



Statens
Planteavlsforsøg

Planteværnscentret
Administrationen
Lottenborgvej 2 - DK-2800 Lyngby

Beretning nr. S 1805

AARHUS UNIVERSITET
Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet
Biblioteket
Forsøgsvej 1
DK-4200 Slagelse

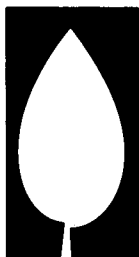
Dyrkningsmetoders indflydelse på udbytte, plantekvalitet, jord og miljø

IV. Økologisk jordbrug

Kirsten Høg
Statens Forsøgsstation
St. Jyndeved

Tidsskrift for Planteavls Specialserie

København 1985



Statens
Planteavlsforsøg

Beretning nr. S 1805

Dyrkningsmetoders indflydelse på udbytte, plantekvalitet, jord og miljø

IV. Økologisk jordbrug

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, Jyndeved Forsøgs-station. Resultatet publiceres i følgende rapporter:

Dyrkningsmetoders indflydelse på udbytte, plantekvalitet, jord og miljø.

I Gødskning.

II Plantebeskyttelse.

III Sædskifte 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, Jyndeved Forsøgsstation (formand).

INDHOLDSFORTEGNELSE

INDHOLDSFORTEGNELSE.....	3
SAMMENDRAG.....	6
 I. INDLEDNING	10
I.1. Mål og principper	10
I.2. Forskellige retninger indenfor det økologiske jordbrug	11
I.3. Undersøgelser af økologisk jordbrug	15
 II. UDBREDELSE OG STRUKTUR AF DET EKSISTERENDE ØKOLOGISKE JORDBRUG	16
II.1. Udbredelse af økologisk jordbrug i Europa	16
II.2. Ejendomsstørrelse, afgrødevalg, husdyrhold m.m.	17
 III. UDBYTTE	19
III.1. Indledning	19
III.2. Udbytteforhold på eksisterende økologiske brug	20
III.3. Udbytteforhold belyst ud fra forsøg	23
III.3.1. Kornafgrøder	23
III.3.2. Grønsagsafgrøder	25
III.3.3. Frugt	27
III.3.4. Foderafgrøder	28
III.3.5. Udbyttet målt i energienheder.....	29
III.4. Konklusion/diskussion	30
 IV. PLANTEKVALITET	32
IV.1. Indledning	32
IV.2. Indkredsning af kvalitetsbegrebet	32
IV.3. Indhold af kvælstof, vitaminer og mineraler	37
IV.3.1. Kornafgrøder	37
IV.3.2. Grønsager	39
IV.3.2.1. Kvælstofindhold	39
IV.3.2.2. Vitaminindhold	40
IV.3.2.3. Sukkerindhold	42
IV.3.2.4. Mineralstofindhold	42
IV.3.3. Frugt	43

IV.4. Holdbarhed	43
IV.5. Pesticidindhold	44
IV.6. Smagsundersøgelser	45
IV.7. Fodringsforsøg	46
IV.8. Stigende næringsstofforsyning	48
IV.9. Konklusion/diskussion	51
 V. JORDBUNDSFORHOLD	 53
V.1. Indledning	53
V.2. Jordbundsundersøgelser	53
V.2.1. Humusindhold og biologisk aktivitet	53
V.2.2. Jordens indhold af plantenæringsstoffer samt dens surh.gr.	56
V.3. Konklusion/diskussion	59
 VI. GØDSKNING I ØKOLOGISK JORDBRUG	 60
VI.1. Indledning	60
VI.2. Godkendte gødninger og gødningsstoffer	60
VI.3. Betydningen af humus	62
VI.4. Kompost	64
VI.4.1. Indledning	64
VI.4.2. Praksis i økologisk jordbrug	64
VI.4.3. Udbytteforhold	65
VI.4.4. Tab af tørstof og kvælstof ved komposteringen	66
VI.4.5. Indflydelse på jordbundsforhold	69
VI.4.6. Indflydelse på patogener og ukrudtsfrø i gødningen	70
VI.5. Alge-produkter	70
VI.6. Stenmel og andre naturprodukter.....	71
VI.6.1. Indledning	71
VI.6.2. Forvitring af mineralerne	71
VI.6.3. Benyttet mængde stenmel	73
VI.6.4. Kalium-gødskning	73
VI.6.5. Fosfor-gødskning	77
VI.6.6. Stenmel tilført sammen med organisk gødning	77
VI.7. Konklusion/diskussion	78

VII. NÆRINGSSTOFBALANCER	80
VII.1. Registreringer på eksisterende økologiske brug	80
VII.2. Beregninger i tilknytning til forsøg	82
VII.3. Konklusion/diskussion	83
VIII. PLANTEBESKYTTELSE I ØKOLOGISK JORDBRUG	85
VIII.1. Indledning	85
VIII.2. Muligheder for ukrudtsregulering i økologisk jordbrug	85
VIII.2.1. Forebyggende foranstaltninger	86
VIII.2.2. Direkte bekæmpelse	89
VIII.2.2.1. Mekanisk bekæmpelse	89
VIII.2.2.2. Flammebehandling	93
VIII.2.2.3. Biologisk bekæmpelse	95
VIII.2.2.4. Brak og tildækning af jorden	95
VIII.3. Ukrudtsforekomst i konventionelt og økologisk dyrkede afgrøder	96
VIII.4. Bekæmpelse af skadedyr og svampesygdomme	98
VIII.4.1. Forebyggende foranstaltninger	99
VIII.4.1.1. Gødkning og sædskifte	99
VIII.4.1.2. Samplantning	99
VIII.4.2. Direkte bekæmpelse	103
VIII.4.2.1. Biologisk bekæmpelse	103
VIII.4.2.2. Brug af præparater	104
VIII.5. Konklusion/diskussion	105
IX. SORTER	106
X. HUSDYR	109
XI. ARBEJDSKRAFTFORBRUG, ENERGIFORBRUG OG ØKONOMI	111
XI.1. Arbejdskraftforbrug	111
XI.2. Energiforbrug	112
XI.3. Økonomi	114
LITTERATURLISTE	118

SAMMENDRAG.

Det økologiske dyrkningssystem er et produktionssystem, som undgår anvendelse af kunstigt fremstillede gødninger, pesticider, vækststoffer og tilsætningsstoffer i fodermidler. Gødningsforsyningen er baseret på husdyrgødning, organisk affald, afgrøderester, grøngødning, bælplanter samt stenmel og andre naturstoffer. Ukrudt, skadedyrsangreb og sygdomme kontrolleres ved veltilrettelagte sædskifter samt mekanisk jordbehandling.

Der findes forskellige retninger indenfor det økologiske jordbrug, men alle er dog fælles om ovennævnte principper.

I Danmark er der ca. 150 ejendomme, der driver økologisk jordbrug med ialt ca. 2000 ha økologisk dyrket areal. Dette svarer til 0,13% af alle ejendomme og 0,07% af det totalt opdyrkede areal i dansk landbrug og gartneri.

I det øvrige Europa udgør det økologiske jordbrug også under 1% af det totale jordbrugsareal.

Det eksisterende økologiske jordbrug i Danmark adskiller sig fra det typiske konventionelle på flere områder, bl.a. med hensyn til ejendomsstørrelse og afgrødevalg. Omkring 42% af ejendommene, der dyrker økologisk jordbrug, er under 5 ha, hvor dette kun gælder for 13% af de konventionelt dyrkede ejendomme. Disse små økologiske jordbrug dyrker hovedsageligt spisekartofler og grønsager, så den procentvise arealandel med disse afgrøder er betydeligt større end i det konventionelle jordbrug. Andelen af kløver, græs og grønfoder er også større i det økologiske jordbrug end i det typiske konventionelle, hvilket dels skyldes behovet for kvælstofforsyning fra bælplanterne dels kravet om alsidige sædskifter. Derimod er kornandelen betydeligt mindre, ca. 33% mod ca. 62% i det konventionelle brug.

Udbyttet på eksisterende økologiske brug i såvel Danmark som udland er lidt lavere end for tilsvarende afgrøder dyrket konventionelt, som gennemsnit af alle afgrøder ca. 5-25% lavere. Dog kan der være tale om betydelige variationer, og ved forsøg under specielt kontrollerede forhold har det været muligt at opnå samme udbytte som ved konventionel dyrkning. Udbytteforskellene mellem det konventionelle jordbrug og det økologiske jordbrug er størst for grønsagsafgrøder og kartofler og mindst for kornafgrøder. Dette skyldes, at grønsagsafgrøder ofte kan angribes af skadedyr, og der ikke i økologisk jordbrug er muligt med en direkte bekæmpelse på friland. Derudover kan der opstå ukrudtsproblemer i rækkeafgrøderne, som kan bevirke udbyttetab, såfremt rækken ikke renholdes omhyggeligt.

Med hensyn til kvaliteten af det høstede produkt vil den økologiske dyrkningsform sammenlignet med den typiske konventionelle resultere i højere tørstofindhold, renproteinindhold og C-vitaminindhold, men lavere indhold af total-kvælstof, nitrat, A- og B-vitamin samt lavere værdi af visse bageegenskaber. Hovedforskellene i de observerede plantekvalitetssegenskaber er bestemt af mængden af tilgængeligt kvælstof i jorden gennem vækstsæsonen snarere end formen af den tilførte kvælstof, dvs. om kvælstof tilføres i organisk eller i uorganisk form. Det er dog ikke muligt alene ved gødningsvalget (eller mængden) at optimere alle egenskaber, der indgår i bedømmelsen af plantekvaliteten. En stigende kvælstofforsyning vil forbedre plantekvaliteten med hensyn til udbytte, A- og B-vitaminindhold samt visse bageegenskaber, men vil bevirke lavere tørstofprocent, renproteinandel og C-vitaminindhold og et forhøjet indhold af uønskede stoffer som nitrat og frie aminosyrer.

Der har ikke kunnet påvises sikre kvalitetsforskelle mellem økologiske og konventionelle produkter med hensyn til mineralstofindhold og smag af produktet og i de fleste tilfælde heller ikke i produktets holdbarhed.

Udenlandske levnedsmiddelundersøgelser har vist, at der ikke findes pesticidrester i økologiske produkter dyrket efter anvisningen, men at der i en større eller mindre del af de konventionelt dyrkede afgrøder findes pesticidrester.

Med hensyn til jordbundsforhold har undersøgelser vist, at den økologiske dyrkningsform fører til et stigende indhold af organisk stof/humus i jorden og en lidt højere biologisk aktivitet end ved konventionel dyrkning. Størrelsen af tilvæksten er afhængig af antal år med den økologiske dyrkning, jordtype, sædskifte, klima o.a. Benyttelse af organiske gødninger samt mere alsidige sædskifter i det konventionelle jordbrug vil sammenligningsvis også føre til højere humusindhold og biologisk aktivitet i jorden end mere ensidige sædskiftekompositioner.

I de fleste af de udførte undersøgelser er der påvist et lavere indhold af tilgængeligt fosfor og kalium i jorden ved den økologiske dyrkning sammenlignet med den konventionelle, og udførte beregninger af fosfor- og kaliumbalancer har bekræftende vist, at fosfor- og kaliumbortførslen i afgrøden er større end tilførslen med gødningen. Da der ikke kan tilføres fosfor og kalium med

handelsgødning udefra, må disse stoffer tilføres på anden måde. Forsøg med tilførsel af andre naturstoffer bl.a. stenmel har kun vist meget begrænset virkning med hensyn til optagelse af fosfor og kalium i afgrøden samt på udbyttets størrelse. Fosfor og kalium må derfor for langt hoveddelen tilføres med den organiske gødning, modsat kvælstof der foruden ved den organisk gødning kan skaffes fra bælgplanter i sædskiftet. Tilføres der staldgødningsmængder, der sikrer optimal optagelse af fosfor og kalium, kan det imidlertid medføre, at der samtidig bliver tilført så meget kvælstof, at dette kan medføre uheldige virkninger på plantekvaliteten og miljøet, sidstnævnte i forbindelse med udvaskning af nitrat. I forhold til konventionel dyrkning medfører den økologiske dyrkning et lidt højere indhold af total-kvælstof i jorden. En del aspekter vedrørende den faste staldgødning og gylle er belyst i danske gødningsforsøg, og der er i disse påvist, at organiske gødninger for samme tilførte kvælstofmængde kan bevirke større nitratudvaskning end uorganiske gødninger, afhængig af afgrødevalg, jordtype, klima o.a. Disse forsøg er dog ikke udført med den økologisk dyrkningsform og økologiske sædskifter. En del af den organiske gødning i økologisk jordbrug tilføres i form af aerobt omsatte gødninger, såkaldt kompost. Mange aspekter vedrørende denne gødningsform er endnu ikke belyst, bl.a. med hensyn til forsyning af fosfor, kalium og kvælstof til afgrøden, samt tabet af kvælstof ved komposteringsprocessen. Udenlandske undersøgelser har vist, at der under komposteringsprocessen kan tabes 30-40% af den oprindelige kvælstofmængde, i nogle tilfælde mere. Kompostbunkens form samt graden af aerobe forhold under komposteringen har en betydende rolle for størrelsen af kvælstoftabet.

