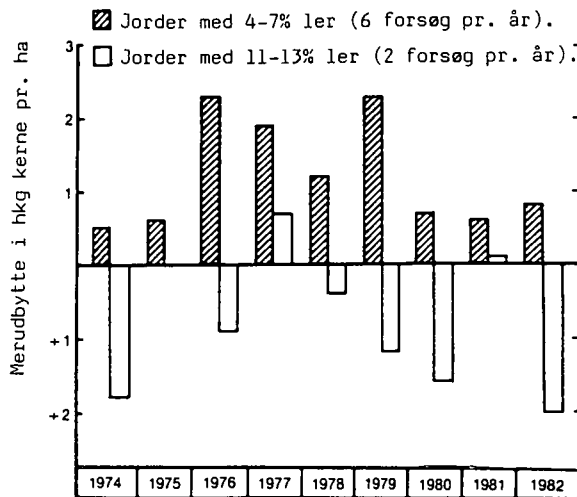


Fig. 5. Halmnedmuldnings indflydelse på kerneudbytte i normalt gødet vårbyg i forhold til fjernelse af halmen angivet som merudbytte for halmnedmuldning, hkg kerne/ha. Beregnet på grundlag af talmateriale fra Landsforsøgene 1974-82 (Christensen, 1984b).

Appendix til fig. 5

	Rønhave		Hkg kerne/ha				Gns.		Rumvægt g/l	Kernevægt mg/k	N-indhold %
			Ødum		Studsgård						
Halmen fjernes	51,3	100	45,5	100	34,8	100	43,9	100	706	39,4	1,95
Halmen afbrændes	0,2	100	-0,3	99	0,9	103	0,2	100	708	39,5	1,94
Halmen snittes	-0,2	100	-1,1	98	1,1	103	0,1	100	707	39,7	1,94
0 N efterår	51,0	100	44,8	100	35,4	100	43,8	100	707	39,5	1,93
40 N efterår	0,3	101	0,5	101	0,1	100	0,3	101	707	39,6	1,96
Tidlig pløjning	51,5	100	44,1	100	35,7	100	43,8	100	707	39,5	1,95
Sen pløjning	-0,4	99	1,8	104	-0,4	99	0,2	100	707	39,6	1,94

Christensen (1984b) og Skriver (1984b) fandt, at virkningen af tilførsel af ekstra kvælstof om efteråret var beskeden.

Forsøg udført i de landøkonomiske foreninger har vist, at halmaafbrænding i de fleste tilfælde har en positiv virkning på udbyttet, mens halmnedpløjning i de første år giver udbyttenedgang. Svenske forsøg viste, at i gennemsnit over en 5 års periode gav afbrænding af halmen en positiv effekt på udbyttet sammenlignet med nedpløjning (Wallgren & Dock, 1981). I nogle år gav nedpløjning dog bedre udbytte.

En nedpløjning kombineret med rigelig kvælstofforsyning kunne i forhold til halmaafbrænding give et merudbytte (Wølner et al., 1978; Nilsson & Wallgren, 1981; Wallgren & Dock, 1981). Ved vinterhvede blev der kun observeret små forskelle mellem afbrænding og nedpløjning, hvorimod afbrænding i forhold til nedpløjning gav et lille merudbytte i vårhvede og vårbyg (Nilsson & Wallgren, 1981).

Afbrænding vil måske nok forsyne jorden med en mindre mængde af organisk materiale, men kan udbyttedmæssigt kompensere for dette ved at have en bedre kontrol over svampeangreb (se afsnit II.2.3.). Sygdomsangrebet det enkelte år og på den enkelte afgrøde kan derfor være bestemmende for, hvilken halmbehandlingsmetode, der giver størst udbytte.

II.2.2. Jordforhold

Antages en halmproduktion på 5 t/ha, vil halmen ved høst indeholde omkring 20-45 kg N, 1,5-7,5 kg P og 15-120 kg K og 900-1800 kg C pr. ha (Henriksen, 1979; Christensen, 1984a). Omkring 90% af halmens kaliumindhold er umiddelbart tilgængeligt. Nedbringning af halm har da også haft en positiv effekt på jordens kaliumindhold (Wølner et al., 1978; Skriver, 1982, 1983, 1984b, 1985b). I gennemsnit af 10 år er kaliumtallet steget ca. 1,5 enheder svarende til en forøgelse af jordens kaliumindhold på ca. 40 kg kalium/ha, hvor halmen er nedbragt (Skriver, 1984b). Stigningen på lerjorde var 2,3 enheder, på sandjorde 0,7-1,0 enheder. På grund af det lave kvælstofindhold i halmen, vil halmen under en del af nedbrydningsforløbet fastlægge kvælstof fra jorden. Forsøg ved Askov har vist, at halmens kvælstofindhold stiger efter nedmuldningen og når et maximum i forårsperioden (Christensen, 1984a). Ved en årlig halmtilførsel på 5 t/ha har halmen fastlagt ca. 16 kg N/ha på lerjord og 6-11 kg N/ha på sandjord, størst værdi ved byghalm. Efter 1 år er det fastlagte kvælstof atter frigjort. Jensen (1977) skønnede, at efter halmtilførsel ville der produceres 200 kg mikrobielt tørstof/ha, hvilket svarede til en midlertidig immobilisering af 30-40 kg kvælstof pr. ha.

Årlig nedbringning af halm har en positiv effekt på jordens humusindhold (Kofoed, 1971; Wølner et al., 1978; Skriver, 1984b; Torstensson, 1984). Effekten af halmnedmuldningen kan dog ikke opretholde humusbalancen ved fortsat ensidig bygdyrkning (Skriver, 1984b), og effekten er mindre end ved tilførsel af normale mængder staldgødning (Uhlen, 1975). En efterladt halmmængde på 400-600 kg organisk stof/ha, som overgår til humus, vil kun udgøre ca. 0,02% af den samlede humusmængde (Stokholm, 1979b). Nedmuldningen skal derfor ske årligt, for at en målelig effekt på humusbalancen kan opnås.

Halmnedbringning har også en positiv effekt på jordens biologiske aktivitet, hvilket kan registreres gennem en forøgelse af regnormepopulationen (Jensen, 1982; Skriver, 1981) (fig. 6). Der blev eksempelvis registreret en stigning i antallet af regnorme på knap 150% ved Rønhave (Jensen, 1982).

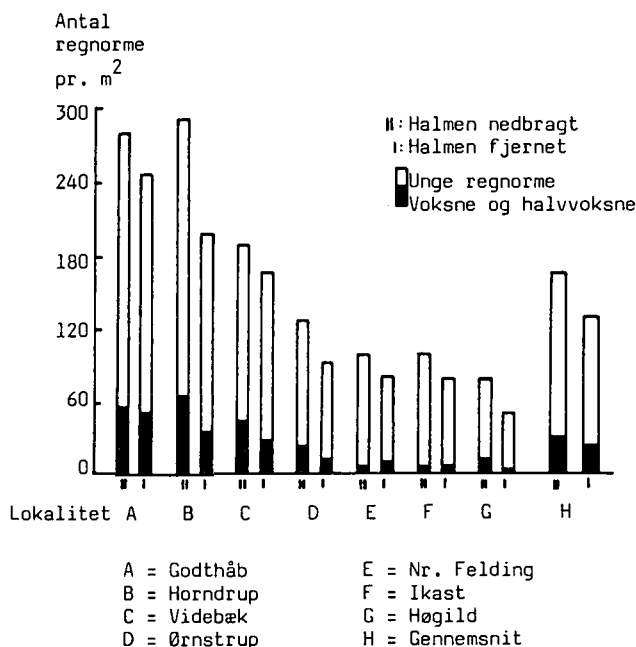


Fig. 6. Regnorme i parceller med halmen enten nedbragt eller fjernet, antal/m², oktober 1980 (Skriver, 1981).

Artssammensætningen af regnorme synes ikke eller kun i ringe grad at være berørt af halmnedbringningen. Jensen (1982) fandt ingen indflydelse af halmnedbringningen på aldersfordelingen af regnorme, mens Skriver (1981) fandt en relativt større tilvækst i antallet af unge individer ved nedbringningen.

En større population af regnorme kan forventes at have en positiv effekt på jordstrukturen og luftskiftet i jorden. Stokholm (1978) fandt, at halmnedmuldning hævdede jordens strukturstabilitet fra 49% ved ubehandlet til 55% ved nedpløjning.

Modsat halmnedmuldningen har halmafbrændingen en negativ effekt på jordens fauna. Afbrænding af stubbene er accepteret som en forebyggende foranstaltning mod visse skadedyr som hessisk galmyg (*Mayetiola destructor*) og halmhveps (*Cephus pygmaeus*) (Roesgaard, 1977). Ved afbrændingstidspunktet er hovedparten af faunaen i kornmarker imidlertid nyttedyr. Disse kan derfor også påvirkes af halmafbrændingen. Nissen (1976) fandt, at der skete en kortvarig reduktion i bakteriefloraen efter halmafbrænding, men at forskellene var udlignet efter 14 dage.

Roesgaard (1977) og Roesgaard & Lindhardt (1979) fandt, at halmafbrændingen reducerede antallet af edderkopper og større nataktive løbebiller, mens der var ringe påvirkning af de øvrige løbe- og rovbiller samt mejere og skolopendere.

Afbrændingens virkninger overfor nyttedyrene varede ikke til næste vækstsæson, hvilket kan skyldes, at afbrændingens virkning gradvis udjævnes ved den efterfølgende pløjning og harvning. Rekolonisering kan ske relativt hurtigt, når det afbrændte areal er lille, hvilket var tilfældet ved forsøget udført af Roesgaard (1977) (areal = 1 ha). Edwards & Lofty (1979a,b) fandt således, at halmafbrændingens effekt på jordfaunaen var ringe det 1. forsøgsår, men efter 4 på hinanden følgende år var der en tydelig reduktion i antallet af såvel insekter, mider og springhaler, der levede på jordoverfladen. Også regnorme, specielt arter med permanente gange blev reduceret i antal. Da effekten af reduktionen var stigende med antallet af forsøgsår er det sandsynligt, at reduktionen skyldes en nedsat tilgængelighed af organisk stof (fødemangel).

Betydningen af reduktionen i jordbundsfaunaen kan være vanskelig at klarlægge. Mange af arthropod grupperne inkluderer skadedyr som fluer, biller, aphider og thrips. En nedsættelse af disses antal vil være positivt, hvorimod en nedsættelse af nyttedyrenes antal vil være uheldigt.

II.2.3. Indflydelse på svampesygdomme, skadedyr og ukrudt

Nedmuldning af halm kan forventes at give anledning til et større angreb af knækkefodsyge og goldfodsyge, da svampene kan overleve bedre, hvis de "nedpløjes" sammen med halmen. Modsat kan halmafbrænding forventes at bevirke en nedsættelse af disse sygdomme.

Bachthaler & Wagner (1973) fandt en signifikant nedsættelse af angreb af knækkefodsyge ved halmafbrænding. Skriver (1984b) og Christensen (1984b) fandt imidlertid ingen forskel i angreb af goldfodsyge og knækkefodsyge på vårbyg mellem behandlinger med halmnedmuldning, halmafbrænding og fjernelse af halmen. Der var dog en tendens til, at angrebet var mindre, når halmen blev afbrændt (tabel 4).

Tabel 4. Angreb af fodsyge i vårbyg dyrket i parceller med halmen nedmuldet, fjernet eller afbrændt, % (Samlet af Christensen, 1984b).

	% goldfodsyge halmen			% knækkefodsyge halmen		
	fjernet	nedmuldet	afbrændt	fjernet	nedmuldet	afbrændt
Rønhave, 7 år	12	11	11	13	16	12
Studsgård, 7 år	21	21	19	27	29	25
Ødum, 7 år	21	24	22	16	17	10
Lammefjorden, 3 år	7	8	7	11	11	8
Landsforsøgene, 9 år	16	16		3	3	

Nedpløjning af halmen er fundet at give anledning til flere ukrudtsplanter/m² i vårhvede og byg end afbrænding af halmen (Wallgren & Dock, 1981). Derimod blev der i dette forsøg ikke fundet sikre forskelle i ukrudtsbestanden i havre uanset halmbehandling.

II.2.4. Konklusion/diskussion

Det er i nogle forsøg vist, at halmafbænding og halmnedmuldning vil forøge udbyttet af den efterfølgende afgrøde. Halmnedmuldning på sandjord vil ofte kunne bevirke et lille merudbytte (op til 2 hkg kerne/ha), mens nedmuldningen på lerjord i hvert fald i de første år ofte bevirker et lille udbyttetab, der først overvindes efter 3-4 år. Halmafbænding kan også give et lille merudbytte i forhold til fjernelse af halmen. Dette kan skyldes, at der ved halmafbændingen fjernes materiale med et meget højt C/N forhold, der ellers kunne have bevirket en midlertidig kvælstofmangel, hvis det var blevet inkorporeret i marken. Mange ukrudtsfrø på jordoverfladen kan ødelægges ved afbændingen eller kan blive så beskadigede, at den efterfølgende fræsning vil ødelægge dem. Halmafbændingens effekt overfor ukrudt kan dog afhænge af afgrødevalg og sædskiftesystem. Det kan synes sandsynligt, at halmafbændingen skulle have en sanerende effekt overfor svampesygdomme. Der er dog ikke sikkert sporet en sådan effekt. Nogle forsøg har vist et mindre angreb af specielt fodsyge efter halmafbænding, mens andre forsøg ikke har vist en sådan effekt. Halmnedmuldning har ikke vist at have nogen effekt overfor fodsyge.

Halmafbrænding kan have en negativ indflydelse på nyttedyrpopulationen i jorden. Afbrændingen vil dog også kunne have en gunstig indflydelse på skadedyr i og på jorden ved at dræbe disse. Årlig nedbringning af halm har en positiv indflydelse på jordens humusindhold og biologiske aktivitet. Nedbringning af halm kan desuden forøge jordens kaliumindhold, men i det første år efter nedbringningen derimod mindske jordens kvælstofindhold ved immobilisering. Der immobiliseres kvælstof i størrelsesordenen 15-20 kg N/ha, som dog i løbet af de næste vækstsæsoner vil blive frigivet.

II.3. Kornsådskeerter med reduceret jordbehandling

Begrebet reduceret jordbehandling (jordbearbejdning) dækker over mange forskellige bearbejdningsformer, lige fra en reduktion i antallet af behandlinger eller en reduktion i behandlingsdybden til fuldstændig udeladelse af jordbearbejdning med direkte såning til følge.

Jordbearbejdning kræver store ressourcer i form af maskiner, brændsel og arbejde. F.eks. kan brændstofforbruget reduceres med 70-80% (32-37 l/ha) ved direkte såning frem for traditionel jordbearbejdning (Håkonsson, 1984).

Jordbehandlingen har været anvendt som en måde at kontrollere ukrudtet på. Med udviklingen af herbicider til kemisk ukrudtsbekæmpelse kan spørgsmålet derfor være, om det er muligt at reducere jordbearbejdningen, uden at dette har negativ indflydelse på udbyttet eller miljøet.

Foruden at kontrollere ukrudt er formålet med jordbearbejdning at nedpløje planterester i jorden, at iblande gødning og jordforbedringsmidler i jorden at luge jorden og at skabe gode tekniske og biologiske forudsætninger for såning og udvikling af den nye afgrøde (Hansen, 1977; Rasmussen, 1979).

Traditionel jordbehandling i korndyrkningen er karakteriseret ved stubbehandling, der afsluttes med dybpløjning til 20-30 cm sent om efteråret. Om foråret gennemføres såbedsharvning (Hansen, 1980). Forsøg med reduceret jordbehandling omhandler primært forsøg med pløjning kontra fræsning og forsøg med direkte såning.

II.3.1. Indflydelse på udbytte

Fræsning kontra pløjning

Der er udført en del forsøg med reduceret jordbehandlingsdybde ved dyrkning af byg (Rasmussen, 1977, 83; Hansen, 1979; Rasmussen & Olsen, 1983; Skriver, 1982, 1984b).

Udeladelse af pløjning til fordel for fræsning medfører ofte betydelige udbyttetab ved ensidig dyrkning af vårbyg (Rasmussen & Olsen, 1983). I tabel 5 ses, at fræsning i forhold til traditionel pløjning bevirker en nedgang i kerneudbyttet fra 0,8-3,2 på sandjord og fra 1,0-3,7 hkg kerne pr. ha på lerjord.

Tabel 5. Udbytte og merudbytte af byg ved jordbehandling med pløjning og fræsning, gennemsnit af 4 N-mængder 1976-82, hkg kerne/ha (Rasmussen & Olsen, 1983).

	Pløjning	Merudbytte for fræsning
Jydevad, uvandet	28,8	-2,4
Jydevad, vandet	43,7	-3,2
Tylstrup	32,1	-0,8
Roskilde	40,8	-1,5
Rønhave	47,3	-3,7
Højer	43,1	-1,0

Den reducerede jordbehandling medfører mindre kerne- og rumvægt og en mindre kerneandel over 2,5 mm. Forsøg i de landøkonomiske foreninger viser udbyttetab for fræsning i forhold til pløjning på gennemsnitlig 1,5-2,0 hkg kerne/ha, med udbyttetab på op til 5,1 hkg kerne/ha (Skriver, 1982, 84b). Rasmussen (1983) konkluderer dog, at pløjedybden på de fleste jorde kan reduceres til 12-15 cm uden fare for væsentlige udbyttetab.

Forsøg med vintersæd har vist, at der ingen vekselvirkning forekommer mellem år og forsøgsbehandling, dvs. at forskellig jordbearbejdning giver varierende udslag afhængig af årets påvirkninger.

Forsøg med pløjning til vinterrug giver i visse år store merudbytter i forhold til fræsersåning eller harvning forud for såning, i andre år er forholdende omvendte (Rasmussen, 1983). I samme forsøgsserie vises, at pløjning, fræsersåning og harvning giver samme udbytte i vinterhvede i normale sædskifter, mens anstrengte sædskifter ofte giver udbyttetab, hvor pløjning udelades.

Direkte såning

Direkte såning af vårbyg kan medføre betydelige udbyttetab (Skriver, 1985b; Rasmussen et al., 1985). Som gennemsnit af forskellige jordtyper fandt Rasmussen et al., (1985) et udbyttetab på 3-10 hkg kerne/ha. En let harvning forud for såningen kunne reducere udbyttetabet med gennemsnitlig 1,4 hkg kerne/ha.

I gennemsnit af 19 forsøg, 1981-84, var udbyttetabet ved direkte såning af vårbyg 6,2 hkg kerne pr. ha (Skriver, 1985b). Tilskud af 30 kg N over normal dosering reducerede udbyttenedgangen ved direkte såning fra 83% til ca. 90% af udbyttenniveauet ved traditionel jordbehandling og såning.

Antallet af fremspirede planter var ca. 10% mindre ved direkte såning.

Edwards & Lofty (1977, 78) fandt, at rodvæksten i plantens tidlige vækststadium var mindre i de direkte såede jorde end i de pløjede. I de senere vækststadier nær høsttidspunktet var såvel vægten som fordelingen af rødder i jordlagene ens uanset jordbehandling.

Vinterhvede har i forhold til byg vist bedre resultater ved direkte såning. Skriver (1985b) fandt en udbyttenedgang som gns. af 4 år på 2-3% (ca. 0,3-1 hkg kerne/ha), mens Rasmussen et al. (1985) fandt et merudbytte på 1-6 hkg kerne/ha. Vinterrug og vinterbyg giver ved direkte såning et udbyttetab. For vinterrug er tabet opgjort til ca. 3-5 hkg kerne/ha (Rasmussen et al., 1985) for vinterbyg til ca. 4-5 hkg kerne/ha (Skriver, 1985b).

II.3.2. Jordforhold

Mange undersøgelser har vist, at der sker en koncentrering af næringsstoffer og humus i de øverste jordlag efter en reduceret jordbehandling (fræsning op til 10 cm) sammenlignet med traditionel jordbehandling (pløjning til 20 cm) (Rasmussen, 1977, 1978, 1979, 1983; Hansen, 1979; Nielsen, 1981; Rasmussen & Olsen, 1983) (tabel 6). Dette gælder specielt for jordens indhold af kalium. Derimod kan næringsstofindholdet reduceres lidt i dybere jordlag (10-20 cm) (Rasmussen, 1977).

Tabel 6. Humusindhold, kaliumtal og fosfortal efter 8 års pløjefri dyrkning på lerjord, (Rasmussen, 1977).

Dybde, cm	Humus %		Kt		Ft	
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
pløjning, 20 cm	2,41	2,39	16	17	9	7
ital. røjgræs + fræsning, 5 cm	2,73	2,30	16	9	10	5
fræsning, 5 cm	2,63	2,30	21	15	10	6
harvning, 10 cm	2,53	2,29	21	12	10	6

Med hensyn til jordens fysiske tilstand bevirker reduceret jordbehandling med fræsning i forhold til pløjning en reduktion af jordens porøsitet, rumfang af grovporer og gennemtrængelighed for vand, men i en større aggregatstabilitet i de øvre jordlag (Rasmussen, 1977, 78, 79, 83; Rasmussen & Olsen, 1983 (fig. 7)). En reduktion i porøsiteten kan betyde, at andelen af grovporer reduceres, hvilket giver forringede muligheder for luftskifte og afdræning af overskudsnedbør.

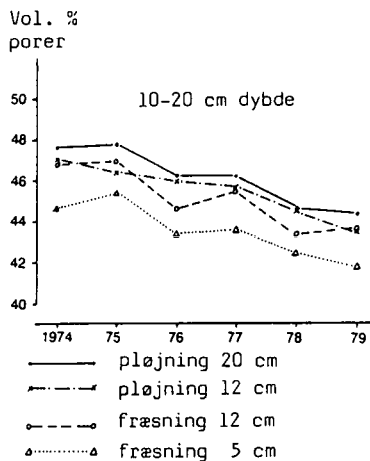
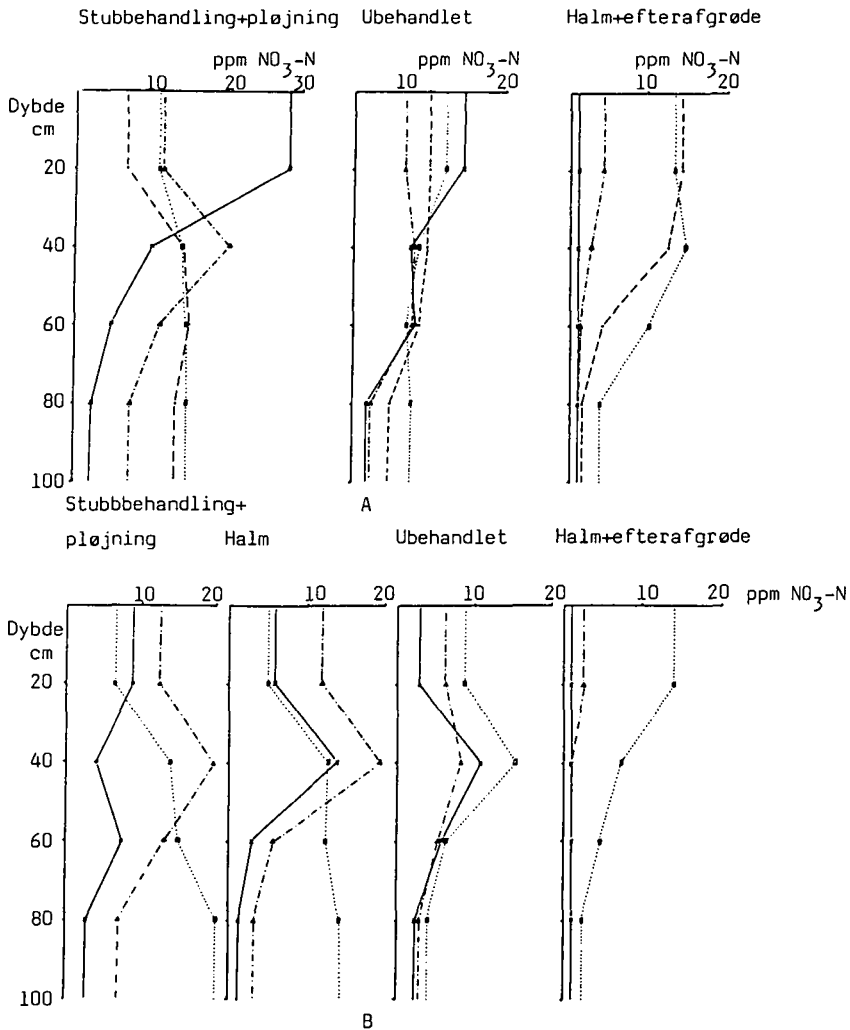


Fig. 7. Jordens porøsitet efter forskellig primær jordbehandling. Vol. % porer, gennemsnit af 5 forsøgssteder (Rasmussen, 1983).

Kvælstofudvaskning i efterårs- og vinterperioden er ret stor ved korndyrkning efterfulgt af traditionel stubbehandling og pløjning (Høg, 1986a). Ved at undlade efterårsjordbehandlingen kan kvælstofnedvaskningen til dybere jordlag mindskes (Hansen, 1979, 80), sandsynligvis p.g.a. en mindre mineralisering (fig. 8).



A= Kvælstofkoncentration i jordvæsken 1977-78.

B= Kvælstofkoncentration i jordvæsken 1978-79

Fig. 8. Kvælstofkoncentration i jordvæsken efter forskellige jordbehandlinger,
ppm $\text{NO}_3\text{-N}$ (Hansen, 1979).

Ved direkte såning kan jorden også blive sammenpresset, og dens porevolumen kan nedsættes, som det er tilfældet ved den reducerede jordbehandling med fræsning (Scott et al., 1975). Indholdet af plantetilgængeligt kalium og fosfor er fundet at være forøget i de øvre jordlag (0-2 cm) efter 16 år med direkte såning (Carter & Rennie, 1982). Tilsvarende er koncentrationen af potentiel mikrobiel biomasse C og N signifikant større i overfladelaget. Kvælstofmineraliseringspotentiallet blev forøget med 71-132% i overfladelaget (0-5 cm) ved direkte såning sammenlignet med parceller med traditionel pløjning, hvorimod det blev forøget med 35-115% i 5-10 cm dybde ved traditionel pløjning sammenlignet med direkte såning (Carter & Rennie, 1982). De fundne mineraliseringsforhold i øvre og nedre jordlag er samstemmende med tendensen fra forsøgene med fræsning kontra pløjning. Her blev der fundet en mindre udvaskning til dybere jordlag ved den reducerede jordbehandling, hvilket kan forklares ved en mindre mineralisering i de dybere jordlag.

Jordpakning påvirker også jordens fysiske tilstand. Jordpakning på pløjet jord om foråret forud for såning bevirker, at jordens porerumfang og luftindhold reduceres (Rasmussen, 1975; Hansen, 1980). Specielt mængden af store, luftfyldte porer mindskes stærkt. Derimod kan vandindholdet forøges i jorden med stigende pakning (Rasmussen, 1975). Mindskelse af porerumfang og luftindhold kan være en fordel på grove sandjorde, men være skadelig på stive lerjorde. På lerjorde er observeret en betydelig udbyttenedgang, når luftindholdet i jorden om foråret er lavere end 12% (Hansen, 1980).

I almindelighed øger traditionel jordbehandling (pløjning til dybere jordlag) den mikrobielle biomasse og aktivitet. Antallet af mikroorganismer er dog normalt større i overfladelaget (0-5 cm) i parceller, hvor der benyttes reduceret jordbehandling (Mikkelsen, 1983; Andersen, 1979a). Reduceret jordbehandling med efterafgrøde kan dog øge antallet af mikroorganismer også i de dybere liggende jordlag (Andersen & Haarløv, 1978), således at antallet og biomassen er større end ved traditionel pløjning uden efterafgrøde.

Andersen et al. (1983) undersøgte den mikrobielle aktivitet og aktiviteten af jordbundsfaunaen i parceller dyrket med vårbyg med og uden en efterafgrøde kombineret med traditionel eller reduceret jordbehandling. Den mikrobielle biomasse og aktivitet (biomasse C, CO_2 -produktion og ATP-indhold) var størst i overfladen, hvor der blev fræset, men der var bedre mulighed for en konstant stor mikrobiel aktivitet ned til 20 cm dybde, hvor der blev pløjet. Der blev ikke fundet signifikante forskelle i kvælstofbinding og denitrifikation.

Fræsning skadede de mindre regnormearter mest, mens pløjning var mere skadelig for de store regnormearter. Effekten af jordbehandling på nematoder er afhængig af lokaliseringen af det organiske stof i jorden samt udtørningsgraden af dette. Ved pløjning fordeles det organiske stof i et større jordvolumen, hvilket indflyverer på fordeling af jorddyrene.

Direkte såning bevirker en tilvækst i såvel antallet af mikroorganismer som antallet af jorddyr i de øvre jordlag. Doran (1980) fandt en tilvækst i antallet af mikroorganismer (såvel aerobe, fakultativt anaerobe som anaerobe) i overfladelaget (0-7 cm) på 1,6 til 7,3 gange ved direkte såning sammenlignet med pløjning.

Ligeledes var såvel antallet af arthropoder som regnorme forøget (Andersen, 1979a; Edwards & Lofty, 1977, 78; Rasmussen et al., 1985).

Antallet af arthropoder i de øvrige jordlag blev forøget fra 120-350% i parceller med direkte såning i forhold til parceller med traditionel jordbehandling, mens antallet af regnorme blev forøget op til 600% (Edwards & Lofty, 1977). Voksne regnorme blev mere favoriseret end de unge individer.

II.3.3. Indflydelse på forekomst af svampesygdomme og ukrudt

II.3.3.1. Svampesygdomme

Svampe, der kan angribe overjordiske plantedele, og som kan overleve på planterester i jorden, kunne forventes at få bedre smittemuligheder ved reducerede jordbehandlinger, hvor der ikke pløjes. Dette gælder svampe som: skoldpletsyge (*Rhynchosporium secalis*)

byggens bladpletsyge (*Drechslera teres*)

hvedens brunpletsyge (*Septoria nodorum*)

knækkefodsyge fra øjenpletsvamp (*Cercospora herpotrichoides*).

Ved ensidig korndyrkning i forbindelse med reduceret jordbehandling er der i gennemsnit af 5 forsøgssteder blevet registreret et angreb af skoldpletsyge, der var 4-5 gange kraftigere efter fræsning end efter pløjning, specielt ved nedfræsning af en efterafgrøde (Jensen, 1979). Dette kan medføre udbyttetab og/eller behov for større anvendelse af fungicider. Skriver (1984b) fandt, at

der var tendens til stærkere angreb af bladpletsvamp i korn ved pløjefri dyrkning. Jensen & Jørgensen (1984) fandt, at angreb af meldrøjersvampen (*Claviceps purpurea*), der angriber blomsterne hos korn og græsser, blev øget ved reduceret jordbehandling. De konkluderede, at pløjning ville være reducerende for angreb af byggens bladpletsyge, skoldplet og meldrøjersvamp.

Rasmussen et al., (1985) fandt dog ingen væsentlige sygdomsmæssige forskelle i afgrøder dyrket med direkte såning og traditionel pløjning. Dette var gældende for sygdomme som meldug, knække- og goldfodsyge, gråplet, brunrust, skoldplet og bladpletsyge. I nogle enkelte forsøg blev der dog konstateret et lidt større angreb af meldug, skoldplet og bladplet i de upløjede parceller.

I danske undersøgelser er der kun fundet en begrænset effekt af jordbehandlingsmetode på forekomst af knækkefodsyge (Stetter, 1971a,b; Hostrup, 1972; Rasmussen, 1978, 79).

Angreb af rodpatogene svampe som f.eks. goldfodsyge skulle ikke forventes at påvirkes meget af jordbehandling. Rasmussen (1978, 79) fandt dog et lidt højere angreb af goldfodsyge på korn, hvor der var gennemført overfladisk jordbearbejdning.

II.3.3.2. Ukrudt

Pløjefri dyrkning har været praktiseret her i landet i de sidste 20-30 år med forskellig virkning på ukrudtsbestanden. I de første 10 år bevirkede den pløjefri dyrkning en forøget ukrudtsbestand, specielt af arter som alm. kvik og agertidsel (Thorup, 1983). Siden fremkomsten af mere effektive kemiske midler mod kvik har artssammensætningen af det tilbageværende ukrudt ændret sig fra én- og toårige arter til flerårige arter, og ret ofte til arter, som kun undtagelsesvis forekommer som markukrudt. F.eks. ager-padderok, agermynte, kær-galtetand, lav tidsel, grå bunke, gyldenris og hundegræs (Thorup & Pinnerup, 1981).

Hvilken indflydelse jordbehandling har på ukrudtsmængden og ukrudtssammensætningen afhænger i høj grad af jordtypen. Thorup (1983) og Thorup & Pinnerup (1983) sammenlignede ukrudtsmængden og - sammensætningen i parceller, der var pløjet eller fræset. På lerjorde har fræsning (reduceret jordbehandling) forøget antallet af ukrudtsplanter, navnlig alm. fuglegræs. Ved Højer og Rønhave er der

således fundet henholdsvis ca. 10 og 3 gange så mange ukrudtsplanter ved fræsning som ved pløjning. På lermuldede jorde er der ikke fundet forskel mellem pløjning og fræsning på ukrudtsantallet, mens fræsning på sandblandede lerjorde og sandjorde har reduceret ukrudtsbestanden mere end pløjning (undtagen alm. spergel). Pinnerup (1981) og Nielsen & Pinnerup (1980) fandt dog, at på en grov sandjord (Jydevad) skete der en kraftig forøgelse af den totale ukrudtsmængde ved reduceret jordbehandling, dog var artssammensætningen markant forskellig. Parceller med traditionel jordbehandling (alm. stubbehandling, dybpløjning, forårsharvning) domineredes af mark-forglemmigej, fuglegræs og spergel, mens parceller med fræsning domineredes af mark-forglemmigej, enårig rapgræs og agerstedmoder. Såvel artssammensætningen som antallet af ukrudtsplanter varierede meget forsøgsstederne imellem, det er derfor vanskeligt at sige noget generelt om, hvilke ukrudtsarter, der favoriseres af de forskellige jordbehandlingsmetoder.

Rasmussen (1977) finder, at en systematisk gennemført reduceret jordbearbejdning om efteråret ingen problemer giver med hverken kvik eller frøukrudt. Derimod giver en bearbejdning om foråret problemer med både kvik og overvintret frøukrudt, hvilket bevirker et øget forbrug af kemiske midler. Tilsvarende skulle øget forekomst af kvik, enårig rapgræs og tokimbladet ukrudt ved direkte såning nødvendiggøre en kemisk bekæmpelse.

Ved pløjning fordeles ukrudtsfrøene i det meste af pløjelaget, mens de ved fræsning bevares i de øverste 0-7 cm, hvorfra en del frø vil spire allerede det følgende år. En kemisk bekæmpelse i løbet af dette år kan derfor være effektivt overfor ukrudtet. Ved pløjning er ukrudtsfrøet dybere i jorden og kan derved medføre en flerårig forurening af jorden.

Derfor kan man også se, at overfladisk jordbehandling angives at virke mere fremmende/hæmmende på enkelte arter end på bestanden som helhed.

I udenlandske forsøg er forekomst af kvik og enårig rapgræs fundet at være det største problem ved reduceret jordbehandling (Bachthaler, 1974; Froud-Williams et al., 1981). Det er dog vanskeligt at sammenligne udenlandske forsøg med danske p.g.a. forskelle i geografisk beliggenhed, klimaforhold, artssammensætning, jordtype o.a.

II.3.4. Konklusion/diskussion

Begrebet reduceret jordbehandling dækker over mange forskellige bearbejdningsformer. Forsøg med reduceret jordbehandling til korn i Danmark omhandler primært undersøgelser af pløjning kontra fræsning og undersøgelser med direkte såning. Reduceret jordbehandling til byg (fræsning) har bevirket et udbyttetab i størrelsesorden op til 3,5 hkg kerne/ha. Vintersæd giver også større udbytte efter pløjning end efter fræsning, specielt på sandjorde.

Direkte såning af vårsæd kan medføre betydelige udbyttetab, helt op til 10 hkg kerne/ha. Tilskud af ekstra kvælstof kan dog reducere udbyttetabet noget. Vinterhvede har i forhold til byg vist bedre resultater ved direkte såning, dog observeres der stadig udbyttenedgang.

Såvel fræsning som direkte såning giver koncentrering af næringsstoffer og humus i de øvre jordlag (0-5 cm) i forhold til traditionel pløjning. Dette gælder for næringsstofferne kalium, fosfor og kvælstof. Derimod kan koncentrationen af kalium, fosfor og kvælstof være mindre i de nedre jordlag, hvilket kan have betydning for udvaskningen af disse stoffer til dybere jordlag.

Ved at undlade efterårsjordbehandlingen er der fundet en formindskelse af kvælstofudvaskningen.

Fræsning bevirker i forhold til pløjning en reduktion af jordens porøsitet, rumfanget af grovporer og gennemtrængeligheden for vand, mens aggregatstabiliteten forøges. Tilsvarende som for fordelingen af plantenæringsstofferne ser man en forøget mikrobiel aktivitet og en større total mængde jorddyr i de øvre jordlag ved reduceret jordbehandling, mens der er bedre mulighed for en konstant stor mikrobiel aktivitet længere ned i jordprofilen ved pløjning.

Reduceret jordbehandling vil bevirke en lidt større tilvækst i svampesygdomme på korn, d.v.s. et angreb af svampe, der overlever på planterester i jorden som skoldplet, bladplet og brunplet. P.g.a. indførelse af plansprøjtning i mange kornmarker, som praktiserer reduceret jordbehandling, er det vanskeligt at bedømme, hvilken betydning det øgede sygdomsangreb har med hensyn til udbytte. En større anvendt pesticidmængde vil dog kunne bevirke uheldige påvirkninger af miljøet (Høg, 1986b). Der er ikke i de danske undersøgelser fundet sikre forskelle i knækkefodsyge og goldfodsyge på kornafgrøder dyrket på jorde, der er henholdsvis pløjet eller fræset.

Jordbehandlingens indflydelse på ukrudtet, d.v.s. antal og sammensætning, er i høj grad afhængig af jordtype og lokale forhold. På lerjorde har en reduceret jordbehandling ofte forøget antallet af ukrudtsplanter, mens fræsning på nogle sandjorde har reduceret den samlede ukrudtsmængde. Såvel artssammensætning som den totale ukrudtsbestand varierer meget fra lokalitet til lokalitet, derfor kan man se, at reduceret jordbehandling angives at hæmme/fremme enkelte arter, som er lokalt bestemt, mere end bestanden som helhed.

II.4. Kornsædskifter med vekselafgrøder

Den store interesse for de kornrige sædskifter har medført, at mange afgrøder i kortvarige forsøg er blevet vurderet som vekselafgrøde ved deres forfrugtsvirkning målt i efterfølgende kornafgrøder.

Disse kornsædskifter med en enkelt vekselafgrøde eller to kan ikke kaldes alsidige, og disse sædskifters indflydelse på jordforhold (f.eks. humusindhold, næringsstofindhold, udvaskning af næringsstoffer etc.) kan p.g.a. forsøgenes korte tidsperiode ikke registreres.

Med hensyn til sammenligning af kornsædskifter med mere alsidige sædskifter, samt mere langvarige forsøg henvises til afsnit V.

II.4.1. Forskellige vekselafgrøders indflydelse på kornudbytte

II.4.1.1. Afbrudt ensidig bygdyrkning

Der er en klar positiv effekt på udbyttet af byg ved at afbryde en ensidig dyrkning med en vekselafgrøde (som ikke er korn) (Jepsen, 1976; Jepsen & Jensen, 1976) (fig. 9). Udbyttetigningen i byg er størst ved 2 vekselafgrøder i sædskiftet frem for én.

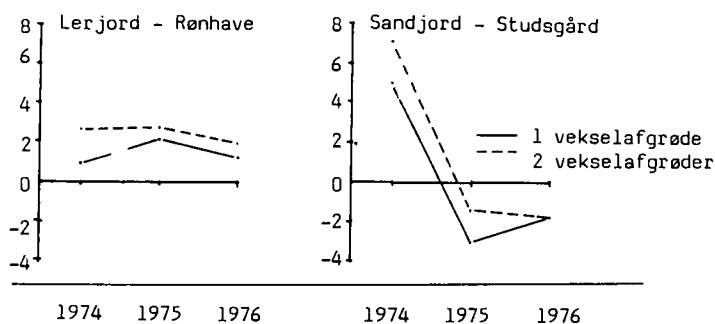


Fig. 9. Vekselafgrøders indflydelse på kerneudbyttet ved afbrudt ensidig bygdyrkning, merudbytte, hkg kerne/ha.

1 vekselafgrøde = gul sennep

2 vekselafgrøder = gul sennep, havre

(Jepsen, 1976).

Afbrydelse af ensidig bygdyrkning med raps gav en udbytteforøgelse i 1. års byg på ca. 10% på sandjord, 6% på lerjord sammenlignet med 7. års byg (Ullerup, 1978, 83a).

I 2. års byg blev der også fundet et merudbytte, størrelsen lidt afhængig af kvælstofniveauet. Ved normal gødskning var merudbyttet ca. 8% på sandjorde, 7% på lerjorde (Ullerup, 1983a).

Ensidig bygdyrkning gav 8-11% mindre udbytte sammenlignet med 1. år efter kløver eller roer (Ullerup, 1974a). Det andet år var eftervirkningen 5-6%.

Kornher (1974, 1975a, b) har beskrevet en del resultater fra svenske sædskifteforsøg med ét og to års brud i en ensidig bygdyrkning. Et års brud med ærter, kartofler eller kløver førte til merudbytte i bygafgrøderne på 15%, mod 10% med raps som forfrugt.

Ullerup (1974a) viste, at merudbytterne i byg, d.v.s. værdien af vekselafgrøderne, afhænger af kvælstoftilførslen til byggen. Han sammenlignede forfrugtsværdien af havre, roer og kløvergræs. Ved lave kvælstofniveauer (60 og 90 kg N/ha) gav kløvergræs som vekselafgrøde det største merudbytte i byggen (omkring 3,5 hkg kerne/ha). Ved normale til høje kvælstofniveauer (120-150 kg N/ha) var roer den bedste vekselafgrøde (merudbytte i byg ca. 1,8 hkg kerne/ha mod ca. 1,3 hkg kerne/ha med kløvergræs). Havre som "vekselafrøde" bevirkede et merudbytte i byg på ca. 0,5 hkg kerne/ha i forhold til ensidig dyrket byg.

Effekten af forskellig grad af afbrydelse i en ensidig korndyrkning er undersøgt i Sverige, hvor forsøgene har været udført mellem 11 og 32 år (Ebbersten, 1980). En afbrydelse i bygdyrkningen hvert 4. år resulterede i en 4% øgning i kerneudbyttet sammenlignet med byg i monokultur, og en afbrydelse hvert 2. år i en 10% øgning i udbyttet. Hvis afbrydelsen i den ensidige dyrkning blev forlænget med 3 eller 4 år (d.v.s. 3-4 kornfrie år) kunne udbytteforskellen yderligere øges nogle få procent.

II.4.1.2. Forskellige forfrugter til korn

Flere forskellige forsøg er udført for at belyse forskellige afgrøders værdi som forfrugt til korn.

I et norsk forsøg er det fundet, at flerårig græs er den bedste forfrugt for byg (Stabbetorp, 1982, 83,84). Derimod er virkningen af de et-årige forfrugter noget mere varierende. Forfrugtsvirkningen af kartoffel og olieplanter er afhængig af kvælstoftilførslen. Korn efter kartofler har dog i de fleste år givet større udbytte end korn efter olieplanter. Kübler (1977) fandt, at vårbyg i middeltal for år og lokaliteter gav det højeste udbytte med bladafgrøder (grønafrøder) som forfrugt. Med større andel af byg i sædskiftet forringede man udbytteforskellen mellem de forskellige slags forfrugter.

Olofsson et al., (1983) undersøgte forfrugtsværdien af forskellige afgrøder til korn. I 2-4 årige sædskifter var specielt ærter og græs, i mindre grad sukkerroer og gul sennep gode forfrugter til byg. Merudbytterne var på ca. 10% svarende til 6 hkg kerne/ha.

Med hensyn til hvorlænge en given forfrugtsvirkning kan måles i de næstfølgende kornafgrøder, må man forvente, at dette vil afhænge af afgrøden, men også af andre faktorer som jordtype og klima. Det er derfor vanskeligt at overføre udenlandske forsøg til danske dyrkningsforhold. På grund af deres kvælstofeffekt (se afsnit II.4.1.3.) vil man forvente, at bælgsædsafgrøden høstes eller nedpløjes, hvor hurtigt kvælstof i planteresterne frigives, samt af behandlingen af den efterfølgende bygafgrøde (f.eks. om halmen fjernes, afbrændes eller nedpløjes). Dertil kommer virkningen af kvælstoftilførslen til bygafgrøden.