Plantebeskyttelsen i det økologiske jordbrug er baseret på en række indirekte og direkte tiltag, hvor de indirekte tiltag som sædskifte, jordbehandling, gødskning og sortsvalg har en meget stor betydning. Dette gælder ikke mindst ved kontrol af svampesygdomme og skadedyr, hvor mulighederne for direkte tiltag ikke er så store.

Ved ukrudtskontrol kan der benyttes en række direkte tiltag. Disse inkluderer mekanisk behandling (ukrudtsharvning, radrensning og pløjning), termisk behandling (flammebehandling) og biologisk behandling, hvoraf ukrudtsharvning og flammebehandling benyttes af en del økologiske dyrkere. Disse metoder har

tidligere været benyttet i Danmark, men er ikke videreudviklet i de sidste årtier. Deres velegnethed i det økologiske jordbrug er derfor ikke afprøvet, hvilket også gælder videreudvikling af disse metoder og redskaber. Ved såvel ukrudtsharvningen som flammebehandlingen er det gældende, at metoderne er meget vejrafhængige og tidsrummet for udførsel er ret begrænset.

Deres effekt på ukrudtskontrol og evt. merudbytte er vanskelig at sætte tal på. I forhold til ikke at renholde en given parcel er det dog givet, at metoderne vil have en effekt. Forsøg i økologiske jordbrug kontra konventionelle har vist, at ukrudtsfloraen er mere artsrig i de økologiske parceller, og at hver enkelt ukrudsart ofte er repræsenteret i relativ små mængder. Ukrudtsforekomst behøver derfor ikke altid at være et problem i det økologiske jordbrug.

Mange forsøg har vist, at ved konventionel dyrkning og herbicidsprøjtning findes der betydeligt mindre ukrudt end ved økologisk dyrkning; en usprøjtet konventionel parcel har derimod i nogle forsøg indeholdt mere ukrudt end en økologisk ikke renholdt parcel. Sidstnævnte kan underbygge, at det økologiske dyrkningssystem bedre end det typiske konventionelle er i stand til at kontrollere ukrudt.

Den økologiske dyrkningsmetode fokuserer ikke kun på afgrøden i sig selv, men betragter hele dyrkningssystemet med planter, jord og luft som en økologisk helhed, hvor egenskaber i tilknytning til jorden som dyrkningsmedium (humusindhold, stor biologisk aktivitet o.a.) styrker planten, så den bedre kan modstå ukrudt, svampesygdomme og skadedyr, sikrer en god næringsstoffoptagelse og giver ernæringsrigtige produkter.

Ved at styrke de naturligt forekommende processer i naturen og ikke tilføre kunstigt fremstillede produkter, skulle der sikres en større diversitet, hvilket kan bevirke, at én slags skadevolder ikke alene kan dominere i samfundet, men at antallet af naturlige fjender (predatorer) kan styrkes.

Den nuværende viden om disse sammenhænge er meget begrænset, hvilket bl.a. skyldes, at sådanne sammenhænge kun kan observeres over en længere tidsperiode, og at hele systemet er meget kompleks. Enkelte forsøg er dog udført, og disse har påpeget, at det økologiske dyrkningssystem med hensyn til delområder af dette kompleks har en positiv effekt, bl.a. med hensyn til diversitet i ukrudtsfloraen og stor biologisk aktivitet i jorden.

I. INDLEDNING

I.1. Mål og principper.

Økologisk jordbrug (biologisk jordbrug, alternativt jordbrug) er et jordbrugssystem, som søger at opnå en høj produktivitet og kvalitet af de producerede fødevarer ved at styrke og forbedre naturlige biologiske processer.

Der findes en del forskellige retninger indenfor økologisk jordbrug, men disse har dog mange fællesmål:

1. At styrke og bevare jordens frugtbarhed på kort som på lang sigt.

Denne frugtbarhed er direkte relateret til udvikling og opretholdelse af et højt indhold af organisk stof i jorden. Mineralisering af næringsstoffer fra det organiske stof sker i harmoni med planternes behov, og næringsstofferne er ikke tilgængelige for planterne i overskuds- eller "luxus" mængde på noget tidspunkt.

2. Produktion af levnedsmidler og foder med en høj ernæringsmæssig kvalitet og i tilstrækkelig mængde.

3. Forhindre belastning af miljøet (jord, vand, luft) og forarmning af flora og fauna som følge af jordbrugsmæssige produktionsforhold.

4. At arbejde så meget som muligt i et lukket kredsløb og benytte sig af de stedlige ressourcer.

Eksport af produkter fra den enkelte gård vil resultere i et stadig tab af næringsstoffer. Set på landsplan må ideelt set alle affaldsstoffer fra by og industri derfor så vidt muligt føres tilbage til jorden, og på denne måde vil systemet kun behøve et lille input af nye ressourcer til at opretholde jordens frugtbarhed.

5. Tilpasse dyreholdets størrelse til den enkelte bedrifts arealtilliggende, jordtype, klima o.a. Tilpasse dyreholdet efter de enkelte dyrs fornødenheder med hensyntagen til etiske principper.

6. Tilstræbe et minimalt forbrug af ikke fornybare ressourcer, deriblandt forbrug af fossilt brændsel.

7. Ingen ensidig bedriftsstruktur (monokultur, ensidigt dyrehold), men anvendelse af alsidige sædskifter.
8. Forbedring af kultursorter m.h.t. resistens mod angreb af skadedyr og svampesygdomme, samt udvikle sorter med bedre kapacitet for udnyttelse af organisk gødning.

De opstillede mål søges opnået ved valg af bestemte dyrkningsmetoder. Alle de forskellige retninger indenfor det økologiske jordbrug er fælles om følgende definition af det økologiske dyrkningssystem:

Økologisk jordbrug er et produktionssystem, som undgår anvendelse af kunstigt fremstillede gødninger, pesticider, vækststoffer og tilsætningsstoffer i fodermidler. Gødningsforsyningen er baseret på husdyrgødning, organisk affald, afgrøderester, grøngødning, bælplanter, fritlevende kvælstofbindende bakterier samt stenmel og andre naturstoffer. Ukrudt, skadedyrsangreb og sygdomme kontrolleres ved veltilrettelagte sædskifter samt mekanisk jordbehandling.

Der kan dog ikke altid trækkes nogen skarp skillelinie imellem det økologiske jordbrug på den ene side og det almindelige landbrug og gartneri på den anden side.

1.2. Forskellige retninger indenfor det økologiske jordbrug.

Der findes som tidligere nævnt forskellige retninger indenfor det økologiske jordbrug. Her vil de kun blive kort beskrevet, da hovedvægten i de følgende afsnit vil blive lagt på de mange fællestræk disse retninger har, jvf. ovennævnte definition. Med hensyn til uddybende beskrivelse af de forskellige retninger henvises til Dambroth (1978), Stapel (1979), Boeringa (1980), Voitl et al. (1980), Dlouhý (1981), Kickuth (1982) og NLVF (1983).

Biologisk-dynamisk jordbrug. (ofte forkortet biodynamisk jordbrug).

Denne dyrkningsform bygger på teorier udformet af den østrigske filosof Rudolf Steiner i 1924 (Steiner, 1970). Den er den ældste af de alternative metoder. Rudolf Steiner grundlagde antroposofien, der går ud fra, at livsprocesser ikke kun beror på materielle komponenter (kemisk-fysisk-biologisk natur), men også immaterielle stammende fra kosmiske kræfter i verdensrummet. Ordet "biologisk"

refererer til de almindelige livsprocesser, mens "dynamisk" refererer til de kosmiske kræfter. Ved det dynamiske aspekt adskiller denne jordbrugsform sig fra såvel den konventionelle jordbrugsform som fra alle øvrige økologiske jordbrugsformer.

For at gøre jord og planter modtagelige for disse kosmiske kræfter benyttes forskellige præparater, nr. 500 og 501 til udsprøjtning over jord og planter og nr. 502-507 til iblanding i kompost.

500. Humuspræparat. Fremstillet af kogødning, som har gennemgået en omsætningsproces om vinteren i et nedgravet kohorn. Udsprøjtes på jorden sammen med gødningen. 100g/30-40 l vand/ha. Skulle fremme omsætningsprocesser i jorden.

501. Kiselpræparat. Fremstillet af finmalet kvarts- eller bjergkrystal, som har gennemgået en præpareringsproces i et kohorn nedgravet i jorden om sommeren. Sprøjtes på afgrøden i dennes tidlige stadium. 2g/30-40 l vand/ha. Skulle stimulere plantevækst.

502. Ekstrakt fra blomsterne af alm. røllike (*Achillea millefolium*).

503. Ekstrakt fra blomsterne af kamille (*Matricaria chamomilla*).

504. Ekstrakt fra hele planten af brændenælde (*Urtica dioica*).

505. Ekstrakt fra barken af eg (*Quercus robur*).

506. Ekstrakt fra blomsterne af mælkebøtte (*Taraxacum vulgare*).

507. Ekstrakt fra blomstersaften af læge-baldrian (*Valeriana officinalis*).

Alle præparaterne 502-507 er kompostpræparater, og de tilsættes i mængder på 2 cm³ af hver til 5 m³ kompost. Disse præparater skulle fremme komposteringsprocessen.

For nærmere beskrivelse af de enkelte præparater samt forsøg med disse henvises til Pfeiffer et al. (1935), Pettersson & Engquist (1963), Pettersson (1961,63), Abele (1973, 75, 82), Thun (1977), Graf & Keller (1978 a,b), Arman & Pettersson (1979), Spiess (1979), Wistinghausen (1979) og Dlouhý (1981).

Denne jordbrugsretning findes navnlig i Nord- og Vesteuropa.

Makrobiotisk jordbrug. Filosofien bag det makrobiotiske jordbrug er udformet af den tyske naturforsker Rudolf Kraft (bl.a. Clausnitzer, 1972). Mikronæringsstofferne indtager en central plads i denne jordbrugsform. Planterne skulle

foruden mikro- og makronæringsstofferne kunne ernære sig ved særlige bioelementer, som er stoffer ladet med en særlig livsenergi. Et præparat "Bio-koncentrat," udsprøjtet på jorden, planter eller kompost øger dannelsen af livselementer. Præparatet skulle bestå af mange forskellige mikronæringsstoffer. Denne jordbrugsretning er kun begrænset udbredt.

Organisk biologisk jordbrug. Denne jordbrugsretnings principper er udformet af den tyske læge H. Rusch og den schweiziske biolog Hans Müller (Rusch, 1974). Denne dyrkningsform bygger på en hypotese om et kredsløb af mikroorganismer. Foruden at kunne optage uorganiske ioner skulle planter kunne optage nukleinholdige cellebestanddele, bl.a. fra organiske gødninger. Tilførsel af organisk gødning har derfor speciel stor betydning i det organisk biologiske jordbrug. Et særligt præparat "Symbiflor Humusferment" (bl.a. indeholdende mælkesyrebakterier) sprøjtet over jord og planter skulle fremme vækst af bakterier og derved dannelsen af nukleinsyrer. Dyb pløjning skulle hindre denne proces, men en let jordbehandling (til ca. 8 cm) er tilladt. Fladekompostering af gødning er tilstrækkelig, og bunkekompostering undgås. For at bestemme jordens kvalitet bruges en speciel mikrobiologisk test.

Dyrkningsformen findes navnlig i Schweiz, i mindre omfang i Frankrig, Belgien, Vesttyskland, Holland og Sverige ("naturenlig odling" i Sverige ligner meget organisk biologisk dyrkning, dog tillades bunkekompostering).

Howard-Balfour jordbrug. Udviklet i England af Albert Howard (1947), der arbejdede med kompostering og Lady Balfour (1947), der arbejdede med mycorrhiza. Planter kan ifølge Howard foruden mineraler optage organiske stoffer, som dannes i forbindelse med røddernes mycorrhiza-symbiose, eller som frigøres fra humus. Jordens humusindhold tillægges stor betydning. Desuden tillægges mycorrhiza en stor betydning, og grundprincippet er at udnytte jordens næringsstofforråd ved dyrkning af planter med dybe rødder. Metoden findes navnlig i England.

Lemaire-Boucher jordbrug. Udviklet af Boucher (1968). Har som grundsyn, at mineralgødninger og ikke-komposteret husdyrgødning samt pesticider bringer den biologiske ligevægt i jorden i uorden med medfølgende større angreb af skadedyr og sygdomme. Balancen opretholdes ved tilførsel af materiale i komposteret organisk form, bælgeplanter samt ved tilførsel af præparatet "Calmagol" (koralalge-ekstrakt). Sidstnævnte stof skulle være katalysator for biologiske transformationer i jorden. Det tilstræbes desuden at opretholde den enkelte landbrugsejendom som en økologisk enhed, dvs. med såvel husdyrhold som foderafgrøder.

Systemet findes navnlig i Frankrig.

Vegetabilsk jordbrug. Husdyrhold indgår ikke i denne driftsform, og husdyrgødning anvendes derfor normalt ikke. Vegetabilsk gødning anvendes i stedet, ofte efter kompostering. Enhver form for jordbehandling undgås, dvs. såvel pløjning som harvning.

Er primært forekommende i England.

ANOG-jordbrug. (Arbeitsgemeinschaft für Naturgemässen Qualitätsanbau von Obst und Gemüse). En dyrker- og forbrugerbevægelse stiftet i 1962 i Tyskland. Som navnet siger, omfatter den især frugtavl og grønsagsavl og kun i mindre grad landbrug. Hovedvægten lægges på fremskaffelse af produkter med en høj biologisk (ernæringsmæssig) kvalitet. Denne bedømmelse sker ud fra konventionelt accepterede parametre som vitaminindhold, mineralstofindhold, proteinindhold m.m. Definitionen af plantekvalitet er baseret på retningslinier beskrevet af Schuphan (bl.a. 1961) og Voisin (1959). Der foreskrives mindst mulig jordbehandling. Modsat de øvrige økologiske retninger er det tilladt i ANOG-jordbrug at benytte mindre mængder handelsgødningskvælstof.

Derudover findes der enkelte andre økologiske retninger, men disse har kun meget begrænset udbredelse.

I den videre beskrivelse vil betegnelsen "økologisk jordbrug" blive benyttet og hovedvægten lagt på disse retningers fællesområde, nemlig forkastelse af handelsgødning (-ANOG) og pesticider. I stedet benyttes organiske gødninger og naturstoffer samt alsidige sædskeer.

I.3. Undersøgelser af økologisk jordbrug

I det følgende vil hovedvægten blive lagt på de dokumenterede undersøgelser, der er udført med og om økologisk jordbrug. En del af disse undersøgelser er af sammenlignende karakter, det vil sige en sammenligning af hele det økologiske dyrkningssystem med det typiske konventionelle. Nogle aspekter vedrørende det økologiske jordbrug er relativt grundigt belyst, det gælder bl.a. områder med tilknytning til plantekvalitet, hvorimod en hel del områder kun er belyst sporadisk. De resultater, der foreligger fra disse delområder, skal derfor ikke betragtes som entydige, men nærmere som resultater, der kan/er gældende under de pågældende dyrkningsforhold, klima, afgrødevalg osv. Ofte vil uddybende undersøgelser være nødvendige for nærmere at indkredse betydningen af den observerede effekt.

Foruden danske resultater er medtaget resultater fra Vesteuropa og USA, men ikke fra tropiske områder. Langt de fleste forsøgsresultater er udenlandske. Ved vurderinger af disse må man være opmærksom på, at klima, jordtype, dyrkningsteknik, afgrødevalg o.a. ofte er anderledes end i Danmark, og at resultater fra disse undersøgelser ikke rent talmæssigt kan overføres/sammenlignes med danske forhold.

II. UDBREDELSE OG STRUKTUR AF DET EKSISTERENDE ØKOLOGISKE JORDBRUG

II.1. Udbredelse af økologisk jordbrug i Europa

I Danmark er der ca. 150 ejendomme, der driver økologisk jordbrug, med ca. 2000 ha økologisk dyrket areal (1981) (Rosenstand, 1983). Dette svarer til 0,13% af alle ejendomme og 0,07% af det totalt opdyrkede areal i dansk landbrug og gartneri.

I det øvrige Europa udgør det økologiske jordbrug fra 0,02-0,28% af det totale landbrugsareal i det pågældende land. Den største andel findes i Frankrig (tabel 1). En del af tallene i tabel 1 er fra årene 1972-76. Andelen af de økologiske brug i disse lande kan derfor godt være større nu i 1985 end beskrevet i tabellen. Selv en tredobling af tallene i tabellen vil dog ikke bevirke, at andelen af det økologiske jordbrug i nogle af de europæiske lande kommer over 1%. Der er således tale om en begrænset udbredt dyrkningsform.

Tabel 1. Økologisk jordbrugs udbredelse i Europa. Samlet ud fra oplysninger af Stapel (1979), Boeringa (1980), Brügger (1982), Rosenstand (1983), NLVF (1983). Tallene fra Danmark, Norge, Tyskland er fra 1981-82, øvrige tal fra 1972-76.

	Areal med økologisk jordbrug ha	Totalt land- brugsareal ha	Økologisk jordbrug %
Danmark	2.000	2.900.000	0,07
Norge	480	900.000	0,05
Sverige	1.900	3.700.000	0,05
Finland	1.100	2.800.000	0,04
V-Tyskland	13.000	13.300.000	0,10
Holland	900	2.100.000	0,04
Belgien	450	1.500.000	0,03
Frankrig	90.000	32.300.000	0,28
Schweiz	2.000	2.100.000	0,10
England	13.000	13.400.000	0,10

II.2. Ejendomsstørrelse, afgrødevalg, husdyrhold m.m.

Rosenstand (1983) undersøgte det eksisterende økologiske jordbrugs struktur, afgrødevalg, husdyrhold, medhjælp m.m. i Danmark. Undersøgelsen blev foretaget ved udsendelse af spørgeskemaer til alle registrerede økologiske avlere, dels ved interview med personer fra udvalgte ejendomme. Tilsvarende undersøgelser er udført i mange andre lande, deriblandt Norge (NLVF, 1983), USA (Altieri et al., 1983, Parr et al., 1983), Holland (Boeringa, 1980), Vest-Tyskland og Østrig (Brugger 1981, 82, Dambroth, 1978), Frankrig (Monzies, 1982) og Schweiz (Steinmann 1981,83).

Ejendomsstørrelse

I Danmark er 42% af ejendommene, der dyrker økologisk jordbrug, under 5 ha (Rosenstand, 1983). Til sammenligning gælder dette kun for 13% af de konventionelle avlere. En del af de økologiske ejendomme har dog yderligere jordtilliggende, der dyrkes konventionelt.

At økologiske ejendomme gennemsnitligt er mindre end konventionelle er også observeret i den norske undersøgelse (NLVF, 1983) og den schweiziske (Steinmann, 1981, 83). I en undersøgelse fra en stat i USA blev det dog fundet, at 44% af de adspurgte økologiske avlere havde over 50 ha jord (Wernick & Lockeretz, 1977). De konventionelle brug var dog også større end herhjemme.

Afgrødevalg, husdyrhold og selvforsyning

Afgrødevalget på de økologiske bedrifter adskiller sig fra det typiske konventionelle på flere områder. I den danske undersøgelse blev det fundet, at der på de økologiske brug kun blev dyrket korn på 1/3 af arealet, hvorimod bælplanter i renbestand eller i blanding optog over 36% af arealet. Tilsvarende tal fra det konventionelle jordbrug viser, at 62% af arealet dyrkes med korn og kun 14% med græs- og grønfoder samt bælgssæd til modenhed (1981 tal).

Spisekartofler og grønsager blev på de økologiske brug dyrket i stort omfang, henholdsvis på 5 og 8% af arealet. For det konventionelle jordbrug udgjorde gartneriprodukter kun knap 1%. Den større avl af grønsager på de økologiske brug hænger sandsynligvis sammen med den relative store andel af små ejendomme.

Den store bælgplanteandel hænger sammen med nødvendigheden af kvælstofforsyning samt kravet om alsidige sædskifter.

Tilsvarende tendens for afgrødevalget er fundet i den norske undersøgelse.

Godt halvdelen af de danske økologiske ejendomme har slet ingen husdyr eller blot husdyr til selvforsyning, hvilket kan henføres til, at det store flertal af disse ejendomme har mindre end 5 ha jord og primært driver gartneri. Der er dog malkekøer på en omtrent ligeså stor andel af ejendommene som i dansk jordbrug som helhed (ca. 34%), men den gennemsnitlige besætningsstørrelse er mindre (16,4 køer på de økologiske brug, 26 på de konventionelle).

Af de øvrige husdyr (svin og ammekøer) er der besætninger på en større andel i det økologiske brug end i det konventionelle.

Med hensyn til selvforsyning, som er et delmål i økologisk jordbrug, er det danske økologiske jordbrug langt fra målet, da kun 2 ud af de ialt 119 ejendomme, der deltog i undersøgelsen, var helt selvforsynende med såvel husdyrgødning, foderstoffer, halm og grovfoder (Rosenstand, 1983).

III. UDBYTTET

III.1. Indledning.

En sammenligning af udbyttet af økologisk producerede afgrøder med tilsvarende produkter dyrket konventionelt er udført i en del lande. Mange af disse undersøgelser er dog kortvarige eller er udført på bedrifter, der kun har dyrket jorden økologisk i en kort årrække. Ved disse forsøg bør man være opmærksom på, at de opnåede udbytter ikke behøver at være repræsentative for økologisk jordbrug, da visse ændringer grundet i den økologiske dyrkningsform kan være mange år om at udvikles. Dette gælder for opbygning af humus ved tilførsel af organisk materiale, ændret sædskifte o.a. Amerikanske og tyske undersøgelser har vist, at specielt i overgangsperioden fra konventionel drift til økologisk drift (dvs. i de første 2-4 år) kan der tilståde problemer, der bevirker større udbyttetab (Haug, 1973; Harwood, 1981). Hvad dette udbyttetab skyldes, og om det kan forhindres, er ikke undersøgt endnu. Harwood (1981) har påbegyndt en undersøgelse med tre forskellige sædskifter (økologisk sædskifte med husdyrhold, økologisk sædskifte med planteavl samt konventionelt sædskifte) til belysning af udbytterelationer, ukrudtsproblemer og jordbundsforhold i overgangsperioden fra konventionel til økologisk drift.

De kortvarige forsøg og registreringer har desuden den ulempe med hensyn til vurdering af udbytteforholdene, at det enkelte års klimaforhold, angreb af skadedyr, ukrudtsproblemer o.a. kan være afgørende for vurderingen.

Udbytteforholdene ved økologisk dyrkning er belyst ved to forskellige metoder.

1. Registrering af udbytteforholdene på eksisterende økologiske brug.

De observerede udbytter er ofte sammenlignet med udbytterne af tilsvarende afgrøder dyrket konventionelt. Dette er gjort ved a. sammenligning med landsgennemsnittet for udbyttet af den pågældende afgrøde. b. sammenligning med det gennemsnitlige "konventionelle" udbytte indenfor samme område og/eller jordtype. c. partnersammenligning, hvor naboejendomme (konventionelle og økologiske) sammenlignes.