Ullerup (1983a) undersøgte, hvorlænge en forfrugtsvirkning af raps kan måles i en bygafgrøde. Som gennemsnit af tre kvælstofniveauer blev der fundet et merudbytte i 1. års byg på mellem 6-10%, størst værdi på sandjorde. I 2. års byg var merudbyttet ca. 8% på begge jordtyper, og selv i 3. års byg var der et lille merudbytte på 2% (fig. 10).

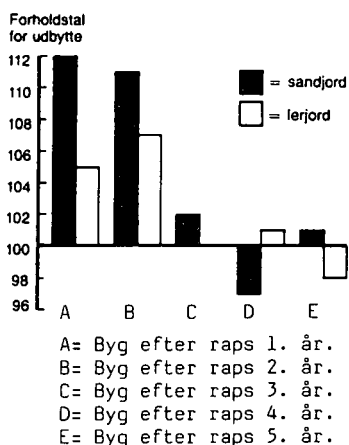


Fig. 10. Forholdstal for udbytte i byg efter raps på sand- og lerjord (byg efter byg = 100) (Ullerup, 1983a).

I forhold til ensidig dyrkning giver vinterhvede et 10-20% højere udbytte efter olieplanter, enårigt græs og til dels også efter havre (Ebbersten, 1980, 1981a; Olsen, 1982; Dyke et al., 1983; Stabbetorp, 1983).

Med hensyn til værdien af byg som forfrugt fandt Ebbersten (1980), at der blev opnået ca. 10% højere udbytte efter olieplanter og havre som forfrugt i forhold til byg.

I forhold til et sygdomssanerende sædskifte med havre og vårraps som forfrugt for vinterhvede yder vårbyg og vårraps, vinterbyg og vinterraps som forfrugter omtrent samme kerneudbytte i gennemsnit af 3 forsøgsår (Olsen, 1982).

Ebbersten (1981a) fandt endvidere, at i spørgsmålet om værdien af byg som forfrugt til vinterhvede var der regionale forskelle, således at byg på lerjorde var en næsten lige så god forfrugt til vinterhvede som havre. Værdien af byg som forfrugt til vinterhvede vil sandsynligvis afhænge af angrebet af fodsyge, således at i år med ringe angreb af fodsyge vil byg være en ligeså god forfrugt som øvrige afgrøder, hvorimod de sanerende virkninger af f.eks. havre og olieplanter fremtræder tydeligt i år med store angreb.

11.4.1.3. Bælgplanters værdi som forfrugt til korn

Værdien af bælgssæd som forfrugt vurderes foruden i det opnåede merudbytte i efterfølgende afgrøder også i en kvælstofeffekt, d.v.s. hvor stor en kvælstofbesparelse, der kan opnås i efterfølgende afgrøder.

1. års kornafgrøde efter bælgssæd (ærter, bønner, kløvergræs) giver et merudbytte på 10-15% i forhold til ensidig korndyrkning (Stabbetorp, 1984; Teittinen, 1984; Wallgren, 1984; Wallgren & Nilsson, 1984). Det vil sige, at bælgplanter er en af de bedste forfrugter til korn. Virkningen er dog ofte kortvarig d.v.s. ikke længere varende end ved de øvrige forfrugter. I middeltal af forsøg med forskellige kvælstoftilførsler har ærters forfrugtsværdi modsvaret 20-30 kg N/ha i byg og 25-45 kg N/ha i vinterhvede (Wallgren, 1984; Wallgren & Nilsson, 1984). F.eks. har vinterhvede givet samme udbytte ved tilførsel af 90 kg N/ha med ærter som forfrugt som ved tilførsel af 135 kg N/ha med havre som forfrugt (fig. 11). Ærternes forfrugtsværdi var lidt bedre ved lave kvælstoftilførsler til kornet, men selv ved optimale kvælstoftilførsler til kornet kunne ærternes gode forfrugtsværdi ikke udlignes.

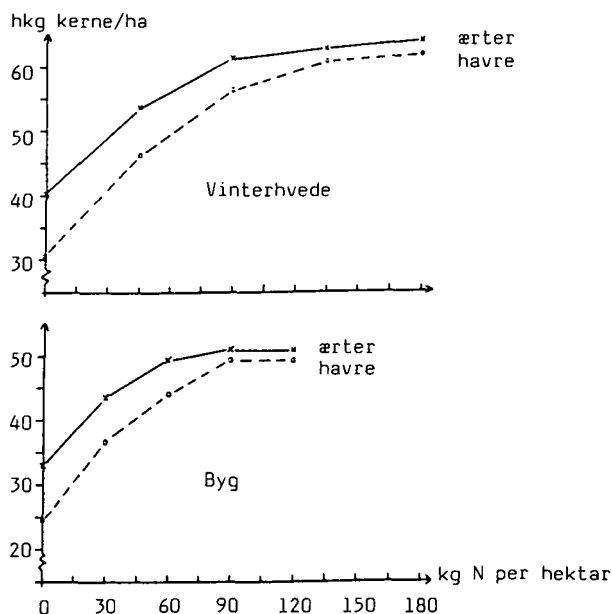


Fig. 11. Udbytte i vinterhvede og byg ved forskellige kvælstofniveauer efter forfrugterne ærter og havre, hkg/ha (15% vandindhold) (Wallgren & Nilsson, 1984).

I et finsk forsøg er det fundet, at ærter som forfrugt til byg kunne modsvare 50 kg N/ha (Teittinen, 1984). Forfrugtsværdien af markbønne og kløvergræs blev i langvarige engelske forsøg fundet at være ækvivalent med en øget tilgængelighed af kvælstof på henholdsvis 23 kg N/ha og ca. 53 kg N/ha i første års hvede (Dyke et al., 1983).

II.4.1.4. Forfrugtsværdiens afhængighed af kvælstoftilførslen

Det har været foreslået, at man gennem øget kvælstoftilførsel kunne erstatte forfrugtsværdien. I et forsøg med forskellige forfrugter til byg og vinterhvede fandt Nyström (1979) og Ebbersten (1980) imidlertid, at øget kvælstoftilførsel ikke i nævneværdig grad påvirkede hovedafgrødens reaktioner overfor de forskellige forfrugter.

I flere danske forsøg er det dog fundet, at en øget kvælstoftilførsel kan udligne noget af forfrugtsværdien, men som oftest ikke helt eliminere den. Ullerup (1983a) fandt, at forfrugtsværdien af forskellige afgrøder var faldende med stigende kvælstoftilførsel.

Skriver (1985a) fandt ligeledes, at stigende kvælstoftilførsel til byg har bevirket det største merudbytte efter forfrugter som korn, frøgræs og kartofler (tabel 7). Kvælstoftilførsel til byg med bælplanter som forfrugt har medført negative merudbytter. I 1984 har kvælstofbehovet i gennemsnit til vinterhvede været 172 kg N/ha med korn som forfrugt, 155 kg N/ha med olieplanter som forfrugt og ca. 150 kg N/ha med frøgræs som forfrugt.

For såvel vinterhvede, vinterbyg og vårbyg er der fundet den dårligste effekt af tilført kvælstof efter bælplanter og olieplanter.

II.4.2. Vekselafrødernes indflydelse på forekomst af ukrudt og svampesygdomme

De forskellige forfrugter (vekselafrøder) har forskellig evne til at rense jorden for ukrudt. Kartoffel og brak er de bedste til at holde kvikken nede (nemtest at renholde jorden) (Wølner et al., 1978).

Et relativt højt kvælstofniveau (90-105 kg N/ha) kan bevirke en reduktion i ukrudtsbestanden (antal/m²) i kornsædskifter sammenlignet med et lavt kvælstof-

Tabel 7. Udbytte og merudbytte i vårbyg, vinterhvede, vinterbyg, vinterrug og vårhvede ved forskellige kvælstofmængder og efter forskellige forfrugter, hkg kerne/ha, gns. 1975-84 (Skriver, 1985a).

forfrugt	korn	roer	kartofler	olie- planter	frø- græs	bælg- planter	kløver- græs
<u>vårbyg</u>							
grundgødet	28,7	37,6	18,7	36,3	31,4	42,4	37,0
40 N	9,2	7,6	10,8	8,1	8,6	-1,7	3,9
80 N	14,1	11,2	16,5	11,3	13,3	-5,4	5,4
120 N	15,8	11,7	19,1	12,2	14,6	-6,9	5,5
160 N	16,5	11,5	19,9	11,3	14,2	-9,0	5,1
<u>vinterhvede</u>							
grundgødet	34,4	35,1	37,4	43,5	40,3	46,6	42,1
50 N	13,0	15,2	18,1	14,3	11,3	12,3	6,8
100 N	20,6	26,2	27,7	22,7	17,8	19,5	8,1
150 N	23,7	30,9	30,7	26,0	19,6	21,6	7,3
200 N	24,8	33,3	31,0	27,1	20,6	21,8	7,2
<u>vinterbyg</u>							
grundgødet	31,2	41,9	43,0	45,8	44,2	47,4	-
50 N	13,8	16,5	16,1	12,0	15,5	6,6	-
100 N	22,2	27,0	28,1	18,8	25,7	9,8	-
150 N	25,9	29,0	29,6	22,2	27,8	15,9	-
200 N	27,4	33,2	31,5	23,8	30,2	15,2	-
<u>vinterrug</u>							
grundgødet	26,0	-	24,2	26,2	-	20,1	-
40 N	11,6	-	11,3	11,0	-	7,7	-
80 N	19,6	-	16,6	18,0	-	11,6	-
120 N	23,9	-	18,1	21,1	-	13,3	-
160 N	24,9	-	17,6	21,2	-	13,8	-
<u>vårhvede</u>							
grundgødet	33,5	38,5	30,5	25,0	36,8	32,7	41,1
50 N	4,8	6,9	10,7	7,9	2,4	8,6	0,8
100 N	4,4	10,5	21,0	13,6	2,9	9,3	0,3
150 N	4,4	10,5	28,2	16,2	2,4	11,5	-0,2

Værdierne for forfrugt korn er gennemsnit af landsdele og jordtyper

niveau (30-35 kg N/ha) (Wallgren & Dock, 1981)., hvilket sandsynligvis skyldes, at kornafgrøderne favoriseres mere end ukrudtsplanterne af kvælstoftilførslen.

Der er en tendens til et større angreb af fodsyge i rene kornsædskeer, end når der inkluderes en vekselafgrøde i sædskeftet (Wølner et al., 1978; Nyström, 1979). I sædskeer, hvor forfrugten er raps, er der fundet lidt lavere angreb af fodsyge på byg, end hvor forfrugten er byg (Nyström, 1979; Ullerup, 1983a). Ebbersten (1983) så på den kombinerede effekt af benomylbehandling til vinterhvede kombineret med forskellige forfrugter. Benomylbehandlingen bevirkede et merudbytte i vinterhveden ved alle forfrugtkombinationer, men en god forfrugt som olieplanter og havre bevirkede et totalt større merudbytte. F.eks. har en olieplante (vårraps) som forfrugt bevirket et udbytte på 49,4 hkg kerne/ha i vinterhveden uden benomylbehandling, mens vinterhvede, vinterrug og byg som forfrugter kun har givet et udbytte i vinterhveden på henholdsvis 40,6, 43,4 og 45,2 hkg kerne/ha, selv når vinterhveden blev benomylbehandlet.

II.4.3. Konklusion/diskussion

Ved inkludering af en rodfrugt- eller anden bredbladet afgrøde som vekselafgrøde i et kornsædskefte kan påregnes et merudbytte på ca. 10% i 1. års bygafgrøder, lidt lavere værdi på lerjorde end på sandjorde. Vinterhvede, der er udsat for en større udbytte-depression ved ensidig dyrkning, kan give et større merudbytte ved at inkludere en vekselafgrøde i et ellers kornrigt sædskefte. I 2. års korn vil der også kunne påregnes et lille merudbytte omkring 3-5%, afhængig af jordtype og klima.

Gode forfrugter for byg er bælg-sæd, men også olieplanter, græs og sukkerroer. Havre som forfrugt til byg kan bevirke et lille merudbytte på omkring 0,5-1 hkg kerne/ha i forhold til ensidig dyrket byg. Værdien af bælg-sæd som vekselafgrøde til korn vil oftest være bedst, såfremt kvælstoftilførslen til byggen er lille.

Kvælstofvirkningen af markært er vurderet til 40-50 kg N/ha målt i næstfølgende afgrøde. Visse bælgplanter som markbønne vil oftest give mindre kvælstofeffekt, mens kløvergræs kan give mere.

Stigende kvælstoftilførsel til kornet kan udligne noget af forfrugtsværdien. De største merudbytter for kvælstof vil kunne opnås ved en øgning i kvælstoftilførslen til byg efter relativt dårlige forfrugter som korn og frøgræs. Dårligst kvælstofeffekt opnås i byg efter bælg-sæd.

Inkludering af en vekselafgrøde vil formindske ukrudtsbestanden, specielt kvik. Kartoffel/roer er gode forfrugter for korn med hensyn til renholdelse af parcellen for ukrudt. Et relativt højt kvælstofniveau kan bevirke en reduktion i ukrudtsbestanden i kornet uanset forfrugten.

Frøukrudt bekæmpes kemisk i kornmarker. I mange af forsøgene med kornsædskifter er herbicidbehandling rutinemæssigt inkluderet i behandlingen, så det er vanskeligt at udlede, hvilken effekt et sådant sædskifte har på ukrudtsbestanden.

Inkludering af en vekselafgrøde i et ensidigt kornsædskifte kan bevirke et mindre fodsyeangreb. En god forfrugt som f.eks. olieplanter vil selv uden fungicidbehandling ofte kunne give et lige så stort eller større merudbytte i korn, end en dårlig forfrugt kombineret med fungicidbehandling.

III. GRØNGØDSKNING OG EFTERAFGRØDER

III.1. Indledning

Grøngødskning sker ved at indarbejde friskt, grønt materiale i jorden. Formålet hermed er at bevare/forbedre jordens humusindhold og biologiske aktivitet, at begrænse næringsstofudvaskning og at fixere kvælstof (sidstnævnte kun for bælplanter).

Grøngødningsafgrøder kan dyrkes som enten sommer- eller efterafgrøder. De sommerdyrkede grøngødningsafgrøder indebærer en udbyttefri vækstsæson, som dog kan undgås ved dyrkning af kombinerede foder- og grøngødningsafgrøder. Det kan være blandsæd med eller uden udlæg, eller det kan være korn med udlæg. Udlægget kan bestå af korsblomstrede, græs og/eller bælplanter.

Den bedste grøngødning for den næstfølgende afgrøde opnås ved at indarbejde hele afgrøden i jorden. I et ældre dansk forsøg bevirkede nedpløjning af kun rod- og stubrester af lupin og serradel grøngødningsvirkningen til kun at være ca. 15% i forhold til virkningen ved nedpløjning af hele afgrøden (Wested, 1937).

Når man tidligere benyttede nedmuldning af halm og grøngødning, var det især for at forsyne næstfølgende afgrøder med næringsstoffer. I forbindelse med specialiseringen af driften med overgang til mere korndyrkning vil jorden ved dyrkning af vårsæd være ubevokset 2/3 af året. Brug af efterafgrøder kan under disse forhold være en mulighed for at "forbedre" eller vedligeholde jordens produktionsevne. I modsætning til halm har efterafgrøder en mere aktiv virkning på jordens stofomsætning (Stokholm, 1979a). I Danmark vil der på ca. 50% af landbrugsarealet være en teoretisk mulighed for dyrkning af en mellemafgrøde (Hvelplund & Østergård, 1980).

Der er flere arter indenfor græs, bælplanter og korsblomstrede afgrøder, der kan anvendes som efterafgrøder. Italiensk rajgræs, gul sennep, foderryps, turnips, græsmarksbælplanter, fodermarvkål, ræddike og rug er alle forsøgt som efterafgrøder (Madsen, 1984).

En af de faktorer, der er afgørende for, hvilke arter, der kan anvendes, er længden af vækstperioden. Denne er igen afhængig af, hvornår hovedafgrøden fjernes fra jorden, dels af de klimatiske forhold. Hvor det drejer sig om efterafgrøder udlagt i vintersæd er italiensk rajgræs velegnet (Madsen, 1984). Hvor efterafgrøden skal såes efter kornhøst, kan italiensk rajgræs derimod sjældent klare sig. I Danmark har interessen specielt drejet sig om gul sennep, fordi den er spirevillig og hurtigvoksende. Problemer med efterafgrøder i Danmark, hvor disse såes efter kornhøst er, at vækstperioden for efterafgrøden bliver for kort og væksten derved for svag (Hostrup & Hansen, 1977; Stockholm, 1979a; Nielsen, 1981).

Værdien af efterafgrøder kan måles ved deres forfrugtsværdi på næstfølgende afgrøder efter nedpløjning. Derudover kan efterafgrøder benyttes som foder, og værdien måles her i udbytter. De korsblomstrede afgrøder anvendes kun i ringe omfang til foder (Madsen, 1984). Dette kan måske skyldes, at de korsblomstrede indeholder forskellige sennepsolier, hvis smag/lugt hæmmer dyrenes ædelyst. Derudover indeholder korsblomstrede en række forskellige glycosinolater.

III.2. Udbytte

III.2.1. Korsblomstrede (gul sennep)

Virkningen af gul sennep som efterafgrøde er i næsten alle danske forsøg målt som et evt. merudbytte i en efterfølgende bygafgrøde.

Om der observeres en udbytteforøgelse ved efterafgrøder afhænger af kvælstofniveauet til såvel efterafgrøden som til byggen, dels af jordtypen.

Udbyttet af efterafgrøden

Kvælstofgødskning til en efterafgrøde af gul sennep (40 kg N/ha) har en klar positiv virkning på væksten og dermed på tørstofproduktionen. Hvelplund & Østergård (1980) fandt, at gødede efterafgrøder producerede 3 gange så meget tørstof som ugødede. Ved nedfræsningstidspunktet bidrog den gødede sennep med 32,5 hkg tørstof/ha, den ugødede med kun 13,7 hkg tørstof/ha. Her er der tale om et relativt stort udbytte af efterafgrøden. I mange forsøg er der selv ved gødskning af efterafgrøden kun opnået udbytter under 10 hkg tørstof/ha, afhængig af klima og jordtype (se f.eks. tabel 9).

Udbyttet af efterfølgende afgrøde

Nedpløjning og nedfræsning af gul sennep som efterafgrøde kan resultere i merudbytter i en efterfølgende bygafgrøde. Merudbytterne er dog ofte beskedne, under 2 hkg kerne/ha. Ved de laveste kvælstoftilførsler til bygafgrøden observeres den største effekt af efterafgrøden, ved stigende kvælstoftilførsler aftager merudbytterne, som kan blive negative ved større kvælstofmængder (Rasmussen, 1978, 1983; Rasmussen & Olsen, 1983, Hvelplund & Østergård, 1980).

Jordtypen kan også influere på størrelsen af merudbyttet opnået ved dyrkning af efterafgrøder. På sandjorde giver efterafgrøder et lille merudbytte, men kun beskedne eller ingen merudbytter på lerjorde (Hansen, 1979; Rasmussen, 1983) (tabel 8).

Tabel 8. Udbytte og merudbytte af byg med og uden efterafgrøde af gul sennep, gns. af 4 kvælstofniveauer 1976-82, hkg kerne/ha (Rasmussen & Olsen, 1983).

	Udbytte	Merudbytte for efterafgrøde
Jydevad, uvandet	28,8	2,4
Jydevad, vandet	43,7	2,0
Tylstrup	32,1	0,5
Roskilde	40,8	-1,0
Rønhave	47,3	0,2
Højer	43,1	1,0

Tilsvarende har forsøg i de landøkonomiske foreninger vist, at anvendelse af gul sennep til grøngødsning kun har haft en lille og usikker indflydelse på udbyttet af byg, uanset om jorden var pløjet eller upløjet (Skriver, 1983). Dette dækkede dog over store variationer. I enkelte upløjede parceller var der store udbyttenedgange p.g.a. en større forekomst af kvik, hvilket medførte et øget forbrug af kemiske kvikbekæmpelsesmidler.

Tyske undersøgelser med forskellige korsblomstrede afgrøder som efterafgrøder til vinterhvede og vårbyg har vist, at der i de fleste år kan observeres et lille merudbytte ved brug af efterafgrøderne (Diercks et al., 1980). Merudbyttets størrelse var proportional med kornandelen i sædskiftet. Som også observeret i de danske undersøgelser var der store forskelle mellem forskellige jordtyper, de største merudbytter blev opnået på lette jorde.

Med hensyn til afgrødernes kvalitet har Andersen og Jensen (1983) fundet, at på grovsandede jorder forekom signifikant dårligere fremspiring af bygplanterne, højere planter, øget buskning, større antal blade samt et højere indhold af kvælstof i både top og rod. Den spiringshæmmende effekt må tillægges anaerobe forhold som følge af mikrobiel aktivitet. De væksthæmmende effekter af efterafgrøden kan forklares ved større kvælstofmængde til rådighed.

På lerjorde var den eneste effekt af efterafgrøden et øget indhold af kvælstof i de overjordiske plantedele. Ved høst var de morfologiske forskelle stort set udlignet såvel på ler- som på sandjord.

III.2.2. Græs og bælplanter

Nedpløjning og -fræsning af italiensk rajgræs som efterafgrøde til byg kan ligesom korsblomstrede afgrøder give små merudbytter på sandjorde (ca. 2 hkg kerne/ha), men ingen eller negative merudbytter på lerjorde (Rasmussen, 1983). Jacobsen & Bentholt (1984) målte udbyttet af forskellige græsarter, der blev høstet efter byg som helsæd. De største udbytter i helsæden blev målt ved udlæg af hybridrajgræs og Westerwoldisk rajgræs, hvorimod benyttet som efterafgrøde gav tetraploid italiensk rajgræs det højeste udbytte.

Bælplanternes virkning angives dels som et evt. merudbytte i den efterfølgende afgrøde, dels som den mængde kvælstof, der giver samme udbytte/merudbytte som bælplanteanvendelsen. Med hensyn til eftervirkningen af bælplanter benyttet som grøngødning foreligger de fleste danske resultater fra tiden før 1960. Disse værdier for kvælstofvirkning og/eller merudbytte i efterfølgende afgrøder kan næppe talmæssigt sammenlignes med nutidige forsøg, da kvælstoftilførslen til hovedafgrøden er betydeligt større nu end for 20 år siden. Det er kendt, at øget kvælstoftilførsel har en hæmmende virkning på bælplanternes evne til kvælstofbinding (Høg, 1986a), ligesom man ikke vil forvente en ret stor kvælstofvirkning af en bælplanteafgrøde, når den efterfølgende kornafgrøde i forvejen er velforsynet med kvælstof.

Forsøgene kan dog sige noget om bælplanternes potentielle virkning som grøngødningsafgrøder i sædskifter, der er mere alsidige, og hvor kvælstofforsyningen til en hvis grad er baseret på netop bælplanterne. Sådanne sædskifter kunne være sædskifter i økologisk jordbrug, hvor brug af handelsgødninger ikke er tilladt (Høg, 1985).

Nielsen (1929) undersøgte, om bælgplanter isået en havreafgrøde ved deres vækst i dæksæden og genvækst i stubben kunne give en grøngødningsvirkning i den efterfølgende afgrøde. Det blev fundet, at henholdsvis gul lupin og serradel efterlod 333 og 230 hkg grønvægt/ha, svarende til en kvælstofmængde på 146 og 113 kg N/ha. En efterfølgende kartoffelafgrøde (kun sparsomt gødet) gav betydeligt større udbytte efter havre med isået gul lupin end efter ren havre, udbytterne var henholdsvis 313 og 254 hkg knolde/ha. I 2. års rugafgrøde blev der opnået et merudbytte på 3,5 hkg kerne/ha og 5,1 hkg halm/ha (ca. 27% merudbytte), hvor lupin var nedpløjet 2 år før. Selv i 3. års afgrøde (rug) kunne der observeres et lille merudbytte på 1,5 hkg kerne/ha og 2,4 hkg halm/ha (10% merudbytte). Merudbytterne var mindre i alle år, når serradel blev benyttet som grøngødningsafgrøde sammenlignet med gul lupin som grøngødningsafgrøde.

Hvor lupin blev dyrket i renbestand var eftervirkningen lidt større end ved lupin isået en havreafgrøde.

Wested (1937) beregnede grøngødningsværdien af lupin og serradel ud fra forsøgsresultaterne af Nielsen (1929):

Grøngødningsværdi af bælgplanter omregnet i kg handelsgødningskvælstof (kalksalpeter):

lupin, hele afgrøden nedpløjet	99 kg N/ha
lupinrod (toppen fjernet)	16 -
serradel, hele afgrøden nedpløjet	55 -
serradelrod (toppen fjernet)	7 -

Det vil sige, at langt den største gødningsværdi (kvælstof) er tilstede i toppen, og kun når denne nedpløjes, vil grøngødningsafgrøden have betydning som kvælstofkilde til efterfølgende afgrøder. Fra de ovennævnte tal kan det ses, at gødningsværdien reduceres til ca. 15%, når grøngødningsafgrøden fjernes, som det f.eks. er tilfældet, når bælgplanteafgrøden benyttes som foder, i forhold til hvis hele bælgplanteafgrøden blev nedpløjet.

Hansen (1955b) fandt, at eftervirkningen af bælgplanter var afhængig af bælgplanternes art og deres udviklingsbetingelser på den pågældende jordtype, samt af hvilken afgrøde, der fulgte efter. Blev bælgplanterne isået en kornafgrøde, var grøngødningsvirkningen i isåningsåret (dæksædens kerneudbytte) sædvanligvis ringe, oftest under 1 hkg kerne/ha, og mange gange endda negativ. Serradel kunne dog give et stort merudbytte i halm. Tilsvarende fandt Jacobsen & Bentholm (1981), at italiensk rajgræs og blandinger med rødkløver svækkede dæksæden med op til 2 hkg kerne/ha, mens blandinger med sneglebæg og persisk kløver kun skadede dæksæden lidt.

I svenske undersøgelser er det fundet, at kerneudbyttet af korn med isåningafgrøde er 3-10% lavere end af korn uden isåningsafgrøde.

Virkningen af grøngødningsafgrøderne serradel, sneglebælg og rundbælg modsvarede 15-50 kg kvælstof i salpetergødning/ha, i enkelte tilfælde dog op til over 60 kg kvælstof/ha (Hansen, 1955b).

Størst merudbytte blev observeret, når den efterfølgende afgrøde var en rodfrugt, som p.g.a. en længere vækstperiode bedre var i stand til at udnytte det mineraliserede kvælstof.

Et 8-årigt sædskifte har ved isåning af sneglebælg i de to kornmarker givet fra 300 til 840 f.e./ha mindre i udbytte end "ekstra" tilførsel af 2x200 kg kalksalpeter/ha til rodfrugterne. Dette skulle svare til en gødningsvirkning på op til 150 kg kalksalpeter/ha eller 23 kg N/ha. Eftervirkningen var lidt ringere på lerjorde end på sandjorde (Hansen, 1955b).

Nyere danske undersøgelser har vist, at henholdsvis ært og hestebønne modsvare 50-100 kg N/ha (Ullerup, 1975). For hvidkløvergræs og rødkløvergræs er værdien fundet til ca. 60 kg N/ha og ca. 45 kg N/ha (Jacobsen, 1960). Med hensyn til udbyttemålinger er der fundet merudbytte på 1,0, 2,4, 0,1 og 1,8 hkg kerne/ha i byg ved henholdsvis italiensk rajgræs, rødkløver, sneglebælg og persisk kløver isået året før. Til underbyggelse heraf har finske forsøg vist, at hvid- og rødkløverafgrøder dyrket alene og senere nedpløjet modsvare kvælstofmængder fra 105-136 kg N/ha (Kauppila, 1983). Isåede kløverafgrøder kunne bevirke et merudbytte i en næstfølgende kornafgrøde på 8 hkg kerne/ha ved en kvælstoftilførsel på 10 kg N/ha til korntet. Ved en kvælstoftilførsel på 90 kg N/ha var eftervirkningen af grøngødningen kun 4 hkg kerne/ha. Ved større kvælstoftilførsel kan forventes mindre merudbytter.

Ebbersten (1980, 1981a,b,c) sammenlignede virkningen af kalksalpeter og lucernemel på udbyttet af korn (vinterhvede og vårhvede). Kalksalpeter blev tilført om foråret, lucernemelet ved høst før pløjning. 1. år var effekten af lucernemelet ringe. 270 kg N/ha i lucernemel gav således samme udbytte af vinterhvede som ugødet vinterhvede, hvilket kan skyldes, at kvælstoffet i lucernemelet kun langsomt blev frigivet til plantevækst. 2. år gav lucernemel derimod bedre kvælstofvirkning end kalksalpeter. Stigende tilførsel af lucernemel resulterede i øgede kerneudbytter svarende til tilførsel af 270 kg N/ha i kalksalpeter, og det totale udbytte var større end ved udelukkende tilførsel af kalksalpeter. Hvis havre blev indført i sædskiftet i stedet for hvede i nogle år, var virkningen af lucernemelet mindre. Ebbersten (1980) forklarer dette med, at kvælstof i lettilgængelig form vil fremme parasitangreb

og/eller gøre planterne mere modtagelige for angreb af i første omgang rodparasitter. Havre er bedre end de øvrige kornarter i stand til at modstå sygdomsangreb, så til denne afgrøde har kvælstofformen kun ringe betydning.

III.2.3. Sammenligning af forskellige grøngødningsafgrøder

I nogle kortvarige danske undersøgelser er de forskellige grøngødningsafgrøder undersøgt. Hostrup (1977) sammenlignede efterafgrøderne gul sennep, foderræddike, vinterryps, vårraps og vinterraps. Uanset såtidspunkt gav gul sennep det højeste udbytte, mens foderræddike kun gav et rimeligt udbytte ved tidlig såning. Stokholm (1979a) sammenlignede grøngødningsvirkningen af korsblomstrede arter som gul sennep og foderryks med italiensk røjgræs, sneglebælg og rødkløver. De korsblomstrede arter blev sået efter kornhøst, de øvrige blev udlagt i dæksæden. Alle afgrøderne blev nedpløjet som grøngødning. Foderryks havde den største virkning i efterfølgende kornafgrøder, men generelt var merudbytterne små (under 2 hkg kerne/ha) og ikke rentable.

Undersøgelser af efter- og grøngødningsafgrøder i langvarige sædskifteforsøg er udført i Tyskland (Pommer & Bachthaler, 1978, Pommer et al., 1982). I disse undersøgelser er der fundet et merudbytte i vårbyg på ca. 3-4 hkg kerne/ha (gennemsnit af alle grøngødningsafgrøder) ved benyttelse af grøngødningsafgrøder i et ellers korndomineret sædskifte. Pommer et al. (1982) fandt, at grøngødningerne gav den største udbyttetilvækst jo mere ensidigt sædskiftet var. I et sædskifte med 50% korn bevirkede grøngødningsafgrøderne et merudbytte i vårbyg på 0,6 hkg kerne/ha, men op til 3,0 hkg kerne/ha i et sædskifte med 100% korn. Merudbyttet ved brug af grøngødningsafgrøderne kunne dog ikke kompensere for udbyttetabet ved dyrkning af korn ensidigt fremfor i sædskifte.

Det kunne derimod ikke bestemmes, hvilken grøngødningsafgrøde, der bevirkede det højeste merudbytte i kornet. Foruden at influere på størrelsen af merudbyttet bevirkede klima og jordtype også forskellige udviklingsbetingelser for efterafgrøderne. I områder/år med ringe nedbør kan såvel grøngødningsafgrøde som hovedafgrøde skades, og de mest tørkefølsomme afgrøder vil skades mest. I områder, hvor der ikke traditionelt blev tilført så meget kvælstofgødning, havde bælgplanter som grøngødningsafgrøder den bedste effekt på udbyttet af de efterfølgende afgrøder.

III.3. Jordforhold

Efterafgrøder kan indvirke på såvel jordens fysiske, kemiske og biologiske tilstand. Stokholm (1979b) summerer, at efterafgrøder kan beskytte jorden, f.eks. mod erosion og visse ukrudtsplanter, øge mængden af organisk stof i jorden og den biologiske aktivitet samt påvirke rodaktiviteten af næstfølgende afgrøder ved ændret optagelse af vand og næringsstoffer samt ændret porøsitet og porestørrelsesfordeling i jorden.

III.3.1. Humusindhold og biologisk aktivitet

Efterafgrødernes påvirkning af humusindholdet i jorden vil foruden temperatur- og fugtighedsforhold i jorden være afhængig af kvælstoftilførslen til hovedafgrøden samt efterafgrødens kemiske sammensætning. Ungt plantemateriale, som nedpløjes, vil p.g.a. et højt indhold af kvælstof som regel være let nedbrydeligt, hvorimod ældre plantemateriale er vanskeligere nedbrydeligt (Wilson, 1970). Dette skyldes forskelle i C/N forhold i plantematerialet. Cerný (1966) fandt således, at C/N forholdet i 85 dage gamle planter af gul sennep og hestebønne var større end i 35 dage gamle planter. Man kan derfor sige, at ungt plantemateriale primært vil øge jordens kvælstofindhold, mens ældre plantemateriale vil øge jordens humusindhold.

C/N forholdet for de fleste jorde under vores klimaforhold ligger mellem 10:1 og 12:1, hvilket er lig med C/N forholdet i mange efterafgrøder ved nedpløjningstidspunktet. C/N forholdet vil derfor næppe volde problemer.

Spørgsmålet er imidlertid, om den mængde organisk stof, der efterlades i jorden fra efterafgrøder, er nok til at bevirke en tilvækst i jordens humusindhold. Kahnt (1976, 81) angiver, at en produktion på mindre end 20 hkg tørstof/ha i en efterafgrøde ikke giver nogen målelig forøgelse i jordens humusindhold, samt at mindre end 10 hkg tørstof/ha i en efterafgrøde som regel ikke giver udbyttetigning i den efterfølgende kornafgrøde.

De højeste udbytter af efterafgrøder af gul sennep høstes på sandjorde - op til 20 hkg tørstof/ha under tilstrækkelig vandforsyning - mod ca. 10 hkg tørstof/ha på lerjorde. Ved en optimal kvælstoftilførsel til efterafgrøden kombineret med gode vækstbetingelser i øvrigt kan der dog forventes højere udbytter. Ved moderat eller ingen kvælstoftilførsel til efterafgrøden vil den efterladte restmængde i jorden ikke være stor nok til at bevirke en forøgelse af jordens humusindhold. Hege (1980) fandt i et langvarigt tysk humusforsøg med forskellige former for organiske gødninger, at efterafgrøder benyttet kontinuerligt gennem 31 år kun bevirkede små forskelle i jordens humusindhold. Tilførsel af normale mængder husdyrgødning havde en større betydning.

Keller (1979) angiver, at mht. påvirkning af jordens humusindhold har valget af efterafgrøder en betydning. Kämpf (1973) finder, at korsblomstrede afgrøder er humusbevarende, mens lucerne, rødkløver og kløvergræs er humusforøgende. Dyrkning af afgrøder som kartofler og roer skulle være humustærende.

I et ældre dansk forsøg er det fundet, at isåning af bælplanter i en kornafgrøde over en længere årrække bevirkede en lille tilvækst i jordens humusindhold (Hansen, 1955a). Tilvæksten var dog ikke signifikant.

Dyrkning af en efterafgrøde kan øge såvel antallet af mikroorganismer (Cerný, 1966) som den mikrobielle biomasse (Andersen et al., 1983). Mikroorganismernes aktivitet, målt som kuldioxid produktion fra jorden (Cerný, 1966) og som indholdet af ATP i jorden (Andersen et al., 1983) kan ligeledes forøges. Denitrifikationen kan imidlertid også forøges (Andersen et al., 1983), hvilket vil bevirke et tab af kvælstof, som ellers kunne være tilgængeligt for afgrøden.

Med hensyn til, hvilke gødninger, der har den mest positive indflydelse på jordens biologiske aktivitet, har Pommer et al., (1982) opstillet dem i nedenstående rækkefølge ud fra forsøg i to på hinanden følgende år på to forskellige lokaliteter:

Staldgødning > grøngødning fra halm og bælplanter > grøngødning fra halm og korsblomstrede > grøngødning fra bælplanter > halm > grøngødning fra korsblomstrede $\geq$ mineralgødning > halm afbrændt.

Andersen et al., (1983) fandt, at efterafgrøder på alle jordtyper havde en positiv indflydelse på regnormebestanden, specielt på *Lumbricus terrestris* (fig. 12). Samtidig må man forvente, at regnorme medvirker til en øget omsætning af det nedpløjede materiale fra efterafgrøderne.

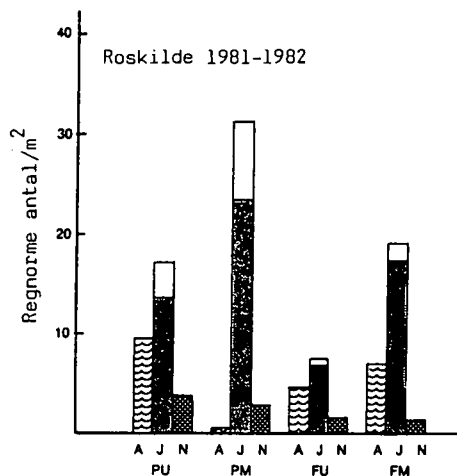


Fig. 12. Antal regnorme i jorde med og uden efterafgrøder. Antal/m². P= pløjet, F= fræset, U= uden efterafgrøder, M= med efterafgrøder. A= adulte. J= juvenile. N= nyklækkede (Andersen et al., 1983).

III.3.2. Jordens kemiske tilstand

Anvendelse af en efterafgrøde kan bl.a. ske med henblik på at mindske kvælstofudvaskningen i efterårs- og vintermånederne. Det er dog nødvendigt at tilføre ekstra kvælstof for at få efterafgrøden i vækst. Når efterafgrøden nedpløjes, vil det i planteresterne bundne kvælstof blive mineraliseret. Spørgsmålet er imidlertid, dels om efterafgrøden har optaget det ekstra kvælstof, dels om kvælstof bliver frigivet på et tidspunkt, hvor det kommer den efterfølgende afgrøde til gode.

Forsøg med gul sennep som efterafgrøde har vist, at der sker en større mineralisering i parceller med efterafgrøder end i ubevoksede parceller (Hvelplund & Østergård, 1980, Andersen & Jensen, 1983). Der er tale om ca. 20 kg N/ha mere. Jordens kvælstofindhold er også normalt større i parceller med efterafgrøder.

Hvelplund & Østergård (1980) angiver, at en sennepsafgrøde på ca. 12 hkg tørstof/ha kan optage en kvælstofmængde på omkring 40 kg N/ha. Når der udvikles en efterafgrøde af denne størrelsesorden, vil man forvente mulighed for begrænsning af kvælstof/nitratudvaskningen, men udvikles en afgrøde under denne størrelse, er der mulighed for en større kvælstofudvaskning. Udviklingsbetingelserne for gul sennep vil derfor være afgørende for, om efterafgrøden er i stand til at begrænse nitratudvaskningen. Hvelplund & Østergård (1980) fandt, at 17-28 kg N/ha nedvaskes under 1 m fra ubevokset jord, mens 5 kg N/ha udvaskes fra jord bevoget med efterafgrøder. Hansen (1979) og Hansen et al., (1980) fandt ligeledes, at dyrkning af en efterafgrøde på lerjord ved Højer og nedbringning af denne sammen med halm, reducerede nitratudvaskningen fra 39 kg N/ha til 8 kg N/ha ved et nedbørsoverskud på 400 mm. Ved et nedbørsoverskud på 200 mm var reduktionen fra 19 kg N/ha til 3 kg N/ha. Andersen & Jensen (1983) fandt dog, at dyrkning af en efterafgrøde, der kom i dårlig vækst på jorden ved Højer, bevirkede en forøget udvaskning på 10 kg N/ha (tabel 9).

Tabel 9. Kvælstofudvaskning til under 80 cm dybde fra parceller med og uden efterafgrøder, (gns. 1979-82), kg N/ha (Andersen & Jensen, 1983).

	hkg tørstof/ha	kvælstofudvaskning, kg N/ha		
		med efterafgrøde	uden efterafgrøde	differens
Jynde vad	2,4	42	44	-2
Rønhave	12,1	11	27	-16
Højer	4,4	33	23	10

Ved Jynde vad havde dyrkning af en efterafgrøde ikke den store betydning for kvælstofudvaskningen, ved Rønhave blev kvælstofudvaskningen reduceret med 16 kg N/ha ved dyrkning af gul sennep (Andersen & Jensen, 1983)(tabel 9). Med hensyn til, hvilken andel af det mineraliserede kvælstof, der kommer den næstfølgende afgrøde til gode, angiver Hvelplund & Østergård (1980), at hvis den næstfølgende afgrøde er en bygafgrøde kommer ca. 1/3 af det af efterafgrøden opsamlede kvælstof denne bygafgrøde til gode. Hvis afgrøden er roer kan ca. 1/2 af det opsamlede kvælstof være tilgængeligt p.g.a. roers længere vækstperiode. Hvis vækstperioden udstrækkes yderligere med endnu en efterafgrøde vil sandsynligvis 1/2 til 2/3 af det opsamlede kvælstof kunne være tilgængeligt for næstfølgende afgrøder.

Tilgængeligheden af de øvrige plantenæringsstoffer som fosfor, kalium, natrium og calcium kan også øges ved dyrkning af efterafgrøder (Körschens & Scholz, 1978). Dette afhænger dog af, hvilke efterafgrøder, der dyrkes. Italiensk rajgræs, der i forhold til sneglebælg har et højt indhold af disse næringsstoffer (Last et al., 1981) skulle således forventes at have større sandsynlighed for at påvirke jordens indhold af disse stoffer i positiv retning.

III.3.3. Jordens fysiske tilstand

Jordens aggregatstabilitet specielt i de øverste dele af pløjelaget kan påvirkes ved dyrkning af efterafgrøder. Rasmussen & Olsen (1983) fandt en øget aggregatstabilitet i jord ved Roskilde ved nedpløjning af gul sennep. Dette kunne dog ikke observeres på jorde ved Rønhave og Højer. Stokholm (1979a) fandt, at efterafgrøder normalt kun har en lille indflydelse på jordens aggregatstabilitet. For at kunne forbedre stabiliteten er det vigtigt at anvende efterafgrøder med et stort og fint rodnet. Korsblomstrede efterafgrøder forbedrede således ikke aggregatstabiliteten, hvorimod italiensk rajgræs, sneglebælg og rødkløver kunne forøge aggregatstabiliteten med op til 7-9 %. Kahnt (1981) fandt, at kløvergræs i forhold til raps og kløver gav den største tilvækst i aggregatstabiliteten. Jordstrukturen målt som revner i jorden kan normalt ikke påvirkes ved dyrkning af efterafgrøder, da efterafgrøderne p.g.a. den korte vækstsæson udvikler sig for svagt (Rasmussen & Olsen, 1983). Østrigske forsøg har dog vist en lille positiv effekt på jordstrukturen ved dyrkning af phacelia og raps som efterafgrøder (Heyland & Kremer-Schillings, 1983). Dyrkningsforholdene har dog muligvis været gunstigere for efterafgrøder end tilfældet er i Danmark. Porøsiteten i jorden kan forhøjes en smule ved dyrkning af efterafgrøder (Simon & Werner, 1963, Stokholm, 1979a), dog oftest kun af ringe betydning.

III.4. Forekomst af ukrudt og sygdomme

Ved dyrkning af efterafgrøder er et af problemerne, om efterafgrøder i sædskiftemæssig værdi kan ligestilles med vekselafgrøder, bl.a. med hensyn til forebyggelse af ukrudtsproblemer og sygdomme.

Efterafgrøder er rapporteret at have såvel en positiv som en negativ indflydelse på forekomsten af ukrudt.

Efterafgrøder mindsker muligheden for mekanisk bekæmpelse af rod ukrudtet om efteråret, og desuden giver efterårssåning af efterafgrøder mere ukrudt end efterafgrøder isået som udlæg i korn (Jensen, 1983).

På den anden side må en hurtig fremspiret og veludviklet efterafgrøde formodes at kunne virke hæmmende på en række frøkrudtsarters vækst og frøsætning.

Olesen (1969) og Hostrup (1972) fandt, at bestanden af kvik øgedes, hvor der blev dyrket italiensk rajgræs som efterafgrøde sammenlignet med den traditionelle efterårsbehandling. Thorup & Pinnerup (1983), Heyland & Kremer-Schillings, (1983) og Körschens & Scholz (1978) fandt, at ukrudtsbestanden kunne reduceres ved dyrkning af efterafgrøder. Antallet af ukrudtsplanter blev reduceret med 10% på lerjorde, hvor der blev dyrket efterafgrøder af gul sennep; mest markant for alm. fuglegræs, storkronet ærenpris og enårig rapgræs (Thorup & Pinnerup, 1983). Derimod var der næsten ingen effekt af efterafgrøderne på ukrudtsbestanden på sandjorde (Thorup & Pinnerup, 1983). Ved Jyndevad (grov sandjord) bevirkede efterafgrøder en større ukrudtsbestand end dyrkning uden efterafgrøder (figur 13). Heyland & Kremer-Schillings (1983) fandt, at antallet af ukrudtsplanter ved dyrkning af efterafgrøderne raps og phacelia udviklede sig modsat tætheden af efterafgrøden.