Ved partnersammenligninger har man den fordel, at man kan udvælge bedrifter, der er meget ens med hensyn til jordtype, nedbørsforhold, angreb af skadedyr samt til afgrødevalg, husdyrhold o.a. Ofte vil der kun ligge få bedrifter bag undersøgelsen, da det kan være vanskeligt at finde mange partnere indenfor et lille område.

2. Måling af udbyttet i forsøg, hvor jordtype, klimaforhold, afgrødevalg, gødskning (mængde/form) plantebeskyttelse vanding osv. er fastlagt.

III.2. Udbytteforhold på eksisterende økologiske brug

Skandinavien

De første undersøgelser af udbytteforholdene i Skandinavien på økologiske bedrifter blev påbegyndt i 1950'erne. Den biodynamiske forening påbegyndte en undersøgelse i 1955 med 8 svenske jordbrug, undersøgelsen blev udvidet i 1957 med 12 danske og 2 norske jordbrug. Resultaterne er sammenfattet til og med 1959 (Pettersson, 1961) og 1961 (Pettersson (1963)). Udbytterne blev ikke sammenlignet med udbyttet på konventionelle brug, derimod blev der foretaget en sammenligning med udbyttet på ugødet jord (resultater fra Askov sand- og lermark). Gennemsnit for sædskiftet på lerjorde var for de økologiske gårde 4000 f.e./ha ved brug af gødning svarende til 1 storkreatur/ha. Tilsvarende udbytter på sandjorde var 2500 f.e./ha.

Udbytterne fra de ugødede Askov-forsøg var til sammenligning knap 1000 f.e./ha på sandjorden.

Afgrødeudbytterne i det eksisterende danske økologiske jordbrug er som gennemsnit af alle afgrøder 5-25% under udbytterne i det konventionelle, sidstnævnte betragtet ud fra landsgennemsnit (Rosenstand, 1983) (tabel 2). Udbytteforskellen er mindst på gode jorde og for bælgeplanter, kløvergræs og svagt næringskrævende arter og størst for vinterhvede og rækkeafgrøder. Der er dog også rapporteret om samme udbytte for økologisk og konventionelt dyrket korn. I en partnerundersøgelse (kun 1 par gårde), hvor den ene gård var drevet økologisk i 30 år, blev der fundet samme udbytte af vinterhvede og vårbyg (Rasmussen, 1983; Rasmussen et al, 1985). Kerneudbytterne i byg lå dog 15-20% under udbytterne for egnen (Vestsjællands Landboforening), hvorimod der var god overensstemmelse for vinterhvede. Forsøget blev kun udført i 1 år. I første halvdel af vækstsæsonen havde byg og vinterhvede i det økologiske brug den største tørstofmasse, men den mindste væksthastighed. I sidste del af vækstsæsonen var der ingen forskel.

Tabel 2. Økologisk jordbrugs gennemsnitsudbytte af korn til modenhed i 1980., hkg kerne/ha. Sammenligning med de generelle oplysninger om kornudbytter fra Danmarks Statistik for samme år. (Rosenstand, 1983).

	Lerjord			Sandjord			Hele landet		
	Ø	K	Ø - K %	Ø	K	Ø - K %	Ø	K	Ø - K %
vinterhvede	42,4	46,8	- 9	-	39,9	-	38,7	47,4	-18
vårhvede	39,0	38,5	1	28,0	36,3	-23	35,5	37,7	- 6
rug	41,7	37,6	11	25,0	31,8	-21	32,9	35,6	- 8
byg	37,3	41,3	-10	30,0	36,0	-17	33,7	38,3	-12
havre	38,3	44,6	-14	31,0	37,2	-17	31,6	39,7	-20
bælgsæd - kornblanding	45,8	*		42,5	*		46,4	*	

Ø = Økologisk brug

K = Lands gennemsnit

* = Ingen oplysninger

Udbyttetallene må tages med forbehold og kan kun betragtes som vejledende, da mange af delresultaterne kun bygger på et meget lille talmateriale.

I to svenske undersøgelser ved Skåne og Halland (Carlsson, 1976) og Hörby (Videgård, 1983) blev der fundet et 85-89% udbytte ved økologisk dyrkning af kartofler sammenlignet med konventionel dyrkning. Der indgik fra 15-20 økologiske bedrifter i undersøgelsen, og udbyttetallene blev sammenlignet med gennemsnit for dyrkningsområderne. Forsøgene blev kun gennemført i få år.

England

Batemann (1984) undersøgte udbytterelationerne ved økologisk dyrkning ved interviews med 82 økologiske dyrkere i England og Wales i perioden 1979-80. Udbyttet på de økologiske bedrifter var i de fleste tilfælde lavere end landsgennemsnittet for tilsvarende konventionelle afgrøder. Som gennemsnit af alle afgrøder var udbyttet ca. 90% af det konventionelle. Store variationer var dog til stede. På 11 gårde som dyrkede vinterhvede havde 7 et udbytte under det konventionelle, 3 samme udbytte og 1 et større udbytte.

Tyskland

Müller (1980) sammenlignede over en 10 års periode udbyttet på en biodynamisk bedrift i Dottenfelderhofes (nær Frankfurt) med det gennemsnitlige udbytte for området. Udbyttet af økologisk dyrket korn (hvede, rug og havre) var 5-10% under det konventionelle.

Derimod viste rodfrugter (kartofler, sukkerroer, roer, gulerødder og rødbeder) gennemsnitligt samme udbytte som det konventionelle for området. Der var dog meget store variationer. Dette er modsat de danske resultater, der viste størst udbytteforskel mellem økologisk og konventionel drift ved rækkeafgrøder.

En tre-årig partnerundersøgelse med 9 biodynamiske gårde og et større antal konventionelle gårde fra Baden-Württemberg viste et 9-36% mindre udbytte af korn dyrket økologisk sammenlignet med dyrket konventionelt (Brugger & Held, 1980; Brugger, 1982).

USA

I USA "majsbelte" i Midtvesten er 14 økologiske brug blevet sammenlignet med 14 tilsvarende konventionelle brug (Lockeretz, 1975, 78, Lockeretz et al., 1975, 1976, 1977, 1978, 1981; Klepper et al., 1977). De økologiske brug var relativt store, og havde alle husdyrhold. De havde alle været dyrket økologisk i mindst 4 år. Undersøgelsesperioden var 2 år. Udbyttet af græs var i begge år højere på de økologiske bedrifter, for korn (majs, hvede og havre) lavere (typisk ca. 10%). Ofte klarede havre og soyabønne sig bedre end hvede og majs ved den økologiske dyrkning. Udbytterne var dog generelt lave i området for såvel økologisk som konventionelt dyrket korn (kun omkring 25 hkg kerne/ha for hvede og havre). Udbyttet af soyabønne var ca. 5% lavere ved økologisk dyrkning sammenlignet med konventionelt.

Undersøgelsen blev senere udvidet (Shearer et al., 1981, Wolfson & Shearer, 1981). Ud af 250 undersøgte økologiske brug blev 23 udvalgt til en nærmere undersøgelse. Disse brug var alle over 40 ha, havde husdyr, og jordstrukturen var kendt. Disse brugs udbytter blev sammenlignet med tilsvarende konventionelle brug fra området. Som gennemsnit af årene 77 og 78 var majsudbyttet 13% lavere ved økologisk dyrkning, soyabønneudbyttet 4% lavere og havreudbyttet 8% højere.

III.3. Udbytteforhold belyst ud fra forsøg.

III.3.1. Kornafgrøder.

I nogle af de mere langvarige forsøg, der er udført med økologisk dyrkning af korn, er der i næsten alle fundet et lidt lavere kerneudbytte sammenlignet med konventionel dyrkning.

I 9 årige forsøg i Sverige er det gennemsnitlige udbytte af økologisk dyrket vårbyg fundet at være ca. 85-90% af udbyttet ved konventionel dyrkning (Dlouhy, 1981; Pettersson, 1982). Der blev i disse forsøg anvendt samme tilførsel af kvælstof i begge dyrkningssystemer (ca. 120 kg N /ha/år), men det er sandsynligt, at en mindre total mængde kvælstof har været tilgængeligt for de økologisk dyrkede kornafgrøder.

Udbyttet af vårhvede blev derimod fundet at være af samme størrelse uanset dyrkningsmetode (Pettersson, 1982), dog var udbytterne generelt meget lave.

I en tysk undersøgelse er udbyttet af hvede og byg ved økologisk dyrkning fundet at være 86-87% af udbyttet ved konventionel dyrkning (Seibel, 1982).

I engelske forsøg er lignende udbytteforhold fundet (Haughley forsøgene) (Balfour, 1975). Disse undersøgelser sammenlignede tre dyrkningssystemer, et system med økologisk dyrkning, hvor driften var baseret på husdyrhold, et "blandet" system med samme husdyrhold og sædskifte som det økologiske, men hvor der blev suppleret med handelsgødning, og hvor pesticidanvendelse var tilladt. Det tredje system var baseret på ren planteavl med korn som hovedafgrøde. I dette system blev anvendt handelsgødning og pesticider.

For såvel hvede som byg blev der som gennemsnit af 12 år fundet det største udbytte ved den "blandede" dyrkning og det laveste udbytte ved den økologiske dyrkning (tabel 3). For byg gav konventionel korndyrkning (ren planteavl) næsten ligeså stort udbytte som dyrkning af byg i et mere alsidigt sædskifte ("blandet"), derimod var udbyttet af hvede signifikant lavere ved mere ensidig dyrkning end ved dyrkning i et alsidigt sædskifte.

Disse resultater stemmer overens med danske undersøgelser med korn dyrket i monokultur sammenlignet med korn dyrket i mere alsidige sædskifter (Høg, 1986 c). Her blev det konkluderet, at hvede viser stor udbyttedepression ved ensidig dyrkning, mens byg er den afgrøde, der bedst kan klare sig i ensidige sædskifter. Det skal bemærkes, at udbyttelniveauet i de engelske undersøgelser er noget lavere end i dag, hvilket dels skyldes en total mindre anvendt kvælstofmængde (ca. svarende til 50-65 kg N/ha), og et andet sortsvalg.

Tabel 3. Udbytte af hvede og byg dyrket i et økologisk, et blandet og et konventionelt sædskifte, hkg kerne/ha. (Balfour, 1975)

	Udbytte					
	Hvede			Byg		
	Økol.	Bland.	Konv.	Økol.	Bland.	Konv.
1952-61	27,7	32,8	30,2	35,3	34,0	40,3
1952-63	28,2	33,6	32,0	34,4	37,9	39,8
1952-67	29,9	36,5	32,9	30,9	40,7	39,8
relativt 1952-67	82	100	90	76	100	98

Økologisk : Brug med husdyr og selvforsyning af foder,
(Økol.) staldgødning, ingen pesticider.

Blandet : Brug med samme husdyrhold og sædskifte som økologisk,
(Bland.) staldgødning + handelsgødning, pesticider.

Konventionelt: Ren planteavl, primært korn
(Konv.) handelsgødning, pesticider.

I nogle undersøgelser eller måske nærmere i visse dyrkningsår er der fundet ligeså høje eller højere kornudbytter ved økologisk dyrkning end ved konventionel dyrkning. Som gennemsnit af årene 1971-73 fandt Pettersson (1976), at udbyttet af henholdsvis vårhvede og byg dyrket økologisk var 105 og 106 i forhold til udbyttet af konventionel dyrket korn, der var sat til 100. Dlouhy (1977) fandt for samme år og samme afgrøder de tilsvarende værdier til 99 for vårhvede og 91 for byg. Lockeretz et al. (1977) fandt, at i det tørre år 1974 i USA klarede økologisk dyrket hvede sig relativt bedre end det konventionelt dyrkede. Det modsatte var tilfældet i det mere almindelige år 1975. De forklarer dette med, at i et tørt år kan der være en tendens til en dårlig udnyttelse af den tilførte handelsgødning, hvor der ikke vandes, hvilket kan bevirke et meget lille udbytte. En lidt større humusmængde tilstede i jorder, hvor der dyrkes økologisk, kan bevirke en lidt større vandholdende evne, hvilket kan være en fordel i tørre år.