Isåning af sneglebælg, rundbælg og serradel i kornmarker har kun haft ringe indflydelse på forekomsten af ukrudt i kornmarker og efterfølgende kløvergræs og roer (Hansen, 1955b).

Valget af efterafgrøde samt dennes nedbringningsmåde kan have betydning for, om efterafgrøder har effekt på sygdomsangreb i efterfølgende kornafgrøder.

Det er vist, at de fleste græsser kan angribes af goldfodsygesvampen (Christensen, 1968a). Hostrup, (1972) og Schulz, (1981) fandt dog ingen indflydelse af italiensk rajgræs som efterafgrøde på forekomsten af knækkefodsyge og goldfodsyge i byg. Debruck (1966) og Diercks et al. (1980) fandt let forhøjede angreb af knækkefodsyge på vinterhvede, når vinterraps var efterafgrøde, muligvis p.g.a. en stor mængde organisk stof efterladt i jorden, der fremmede udviklingen af svampesporer. Udbyttet kunne dog være forøget trods et lidt større angreb af sygdomme.

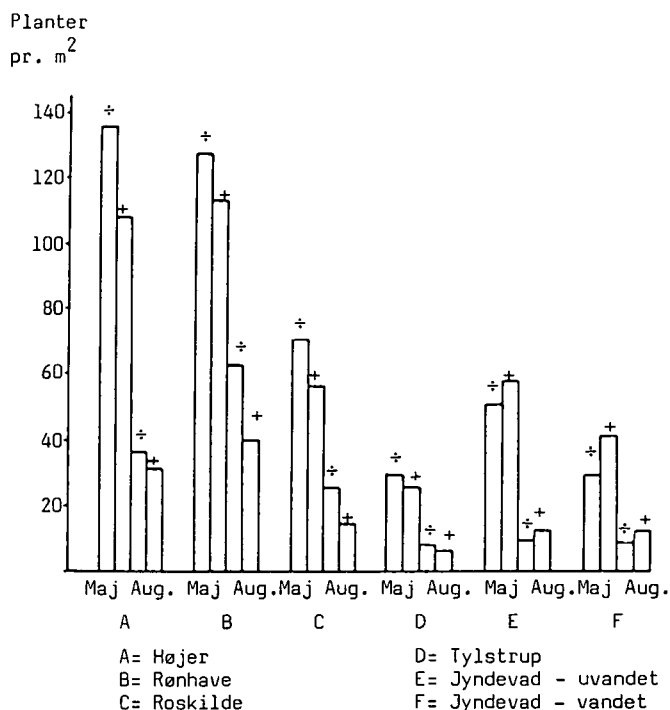


Fig. 13. Gennemsnitligt antal ukrudtsplanter i maj og august (samtlige arter) i forsøgsled uden efterafgrøde (-) og med efterafgrøde (+), gennemsnit 1979-82 (Thorup & Pinnerup, 1983).

III.5. Konklusion/diskussion

Udbyttet af grøngødnings- og efterafgrøder er i høj grad afhængig af klimaet i efterårsmånederne og af såtidspunktet, når såningen skal ske efter høst af en anden afgrøde, primært korn.

Hidtidige forsøg her i landet har vist, at der næppe i gennemsnit af år og klimaforhold kan regnes med mere end 10-15 hkg tørstof/ha af korsblomstrede efterafgrøder (gul sennep) i udbytte. Effekten af efterafgrøderne, når disse nedpløjes som grøngødning, er også beskeden m.h.t. efterfølgende afgrøders merudbytte. Den bedste grøngødningsvirkning opnås på lette jorde ved svag kvæl-

stoftilførsel til hovedafgrøden og ved brug af en efterafgrøde med en lang vækstsæson. Med gul sennep som efterafgrøde er merudbytterne i byg sjældent mere end 1-2 hkg kerne/ha; størst merudbytte opnås på sandjordene.

En bælgplante isæt en kornafgrøde bevirker ingen merudbytte eller et mindre-udbytte i dæksæden. Kvælstofvirkningen af bælgplanterne er størst ved lave kvælstoftilførsler.

De relativt små mængder planterester efterladt i jorden fra efterafgrøderne er ikke nok til at bevirke en forøgelse i jordens humusindhold. Man ser dog en forøget biologisk aktivitet i form af en større mikrobiel biomasse og en forøgelse i jordbundsfaunaen. Efterafgrøder kan bevirke en lidt større mineralisering af kvælstof. Hvis dette kvælstof ikke skal udvaskes, må det kunne optages af den efterfølgende afgrøde. Ved brug af efterafgrøder er der observeret et lille fald i kvælstofudvaskningen på omkring 10 kg N/ha/år, i tilfælde hvor efterafgrøden har været i god vækst og derfor har kunnet optage såvel det tilførte kvælstof samt yderligere kvælstof tilstede i jorden. En dårlig udviklet efterafgrøde kan dog også forøge udvaskningen af kvælstof, hvis der er tilført kvælstof.

På lerjorde kan brug af efterafgrøder reducere ukrudtsbestanden en smule. På sandjorde er der kun ringe effekt.

Samlet må det konkluderes, at p.g.a. den ofte korte vækstsæson for efterafgrøderne i Danmark med deraf følgende dårlige vækst, er deres virkning på næstfølgende afgrøder beskeden, dette i form af merudbytter, begrænsning af kvælstofudvaskning, indflydelse på jordens humusindhold og ukrudtsforekomst.

IV. GROVFODERAFTGRØDER

IV.1. Indledning

Fodermidlerne inddeles i to ikke helt adskilte grupper, kraftfoder og grovfoder. I kraftfoder er næsten al kvælstof bundet i renprotein, mens indtil 50% af råproteinet (total-N) er lavmolekylære forbindelser i grovfodermidler (Jensen, 1983). Grovfoderafgrøder høstes som regel inden planten har nået modenhed.

Grovfoderarealet pr. ko er faldet samtidig med, at forbruget af kraftfoder er steget. Foderforbruget idag i f.e./storkreatur er næsten fordoblet i de sidste 30 år, mens foderarealet pr. storkreatur er reduceret til 1/3 (Jensen, 1983). Det vil sige, at vi indkøber mere foder. Hjemmeavlet kraftfoder består af korn og bælgssæd, mens grovfoder hovedsageligt dyrkes som græsmarksafgrøder og rodfrugter.

IV.2. Udbytte

IV.2.1. Rodfrugter

Specialiseringen af kvægholdet har bevirket, at de enkelte kvægbesætninger er blevet større, og hvis der ikke er et rimeligt forhold til jordareal, kan der opstå et stærkt behov for en udvidelse af arealandelen med grovfoder, eks. rodfrugter. Som det også er observeret ved ensidig dyrkning af korn, vil ensidig dyrkning af rodfrugter bevirke udbyttedepression. Dette gælder ved såvel dyrkning af bederoer (Olsen, 1980; Jacobsen & Benthholm, 1985), sukkerroer (Fischer & Liste, 1982; Jacobsen & Benthholm, 1985), kartoffel (O'Sullivan & Reyes, 1980; Roth et al., 1981; Rowberry & Andersson, 1983; Olofsson et al., 1983) og gulerødder (Jørgensen, 1984). Mindreudbyttets størrelse afhænger af antal år med ensidig dyrkning, klima, forfrugter/sædskifter og jordtype. Eksempler på størrelsen af udbyttetabet er vist i tabel 10.

Tabel 10. Forskelligt antal år mellem bederoer. Udbytte og merudbytte af rod og top, a.e./ha. Rodbrand, pct. planter angrebet. Lerjord 96 forsøg. Sandjord 46 forsøg (Olsen, 1980).

	Lerjord			Sandjord		
	udbytte	rel.	rodbrand	udbytte	rel.	rodbrand
Bederoer hvert 8. år	126,5	100	7,1	94,9	100	22,0
Bederoer hvert 4. år	-2,0	98	8,5	+0,5	101	27,0
Bederoer hvert 2. år	-4,3	97	11,3	-6,6	93	32,5
Bederoer hvert år	-17,8	86	18,2	-16,8	82	39,6

Ved at undlade enhver form for mellemafgrøder og dyrke bederoer hvert år fandt Olsen (1980), at rodudbyttet faldt med fra 13,7 til 21,5 hkg tørstof/ha (svarende til et tab på 13-19%) i forhold til dyrkning hvert 8. år. Dyrkning af bederoer hvert 2. år bevirker typisk i et tab på 2-6 hkg rodtørstof/ha, og dyrkning hvert 4. år på 0,5-4 hkg rodtørstof/ha i forhold til dyrkning hvert 8. år (Jepsen, 1980; Olsen, 1980; Jacobsen & Bentholt, 1985). Det vil sige, at selv med fire år mellem bederoer kan der observeres et udbyttetab. Størrelsen af dette vil dog sandsynligvis afhænge af forfrugten, samt hvor alsidigt sædskiftet ellers er. Det største udbyttetab i bederoerne er fundet i roden. Olsen (1980) fandt således kun et udbyttetab i topudbyttet ved ensidig dyrkning, ikke ved dyrkning hvert 2. eller 4. år. Til forklaring på det observerede udbyttetab er der i mange forsøg registreret et øget angreb af rodbrand ved den ensidige dyrkning (Jepsen, 1980; Olsen, 1980)(tabel 10). Som det var tilfældet ved den ensidige korndyrkning behøver udbyttedepressionen dog ikke at tilskrives én bestemt faktor, men kan være et samspil af flere.

Foruden et fald i udbyttet ved den ensidige dyrkning observerede Jørgensen (1984) også en ringere kvalitet (flere 2. sorterings) ved ensidig dyrkning af gulerødder. Derimod fandt Jacobsen & Bentholt, (1985), at den ensidig dyrkning ingen indflydelse havde på sukkerprocent og sukkersaftens kvalitet i sukkerroer.

IV.2.2. Græsmarksafgrøder

Bælgplanter er velegnede til foder, da disse har et meget højt proteinindhold i forhold til alle øvrige afgrøder (Høg, 1986a). I Danmark er de almindeligste dyrkede bælgplanter ært, kløver, sneglebælg, hestebønne, bønne og lucerne. Med hensyn til bælgplanterets værdi som grøngødningsafgrøde henvises til afsnit III.2.2. Bælgplanter har i de seneste år udgjort en mindre andel af sædskiftet end for 20-30 år siden, men interessen for ærtedyrkningen er steget stærkt, og i 1983 var ærtearealet på 96.000 t (Flengmark, 1984).

Foruden at være en god foderafgrøde er ærter også en god forfrugt for korn. Gennemsnitligt set kan man i korn l. år efter en ærteafgrøde forvente et merudbytte på 7-8 % (Flengmark, 1984). Som tidligere nævnt, vil forfrugtsværdien af ærter og øvrige bælgplanter dog være afhængig af, om kornafgrøden tilføres kvælstof, således at den største forfrugtsvirkning opnås ved lave kvælstoftilførsler. I 1979 blev der i de landøkonomiske foreninger indledt en forsøgsserie for

at undersøge, hvilke foderafgrøder, der kunne være med til at øge selvforsyningen med protein af høj kvalitet (Juel et al., 1983).

Det højeste proteinudbytte blev opnået i hestebønner (1166 kg råprotein/ha). Dernæst fulgte ærter (804 kg råprotein/ha) og vårraps (462 kg råprotein/ha), med vårrybs som den lavest ydende af de fire (303 kg råprotein/ha). Indholdet af de essentielle aminosyrer (her cystin, methionin, threonin og lysin) var højere i raps og rybs end i bælplanter.

Foruden at dyrke bælplanter i renbestand til foder kan disse dyrkes i blanding med korn eller græs. Eks. vil en ren bælplanteafgrøde som ært eller hestebønne kunne give 50-100% større proteinudbytte end en bygafgrøde (Ullerup, 1975). De hyppigste kombinationer af en kornafgrøde og en bælplanteafgrøde i Danmark er byg - ærter; i Sverige er havre-ærter også benyttet. Byg og ærter, der dyrkes i blanding til kraftfoder, kan have et meget svingende proteinindhold, afhængig af blandingsforholdet mellem byg og ærter og den tilførte kvælstofmængde. Et lille kvælstofforbrug vil generelt øge ærteandelen med medfølgende tilvækst i blandingens proteinindhold (Høg, 1986a).

Mange af forsøgene med dyrkning af korn og bælplanter i blanding er fra før 1940, da dyrkning af kraftfoder til egen bedrift var mere almindelig. Betingelserne for dyrkning af blandsæd er imidlertid ændrede med dels andet sortvalg, dels den øgede gødsning med handelsgødning.

Nyere danske forsøg med vårblandsæd af byg og ærter viser meget store udbyttevariationer. Kerneudbyttet af kornafgrøderne er større, når disse dyrkes i renbestand, mens det modsatte er tilfældet for råproteinudbyttet (Olsen & Hansen, 1980; Hostrup, 1984; Jepsen, 1984). Jepsen (1984) fandt, at på såvel lerjord som sandjord blev det største kerneudbytte i blandingen af byg og ærter opnået ved et blandingsforhold byg/ært = 80/20 og ved tilførsel af 120 kg N/ha. Udbyttet var dog ca. 1,5 hkg kerne/ha lavere end udbyttet af byg i renkultur. Det største råproteinudbytte blev opnået ved ærter i renbestand, (ca. 1600 kg/ha), i blandingen blev det største indhold målt ved byg/ært = 40/60, (ca. 1200 kg/ha) (Hostrup, 1984). Jepsen (1984) finder, at iblanding af 20% ærter i udsæden øger råproteinudbyttet i samme grad som tilførsel af 60 kg N/ha.

Med et proteinindhold på 6-8% i byg og ca. 16% i ært stiger blandingsafgrødens proteinindhold med 1-2 enheder for hver 20% ærteiblanding, størst stigning, hvor der ikke tilføres kvælstof (Hostrup, 1984).

I 26 forsøg i Sverige fra 1973-75 dyrkedes ært i blanding med forskellige andre planter. Samdyrkning med havre og byg gav det bedste totaludbytte, mens laveste udbytter blev opnået med gul sennep og vårrybs (Bengtsson, 1984).

Indtil for 20 år siden var græsmarkernes kvælstofforsyning i Danmark alene baseret på bælplanter. I dag er det almindeligt at tilføre kvælstof til næsten alle græsmarker, selvom de indeholder kløver. Kofoed & Klausen (1969), Fogh (1980) og Bentholt (1980) har set på udbytterelationerne af kløvergræs og rent græs ved forskellige kvælstofniveauer.

Kløvergræs uden kvælstoftilførsel kan producere ca. 7000 f.e./ha/år, mens rent græs kun kan producere 2000 f.e./ha/år (Kofoed & Klausen, 1969). Kvælstoftilførsel til kløvergræs (op til 465 kg N/ha) har i 2. brugsår øget udbyttet med ca. 50%, mens kvælstoftilførslen til rent græs har femdoblet udbyttet, således at der i de to brugsår tilsammen er høstet det højeste udbytte i det rene græs.

Jacobsen & Bentholt (1985) finder tilsvarende, at merudbytterne for tilført kvælstof er størst ved tilførsel til rent græs, så der ved 300 kg N/ha høstes samme udbytte (14,5 t græstørstof/ha) uanset det oprindelige kløverindhold. Det er i øjeblikket under afprøvning i de landøkonomiske foreninger, om tilførsel af mindre mængder kvælstof ad gangen til hvidkløvergræs kan øge udbyttet af græs, uden at hvidkløveren svækkes varigt af den øgede konkurrence. Foreløbige resultater viser, at hvis kløverbestanden ønskes bevaret, må der kun tilføres ca. 150 kg N/ha ad 5 gange med 30 kg N/ha, hvilket vil halvere udbyttet (Jacobsen & Bentholt, 1985).

IV.3. Jordforhold

Dyrkning af såvel rent græs, kløvergræs som vedvarende græs har en positiv indflydelse på de fleste jordbundsparametre. Derimod vil rodfrugter være humustærende, hvis de dyrkes i monokultur (Beck, 1974; O'Sullivan & Reyes, 1980) (tabel 11).

Vedvarende græs eller græs/kløvergræs i et sædskifte har en positiv indflydelse på jordens humusindhold (Kofoed, 1971; Uhlen, 1975; Zschoche et al., 1982). Størrelsen vil afhænge af, hvor alsidigt sædskiftet er. Som konsekvens heraf vil parceller, hvor der har været græs eller kløvergræs foruden et større humusindhold have en større biologisk aktivitet og indhold af enzymer. Sædskifter med græs er således fundet at indeholde højere fosfataseaktivitet og dehydrogenaseaktivitet end sædskifter uden græs (Sjöqvist, 1978).

Tabel 11. Biologisk aktivitet i jorden efter 23 års monokultur eller sædskifte.

Højeste aktivitet= 10. (Beck, 1974)

	brak	kartofler		korn		græs		sukkerroer
		monokultur	sædskif.	monokultur	sædskif.	1/2 NPK	1/1 NPK	monokultur
pH	5,0	5,0	5,6	6,0	5,8	5,8	6,0	4,9
C _t	1,1	1,4	1,7	1,5	1,6	2,6	3,0	1,3
reduktaser	0,9	1,6	2,4	2,9	3,2	8,4	9,0	1,5
hydrolaser	0,7	1,6	3,1	3,2	3,8	8,0	8,7	1,3
nitrifikation	1,2	1,9	(7,6)	1,9	4,3	4,6	7,6	1,7

Ved Nordisk Forskningsring, Järna i Sverige (Pettersson, 1982) og ved Lantbruksuniversitetet i Uppsala (Dlouhý, 1981) er der sammenlignet alternative og konventionelle driftsformer bl.a. med hensyn til jordforhold (for uddybning se Høg, 1986d). To 3-årige sædskifter blev sammenlignet:

1. kartofler, vårhvede, byg
2. kartofler, vårhvede, kløvergræs

Sædskiftet med kløvergræs havde en klar positiv effekt på såvel humusindhold som dehydrogenaseaktivitet.

Flerårige græsmarksafgrøder i sædskiftet har en stor betydning for jordbundsfaunaen. Plantedækket kan betyde en beskyttelse for mange arter, desuden opbygger afgrøderne et stort rodsystem med en stor biomasse som sammen med afgrøderester fra overjordiske dele har betydning for fødeforsyningen (Steen, 1983). Andrén & Lagerlöf (1983) fandt, at regnorme- og collembolbestanden var signifikant større ved dyrkning af græs end ved dyrkning af havre.

Uhlen (1975) fandt også en forbedring i jordens fysiske tilstand ved inkludering af græs i sædskiftet. Græsdyrkning førte til en øgning af aggregater fra 0,6 - 2 mm, og aggregatstabiliteten forbedredes. Jordens totale porevolumen var større efter græs, og effekten holdt sig i det andet år efter græsperioden. Porevolumen var 3,0, 2,4 og 1,8% større efter henholdsvis 3-, 2 og 1. årig græs end korn efter korn.

Gennem kvælstofbindingen forsyner bælplanter jorden med kvælstof. Efter kløvergræsmarker vil der findes en større kvælstofmængde i jorden, det samme er tilfældet, når græs ompløjes, da organisk stof derved tilføres jorden. Som omtalt under grøngødningsafgrøder kan dette ekstra kvælstof, der tilføres jorden, være udsat for udvaskning i efterårs- og vinterperioden. På den anden

side kan dette kvælstof udgøre en næringsstofreserve i jorden, som mindsker efterfølgende afgrøders kvælstofbehov. I et svensk forsøg blev der efter høst af koge- og foderært fundet 47-112 kg mineral-N/ha i 90 cm dybde. Dette var ca. 15-40 kg N/ha mere end fundet i parceller dyrket med korn (Linden, 1984). På 10 jorde i Skåne varierede det "overvintrende" mineralkvælstof efter høst af konserverarter fra 36 til 152 kg N/ha i 1 m dybde (Linden, 1984).

Det optimale kvælstofbehov i en efterfølgende vårhvedeafgrøde var ca. 30 kg N/ha mindre, når ært var forfrugt, end når havre var forfrugt.

På grund af de store variationer, der er i mineraliseringen og dermed i kvælstoffrigivelsen (Høg, 1986a), er det vanskeligt at sige, hvor meget af det ekstra tilførte kvælstof, der kommer en efterfølgende afgrøde til gode. Vedvarende (eller flerårigt græs) vil derimod først ved ompløjning give anledning til kvælstofudvaskning af betydning.

IV.4. Forekomst af ukrudt, sygdomme og skadedyr

Græsserne kan angribes af kornets sædskiftesygdomme, men i langt mindre grad end korn. Græs i sig selv giver derfor ikke anledning til alvorlige sædskiftesygdomme. Skadedyr som fritfluen (*Oscinella frit*) overvintrer som larver på planterester i jorden, og en begrænsning af disse kan ske ved at undgå efterafgrøder af græs. Angreb af mosestankelben (*Tipula pulidosa*) på korn har ofte væsentlig betydning, hvor der året før har været græs (Jensen & Jørgensen, 1984), så angreb af disse skadedyr på korn er en følge af græssets tilstedeværelse og placering i sædskiftet.

Bælgplanter kan angribes af såvel bægersvamp (*Sclerotinia trifolium*) og kransskimmel (*Verticillium albo-atrum*), der må betegnes som sædskiftesygdomme (Andersen, 1983b). Derudover må nematodeangreb på lucerne og kløver betragtes som sædskifteafhængige (tabel 12).

Dyrkning af roer byder ikke på så mange sædskifteproblemer som dyrkning af korn; kun hvis roer dyrkedes ensidigt, måtte man sandsynligvis forvente alvorlige angreb af nematoder og rodbrand. Rodbrand er ikke en veldefineret enkelt sygdom, idet den kan fremkaldes af forskellige svampearter, f.eks. *Phoma betae*, *Pythium debaryanum*, *Rhizoctonia solani*. Ensidig dyrkning af bederoer kan medføre opformering af bedecystnematoder og et stærkt forøget angreb af rodbrand (Olsen, 1980; Olofsson et al., 1983; Jacobsen & Benthholm, 1985).

Hvor bederoer blev dyrket hvert år (d.v.s. ensidig dyrkning) var angrebet af rodbrand i gennemsnit af 2 forsøgsperioder 18,2% eller omkring 2,5 gange stærkere, end hvor bederoer kun blev dyrket hvert 4. år eller hvert 8. år (Olsen, 1980).

Dyrkning af sukkerroer hvert 2. eller hvert år kan ligeledes give anledning til forøget forekomst af bedecystenematoden (Olofsson et al., 1983).