III.3.2. Grønsagsafgrøder.

Der er udført en del forsøg med udbyttebestemmelse af økologisk dyrkede grønsagsafgrøder, men disse forsøg er ofte kortvarige.

I de svenske forsøg er der fundet større udbytteforskel mellem økologisk og konventionel dyrkning med hensyn til kartofler end med hensyn til korn. Som gennemsnit af 9 år er der ved den økologiske dyrkning kun opnået fra 74-82% af udbyttet sammenlignet med den konventionelle dyrkning (Pettersson, 1976,82; Dlouhy 1977,81). Andelen af store og mellemstore kartofler (over 50 mm) i forhold til den samlede høstede mængde var også kun 82% af den tilsvarende mængde ved konventionel dyrkning. Forskellen mellem de to driftsformer med hensyn til udbytte udlignedes dog lidt ved omregning til omsættelig energi, da de økologiske kartofler havde et lidt højere tørstofindhold og holdbarhed (se afsnit III.3.5. fig. 1).

I Tyskland er der udført nogle langvarige forsøg med udbyttemålinger af forskellige grønsagsafgrøder (Schuphan, 1974b). I et 12 årigt forsøg ved Geisenheim blev forskellige gødningstyper sammenlignet, NPK (80-240 kg N/ha), omsat gødning (30t/ha), omsat gødning + NPK (30t/ha + 80-240 kg N/ha) og biodynamisk kompost (86t/ha). De dyrkede afgrøder var spinat, salat, savoykål, knoldselleri, gulerod, sukkerroer og kartofler. Omsat gødning gav henholdsvis 46 og 56% af udbyttet sammenlignet med NPK på sand- og lerjord som gennemsnit af alle afgrøder. Den biodynamiske kompost gav udbyttetab på 20-28%. Tilførsel af såvel omsat gødning som NPK gav et merudbytte på 17%. De største udbyttetab ved tilførsel af de organiske gødninger forekom i spinat og savoy (bladafgrøderne).

Man skal bemærke, at gødningsforsyningen (organisk kontra uorganisk) var meget forskellig i de forskellige forsøgsled i dette tyske forsøg.

I et andet tysk forsøg blev udbyttet af porre, rødbede, knoldselleri og hvidkål bestemt (Reinken et al., 1983). Der blev tilført næsten samme kvælstofmængde til de to dyrkningssystemer. Porre gav et lidt lavere udbytte dyrket økologisk, dog ikke væsentligt (tabel 4). Derimod var udbyttet af rødbede lidt højere. Knoldselleri gav 10% lavere udbytte og hvidkål 30% lavere udbytte ved den økologiske dyrkning sammenlignet med den konventionelle.

Tabel 4. Udbytte af porre, rødbede, knoldselleri og hvidkål ved økologisk (biodynamisk) og konventionel dyrkning. kg/m², gns. 1978-80. (Reinken et al., 1983)

	Økologisk	Konventionelt
PORRE, "Catalina"		
I. klasse	1,98	2,20
II.klasse	1,74	1,99
ikke salgbare	0,18	0,16
ialt	3,90	4,35
RØDBEDE, "Rotunda"		
størrelse 4 - 8 cm	2,16	1,99
størrelse 8 - 12 cm	0,14	0,18
ikke salgbare	0,76	0,66
ialt	3,06	2,83
KNOLDSELLERI, "Rokanova"		
størrelse over 12 cm	3,00	3,18
størrelse 9-12 cm	0,73	0,39
rest	0,99	1,60
ialt	4,72	5,17
HVIDKÅL, "Hidena"		
I. klasse	4,80	7,15
II.klasse	0,09	0,03
ikke salgbare	0,07	0
ialt	4,96	7,18

N: ca. 250 kg N/ha i de konventionelle parceller (gns. af afgrøder og år)
300 kg N/ha i de økologiske parceller (gns. af afgrøder og år)

Gødningen i de økol. parceller er primært baseret på kompost af vegetabilsk oprindelse iblandet byg- eller hvedehalm.

Sædskifter: a. sommerraps/rosenkål, porre, knoldselleri
b. bønne/porre, rødbede, hvidkål.

I et 2 årigt forsøg i Sverige blev der ikke fundet nogen forskel i udbytte af gulero og porre dyrket henholdsvis økologisk og konventionelt, derimod gav økologisk dyrket hvidkål kun ca. 90-95% af det tilsvarende konventionelle udbytte (Nilsson, 1979a,b). I et 2 årigt forsøg i USA fandt Svec et al.(1976), at økologisk dyrkning af tomater, kartofler, peberfrugter, løg og ærter gennemsnitlig gav 90-95% af udbyttet ved konventionel dyrkning. De sæsonmæssige variationer var betydeligt større end variationer på grund af dyrkningsformen. Med hensyn til tørstofindholdet i grønsager viser de fleste undersøgelser, at dette er højere i økologisk dyrkede grønsager sammenlignet med konventionelt dyrkede.

Dlouhý (1981) og Pettersson (1982) fandt et højere tørstofindhold i kartofler ved økologisk dyrkning sammenlignet med konventionel. I forhold til den konventionelle dyrkning var tørstofindholdet ca. 10% forhøjet. Kartofflerne havde fået samme mængde kvælstof tilført i de to forskellige dyrkningssystemer, men reelt var der sandsynligvis optaget en mindre mængde i de økologiske kartofler på grund af en mindre kvælstoftilgængelighed i jorden. I et forsøg med porre, rødbede, knoldselleri og hvidkål, hvor der til de konventionelt dyrkede afgrøder blev tilført gennemsnitlig 250 kg N/ha, men til de økologisk dyrkede over 300 kg N/ha, blev der fundet samme tørstofprocent i produkterne ved høst (Reinken et al. 1983, Reinken 1984). Tilsvarende fandt Nilsson (1979a, b), at organiske gødninger gav det højeste tørstofindhold i gulerødder, men det laveste i kål og porrer sammenlignet med NPK. Han mente, at de forskellige afgrøders krav på kvælstof kunne forklare deres respons for gødningsformen. Hurtigtvoksende og næringskrævende afgrøder ville have mere fordel af lettilgængeligt kvælstof.

III.3.3. Frugt.

Der er kun udført få forsøg med økologisk frugtdyrkning. Reinken et al. (1983) sammenlignede udbyttet af forskellige æblesorter dyrket økologisk og konventionelt. Der var i alle forsøgsårene (3 år) en bedre bladstand i de økologiske parceller, større blade og mere intensivt grønne blade. Udbyttet var derimod lavere (tabel 5). At væksten var stærkere i de økologiske æbletræer kan tyde på en stærk kvælstoftilførsel. En jordundersøgelse viste da også et dobbelt så stort nitratindhold i de økologiske parceller. Den tilførte kompostmængde til disse parceller var også stor 40-100 t/ha. For alle sorterne gav konventionel dyrkning det største frugtudbytte. Forskellen mellem udbyttet ved konventionel dyrkning og økologisk dyrkning var dog betydeligt større for sorterne "Roter Boskoop" og "Roter Berlepsch" end for sorten "Cox Orange". Sidstnævnte sort klarer sig således relativt bedst ved den økologiske dyrkningsform.

Med hensyn til opdeling i handelsklasser og lagringstabets størrelse var der ikke forskel mellem de to dyrkningsformer.

Rader et al. (1985) viste i et 2 årigt forsøg i en 10 år gammel fersken plantage, at mængden af kvælstof uanset gødningstype (uorganisk, algeekstrakt, staldgødning) bestemte udbyttet. Denne problemstilling er behandlet i afsnit IV.8.

Tabel 5. Udbytte af æble dyrket økologisk og konventionelt.
kg/træ 1978-80. (Reinken et al., 1983)

	Økologisk	Konventionelt
Sort		
<u>"Cox Orange"</u>		
1978	4,21	4,64
1979	14,78	15,30
1980	13,29	14,58
gns.	10,76	11,50
<u>"Roter Boskoop"</u>		
1978	14,98	15,16
1979	4,50	9,94
1980	18,61	31,38
gns.	12,70	18,82
<u>"Roter Berlepsch"</u>		
1978	2,98	5,35
1979	8,23	16,80
1980	4,79	7,32
gns.	5,33	9,82

III.3.4. Foderafgrøder.

Der er i litteraturen kun meget sporadisk behandlet udbytteforhold af foderafgrøder dyrket økologisk. I den 9 årige svenske undersøgelse (Dlouhý, 1981, Pettersson, 1982) blev der fundet et udbytte af økologisk dyrket græs (grønmasse) på 95% af udbyttet ved konventionel dyrkning. I den engelske undersøgelse med sammenligning af en økologisk bedrift og en tilsvarende konventionel bedrift med samme sædskifte og husdyrhold var udbyttet på den økologiske bedrift som gennemsnit af 12 år kun 77% af udbyttet på den alsidige konventionelle gård (Balfour, 1975).

Udbyttet af foderafgrøder dyrket økologisk er i Tyskland undersøgt af Abele (1973) og Thun & Heinze (1973) for raps og sennep. Ronnenberg (ref. i Wermke & Zimmer, 1978) undersøgte udbyttet af silomajs. Udbytterne i disse forsøg var kun omkring 60% af de gennemsnitlige konventionelle udbytter for området.

På grund af målet i økologisk jordbrug om at være selvforsynende med foder vil det være vigtigt nærmere at få klarlagt udbytteforholdene ved dyrkning af foderafgrøder i økologiske dyrkningssystemer, ligesom at få bestemt hvilke afgrøder, der klarer sig bedst ved denne dyrkningsform.

III.3.5. Udbyttet målt i energienheder.

For såvel registreringerne af udbyttet på eksisterende bedrifter som udbyttmålingerne i deciderede forsøg er det gældende, at det kan være meget vanskeligt at drage en reel sammenligning mellem to dyrkningssystemer, der er så forskellige. Ligeledes kan det have betydning, i hvilken enhed udbyttet måles. Dlouhý (1981) og Pettersson (1982) har prøvet at belyse en del af denne problemstilling (fig. 1).

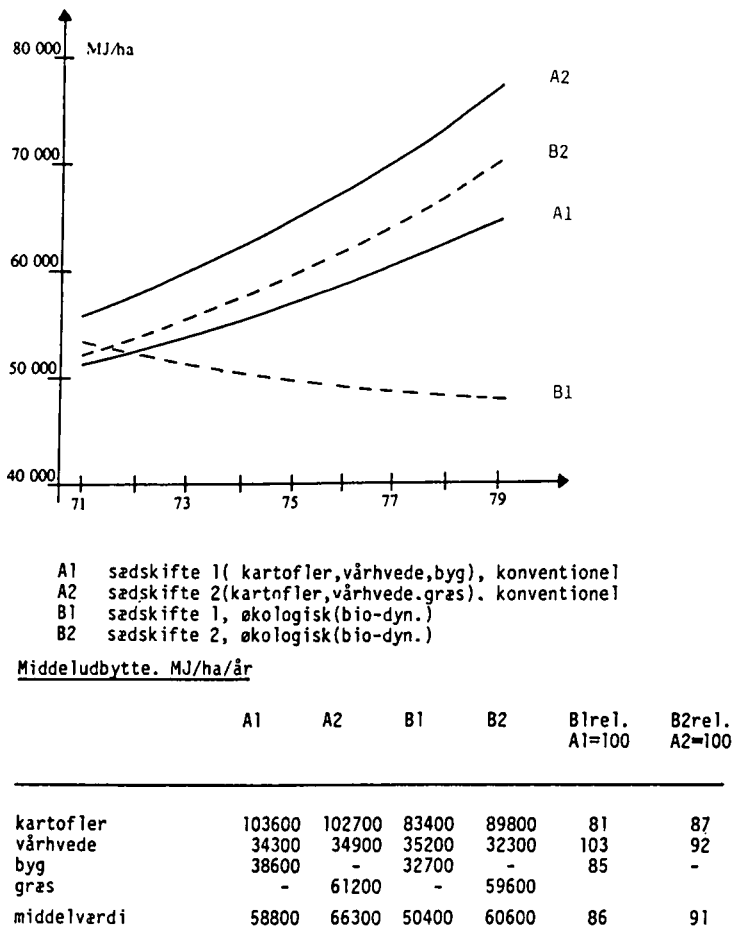


Fig. 1. Energiudbytte, middelværdi for samtlige afgrøder. MJ/ha/år.
(Pettersson, 1982).