Ved dyrkning af kartofler er kartoffelnematoden (*Globodera rostochiensis*, G. pallida) en alvorlig skadevolder. Et forøget angreb ved for ensidigt dyrkning af kartofler er også registreret af mange (Emmond & Ledingham, 1972; Roth et al., 1981; Andersen, 1983b). Ensidigt dyrkning af kartofler og sædskifter med en stor kartoffelandel kan forøge angrebet af skurv (Nilsson, 1982; Eriksen, 1981). Nilsson (1982) fandt, at ensidig dyrkning af kartofler i forhold til et referencesædskifte (korn med udlæg, græs I + II, grøn foderraps, kartofler, etårigt rapgræs) medførte op til 42% større skurvangreb. Et treårigt sædskifte med korn, korn, kartofler lå i værdi for skurvangreb midt imellem de to øvrige. Angrebet af skurv er meget sortsafhængigt, og størst angreb observeres på lette jorde (Nilsson, 1982). Jørgensen (1984) fandt, at angreb af gulerodsnematoder (*Heterodera carotae*) og violet rodiltsvamp (*Helicobasidium purpureum*) var væsentlige årsager til observerede udbytte- og kvalitetsforringelser ved ensidigt dyrkning af gulerødder i forhold til dyrkning hvert 6. til 7. år.

Tabel 12. Oversigt over sædskiftesygdomme på roer, kartofler og græsmarksplanter (Andersen (1983b)).

	forekomst af sygdommen	vedlige- holdelse på	antal år mellem modtagelige arter	resistente sorter
<u>raps</u>				
knoldbægersvamp	ret alm.	(ja)	3-4	nej
<u>roer</u>				
nematoder	spredt	ja	3-4	(nej)
kålbrot	alm.	ja	3-4	delvis
rodbrand	overalt	ja	3-4	nej
<u>kartofler</u>				
nematoder	spredt	(nej)	12-20	ja
kartoffelbrot	spredt	nej	12-20	ja
<u>græsmarksbælgplanter</u>				
nematoder, kløver	ret alm.	(nej)	3-4	delvis
nematoder, lucerne	spredt	nej	6-8	delvis
bægersvamp	overalt	ja	3-4	delvis
kransskimmel	ret alm.	nej	6-8	ja

Flerårige tætte græsmarker virker ukrudtshæmmende (Jensen, 1983). Frøukrudtet kan skygges bort. Foretages der slæt gennem flere år kan rodukrudt som alm. kvik og agertidsel svækkes betydeligt. Roer, kartofler og andre rækkeafgrøder giver gode betingelser for ukrudt. Da disse afgrøder imidlertid muliggør en grundig mekanisk renholdelse, betragtes de som rensende.

IV.5. Konklusion/diskussion

Dyrkning af rodfrugter i ensidige sædskifter bevirker udbyttetab, i det første år op til 20%. I sædskifter beregnet til foderafgrøder bør rodfrugterne ikke indgå i mere end hvert 3. eller 4. år, da man ellers foruden udbyttetabet må påregne et øget sygdomsangreb (f.eks. rodbrand og rodfiltsvamp) foruden et øget angreb af nematoder.

Dyrkning af rene græsmarker i forhold til dyrkning af kløvergræsmarker vil bevirke et højere udbytte, men et lavere proteinindhold ved normal kvælstofgødskning. Dyrkning af korn (typisk byg) og bælplanter (ærter) i blanding vil ligeledes bevirke en fodersammensætning med et højere proteinindhold, men ofte vil det totale udbytte af blandingen være lavere end af korn i renbestand, men højere end af bælplanter i renbestand. Ved et blandingsforhold byg/ært = 80/20 vil totaludbyttet af byg være godt 1 hkg kerne/ha mindre end af byg i renkultur, derimod kan blandingens proteinindhold stige med 1-2 enheder for hver 20% ærteiblanding, størst stigning i proteinindholdet ved lave kvælstoftilførsler til blandingen, da ært derved får de bedste udviklingsbetingelser.

Ved at inkludere bælplanter i dyrkningen af foderafgrøder i såvel kornafgrøder som græs vil man få en foderblanding med et større proteinindhold, men udbytterne vil være lidt lavere. Det skal dog tages i betragtning, at med en bælplanteafgrøde (evt. i blanding med græs eller korn) kan man få en god forfrugtsvirkning i efterfølgende afgrøder, som kan delvis kompensere for et mindre udbytte. Forfrugtsværdien af bælplanterne er dog størst ved lave kvælstoftilførsler.

Dyrkning af græsmarksafgrøder har en positiv indflydelse på jordbundsforholdene. Dette gælder både for jordens humusindhold, biologiske aktivitet, jordens aggregatstabilitet og porevolumen. Af disse grunde vil det være nyttigt at inkludere græsmarksafgrøder i et sædskifte. Efter høst af kløvergræs og ned-

pløjning af græs og kløvergræs vil der efterlades en stor mængde organisk stof i jorden. Dette kan bevirke en stor mineralisering med medfølgende større frigivelse af kvælstof. Størrelsen af det frigivne kvælstof vil variere med temperatur og øvrige jordbundsforhold samt af den benyttede grøngødning. Ved dyrkning af bælplanter kan der under gunstige forhold efterlades over 100 kg N/ha. Hvor stor en del af denne kvælstofmængde, der kommer efterfølgende afgrøder til gode, vil afhænge af afgrødevalg og dyrkningsforhold. Man må dog forvente, at en del af det frigivne kvælstof vil udvaskes.

Rodfrugter i et sædskifte vil modsat græsmarksafgrøder ikke øge jordens humusindhold og biologisk aktivitet, men da disse afgrøder er lettere at renholde mekanisk for ukrudt, kan de i et sædskifte være med til at forhindre større ukrudtsproblemer.

V. ALSIDIGE SÆDSKIFTER

Et typisk sædskifte i Danmark i 1940-50 var et vekselsædskifte med ca. 50% korn, 20-25% roer og 25-30% kløvergræs. Disse sædskifter må betegnes som alsidige, og de var tilrettelagt med det formål at tilføre sædskiftet kvælstof fra bælplanterne og for at forhindre alvorlige angreb af sædskiftesygdomme, specielt fodsyge. Disse sædskifter havde primært det formål at producere foder til besætningen året rundt.

V.1. Udbytte

Der foreligger en del ældre danske forsøgsresultater om udbytterelationerne i mere alsidige sædskifter samt den mest hensigtsmæssige placering af de forskellige afgrøder i sædskiftet (Hansen, 1918; Hansen, 1920; Hansen 1926; Hansen, 1955a). I disse ældre forsøg er der oftest kun målt udbytte, ikke sædskifternes indflydelse på jordforhold. Da gødningsmængde og -form, sortsvalg samt plantebeskyttelse var forskellig fra i dag, kan udbyttestørrelsen ikke overføres til nutidige dyrkningsforhold, dog kan udbytterelationerne mellem de forskellige afgrødekombinationer sandsynligvis overføres i en vis udstrækning. Hansen (1918) sammenlignede to forskellige sædskiftetyper med 8 marks drift på sandjord. 1. lupiner, rug, rundbælg/græs, rug, gulerødder, havre, kløvergræs, kartofler. 2. brak, rug, kartofler, havre, kløvergræs, kløvergræs, kløvergræs, blandsød. Den totale gødningsmængde til sædskifterne var den samme. Vekselbruget (nr.1) gav det største udbytte (2487 f.e./ha), hvilket skyldes, at dette sædskifte har to rodfrugtsafgrøder. Det andet sædskifte gav totalt kun 2186 f.e./ha. Hansen (1926) sammenlignede tre forskellige sædskiftetyper, 1.vekselbrug (1/4 rodfrugter, 1 årigt græs, bælplanter, 3/8 korn) 2.kobbelbrug (1/8 rodfrugter, 3 årigt græs, 3/8 korn) og 3.græsningsbrug (5 årigt græs, 1/8 rodfrugter, 1/4 korn). Under begrænset tilførsel af gødning gav sædskiftet med 3-årigt græs det mindste udbytte i forhold til, hvor grøngødning blev kombineret med rodfrugtsafgrøder.

Bedømmelse af et sædskiftes værdi kan afhænge af, hvordan man vurderer afgrødernes værdi. Et sædskifte med 50% korn, 25% roer og 25% græs gav således de fleste afgrødeenheder, mens et græsrigt sædskifte med 25% korn, 12,5% roer og 62,5 % græs gav den største proteinmængde (Hansen & Kjellerup, 1967).

I Sverige og Norge er der udført en del forsøg med alsidige sædskifter kontra ensidige kornsædskifter. Ofte er udbytteforskellene målt som merudbytter i korn. Uhlen (1975) har fundet, at udbyttet af korn i et sædskifte med græs har været 5-17% højere end i et rent kornsædskifte med den største udbytteforskel i tørre år. I disse forsøg havde kartofler som forfrugt for korn også en positiv indflydelse. Ved øget kvælstoftilførsel til sædskiftet blev udbytteforskellen noget reduceret. Brun (1974) fandt, at af 3 fireårige sædskifter lå et korn--kartoffel sædskifte lidt over et korn-græssædskifte udregnet i foderenheder. Et ensidigt kornsædskifte gav 75% af udbyttet af korn-kartoffelsædskiftet.

Wølner et al., (1978) sammenlignede i et langvarigt norsk forsøg (1952-1975) et ensidigt kornsædskifte (havre, byg, hvede) med et sædskifte med havre, kartofler, hvede el. byg samt 3 årigt græs. Det totale udbytte i hele sædskiftet udtrykt i f.e./ha var størst i det alsidige sædskifte, specielt p.g.a. kartoffeldyrkningen. Udbytteneiveauet som sådant var dog ikke særlig højt.

Udbyttet af forskellige kornarter er generelt højere, når disse indgår i et alsidigt sædskifte, end når de dyrkes ensidigt (rene kornsædskifter).

Ebbersten, (1980,1981a,b,c) sammenlignede tre sædskifter A,B og C. I A sædskiftet indgik en 2 årig græs og afgrøderesterne blev fjernet. Staldgødning (25 t/ha) tilførtes sukkerroer. Dette sædskifte efterlignede en kreaturbaseret drift. B sædskiftet var et korn-domineret sædskifte med 1 årig afgrøde, hvor halmen blev brændt. I C sædskiftet indgik en 1 årig græs for nedpløjning, og alle afgrøderester blev nedpløjet. Vinterhvedes udbytte var lavere i B sædskiftet end i A og C sædskiftet, derimod var der kun mindre forskelle mellem udbytterne af vinterhvede i A og C sædskifterne.

Tilsvarende fandt Nilsson & Wallgren (1981) ved sammenligning af forskellige sædskifte-kombinationer, at gennemsnitsudbyttet af vinterhvede i alsidige sædskifter kunne være op til 774 kg/ha over gennemsnitsudbytterne af mere kornrige sædskifter. Wallgren & Dock (1981) fandt, at udbyttet af vårhvede og byg i rene kornsædskifter gav et udbytte på 75-95% af udbyttet i alsidige sædskifter. Variationer skyldtes klima, kvælstoftilførsel og behandlingsmåde af halmen. Havreudbyttet var også i de fleste år større i alsidige sædskifter; ved en kvælstoftilførsel på 105 kg N/ha var udbytteforskellen dog udjævnet.

V.2. Jordforhold

V.2.1. Udvaskning af kvælstof

En del af problemerne vedrørende afgrødevalg og udvaskning af kvælstof er behandlet af Høg (1986a), hvorfor kun de vigtigste hovedpunkter vil blive summeret her. Risikoen for nedvaskning af kvælstof vil være betydeligt større i perioder, hvor planterne ikke er i vækst, specielt fra ubevokset jord (Hansen, 1977; Bennetzen, 1978; Lyngstad, 1979). Afgrødevalget og sædskiftet har derfor stor betydning m.h.t. forøgelse/begrænsning af kvælstoftabet fra jorden. Efter kornafgrøder, der har en kort vækstsæson, der lader jorden ubevokset en stor del af året, vil der være en større udvaskning af kvælstof, end efter alsidige sædskifter. Dyrkning af kornafgrøder vil da også i forhold til dyrkning af græs og roer give et væsentligt større udvaskningstab af kvælstof som vist af Hansen (1977), Bennetzen (1978) og Kofoed (1981). Det store udvaskningstab skyldes dog ikke så meget en stor mængde kvælstof efterladt i jorden efter høst. Ved normale kvælstoftilførsler findes der ved høst kun små (under 10 kg N/ha) kvælstofmængder i jorden. Udvaskningen skyldes ganske overvejende mineralisering af rod og stubrester efter kornhøst.

Som eksempel på størrelsen af udvaskningen af kvælstof kan nævnes lysimeterforsøg fra Askov (Kofoed, 1983; Larsen & Kofoed, 1983). Ved tilførsel af "normale" kvælstofmængder til byg, vil op til 2/3 af det målte N findes i afgrøden (knap 10 g N/m² = 100 kg N/ha) mens op til en 1/2 (ca. 5 g N/m² = 50 kg N/ha) kan udvaskes. Større tab kan observeres på sandjord og ved tilførsel af husdyrgødning. Roer, som har en lang vækstperiode, vil kun bevirke en lille udvaskning i størrelsesorden 20 kg N/ha/år, og udvaskningen er relativt uafhængig af kvælstoftilførslen. Ved græs vil selv en fordobling af den normale kvælstofmængde i handelsgødning ikke påvirke udvaskningen nævneværdigt, og udvaskningstabet er ringe, ofte under 20 kg N/ha. Tilsvarende observationer er gjort i Sverige, hvor der blev fundet den største kvælstofudvaskning i forhold til tilførsel ved kornafgrøder og specialafgrøder (Gustafson & Hansson, 1980). Kartofler, der har ringe rodtybde, vil dog i forhold til de øvrige rodfrugter kunne bevirke en relativ stor udvaskning.

V.2.2. Afgrøders udnyttelse af husdyrgødning

De specialiserede husdyrbrug i dag vil ofte have en overproduktion af gødning i forhold til jordtilliggendet med medfølgende fare for akkumulering og udvaskning af næringsstoffer. Rodfrugter, som har en lang vækstperiode, er bedre i stand til at udnytte husdyrgødningsnæringsstoffer end korn (Iversen & Dorph-Petersen, 1951; Lindhard, 1971). Inkluderet i et sædskifte med vårsæd, kløvergræs, vintersæd og rodfrugt (dvs. et alsidigt sædskifte) var det samlede udbytte for hele sædskiftet (f.e.) lidt større, når handelsgødning blev benyttet, end når der blev benyttet husdyrgødning.

Afgrøders udnyttelse af forskellige gødninger synes at kunne variere med deres placering i sædskiftet. Ældre danske forsøg har vist, at korn før roer udnytter det tilførte gødning bedre end korn efter roer (Hansen, 1920).

Belastning af jorden med stigende mængder husdyrgødning er undersøgt på Askov forsøgsstation (Kofoed, 1980; Larsen & Kofoed, 1983). Gødningen er tilført et 4-marks sædskifte med roer, byg, rajgræs og byg, hvilket må betegnes som et alsidigt sædskifte. Målinger af nitratkvælstof i jordprøver i december/januar har vist, at efter tilførsel af 25 t gylle/ha/år blev der efter det 6. år fundet en mindre stigning i nitratkvælstof i 75 cm dybde. Ved anvendelse af 50 og 100 t gylle/ha/år fandtes stigningen ned til henholdsvis 100 og 150 cm dybde. Hvor der i gennemsnit af sædskiftet blev tilført 120 kg N/ha/år på sandblandet lerjord i handelsgødning var der balance mellem tilførsel og bortførsel af næringsstoffer, mens 240 kg N/ha/år medførte et overskud på 49 kg N/ha/år. Tilførsel af henholdsvis 25 t (113 kg N/ha), 50 t (226 kg N/ha) og 100 t (452 kg N/ha/år) gylle bevirkede et overskud på 19, 93 og 277 kg N/ha/år.

Larsen & Kofoed (1983) konkluderer, at der ikke under danske forhold bør anvendes mere end 50 t husdyrgødning/ha/år af gennemsnitskvalitet med hensyn til kvælstof som gennemsnit til et sædskifte. Det er vigtigt at få belyst virkningerne af tilsvarende mængder husdyrgødning eller endda større mængder tilført sædskifter, der er mindre alsidige end det ovenfor nævnte.

Komposteringsgraden samt udbringningstidspunkt og -måde vil dog have en meget stor indflydelse på virkningsgraden. F.eks. vil husdyrgødning, som udbringes om efteråret og henligger ovenpå jorden, have en meget lille virkningsgrad, størrelsesordenen kan være 0,05-0,1 (Larsen & Kofoed, 1983).

V.2.3. Mikrobiel aktivitet og humusindhold

Jordens humusindhold er højere ved dyrkning af et alsidigt sædskifte med kløvergræs end ved ren korndyrkning, hvor hele afgrøden fjernes, eventuelt hvor halmen afbrændes (Kofoed, 1971; Wølner et al., 1978) (fig. 14). Dette var at vente ud fra resultaterne i afsnit IV.3., hvor der blev vist, at græsmarksafgrøder påvirkede såvel jordens kemiske som fysiske tilstand i positiv retning. Samme tendens som ved humusindholdet ses ved jordens totale kvælstofindhold, der er større i parceller, hvor der er dyrket vekselafgrøder med kløvergræs.

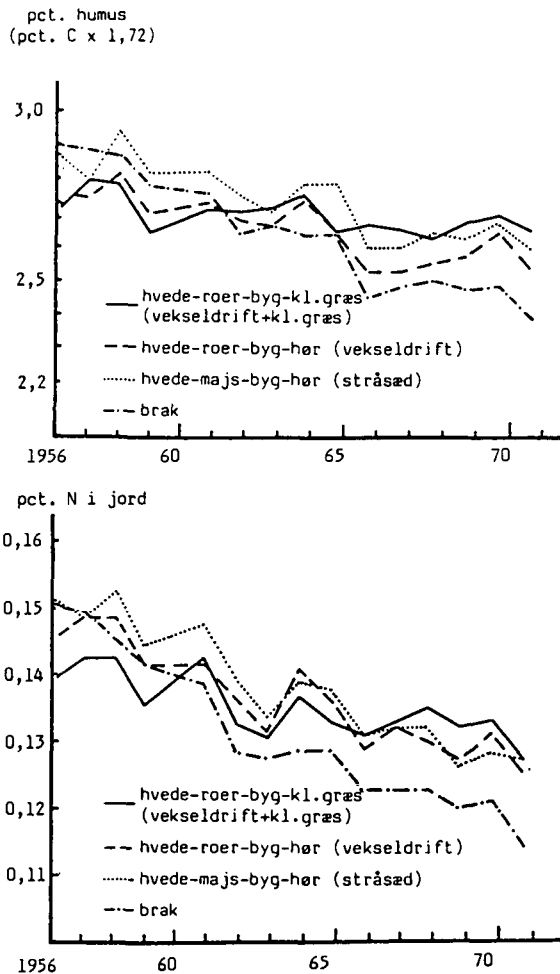


Fig. 14. Sædskiftets indflydelse på jordens humus- og kvælstofindhold. Markforsøg, Askov lermark (Kofoed, 1971).

Jordens kaliumindhold er derimod fundet at være højere i parceller med ensidig dyrkning af korn fremfor mere alsidige sædskifter. Således fandt Wølner et al. (1978), at kaliumindholdet i jorden ved ensidig korndyrkning fra 1953 til 1973 steg fra 8,8 enheder til 13,7 enheder, når der blev tilført normale mængder handelsgødning.

Derimod var jordens kaliumindhold uforandret i jorden ved dyrkning af et alsidigt sædskifte med roer, kløvergræs og byg. Dette skyldes, at foderafgrøder og græsmarksafgrøder forbruger mere kalium end kornafgrøder (Ullerup, 1974b). Med handelsgødningen har det imidlertid været muligt at tilføre rigeligt med kalium til jorden, og man har i Danmark på landsplan for såvel jordens Kt som Pt set en stigning i de sidste 20 år (Høg, 1986a).

Jordens mikroorganismer og fauna vil ligeledes påvirkes af sædskiftet.

Lofs-Holmin (1983a,b) undersøgte fluktuationer i regnormepopulationen i tre sædskifter. Et sædskifte A typisk for en drift med kreaturer, hvor halmen fjernes og bruges som foder, men hvor husdyrgødning tilføres jorden igen. Et sædskifte B typisk for opdyrket jord, hvor halmen brændes og et sædskifte C, hvor planterester nedpløjes.

I sædskifte A sås den største tilvækst i regnormepopulationen efter tilførsel af husdyrgødning og en mindre tilvækst ved nedpløjning af raps.

I sædskifte B, hvor planterester brændes, var der en lille, men ensartet forsyning af planterester (primært rødder) til jorden. Dette reducerer populationsudsvingenes størrelse, og den samlede population var lille. I sædskifte C var udsvingene større end i B, hvilket kan forklares ved forskelle i mængder og kvalitet af de planterester, der nedpløjes.

Tilsvarende forsøg er udført i England (Edwards & Lofty, 1979a,b), hvor det blev fundet, at sædskifter, der tilførte jorden organisk gødning og/eller planterester, bevirkede den største tilvækst i jordbundsfaunaen.

V.3. Forekomst af svampesygdomme og ukrudt

Mange af de sædskifteafhængige sygdomme, som kan optræde ved ensidig dyrkning af en række afgrøder, f.eks. fodsyge på korn, rodbland og nematodeangreb på bederoer, kan reduceres ved tilrettelæggelse af et alsidigt sædskifte.

Tilsvarende vil et sædskifte, hvor man skifter mellem enårige og overvintrende afgrøder bidrage til at holde den samlede ukrudtsbestand nede, idet man på denne måde bedst undgår en ensidig opformering af enårige eller toårige planter (Andersen, 1983b).

Mange forsøg har da også vist, at alsidige sædskifter resulterer i mindre angreb af sædskifteafhængige sygdomme, specielt på korn. Pedersen & Jørgensen (1961) fandt, at angrebet af knækkefodsyge på byg var betydeligt mindre, når byg indgik i et sædskifte med 2-årige græsmarker frem for 1-årige græsmarker og ensidig bygdyrkning.

Tilsvarende var angrebet af goldfodsyge mindre i hvede i sædskifter, hvor der indgik roer og/eller græsmarksafgrøder. Angrebet var faldende med stigende andel af bygfrige år i sædskiftet.

Ebbersten (1980, 1981c) fandt betydeligt større angreb af goldfodsyge (målt som % mørkfarvede rødder) i vinterhvede dyrket i et kornrigt sædskifte end i et sædskifte tilpasset kreaturdrift og et sædskifte med nedpløjning af afgrøderesterne (fig. 15).