Ved sammenligningen af det økologiske dyrkningssystem med det konventionelle blev der inddraget to forskellige sædskifter i begge dyrkningssystemer og totaludbytterne blev omregnet i energiudbytter. Sædskifte 1 (kartofler, vårhvede, byg) lignede mest et typisk konventionelt sædskifte, mens sædskifte 2 (kartofler, vårhvede, græs) skulle tilnærme et typisk økologisk. Sammenlignes udbytterne i det økologiske dyrkningssystem med udbytterne i det konventionelle, har det gennemsnitlige udbytte været 14% lavere ved sædskifte 1 men kun 9% lavere ved sædskifte 2. Ligeledes har udviklingen i udbyttet været størst i de alsidige sædskifter. I samtlige sædskifter blev middeludbyttet omregnet fra totaludbytte (hkg/ha) til energienhed (megajoule, MJ). Hermed kan der tages hensyn til bl.a. tørstofindhold og holdbarhed af produktet. Som gennemsnit af samtlige afgrøder har det alsidige konventionelle sædskifte givet det største energiudbytte, men det alsidige økologiske sædskifte har givet større energiudbytte end det mere ensidige konventionelle. Det kan fra dette eksempel ses, at sædskiftetypen (og afgrøden), der indgår i sammenligningen, kan være af betydning, når udbytterne skal sammenlignes. Ligeledes kan det for visse afgrøder være af stor betydning at der foruden totaludbyttet tages hensyn til tørstofindhold og holdbarhed.

III.4. Konklusion/diskussion.

Udbytteregistreringer på eksisterende økologiske brug i Danmark og udland har vist et lavere udbytte af de fleste afgrøder ved denne dyrkningsform sammenlignet med udbyttet af tilsvarende konventionelt dyrkede afgrøder. Som gennemsnit for alle afgrøder er udbyttet typisk 5-20% under det konventionelle. I en del registreringer af udbyttet af kornafgrøder har udbyttet dog kun været 5-10% under det konventionelle, og nogle gange af samme størrelsesorden. Der er dog tale om betydelige variationer i disse undersøgelser. Antallet af år i den/de enkelte bedrifter har været drevet økologisk, hvor godt jordbrugskendskab den enkelte avler har, klimaforhold o.a. kan bevirke store udsving. Ligeledes kan gødningmængde og sædskifteforhold være meget forskellige fra bedrift til bedrift. Undersøgelser under kontrollerede forsøgsbetingelser har vist, at ved samme gødningstildeling (kg N/ha), (organisk i økologisk jordbrug, uorganisk i konventionelt jordbrug), vil udbyttet af kornafgrøder dyrket økologisk typisk være 85-95% af de konventionelt dyrkede.

Udbytteforskellen mellem konventionel dyrkning og økologisk dyrkning er i de fleste undersøgelser fundet at være større for grønsagsafgrøder og kartofler end for kornafgrøder. Ofte har forsøg med grønsagsafgrøder vist udbytter ved den økologisk dyrkningsform på under 85% af den konventionelle. Gødningstildelingen har dog i nogle af disse forsøg været forskellig i det økologiske og det konventionelle forsøg. En del grønsagsafgrøder kan være ret modtagelige for skadedyr, og det lave udbytte ved økologisk dyrkning kan måske forklares herudfra. Ofte foreligger der ikke samtidige målinger af udbytte og skadedyrsforekomst i forsøgene, så betydningen af et evt. skadedyrsangreb kendes ikke. Næsten alle grønsagsafgrøder dyrkes som rækkeafgrøder, og holdes rækken ikke fri for ukrudt, kan ukrudtsforekomst bevirke udbyttetab.

Der foreligger kun få undersøgelser af udbyttestørrelser ved økologisk dyrkning af frugt og foderafgrøder. De foreliggende undersøgelser viser lavere udbytte ved den økologiske dyrkning end ved den konventionelle. Forsøgene kan pga. deres ringe antal ikke tages for andet end vejledende.

IV. PLANTEKVALITET

IV.1. Indledning.

Ved den økologiske dyrkningsform tillægges afgrødens kvalitet en meget stor betydning.

Spørgsmålet om korn, frugt og grønsager dyrket økologisk har en bedre kvalitet og en højere næringsværdi end tilsvarende konventionelt dyrkede produkter er da også undersøgt i mange lande. Nogle af disse undersøgelser omhandler hele det økologiske dyrkningssystem kontra det konventionelle (Hansen 1977, 81; Wilberg 1972; Pettersson 1976, 82; Dlouhý 1977, 81; Diehl & Wedler, 1978; Dlouhý & Nilsson, 1983), mens andre kun behandler spørgsmålet om gødningsformen (Groven, 1960; Haworth 1961; Schuphan 1972, 74a,b, 75; Pettersson, 1972; Barker, 1975; Maass & Grüner 1976; Svec et al., 1976; Maga et al., 1976; Nilsson 1979a, b).

IV.2. Indkredsning af kvalitetsbegrebet

Kvalitetsbegrebet kan tolkes på mange måder, og der findes ikke en entydig definition af plantekvalitet.

Schuphan (1974a) forklarer kvalitetsbegrebet ud fra tre kriterier:

1. "Ydre" kvalitet. Vurdering af produktet under hensyntagen til standarden på markedet. Heri indgår parametre som udbytte, størrelse, form, farve, udseende, sygdomsfrihed, friskhed og modenhed.
2. Brugsværdi. Vurdering af produktet med hensyn til dets specielle anvendelsesmuligheder; f.eks. anvendelse i husholdning, industri eller til foder. Muligheder for høstning, transport, håndtering og industriel bearbejdning. Heri indgår parametre som tørstofindhold (vandindhold), stivelsesindhold, glutenindhold, kogekvalitet, lagringstid og bagekvalitet.
3. Biologisk værdi. Vurdering af produktet med hensyn til indhold af forskellige kemiske bestanddele, som bestemmer næringsværdien.

Heri indgår parametre som proteinindhold, vitaminindhold, aminosyresammensætning, mineralstofindhold, fiberindhold og sukkerindhold. Der indgår også vurdering af stoffer, som er uønskede i produktet f.eks. nitrat, pesticider og tungmetaller.

I tabel 6 er der givet en samlet oversigt over nogle kvalitetsparametre og disse egenskabers relation til produktets kvalitet.

Tabel 6. Kvalitetsbedømmelse.

	<u>Positiv</u>	<u>Negativ</u>
<u>Almene kvalitetsparametre</u>		
udbytte (hkg/ha)	højt	lavt
tørstofindhold(%, kg/ha)	højt	lavt
Kvælstofindhold		
total-kvælstof=råprotein (%, kg/ha)	lavt	højt
renprotein (%, kg/ha)	højt	lavt
aminosyresammensætning (EAA index)	(1)	
fri aminosyrer (% af totalkvælstof)(2)	lavt	højt
nitrat (mg/kg)	lavt	højt
Vitaminindhold (mg/kg)		
A-vitamin (carotin)	højt	lavt
B-vitaminkompleks (thiamin, riboflavin o.a.)	højt	lavt
C-vitamin (ascorbinsyre)	højt	lavt
Mineralstofindhold		
P,K,Na,Fe,Mg o.a.	(3)	
Andet		
pesticidindhold	ingen/lavt	tilstede/højt
tungmetaller	lavt	højt
kvalitetsindex (2)	højt	lavt
ekstraktopløsning (Rd/Ro)(2)	lav	høj
mørkfarvning af ekstrakt ($E_{48 \times 10^{-3}}$)(2)	lille	stor
krystalbillede (Fk værdi) (4)	lav Fk	høj Fk
<u>Kvalitetsparametre med speciel tilknytning til kornprodukter.</u>		
tusindkornvægt (g)	stor	lille
volumenvægt (kg/hl)	høj	lav
Proteinkvalitet (5)		
tør gluten (% af melmængden)	højt	lavt
zelenytal	højt	lavt

	<u>positiv</u>	<u>negativ</u>
Stivelsesegenskaber (6)		
faldtal	højt tal	lavt tal
amylogram (BE,max højde)	højt tal	lavt tal
Reologiske egenskaber (7)		
farinogram		

vandabsorption (%)	høj	lav
dej-udvikling (min.) og	lang tid	kort tid
stabilitet (min.)		
extensogram		

energi, A, cm ²		
modstand, B, BE		
strækbarhed, C, mm		
koefficient, D (B/C)	0,25-0,30	
Prøvebagning		
brødvægt (g/100 ₃ g mel)	høj	lav
brødvolumen (cm ³ /100 g mel)	høj	lav
porøsitet (skala 1-8)	høj	lav
elasticitet (skala 0-200)	høj	lav
<u>Kvalitetsparametre med speciel</u>		
<u>tilknytning til grønsager og frugt.</u>		
udseende/farve	god/smuk	dårlig
smag (8)	god	dårlig
størrelsesfordeling	mange store	mange små
udkogningstendens	lille	stor
lagringstab (% svind ved lagring)	lille	stor
sukkerindhold	højt	lavt
<u>Kvalitetsparametre med speciel</u>		
<u>tilknytning til foderafgrøder.</u>		
askeindhold (% af ts.)		
fordøjelighed (%)		
botanisk analyse (9)		
træstof		

Bedømmelserne "positiv" og "negativ" er ment som en rettesnor, når økologiske og konventionelle produkter sammenlignes. Nogle af parametrene kan skifte karakter fra positiv til negativ under ekstreme dyrkningsforhold. F.eks. vil et højt tørstofindhold "normalt" være positivt, når økol. og konv. produkter sammenlignes. Dog kan et meget højt tørstofindhold skyldes vandmangel i planten og må under disse forhold betegnes som negativt.

tabel 6 fortsat

Appendix til tabel 6.

- (1) EAA-index beregnes ud fra de essentielle aminosyres procentvise andel i produktet (a), i forhold til et "reference"-protein, ofte ægprotein (b).

EAA-index =

$$\sqrt[n]{\frac{a_1 \times 100}{b_1} + \dots + \frac{a_n \times 100}{b_n}}$$

referenceværdier: lysin 7,0, threonin 4,3, valin 7,2, methionin 4,0, isoleucin 7,7, leucin 9,2, fenylalanin 6,3, tryptofan 1,5, histidin 2,4, arginin 6,6.

- (2) Biodynamisk bedømmelsesmetode af kvalitet.

Kvalitetsindex er udregnet ud fra resultaterne af tre målinger:

- a. fri aminosyrer (mg N/100 g tørstof), 275 mg N/100 g tørstof = 100.
b. ekstraktopløsning, Rd/Ro, Rd/Ro, 25=100.

Metoden er udarbejdet af Bo Pettersson (1966,67). Når et ekstrakt af et plantemateriale nedbrydes, opstår nedbrydningsprodukter, som leder strøm. Dette medfører, at den elektriske modstand falder. Umiddelbart efter fremstilling af ekstraktet måles dettes elektriske ledningsevne, Ro, ved 20° C. Der fortsættes med at måle, til der ikke mere kan registreres nogen modstand = Rmin, ca. efter 4-6 døgn.

$$Rd/Ro = (Ro - Rmin) \times 100/Ro.$$

- c. mørkfarvning af ekstrakt, E48 x 10³ (20% tørstof)

$$E48 \times 10^3, 500 = 100$$

Metoden er udarbejdet af Bo Pettersson (1966,67). Et filtreret ekstrakt (rå) fra den pågældende afgrøde fyldes i kuvetter og ekstraktets transmission måles efter forskellig tid på et fotospektrometer. Ved hjælp af regressionsberegning fastsættes transmissionen T. T omregnes til ekstinktionsværdien E.

$$E = (2^{-10} \log T) \times 1000$$

Denne udtrykkes som E48 x 10³.