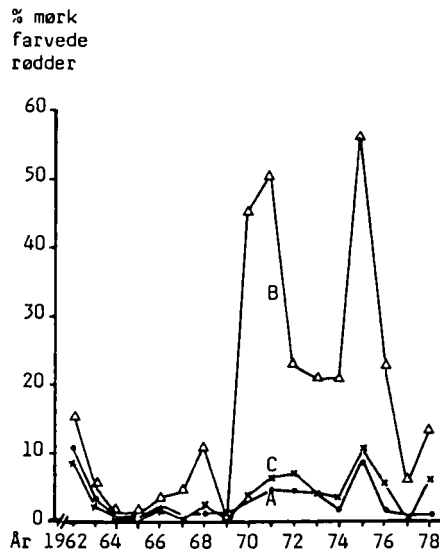


Fig. 15. Procent mørkfarvede rødder på vinterhvede i tre sædskifter, A, B, C. (Ebbersten, 1981c).

A = vinterhvede I, sukeroer, byg, græs I, græs II, vinterraps, vinterhvede, ært.

B = vinterhvede I, sukkerroer, byg I, vinterraps I, vinterraps II, vinterhvede II, vårhvede, hør/byg.

Et sædskiftes kornandel blev tidligere anbefalet ikke at overstige 40-50%, da dette skulle medføre fare for alvorlige angreb af sædskiftesygdomme. Andersen (1983) har givet eksempler på alsidige sædskifter, hvor der ikke forventes risiko for sædskiftesygdomme:

<u>Sædskifte</u>	<u>Afgrødens andel i sædskiftet</u>
1. byg	50% korn
1/2 hvidkløver, 1/2 rødkløver	25% græs
byg	25% roer
roer	
2. byg	50% korn
1/2 hvidkløver, 1/2 kvælstofgødet græs	12 1/2% roer
1/2 hvidkløvergræs, 1/2 roer	37 1/2% græs
3. byg	
hvidkløvergræs	40% korn
rødkløvergræs	40% græs
byg	20% roer
roer	

Disse sædskifter er bl.a. karakteriseret ved, at ingen af afgrøderne har en andel på mere end 50% i sædskiftet.

Udbyttetab betinget af ensidige sædskifter kan i nogen grad modvirkes ved anvendelse af insekticider og fungicider. Brugen af disse hjælpestoffer indebærer imidlertid visse risici for forurening af miljøet, jfr. Høg (1986b).

V.4. Konklusion/diskussion

Alsidige sædskifter med såvel kornafgrøder, rodfrugtsafgrøder og græsmarksafgrøder kan have en række positive effekter med hensyn til jordbundsforhold og miljøet. Således er udvaskningen af nitrat betydeligt mindre efter afgrøder som græs og rodfrugter end efter kornafgrøder, specielt når sidstnævnte dyrkes således, at jorden er ubevokset om efteråret.

Jordens indhold af total kvælstof og humus samt den biologiske aktivitet i jorden er ligeledes større ved alsidige sædskifter end ved rene kornsædskifter. Yderligere vil angrebet af en række sædskiftemæssige sygdomme kunne reduceres ved alsidig drift, hvilket kan betyde en besparelse i brugen af pesticider.

LITTERATURLISTE

- Agerberg, L.S.(1967): Ensidig växtodling. Några frsksresultat och iakttagelser belysande srskilt den ensidiga strsdesodlingens fljder. Lantbr. Hgsk. Medd. Ser. A. 74, 47 pp.
- Andersen, A. & Jensen, M.B.(1983): Jordbearbejdning og efterafgrøde ved bygdyrkning. 2. Bygplanternes morfologiske udvikling i relation til kvælstof. Tidsskr. Planteavl 87, 217-236.
- Andersen, C.(1979a): Jordbundszoologi og reduceret jordbehandling. Ugeskr. Jordbrug 124 (8), 179-184.
- Andersen, C.(1979b): The influence of famyard manure and slurry on the earthworm population (Lumbricidae) in arable soil. Proc. VII. Int. Collog. Soil Zool., 4 pp.
- Andersen, C., Eiland, F. & Vinther, F.P.(1983): Økologiske undersøgelser af jordbundens mikroflora og fauna i dyrkningssystemer med reduceret jordbehandling, vårbyg og efterafgrøde. Tidsskr. Planteavl 87, 257-296.
- Andersen, C. & Haarlov, N.(1978): Agermarkens fauna. Ugeskr. Agron., Hort., Forst. og Lic. 123 (17), 364-369.
- Andersen, S.(1983a): Fremtidige perspektiver vedrørende korndyrkning. Ugeskr. jordbrug 128 (9), 173-174.
- Andersen, S.(1983b): Landbrugsplanterne. DSR Forlag, Landbohjskolen, København.
- Andrén, O. & Lagerlf, J.(1983): Soil fauna (Mikroarthropoda, Enchytraeidae, Nematoda) in Swedish agricultural cropping systems. Acta Agr. Scand. 33 (1), 1-20.
- Bachthaler, G.(1974): The development of the weed flora after several years direct drilling in cereal rotations on different soils. Proc. 12th. Br. Weed Control Cont., 1063-1071.
- Bachthaler, G. & Wagner, A.(1973): Ergebnisse langjähriger Vergleichsversuche Stroh-Gründung und Strohverbrennung unter verschiedenen Standartbedingungen. Bayer. Landw. Jb. 50, 436-461.
- Beck, T.(1974): Der Einfluss langjähriger Monokultur auf die Bodenbelebung im Vergleich zur Fruchtfolge. Landw. Forsch. 31, 268-276.

- Bengtsson, A.**(1984): Odlingsteknik för ärter. Utsädesmängde och samodling. Nord. Jordbr. forsk. 66 (4), 450.
- Bennetzen, F.**(1978): Vandbalance og kvælstofbalance ved optimal plante-
produktion. Tidsskr. Planteavl 82 (2), 81-99, 173-189, 191-220.
- Bentholm, B.R.**(1980): Udnyttelse af forskellige bælplantearter i græsmarken. Nord. Jordbr. forsk. 62 (1), 112-113.
- Bockmann, H.**(1976): Ertragsleistung und Ertragssicherheit von Weizen nach verschiedenen Vorfrüchten. Nachrichtenblatt Dt. Pflanzenschutzdienst 28, 1-4.
- Bockmann, H. & Knoth, K.E.**(1971): Der verstärkte Getreidebau aus Pflanzenpathologischer und Pflanzenhygienischer sicht. Z. Pfl. Krankh. Pfl. Schutz 78, 1-33.
- Brun, L.**(1974): Omløpsforsøk 1957-1972. Forskn. Fors. Lantbr. 25, 167-184.
- Carter, M.R. & Rennie, D.A.**(1982): Changes in soil quality under zero tillage farming systems: distribution of microbial biomass and minerizable C and N potentials. Can. J. Soil Sci. 62, 587-597.
- Cerny, V.**(1966): Über die Wirkung von Stoppelfrüchten und Gründüngung auf die Bodenfruchtbarkeit. Tagungsber. DAL Berlin 82, 331-334.
- Christensen, B.D.**(1968a): Undersøgelse over goldfodsygesvampen *Ophiobolus graminis* (Sacc.). Tidsskr. Planteavl 71, 64-69.
- Christensen, B.D.**(1968b): Undersøgelser over goldfodsygesvampen *Ophiobolus graminis* Sacc. III. Nogle græsarters modtagelighed samt deres evne til at overføre smitte af *Ophiobolus graminis*. Tidsskr. Planteavl 72, 90-99.
- Christensen, B.T.**(1984a): Nedbrydning af halm. II. Vægttab af byghalm placeret på jordoverfladen og ændringer i halmens indhold af plantenæringsstoffer. Tidsskr. Planteavl 88, 37-48.
- Christensen, B.T.**(1984b): Nedmuldning af halm. Ugeskr. Jordbrug 129, 834-839.
- Debruck, J.**(1966): Untersuchungen über die Wirkung von Strohdüngung Gründüngung und Stickstoffdüngung auf Fusskrankheiten und Ertragsbildung bei Getreide. Z. Acker- u. Pflanzenbau 123, 75-105.
- Dennis, B. & Mortensen, G.**(1980): Bygsorters konkurrenceevne overfor ukrudt. Nord. Jordbr. forsk. 62, 433-434.

- Diercks, R., Bachthaler, G. & Pommer, G.(1980): Langjährige Auswirkungen unterschiedlicher Fruchtfolge- und Anbausysteme auf Ertrag und Schaderregerbefall von Winterweizen und Sommergerste. Z. Acker- u. Pflanzenbau 149, 454-471.
- Dlouhý, J.(1981): Alternativa odlingsformer-växtprodukters kvalitet vid konventionell och biodynamisk odling. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för växtodling. Rapport nr. 91, 143 pp + appendix.
- Doran, J.W.(1980): Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. Soil Sci. Soc. Am. J. 44, 765-771.
- Draycott, A.P., Durrant, M.J., Hull, R. & Webb, D.(1972): Yields of sugarbeet and barley in contrasting crop rotations at Brooms Farm 1965-70. Rothamsted Experimental Station, Report for 1971, part 2, 149-154.
- Dyke, G.V., George, B.J., Johnston, A.E., Poulton, P.R. & Todd, A.D.(1983): The Broadbalk wheat experiment 1968-78: Yields and plant nutrients in crops grown continuously and in rotation. Rothamsted Experimental Station, Report for 1982, 44 pp.
- Ebbersten, S.(1980): Optimerad växtodling III. Ett försök till analys av dagens diskussion om olika växtodlingssystem. Kungl. Skogs- och Lantbruksakad. tidsskr. 119, 367-385.
- Ebbersten, S.(1981a): Skördevariationer i växtodlingen - orsaker och motåtgärder med speciellt hänsyn til växtföljden. Sveriges Lantbruksuniversitet. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen 62, 32-40.
- Ebbersten, S.(1981b): Växtföljd - kvävegödslingseffekt. Nord. Jordbr.forsk. 63 (3), 473-474.
- Ebbersten, S.(1981c): Växtföljd, kvävegödslingsnivå, kvävekälla och svampeangrepp - en diskussion om stråsädesodlingen. Växtskyddsrapport nr. 14, 98-110.
- Ebbersten, S.(1983): Preliminära resultat från försök med systemiska fungicider i höstsäd efter olika förfrukter. Nord. Jordbr. forsk. 65 (1), 27.
- Edwards, C.A. & Lofty, J.R.(1977): The influence of invertebrates on root growth of crops with minimal or zero cultivation. Ecol. Bull. 25, 348-356.

- Edwards, C.A. & Lofty, J.R.(1978): The influence of arthropods and earthworms upon root growth of direct drilled cereals. *J. Appl. Ecol.* 15, 789-795.
- Edwards, C.A. & Lofty, J.R.(1979a): The effects of straw residues and their disposal on the soil fauna. In: *Straw decay and its effect on utilization and disposal*. Ed. by Grassbard, E. & Chichester; J. Wiley & Sons Ltd., 37-44.
- Edwards, C.A. & Lofty, J.R.(1979b): The effects of strawburning on the soil fauna. *ADAS Rep. Straw utilization Con.*, Oxford 45-50.
- Emmond, G.S. & Ledingham, R.J.(1972): Effects of crop rotation on some soil-borne pathogens of potato. *Can. J. Plant Sci.* 52, 605-611.
- Eriksen, N.H.(1981): Kartoffeldyrkning. Oversigt over Landsforsøgene. Samlet og udarbejdet af Landsudvalget for Planteavl, 169-179.
- Fischer, W. & Liste, H.(1982): Ergebnisse zum Einfluss der Fruchtfolge auf den Zuckerrübenantrag im Fruchtfolgeversuch Etzdorf (1947-1975). *Tag.-Ber. Akad. Landwirtsch.-Wiss.* 205, 149-157.
- Fisher, R.(1971): Untersuchungen über die Vermehrung pflanzenparasitärer Nematoden und den Ertragsverlauf bei fortgesetztem Getreidebau. II. Untersuchungen über Vorfruchtbeziehungen und Ertragsverlauf bei fortgesetztem Getreidebau. *Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenk.* 15, 479-512.
- Flengmark, P.(1984): Dyrkning og markedsføring af ærter og anden bælgssæd i Danmark. *Nord. Jordbr. forsk.* 66 (4), 435.
- Fogh, H.T.(1980): Kløver som kvælstofkilde i kløvergræsmarker. *Nord. Jordbr. forsk.* 62 (1), 118-119.
- Froud-Williams, R.J., Chancellor, R.J. & Drennan, D.S.H.(1981): Potential changes in weed floras associated with reduced cultivation systems for cereal production in temperate regions. *Weed Res.* 21, 99-109.
- Gliemeroth, G. & Kübler, E.(1972): Untersuchungen an unterschiedlich getreidestarken Fruchtfolgen auf 5 Standorten. Teil I: Ertragsverlauf von Getreidearten. *Z. Acker- u. Pflanzenbau* 136, 34-54.
- Gustafson, A. & Hansson, M.(1980): Växtnäringsförluster i Skåne och Holland. *Ekohydrologi* 6, 3-20.
- Haas, H. & Streiberg, J.C.(1981): Status over den vilde flora på danske marker. *Ugeskr. Jordbrug* 126, 112-116.

- Hansen, F.(1955a): Forsøg med havre og kartofler som forfrugt for rug. Tidsskr. Planteavl 58, 463-484.
- Hansen, F.(1955b): Forsøg med grøngødning 1942-1953. Tidsskr. Planteavl 58, 485-510.
- Hansen, J.(1918): Brak- og grøngødningsforsøg på sandmarken ved Askov 1888-1914. Tidsskr. Planteavl 25, 1-42.
- Hansen, J.C.(1926): Sædsifte og grøngødningsforsøg på sandjord 1903-1922. Tidsskr. Planteavl 32, 161-203.
- Hansen, L.(1977a): Reduceret jordbehandling. BP Nyhedstjeneste nr. 86.
- Hansen, L.(1977b): Vandbalance og kvælstofbalance. Statens Planteavlsmøde 1977, 20-25.
- Hansen, L.(1979): Reduceret jordbehandling, efterafgrøde og halm. Statens Planteavlsmøde 1979, 55-58.
- Hansen, L.(1980): Dyrkningsforanstaltninger for landbrugsjorden. Ugeskr. Jordbrug 125 (1), 3-6.
- Hansen, L. & Kjellerup, C.M.(1967): Sædsifteforsøg på marsk. Tidsskr. Planteavl 71, 444-455.
- Hansen, L., Rasmussen, K.J. & Nielsen, C.(1980): Reduceret jordbehandling, efterafgrøde og nedbringning af halm ved bygdyrkning. Statens Planteavlsforsøg. Medd. nr. 1525, 4 pp.
- Hansen, N.A.(1920): Gødningsforsøg på forsøgsstationen ved Årslev 1911-1918. Tidsskr. Planteavl 27, 1-157.
- Hanus, H., Schönberger, H. & Neben, H.(1979): Je einseitiger, desto anfälliger. Mitt. Dt. Landwirtsch. - Ges. 94 (23), 1301-1304.
- Hege, U.(1980): Einfluss kurzfristiger starker Humusanreicherung und regelmäßiger organischer Düngung auf Humusgehalt und Ertrag. Landw. Forsch. 33, 290-302.
- Henriksen, L.(1979): Halmnedmuldning og NO_3 -udvaskning. Ugeskr. Jordbrug 124 (11), 261-263.
- Heyland, K.U. & Kremer-Schillings, W.(1983): Untersuchungen zur Wirkung von Zwischenfrüchten auf Ertrag und Qualität einer Fruchtfolge. Bodenkultur 34 (1), 40-52.

- Heyn J. & Brüne, H.(1982): Ergebnisse eines 13jährigen Feldversuches mit Weizen in Fruchtfolge und Monokultur. Landw. Forsch., Sonderheft 38, 709-721.
- Hirst, J.M.(1969): The effect of frequent cropping with wheat or barley. Rothamsted Experimental Station, Report for 1968, part 1, 137-138.
- Hjortsholm, K.(1978): Nogle virkninger af ensidig bygdyrkning. Nord. Jordbr. forsk. 60 (3), 467-468.
- Hjortsholm, K. (1979): Ensidig bygdyrkning. I. Indflydelsen på plantevækst og jordbundsforhold. Tidsskr. Planteavl 83, 32-49.
- Hostrup, S.B.(1972): Jordens efterårsbehandling ved ensidig korndyrkning. Tidsskr. Planteavl 76, 490-502.
- Hostrup, S.B.(1977): Grovfoderproduktion med efterafgrøder. Korsblomstrede arter, kornarter og ital. rajgræs i renbestand og i blanding. Tidsskr. Planteavl 81, 450.
- Hostrup, S.B.(1984): Dyrkning af byg og ærter i blanding til helsæd. Nord. Jordbr. forsk. 66 (4), 470.
- Hostrup, S.B. & Hansen, P.F.(1977): Supplerende grovfoderproduktion med efterafgrøde. Statens Planteavlsforsøg. Medd. nr. 1317.
- Hvelplund, E. & Østergård, H.(1980): Efterafgrøders kvælstofudnyttelse i relation til gødskningsøkonomi og miljø. Landskontoret for Planteavl, 88pp.
- Høg, K.(1985): Dyrkningsmetoders indflydelse på udbytte, plantekvalitet, jord og miljø. IV. Økologisk jordbrug. Tidsskr. Planteavl, S-beretning.
- Høg, K.(1986a): Dyrkningsmetoders indflydelse på udbytte, plantekvalitet, jord og miljø. I. Gødskning. Tidsskr. Planteavl, S-beretning.
- Høg, K.(1986b): Dyrkningsmetoders indflydelse på udbytte, plantekvalitet, jord og miljø. II. Plantebeskyttelse. Tidsskr. Planteavl, S-beretning.
- Håkonsson, I.(1984): Intensivt bruk eller direktsådd? Försöksledarmötet 1984, Uppsala Del 1, 7:1-7:7.
- Iversen, K. & Dorph-Petersen, K.(1951): Forsøg med staldgødning og kunstgødning ved Askov 1894-1948. Tidsskr. Planteavl 54, 369-538.
- Jacobsen, A.(1960): Forsøg til belysning af forfrugtsværdien af 1 og 2 årigt kløvergræs. Beretning om fællesforsøg i Landbo- og Husmandsforeningerne 1959, 117-120.

- Jacobsen, A. & Benthholm, B.R.(1981): Grovfoderproduktion. Oversigt over landsforsøgene 1980. Samlet og udarbejdet af Landsudvalget for Planteavl 180-204.
- Jacobsen, A. & Benthholm, B.R.(1984): Grovfoderproduktion. Oversigt over landsforsøgene 1983. Samlet og udarbejdet af Landsudvalget for Planteavl 198-234.
- Jacobsen, A. & Benthholm, B.R.(1985): Grovfoderproduktion. Oversigt over landsforsøgene 1984. Samlet og udarbejdet af landsudvalget for Planteavl 210-250.
- Jakobsen, J.(1974): Forskellige værtsplanterets betydning for populationstætheden af havrenematoden (*Heterodera avenae*) ved kontinuerlig dyrkning. Tidsskr. Planteavl 78, 697-700.
- Jakobsen, J.(1976): Undersøgelser i forbindelse med ensidig korndyrkning. Nematoder som skadevoldere i korn. Statens Planteavlsmøde 1976, 67-70.
- Jauert, R., Ansorge, H. & Müller, S.(1981): Untersuchungen zur Höhe und Effektivität der Stickstoffdüngung bei unterschiedlichem Getreideanteil in der Fruchtfolge. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenk. 25, 629-636.
- Jensen, A.(1979): Plantesygdomme ved nyere jordbehandlingsmetoder. Ugeskr. Jordbrug 124 (3), 47-50.
- Jensen, J. & Jørgensen, J.(1984): Skadegørere i landbrugsafgrøder. Landhusholdningsselskabets Forlag, 239 pp.
- Jensen, M.B.(1982): Nedmuldet halms vekselvirkning med jordbundsfauna i landbrugsjord. I. Forskellige faunakomponenters betydning for omsætning af halm. II. Halmnedmuldningens indflydelse på regnormepopulationen.(Ikke publiceret).
- Jensen, M.V.(1983): Nogle økologiske aspekter ved valg af sædskifte. Hovedopgave. Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, afd. for Landbrugets Planteavl, 43 pp + Appendix.
- Jensen, V.(1977): Halmproblemets mikrobiologiske aspekter. Ugeskr. Agron., Hort., Forst., og Lic. 122 (28-29), 594-597.
- Jepsen, H.M.(1975): Stigende antal år med korn. Nord. Jordbr. forsk. 57 (5), 1130-1131.

- Jepsen, H.M.(1976): Resultater fra sædskifte og kulturforsøg i forbindelse med ensidig korndyrkning. Statens Planteavlsmøde 1976, 49-58.
- Jepsen, H.M.(1979): Vinterbyg. Udbytterelationer til vårbyg, vinterhvede og vinterrug. Statens Planteavlsmøde 1979, 31-32.
- Jepsen, H.M.(1980): Afgrødevalg og dyrkningssystemer. Ugeskr. Jordbrug 125 (1), 7-12.
- Jepsen, H.M.(1981): Muligheder for værdien af vekselafrøder i sædskiftet. Landbrugets planteavlsbog, Landbo-nyt 179-187.
- Jepsen, H.M.(1983a): Baggrund og resultater vedrørende ensidig korndyrkning. Nord. Jordbr. forsk. 65 (1), 40-41.
- Jepsen, H.M.(1983b): Ensidedig korndyrkning. Ugeskr. Jordbrug 128 (9), 169-171.
- Jepsen, H.M.(1983c): Stigende vintersædsarealer - men hvorfor? Tolvmændbladet 55 (9), 317-320.
- Jepsen, H.M.(1984): Byg og ærter i blanding til modenhed. Nord. Jordbr. forsk. 66 (4), 456.
- Jepsen(1985): personlig meddelelse.
- Jepsen, H.M. & Jensen, A.(1976): Continuous cereal growing in Denmark; Experimental results. EPPD Bull. 6 (5), 371-378.
- Juel, O., Kristensen, H. & Pedersen, H.E.(1983): Frø og industriafgrøder. Oversigt over landsforsøgene. Samlet og udarbejdet af Landudvalget for Planteavl 166-187.
- Jørgensen, I.(1984): Forskelligt antal år mellem gulerødder. Statens Planteavlsforsøg, meddelelse nr. 1778.
- Kahnt, G.(1976): Ackerbau ohne Pflug. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 128 pp.
- Kahnt, G.(1981): Gründung. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 146 pp.
- Kaupila, R.(1983): Gröngödsling i ensidig stråsådesodling under finska förhållanden. Nord.Jordbr.forsk. 65 (11),45.
- Keller, E.R.(1979): Ausdehnung des Ackerbaues. Teil I: Pflanzenbauliche Betrachtungen über Fragen der Fruchtfolge. Schweiz. Landw. Monatshefte. 57(3), 73-90.
- Kofoed, A.D.(1971): Humusbalancen. Statens Planteavlsmøde 1971, 20-25.

- Kofoed, A.D.(1980): Belastning af jorden med husdyrgødning. Ugeskr. Jordbrug 125 (2), 40-43.
- Kofoed, A.D.(1981): Nitrogen losses and surface run-off from land spreading of manures. The commission of the european communities. Martin Nijhoff/Junk Publishers.
- Kofoed, A.D.(1983): Husdyrgødning og handelsgødning i planteproduktion. Statens Planteavlsmøde 1983, 10-12.
- Kofoed, A.D. & Klausen, P.S.(1969): Kvælstofgødning til kløvergræs og rent græs. Tidsskr. Planteavl 73, 203-246.
- Kornher, A.(1974): Försök med olika förfrukter til stråsåd. Lantbr. Högsk. Medd. (A) nr. 211, 14 pp.
- Kornher, A.(1975a): Försök med olika omväxlingsgröda i stråsådesdominerade växtföljder. Lantbr. Högsk. Medd. (A) nr. 239, 18 pp.
- Kornher, A.(1975b): Försök med olika förfrukter til korn, potatis och grönfoderraps. Lantbr. Högsk. Medd. (A) nr. 240, 14 pp.
- Kreuz, E. & Kratzsch, G.(1981): Einfluss komplexer Intensivierungsmassnahmen auf Kornertrag und Ertragsstruktur zweier Winterweizensorten in extremen Getreidefolgen. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenk. 25 (11), 703-709.
- Kuntzsch, E., Ehrenpfordt, V. & Obenauf, U.(1983): Beziehungen zwischen Ertrag, Ertragskomponenten und Befall mit *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton bei mittlerem und hohem Getreideanteil in der Fruchtfolge. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenk. 27 (11), 735-742.
- Kupers, L.J.P.(1976): Is the loss of cereals in the field as a consequence of a narrow rotation always caused by pathogens. EPPO Bull. 6(2), 119-128.
- Kübler, E.(1977): Auswirkungen von Versuchsdauer und Häufigkeit des sommergerstenbaus auf den Kornertrag und das auftreten von Schadfaktoren. Z. Acker- u. Pflanzenbau 145, 36-50.
- Kämpf, R.(1973): Fruchtfolgegestaltung im spezialisierten Betrieb. DLG-Verlag Frankfurt (Main).
- Körschens, M. & Scholz, S.(1978): Notwendigkeit und Möglichkeiten der Gründung in Getreidefruchtfolgen. Tagungsber. Acad. Landwirt. DDR 167, 199-205.

- Larsen, K.E. & Kofoed, A.D.C. (1983): Udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning. Tidsskr. Planteavl, beretning S 1669, 46-57.
- Last, P.J., Draycott, A.P. & Webb, D.J. (1981): Effect of green manures on yield and nitrogen requirement of sugar beet. J. Agr. Sci. 97, 159-170.
- Linden, B. (1984): Arternas inverkan på mineralkvävetillgången i marken och efterföljande grödas gödselkvävebehov. Nord. Jordbr. forsk. 66(4); 458.
- Lindhard, J. (1971): Næringsstofbalance og gødningsvirkning. De langvarige gødningsforsøg ved Askov. Statens Planteavlsmøde 1971, 9-19.
- Lofs-Holmin, A. (1983a): Earthworm population dynamics in different agricultural rotations. In: Earthworm ecology from Darwin to vermiculture. Ed. J.E. Satchell. Chapman & Hall, London. Kap. 12. 151-160.
- Lofs-Holmin, A. (1983b): Influence of agricultural practices on earthworms (Lumbricidae). Acta Agr. Scand. 33, 226-234.
- Lyngstad, I. (1979): Nitrogenomsetning i jord og utvaskning av nitrogen i norske undersøgelser. Nord. Jordbr. forsk. 61, 218-219.
- Madsen, E. (1984): Efterafgrøder. Hovedopgave, L 6463, Landbrugets Plantekultur, Landbohøjskolen, 39 pp.
- Mikkelsen, G.H. (1983): Dyrkningsformens indflydelse på springhalefaunaen i landbrugsjord. Ugeskr. Jordbrug 128(13), 251-255.
- Mundy, E.J. (1969): Intensive cereal cropping. Experimental husbandry farms and experimental horticultural stations. Tenth progress report, 1-9.
- Nielsen, H.J. & Pinnerup, S.P. (1980): Reduceret jordbehandling kan både forøge og nedsætte mængden af ukrudt. Effektivt Landbrug 6, 48-49.
- Nielsen, N.J. (1929): Udbytte- og eftervirkningsforsøg med forskellige bælplanter 1914-24. Tidsskr. Planteavl 35, 269-292.
- Nielsen, V. (1981): Reduceret jordbehandling. Statens Jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm, Rapport nr.1.
- Nilsson, G. & Wallgren, B. (1981): Stråsådens avkastning i olika växtföljder i försöken R4-006-1 och R4-006-2 på Lanna. Institutionen för växtodling, Sveriges Lantbruksuniversitet, rapport nr. 96, 39 pp.
- Nilsson, I. (1982): Sambandet mellan potatisskorv samt kalkning, bevattning och växtföljder i några norrländske försök. Röbacksdalen meddelar 6, 23 pp.

- Nissen, T.V.(1976): Halmafbrændingens mikrobiologiske virkninger. Tidsskr. Planteavl 80, 547-555.
- Nyström, S.(1979): Cruciferous oil crops as break crops in cereal-dominated rotations (results of swedish field experiments). Proceedings of the 5th International Rapeseed Conf. 1, 248-250.
- O'Sullivan, J. & Reyes, A.A.(1980): Effects of soil fumigation, rotation and nitrogen on yield, petiole $\text{NO}_3\text{-N}$ and Verticillium wilt of potatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105(6), 809-812.
- Olesen, J.(1969): Jordbearbejdning. Planteavlsarbejdet i landboforeningerne i Jylland 1968, 814-822.
- Olofsson, S., Wallgren, B. & Kindt, T.(1983): Olika grödars reaktion i tre långliggande växtföljdsförsök i Skåne: R4-601-1, R4-601-2 och R4-605. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för växtodling, rapport 122, 65 pp.
- Olsen, C.C.(1979): Vinterhvede i kornrige sædskifter 1973-78. Statens Planteavlsforsøg, meddelelse nr. 1493.
- Olsen, C.C.(1980): Forskelligt antal år mellem bederoer. Statens Planteavlsforsøg, meddelelse nr. 1545.
- Olsen, C.C.(1982): Vinterhvede-dyrkningsforhold, der påvirker udbyttet. Statens Planteavlsmøde, 1982, 48-51.
- Olsen, C.C. & Hansen, P.F.(1980): Byg og ærter i blanding. Statens Planteavlsforsøg. Medd. nr. 1544.
- Olvång, H.(1982): Sambandet mellan rotparasiter och stråsådesskörd i svenska växtföljdsförsök. Nordisk Planteværnskonference, Statens Planteavlsudvalg, København, 181-184.
- Olvång, H.(1983): Sambandet mellan rot patogener och stråsådesskörd i svenska växtföljdsförsök. Nord. Jordbr. forsk. 65 (1), 37 pp.
- Pedersen, P.N. & Jørgensen, J.(1961): Knækfodsygens og goldfodsygens afhængighed af sædskifte og andre dyrkningsfaktorer. Tidsskr. Planteavl 64, 369-416.

- Petersen, H.I. & Christensen, B.D.(1968): *Ophiobolus graminis* Sacc. og *Cercospora herpotrichoides* Fron. Undersøgelse over svampenes levetid på celluloseholdigt materiale nedgravet i forskellige dybder. Tidsskr. Planteavl 71, 534-537.
- Pettersson, B. (1982): Konventionell och biodynamisk odling. Meddelande Nordisk forskningsring, nr. 32.
- Pinnerup, S.(1981): Reduceret jordbehandling og ukrudt. Statens Planteavlsmøde 1981, 71-75.
- Pommer, G. & Bachthaler, G.(1978): Ertragsbeeinflussende Wirkungen verschiedener Formen der organischen Düngung in langjährig einseitigen Getreidefruchtfolgen. Z. Acker- u. Pflanzenbau 147, 241-254.
- Pommer, G. & Baumer, M.(1982): Wintergerste in Fruchtwechsel und Daueranbau-Produktionstechnik, Krankheitsbefall, Ertrag. Z. Acker- u. Pflanzenbau 151, 474-485.
- Pommer, G., Beck, T., Borchert, H. & Hege, U.C.(1982): Auswirkungen von Zwischenfruchtanbau und Strohdüngung auf Ertragsleistung, Bodenstruktur und Bodenmikroorganismen-tätigkeit in einseitigen Getreidefruchtfolgen. Bayer. Landw. Jb. 59, 718-734.
- Pommer, G., Oppitz, K. & Fink, K.(1979): Winterweizensorten im Fruchtwechsel und Daueranbau. Ertragsrelationen und Einflussproduktionstechnischen Massnahmen. Z. Acker- u. Pflanzenbau 148, 214-229.
- Rasmussen, K.J.(1975): Jordpakning. Statens Planteavlsmøde 1975, 45-49.
- Rasmussen, K.J.(1977): Reduceret jordbearbejdning til byg. Statens Planteavlsmøde, 1977, 47-48.
- Rasmussen, K.J.(1978): Reduceret jordbearbejdning til byg. Statens Planteavlsmøde. Medd. nr. 1385.
- Rasmussen, K.J.(1979): Resultater af jordbehandlingsforsøg. Ugeskr. Jordbrug 124 (3), 31-34.
- Rasmussen, K.J.(1983): Mindre jordbearbejdning i kornavl. a. Indflydelse på udbytte. Statens Planteavlsmøde 1983, 40-44.
- Rasmussen, K.J., Andersen, A. & Nielsen, V.(1985): Direkte såning af korn. Statens Planteavlsmøde. Medd. nr. 1817.

- Rasmussen, K.J. & Olsen, C.C.(1983): Jordbearbejdning og efterafgrøde ved bygdyrkning. 1. Vækstbetingelser, jordfysiske målinger og udbytter ved ensidig byg og sædskiftebyg. Tidsskr. Planteavl 87, 193-215.
- Roesgaard, H.(1977): Halmnedbrænding af markens fauna. Ugeskr. Agron., Hort., Forst. og Lic. 122 (28-29), 601-603.
- Roesgaard, H. & Lindhardt, K.(1979): The effect of straw burning on predaceous arthropods of the soil surface. Tidsskr. Planteavl 83, 305-323.
- Roth, R., Ehrenpfoedt, V. & Reiher, W.(1981): Abhängigkeit des Kartoffelertrages vom Kartoffelanteil in der Fruchtfolge. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenk. 25 (1), 69-76.
- Rowberry, R.G. & Andersson, G.W.(1983): The profitability of continuous potatoes versus rotations including potatoes and other cash crops. American Potato J. 60 (7), 503-510.
- Schnieder, E.(1963): Wachstum und Ertrag der Sommergerste in der Monokultur auf leichten Boden. Albrecht Thaer Archiv 7, 741-750.
- Schulz, H.(1976): Undersøgelser i forbindelse med ensidig korndyrkning. C. Knækkefodsyge, betydning og bekæmpelsesmuligheder. Statens Planteavlsmøde 1976, 63-66.
- Schulz, H.(1981): Nogle rajgræssorters modtagelighed over for goldfodsyge (*Gaeumannomyces graminis* Sacc.) og deres evne til at overføre smitte til en efterfølgende bygafgrøde. Tidsskr. Planteavl. 85, 93-96.
- Scott, R.R., Cannell, R.A. & Goss, M.J.(1975): Effects of direct drilling on soil conditions and root growth. Outlook on Agriculture 8, 227-232.
- Simon, W. & Werner, W.(1963): Der Einfluss von Futterpflanzen als Haupt- und Zwischenfrüchte auf die Erträge und Fruchtbarkeit verschiedener Böden. Albrecht Thaer Archiv 7, 261-288.
- Sjöqvist, I.(1978): Växtföljders inverkan på biokemiska processer i marken. Nord. Jordbr. forsk. 60 (3), 465-466.
- Skriver, K.(1981): Jordbehandling. Oversigt over landsforsøgene 1980. Samlet og udarbejdet af landsudvalget for Planteavl, 46-51.
- Skriver, K.(1982): Jordbehandling. Oversigt over Landsforsøgene 1981. Samlet og udarbejdet af Landsudvalget for Planteavl, 47-52.

- Skriver, K.(1983): Jordbehandling. Oversigt over landsforsøgene 1982. Samlet og udarbejdet af Landsudvalget for Planteavl, 49-54.
- Skriver, K.(1984): Gødskning og kalkning. Oversigt over Landsforsøgene. Samlet og udarbejdet af Landsudvalget for Planteavl, 142-165.
- Skriver, K.(1985a): Gødskning og kalkning. Oversigt over landsforsøgene 1984. Samlet og udarbejdet af landsudvalget for Planteavl, 71-96.
- Skriver, K.(1985b): Jordbehandling. Oversigt over landsforsøgene 1984. Samlet og udarbejdet af landsudvalget for Planteavl, 54-60.
- Slope, D.B., Prew, R.D., Gutteridge, R.J. & Etherridge, J.(1979): Take-all, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* and yield of wheat grown after ley and arable rotations in relation to the occurrence of *Phialophora radiculicola* var. *graminicola*. J. Agric. Sci., Camb. 93, 377-389.
- Stabbetorp, H.(1982): Resultater av norske forsøk med vekstskifte og ulikeforgrøder til korn. Nordisk Planteværnskonference. Statens Planteavlsudvalg 1982, 211-214.
- Stabbetorp, H.(1983): Resultater av norske forsøk med vekstskifte og ulike forgrøder til korn. Nord. Jordbr. forsk. 65 (1), 42.
- Stabbetorp, H.(1984): Forgrødevirkning av åkerbønne og erter. Nord. Jordbr. forsk. 66 (4), 460.
- Steen, E.(1983): Soil animals in relation to agricultural practices and soil productivity. Swedish J. agric. Res. 13, 157-165.
- Stetter, S.(1971a): N-, P- og K-gødskningens indflydelse på fodsyeangreb ved kontinuerlig korndyrkning. Tidsskr. Planteavl 75, 274-277.
- Stetter, S.(1971b): Forsøg med jordbehandlingens indvirkning på fodsyeangreb i byg. Tidsskr. Planteavl 75, 626-630.
- Stetter, S.(1973): Forskellige kornarters evne til at overføre goldfodsye (*Gaeumannomyces graminis*) og knækkefodsye (*Cercospora herpotrichoides*) til vårhvede. Tidsskr. Planteavl 77, 568-572.
- Stetter, S.(1976): Undersøgelser i forbindelse med ensidig korndyrkning. b. Goldfodsye og andre rodsygdomme. Statens Planteavlsmøde 1976, 59-62.
- Stokholm, E.(1978): Nedmuldning af halm. Statens Planteavlsforsøg. Medd. nr. 1425.

- Stokholm, E.(1979a): Grøngødningens indflydelse på udbytte og jordstruktur. Tidsskr. Planteavl 83, 543-549.
- Stokholm, E.(1979b): Halm og efterafgrøder i relation til jordbehandling. Ugeskr. Jordbrug 124 (3), 39-43.
- Teittinen, P.(1984): Arterna och växtföljen i Finland. Nord. Jordbr. forsk. 66 (4), 461-462.
- Thorup, S.(1983): Mindre jordbearbejdning i kornavl. b. Indflydelse på ukrudt. Statens Planteavlsmøde 1983, 45-48.
- Thorup, S. & Pinnerup, S.P.(1981): Jordbearbejdningens indflydelse på ukrudtsbestanden. I: Reduceret jordbehandling. Ed. by V. Nielsen, pp 47-68. Statens Jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm. Rapport nr. 1, 82 pp.
- Thorup, S. & Pinnerup, S.P.(1983): Jordbearbejdning og efterafgrøde ved bygdyrkning. 3. Indflydelse på ukrudtsbestanden. Tidsskr. Planteavl 87, 237-256.
- Torstensson, L.(1984): Hur påverkas markorganismer av odlingstekniken? Försöksledarmötet 1984, Uppsala, Del 1, 16:1-16:11.
- Uhlen, G.(1963): Noen virkninger av ulike vekstomløp. Forsk. Fors. Landbr. 14, 421-442.
- Uhlen, G.(1975): Virkninger av eng- og åpenåkerdrift på jordegenskaper og på avlingene av vårkorn i etterfølgende år. Nord. Jordbr. forsk. 57 (5), 1124-1127.
- Ullerup, B.(1974a): Korn dyrkning. Planteavlsarb. i landbo- og husm. for. 1973. Landsudvalget for Planteavl, 2039-2051.
- Ullerup, B.(1974b): Sædskeftforsøg. Oversigt over Landsforsøgene 1973. Samlet og udarbejdet af landsudvalget for Planteavl, 2039-2042.
- Ullerup, B.(1975): Byg kontra proteinafgrøder. Oversigt over Landsforsøgene 1974. Samlet og udarbejdet af landsudvalget for Planteavl, 2043.
- Ullerup, B.(1978): Nyere sædskeftforsøg i Danmark. Nord. Jordbr. forsk. 60 (3), 457-458.
- Ullerup, B.(1983a): Dyrkning af korn og bælg. Oversigt over landsforsøgene. Samlet og udarbejdet af Landsudvalget for Planteavl, 55-67.

- Ullerup, B.(1983b): Dyrkningssystemer i vintersæd. Ugeskr. Jordbrug 128 (9), 162-163.
- Ullerup, B.(1985): Dyrkning af korn og bælgssæd. Oversigt over landsforsøgene 1984. Samlet og udarbejdet af Landsudvalget for Planteavl 61-69.
- Vetter, H. & Schöneick, G.(1969): Sommerweizen monokultur im Vergleich zu Sommerweizen in Fruchtfolge. Schriftenreihe der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Kiel, Heft 45, 75 pp.
- Wallgren, B.(1984): Arterna i växtföljden, förfruktseffekten och kväveeffekten. Nord. Jordbr. forsk. 66 (4), 457.
- Wallgren, B. & Dock, A.M.(1981): Weeds in rotations-trials in spring cereals. Weeds and Weed control. 22. Swedish Weed Conference, Uppsala, 170-180.
- Wallgren, B & Nilsson, G.(1984): Växtföljden och odlingssäkerheten. Försöksledarmötet 1984, Uppsala. Del 1, 11:1-11:10.
- Wested, J.(1937): Udgør roden eller de overjordiske plantedele det væsentlige ved grøngødsning? Tidsskr. Planteavl 42, 310-314.
- Wicke, H.J.(1970): Ertrag und Ertragsstruktur des Getreides in Abhängigkeit von der Konzentration des Getreideanbaues. Albrecht Thaer Archiv 14, 377-384.
- Wilson, W.S.(1970): The effect of adding two contrasting green manure materials to soils of different texture on the uptake of nitrogen by S 24 ryegrass. Pl. Soil 33, 653-660.
- Wølner, K., Sogn, L. & Hauge, N.H.(1978): Omløpsforsøk på Bjørke, Hagan, Hellerud og Staur, 1951-1975. Forskn. Fors. Lantbr. 29, 313-361.
- Zimmermann, A.(1983): Wurzelfäule an Weizen durch *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* - Interaktionen zwischen Frucht-folgestellung und bodenphysikalischen Parametern. Z. Pfl. Krankh. Pfl. Schutz 90 (5), 505-514.
- Zschoche, R., Karch, K. & Schönrock-Fischer, R.(1982): Langjähriger Einfluss unterschiedlicher Klee-grasanteile in der Fruchtfolge auf Bodeneigenschaften und Ertrag unter den Bedingungen eines V5- Standortes. Tag.-Ber., Akad. Landwirtsch.-Wiss 205, 159-168.



Institutter m.v. under Statens Planteavlfsforsøg

Sekretariatet

Statens Planteavlskontor, Kongevejen 83, 2800 Lyngby	(02) 85 50 57
Informationstjenesten, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	(02) 87 53 27
Dataanalytisk Laboratorium, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	(02) 87 06 31
Sekretariatet for Sortsafrprøvning, Tystofte, 4230 Skælskør	(03) 59 61 41
Statens Bisygdomsnævn, Kongevejen 83, 2800 Lyngby	(02) 85 62 00
Jordbrugsmeteorologisk Tjeneste, Forsøgsanlæg Foulum, 8833 Ørum Sønderlyng	(06) 65 25 00

Landbrugscentret

Statens Forsøgsstation, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	(02) 36 18 11
Statens Forsøgsareal, Bornholm, Rønnevej 1, 3720 Åkirkeby	(03) 97 53 10
Statens Biavlfsforsøg, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	(02) 36 18 11
Statens Forsøgsstation, Rønhave, 6400 Sønderborg	(04) 42 38 97
Statens Forsøgsstation, Tylstrup, 9380 Vestbjerg	(08) 26 13 99
Statens Forsøgsstation, Tystofte, 4230 Skælskør	(03) 59 61 41
Institut for Grovfoder, Forsøgsanlæg Foulum, 8833 Ørum Sønderlyng . .	(06) 65 25 00
Statens Forsøgsstation, Borris, 6900 Skjern	(07) 36 62 33
Statens Forsøgsstation, Silstrup, 7700 Thisted	(07) 92 15 88
Statens Forsøgsstation, Askov, 6600 Vejen	(05) 36 02 77
Statens Forsøgsstation, Lundgård, 6600 Vejen	(05) 36 01 33
Statens Forsøgsstation, 6280 Højer	(04) 74 21 04
Statens Forsøgsstation, St. Jydevad, 6360 Tinglev	(04) 64 83 16
Statens Planteavlfs-Laboratorium, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	(02) 87 06 31
Centrallaboratoriet, Forsøgsanlæg Foulum, 8833 Ørum Sønderlyng . . .	(06) 65 25 00

Havebrugscentret

Institut for Grønsager, Kirstinebjergvej 6, 5792 Årslev	(09) 99 17 66
Institut for Væksthuskulturer, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	(09) 99 17 66
Institut for Frugt og Bær, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev	(09) 99 17 66
Institut for Landskabsplanter, Hornum, 9600 Års	(08) 66 13 33

Planteværnscentret

Institut for Pesticider, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	(02) 87 25 10
Institut for Plantepatologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	(02) 87 25 10
Planteværnsafdelingen på »Godthåb«, Låsbyvej 18, 8660 Skanderborg .	(06) 52 08 77
Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	(03) 58 63 00
Analyselaboratoriet for Pesticider, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	(03) 58 63 00