- (3) Værdien bestemmes ud fra hvilket størrelsesforhold de forskellige mineraler har i produktet, ofte i forhold til størrelsen af andre mineraler.

tabel 6 fortsat

(4) Biodynamisk bedømmelsesmetode af kvalitet.

Metoden er udarbejdet af Pfeiffer og videreudviklet af bl.a. Pettersson (1966,67).

Metoden går ud på at lade en blanding af planteekstrakt og kobberklorid udkrystallisere ved en bestemt temperatur og luftfugtighed (ca. 0,2 g CuCl_2 , 6 ml H_2O , 0,1 ml planteekstrakt).

De forskellige krystalbilleder, som dannes, afhænger af dyrkningen af produktet. Bedømmelsen af krystalbillederne udføres ved en sammenligning med billeder, som er ordnet i en skala med kontinuerligt fremtrædende morfologiske forandringer. En høj Fk værdi anses for dårligere m.h.t. eteriske kræfter.

(5) Proteinkvalitet:

glutenindhold. Bestemmes ved at blande hvedemel med en svag saltopløsning, hvorved stivelsen og de vand- og saltopløselige proteiner opløses. Den resterende mængde består hovedsageligt af de proteinfraktioner, som danner glutenkomplekset.

zelenytaal. (sedimentationsværdi). Angiver et samlet mål for såvel proteinets kvalitet som kvantitet. Værdien angives i ml og er et udtryk for rumfanget af ikke-vandopløseligt protein.

(6) Stivelsesegenskaber:

faldtal er et mål for stivelsens forklistringsformåen, falldal 150 er svag forklistring, hvilket er dårligere til bagning.

amylogram er en kurve som angiver forandringer i stivelsens forklistringsformåen ved opvarmning af en mel-vandblanding fra 25°C til 95°C. Måles i enheder BE (Brabender).

(7) Reologiske egenskaber (bageegenskaber):

farinogram er en kurve som afspejler bagningens væsentligste kemiske og fysiske egenskaber ved dejudvikling.

extensogram afspejler dejproteinernes, specielt glutenkompleksets, formåen til hævnning og strækning.

(8) Smag bedømmes ud fra smagsundersøgelser af produktet i rå eller tilberedt stand. Et udvalgt "smagerpanel" er ofte medvirkende.

(9) I kløvergræs afgrøder udføres ofte en botanisk analyse. I økologisk jordbrug vil en stor bælglanteandel være positiv p.g.a. muligheder for en god kvælstofforsyning og et stort proteinudbytte. I forhold til ren græs vil en kløvergræsmark dog ofte give lavere udbytte.

IV.3. Indhold af kvælstof, vitaminer og mineraler

IV.3.1. Kornafgrøder.

Pettersson (1976, 82) tilknyttet den biodynamiske forsøgsstation Järna og Dlouhý (1977, 81) tilknyttet Sveriges Lantbruksuniversitet sammenlignede den biodynamiske og den konventionelle dyrkningsforms indflydelse på forskellige produkters kvalitet. Undersøgelserne på de to steder var sammenlignelige med hensyn til dyrkningsmetode, gødskning og afgrødevalg.

Dlouhý (1981) fandt som gennemsnit af 6 år, at udbyttet af byg, vårhvede og havre var højere ved den konventionelle dyrkning (tabel 7). Derudover var råproteinudbyttet og renproteinudbyttet højere ved den konventionelle dyrkning. Forskellige bagekvalitetsforhold blev undersøgt for vårhvede. Den konventionelle dyrkning bevirkede et højere glutenindhold (1,7-2,2% enheder), zelenytal (8,8-9,9), et bedre farinogram, et bedre brødvolumen i bagetest (16-18 cm³/100 g mel) og en højere volumenvægt (0,6 kg/hl). Blev det "typiske" konventionelle sædskifte sammenlignet med det "typiske" økologiske var forskellen mellem de to dyrkningssystemer mindre med hensyn til udbyttet af kornafgrøderne. Men når det gjaldt proteinegenskaber, stivelses- og bageegenskaber blev forskellen yderligere forstærket.

Pettersson (1982) fandt samme udbytte, volumenvægt, renproteinindhold og indhold af frie aminosyrer ved den biodynamiske og den konventionelle dyrkning af vårhvede. Den konventionelle dyrkning gav lidt højere glutenindhold og zelenytal samt bageegenskaber, mens den biodynamiske dyrkning gav højere farinogram og amylogram. Samme tendens med hensyn til plantekvalitet var til stede for vårbyg.

Tabel 7. Udbytte og kvalitetsegenskaber af vårhvede og vårbyg. Konventionel dyrkning med brug af uorg. gødning og pesticider (K). Forskel mellem biodynamisk dyrkning (B) og konventionel dyrkning (K), gns. af de to sædskifter (B-K) samt forskel mellem typisk biodynamisk sædskifte og typisk konventionelt sædskifte (B₂-K₁) gns. 1971-76. Sædskifte 1, kartofler, vårhvede, vårbyg, sædskifte 2, kartofler, vårhvede m. udlæg, græs. (Dlouhý, 1981)

	Vårhvede			Vårbyg	
	K	B-K	B ₂ -K ₁	K	B-K
Udbytte, dt/ha, 15% vand	34,6	-4,1	-3,8	34,4	-7,5
Volumenvægt, kg/hl	81,6	-0,6	-0,6	72,5	+0,2
Tusindkornvægt, g	41,8	-0,4	-0,3	46,4	-0,5
Proteinanalyser					
råproteinindhold, % af ts.	16,1	-1,5	-1,9	14,1	-2,2
råproteinudbytte, kg/ha	461	-91	-108	410	-135
tørgluten, %	12,0	-1,7	-2,2		
zelenytal	50,1	-8,8	-9,9		
fri aminosyrer, % af råprot.	1,2	+0,04	+0,05	1,28	+0,11
EAA-index	53,3	+1,3			
Stivelsesegenskaber					
faldtal	295	-2	-3	307	+24
amylogram, BE max.højde	628	+80	+98	504	+179
Reologiske egenskaber					
o farinogram					
vandoptagning, %	70,1	-1,4	-1,6		
dejudvikling, min	3,3	-0,5	-0,8		
dejstabilitet, min	1,4	-0,1	0,0		
blødhed, BE	123	+5,0	+5,0		
o extensogram					
energi, A, cm ²	52,0	-2,8	-1,1		
modstand, B, BE	84	+6,0	+10		
udstrækningsgr.C, mm	273	-17	-17		
koefficient, D (B/C)	0,31	+0,05	+0,07		
Prøvebagning					
brødvægt, g/100 g mel	141	0	0		
brød volumen, cm ³ /100 g mel	537	-16	-18		
porøsitet, skala 1-8	4,6	+0,4	+0,4		
elasticitet, skala 0-200	128	+2,0	0		
Biodynamisk analyse					
ekstraktopløsning, Rd/Ro	26,3	-0,7	-0,8	25,3	-0,7

Sorter:vårhvede: Pompe, Drabant
vårbyg: Ingrid

gns. Næringsstofforsyning (kg/ha)	N	P	K
konventionel	80	20	36
biodynamisk	55	40	60

Seibel (1982, 1983) i Tyskland fandt tilsvarende et højere udbytte (ca. 10%) og et højere totalt proteinudbytte (ca. 26%) i hvede dyrket konventionelt sammenlignet med hvede dyrket økologisk. Der blev anvendt næsten samme kvælstofmængde i disse forsøg. Der blev ikke fundet forskel i indhold af mineralerne calcium, jern, kalium og de essentielle aminosyrer lysin, methionin og cystein samt i bageværdien.

Såvel Scheunert & Wagner (1938) som Seibel (1982, 1983) fandt et højere B₁-vitaminindhold i konventionelt dyrket hvede sammenlignet med økologisk dyrket. Af forskellige gødningstyper medførte biodynamisk kompost det laveste B₁-vitaminindhold, efterfulgt af staldgødning, dernæst handelsgødning og med det højeste indhold i hvede tilført både handelsgødning og staldgødning (Scheunert & Wagner, 1938).

Rasmussen (1983) fandt stor forskel i næringsstofoptagelse mellem byg dyrket biodynamisk og byg dyrket konventionelt.

Dette på trods af, at der kun var mindre forskelle i afgrødens vækst og udbytte. Igennem hele vækstperioden optog de konventionelle bygafgrøder fra 16-54% mere kvælstof end de biodynamiske, men producerede den samme eller mindre mængde tørstof. Der var ikke forskel i optagelsen af fosfor.

IV.3.2. Grønsager.

Der er udført mange forsøg i grønsager, hvor delemner af kvalitetsbegrebet er undersøgt. Som tidligere omtalt omhandler nogle af disse undersøgelser hele dyrkningssystemer, andre kun betydningen af gødskningen. Hvilke kvalitetsparametre, der undersøges, varierer ligeledes fra forsøg til forsøg.

I det følgende vil det blive tilstræbt at udlede en eventuel tendens med hensyn til det økologiske dyrkningssystems indflydelse på de forskellige kvalitetsparametre. Da der indgår forskellige forsøg og dyrkningsforhold (her tænkes specielt på gødskning), er det ikke altid muligt at sætte talstørrelser på de observerede ændringer.

IV.3.2.1. Kvælstofindhold.

Økologisk dyrkning/benyttelse af organiske gødningsformer har i de fleste forsøg bevirket et lavere indhold af total-kvælstof.

Dette er fundet i kartoffel af Schuphan (1974b), Dlouhý (1977, 81), Pettersson (1976, 82) og Fischer & Richter (1984) samt i porre, rødbede,

knoldselleri og hvidkål (Reinken et al. 1983, Reinken 1984). Forskellen i total-kvælstofudbytte mellem de to dyrkningsformer var typisk fra 100-200 kg råprotein/ha.

Derimod er den relative andel af renprotein (renprotein i % af råprotein) højere i de økologisk dyrkede grønsager. Dette er fundet i kartofler af Schuphan (1974b) (18% højere) Dlouhý (1981) (5-10% højere), Pettersson (1982) (3-6% højere). Nilsson (1979a, b) fandt dog ingen forskel i renproteinandel i gulerod, hvidkål og porre uanset gødningsform. Det skal bemærkes, at selvom der ved den økologiske dyrkning under de gældende forsøgsforhold ofte findes en større andel af renprotein i grønsagsafgrøden, kan den samlede mængde af renprotein (hkg/ha) være højere i det konventionelle produkt på grund af dettes totalt højere udbytte.

Indholdet af nitrat er i næsten alle forsøg fundet at være lavere i de økologisk dyrkede produkter sammenlignet med de konventionelt dyrkede. Dette er fundet i mange forskellige grønsagsafgrøder af Schuphan (1974b) i kartoffel af Dlouhý (1981), Pettersson (1982) og Fischer & Richter (1984), i bederoer af Hansen (1981), i porre, rødbede, knoldselleri og hvidkål af Reinken et al. (1983) og i spinat af Schudel et al. (1979) og Ahrens et al. (1983). Det skal lige bemærkes, at Wilberg (1972) fandt et større gennemsnitligt nitratindhold i 12 prøver af frisk spinat købt i tyske helsekostforretninger (2,7% nitrat i tørstof) end i 12 tilsvarende prøver købt i almindelige butikker (2,4% nitrat i tørstof).

I mange af de nævnte undersøgelser med belysning af kvælstofindholdets størrelse ved de forskellige dyrkningsmåder har forfatterne bemærket, at den valgte kvælstofmængde havde betydning for/om der observeredes forskel i de forskellige kvælstoffraktioner samt forskellens størrelse. Det kan således være sandsynligt, at den tilgængelige kvælstofmængde, snarere end kvælstofformen er bestemmende for kvælstofindholdet i produktet. En nærmere præcisering af dette vil blive gjort i afsnit IV.8.

IV.3.2.2. Vitaminindhold

Carotinindhold(A-vitamin).

En forsøgsserie med tomater og gulerødder tilført forskellige former for kvælstofgødninger viste et 59% højere A-vitaminindhold i gulerødder og et 23% højere A-vitaminindhold i tomater ved tilførsel af mineralske gødninger

sammenlignet med organiske (Svec et al., 1976). Brandt & Beeson (1951) fandt ligeledes, at kompost i forhold til mineralgødning bevirkede et lavere A-vitaminindhold i gulerødder. Nilsson (1979a, b) fandt dog, at A-vitaminindholdet var upåvirket af kvælstofformen i gulerod og kål.

Ascorbinsyreindhold(C-vitamin)

Fischer & Richter (1984) fandt et mere end dobbelt så stort C-vitaminindhold i kartofler udtaget på 20 økologiske gårde i Tyskland sammenlignet med kartofler udtaget på konventionelle gårde (211 mg C-vitamin/kg i øko. mod 105 mg/kg på konv.). Det er dog sandsynligt, at mængden af kvælstof, der har været tilgængeligt for kartoflerne, kan have været meget forskellig i de to dyrkningssystemer. I eksperimentelle forsøg har man ikke fundet en så stor forskel i C-vitaminindhold i afgrøder dyrket henholdsvis konventionelt og økologisk; de økologiske produkter har dog gennemgående indeholdt den største C-vitaminmængde. I de svenske undersøgelser på Lantbruksuniversitetet og Järna (Dlouhý 1981, Pettersson, 1982) blev der fundet op til 15% højere C-vitaminindhold i de biodynamisk dyrkede kartofler sammenlignet med de konventionelle. Schuphan (1974b) fandt som gennemsnit af afgrøderne salat, spinat, savoykål, knoldselleri, gulerod og kartofler et 28% højere C-vitaminindhold i kompostgødede afgrøder sammenlignet med NPK gødede. Tilsvarende fandt Schudel et al. (1979) og Ahrens et al. (1983) et højere C-vitaminindhold i spinat ved tilførsel af kompost sammenlignet med tilførsel af NPK (tabel 8).

Wachholder & Nehring (1938) fandt dog ingen forskel i C-vitaminindhold i kartofler tilført enten komposteret gødning (30 t/ha), NPK (100/160/80) eller 1/2 mængde kompost og 1/2 mængde NPK. Svec et al. (1976) fandt samme C-vitaminindhold i forskellige afgrøder (tomater, kartofler, peber, salat og løg) tilført henholdsvis blodmel og NPK (ca. dobbelt så stor tilførsel af N i blodmel som i NPK). Sidstnævnte to forsøg er karakteristiske ved, at der i forhold til NPK er tilført mere kvælstof i de organiske gødninger.

Tabel 8. Udbytte, tørstofindhold, C-vitaminindhold og nitratindhold i spinat tilført forskellige gødningsformer og -mængder. Sort "Nores", potteforsøg. Schudel et al. (1979).

	friskvægt g/potte	tørstof %	tørstofudbytte g/potte	C-vitamin mg/100 g tørstof	nitrat g/tørstof
ugødet	18,9	8,34	1,54	575	2162
staldgødnings- kompost, 100	22,9	7,35	1,67	507	1574
staldgødnings- kompost, 300	25,5	6,68	1,71	493	1062
plantekompost, 300	26,8	7,87	2,04	508	3466
NPK, 100	48,5	6,16	3,00	448	7854
NPK, 300	38,4	5,82	2,24	452	8769

100 = 100 kg N/ha

300 = 300 kg N/ha

IV.3.2.3. Sukkerindhold

I et 12-årigt forsøg udført af Schuphan (1974b) blev der som gennemsnit af 7 afgrøder fundet et 19% højere sukkerindhold i organisk gødgede afgrøder. Nilsson (1979a, b) kunne derimod ikke finde forskel i sukkerindhold i gulerod tilført forskellige former for uorganiske og organiske gødninger.

IV.3.2.4. Mineralstofindhold

Om det økologiske dyrkningssystem i forhold til det typiske konventionelle, har nogen indflydelse på indholdet af mineralstoffer i det høstede produkt, kan ikke udledes af de til nu udførte undersøgelser. I de fleste undersøgelser er der således ikke fundet forskel i indhold af forskellige mineralstoffer i afgrøder dyrket enten konventionelt eller økologisk.

Svec et al. (1976) fandt, at indholdet af kvælstof, fosfor, calcium, kalium og magnesium i tomat, kartofler, peber, salat og løg var ens uanset om de blev dyrket konventionelt eller økologisk. Hansen (1977, 1981) fandt ingen forskel i indholdet af kalium, natrium, calcium, magnesium og fosfor i kartofler, gulerødder, rødbeder og grønkål dyrket på 4 økologiske og 4 konventionelle gårde. Reinken (1984) fandt heller ingen forskel i indhold af kalium, natrium, calcium, magnesium, fosfor og klor i mange forskellige afgrøder dyrket henholdsvis økologisk og konventionelt.

Schuphan (1974b) fandt dog et forhøjet indhold af calcium (10%), kalium (18%), fosfor (13%) og jern (op til 77%) i forskellige afgrøder tilført kompost sammenlignet med afgrøder, der var tilført NPK. I dette forsøg var gødningsmængden tilført de to dyrkningssystemer dog meget forskellig, og specielt forsyningen af den biodynamiske kompost var rigelig (86 t/ha), hvilket måske kan forklare de forhøjede indhold af mineralerne.

IV.3.3. Frugt.

I frugt er der praktisk talt ikke udført undersøgelser over økologisk dyrknings indflydelse på plantekvaliteten. Reinken et al. (1983) undersøgte tørstofindholdet, sukkerindholdet, total-kvælstofindholdet, renproteinindholdet og C-vitaminindholdet i tre æblesorter dyrket økologisk og konventionelt. For ingen af parametrene blev der observeret sikre forskelle mellem de to dyrkningssystemer. Undersøgelsen var dog kun tre-årig, så evt. langtidsvirkende effekter kan endnu ikke udledes.

IV.4. Holdbarhed.

I nogle undersøgelser er der fundet en lidt bedre holdbarhed af det pågældende produkt, når dette dyrkes økologisk. Dette er fundet i de svenske undersøgelser, hvor lagringstab af økologisk dyrkede kartofler kunne være 4-6 procentenheder lavere end for tilsvarende konventionelt dyrkede kartofler (Dlouhý, 1981; Pettersson, 1982).

Nilsson (1979a, b) fandt, at gødningstypen ingen indflydelse havde på lagringstab af gulerødder, men at NPK tilførsel i forhold til tilførsel af organiske gødninger gav større tab af kål. På Darmstadt i Tyskland blev der opnået en højere holdbarhed af spinat, når denne blev dyrket økologisk sammenlignet med konventionelt. Et parallelforsøg i Giessen viste derimod ingen forskel (Ahrens et al., 1983). Hansen (1977,81) fandt ingen forskel i holdbarhed af kartofler, gulerødder, grønkål og bederoer dyrket på henholdsvis økologiske og konventionelle bedrifter.

IV.5. Pesticidindhold.

Da der ikke benyttes pesticider ved de økologiske dyrkningsmetoder, vil man forvente, at der ikke kan findes pesticidrester i produkter dyrket økologisk. I teorien kan der dog findes rester af persistente pesticider i produkterne, da disse stoffer kan være tilstede i jorden fra tidligere års konventionelle dyrkning.

Prøveudtagninger fra Statens Levnedsmiddelinstitut har vist, at der specielt i grønsagsafgrøder kan findes mange forskellige pesticidrester. Der er her tale om tilfældigt købte varer i forretninger (se nærmere i Høg 1986 b). Eksempelvis blev der i 172 prøver af gulerødder påvist parathion i de 87 og trichloronat i de 61. Ud af 241 kartoffelprøver indeholdt 51 quintozen, 32 ACB, og 23 lindan (1980/81 tal).

Undersøgelser i Deutsche Gesellschaft für Ernährung (1976) viste, at i 13107 undersøgte prøver fra konventionelt dyrkede frugt og grønsagsafgrøder var de 60% uden pesticidrester, de 33% havde restindhold, men under fastsat grænseværdi. De resterende 7% havde et restindhold over fastsat grænseværdi. I de økologiske produkter fandtes ingen pesticidrester. Tilsvarende undersøgelser fra Statens Levnedsmiddelinstitut i Danmark viser, at knap 1% af dansk producerede varer overskrider fastsat grænseværdi med hensyn til restmængder af pesticider. En schweizisk undersøgelse viste, at ud af 782 undersøgte konventionelt dyrkede produkter blev der i 34% fundet rester af pesticider med et indhold under fastsat grænseværdi (Schüpbach, 1984). I 3,7% af prøverne var indholdet af mindst et pesticid over tilladt grænseværdi. I 183 økologisk dyrkede produkter blev der i de 96% ikke fundet pesticidrester, mens 6 prøver (4%) havde små restmængder. I tre af disse 6 tilfælde var der ulovligt benyttet pesticider, de tre andre prøver stammede alle fra et nystartet gartneri, hvor der i mange år før kontinuerligt var benyttet pesticider ved konventionel dyrkning (Schüpbach, 1984). En markedsundersøgelse ligeledes i Schweiz har vist, at i tilfældigt udvalgte prøver fra konventionelt dyrkede grønsager havde mellem 24 og 37% restmængder af mindst et pesticid. For frugt var tallet 44-55% (Schmid, 1982) (tabel 9). I de økologisk dyrkede grønsager fandtes ingen restmængder, i 1 ud af 13 frugtprøver var der pesticidrester, men vedkommende dyrker havde ulovligt benyttet pesticider.

Tabel 9. Pesticidindhold i tilfældigt udvalgte frugt- og grønsagsafgrøder dyrket konventionelt eller økologisk. Basel-Stadt. Schweiz.
Der blev undersøgt for ialt 32 forskellige aktive stoffer.
(Schmid, 1982).

	<u>Konventionelle</u>		<u>Økologiske</u>
	indlandske	importerede	
<u>GRØNSAGER</u>			
antal prøver	25	76	51
med pesticidindhold under fastsat grænseværdi	5	25	0
med pesticidindhold over fastsat grænseværdi	1	3	0
total med pesticidindhold, %	24	37	0
<u>FRUGT</u>			
antal prøver	55	74	13
med pesticidindhold under fastsat grænseværdi	23	40	1
med pesticidindhold over fastsat grænseværdi	1	1	0
total med pesticidindhold, %	44	55	8

IV.6. Smagsundersøgelser.

I tilknytning til mange af de i afsnit IV.3.2. refererede undersøgelser er produkternes smag undersøgt (såkaldte organoleptiske tests). Disse udføres af et panel bestående af et vist antal smagere, der bedømmer produktets smag ved et pointsystem. Disse tests kan udføres på lidt forskellig måde, og produkterne kan være såvel rå som forarbejdede (oftest kogt). I de fleste af disse undersøgelser har de udvalgte "smagere" ikke kunnet dømme, om de økologiske eller de konventionelle produkter smagte bedst eller hvilke produkter, der var økologisk dyrkede og hvilke, der var konventionelt dyrkede. Dette er gældende i

undersøgelser af Svec et al. (1976), Hansen (1977, 81) og Schutz & Lorenz (1976). I de svenske undersøgelser med kartofler var der en tendens til en bedre smag af de økologiske produkter, dog ikke signifikant (Dlouhý, 1981, Pettersson, 1982). Derimod var kogekvaliteten af de økologiske kartofler betydeligt bedre end af de konventionelle. Reinken (1984) fandt ingen forskel i smag af produktet mellem økologiske og konventionelle afgrøder, når det drejede sig om bønner, dværgbønner, bredbønner, salat, selleri, hvidkål, gulerod, fennikel og spinat. For rødbede var saften fra de økologisk dyrkede produkter bedre end saften fra de konventionelt dyrkede.

Appledorf et al. (1974) sammenlignede ved en smags/synsprøve med et forbrugerpanel på 20 mennesker forskellige varer købt i 25 helsekostforretninger og tilsvarende varer købt i supermarkeder. En variansanalyse godtgjorde, at i de fleste tilfælde foretrak forbrugerne de konventionelle varer med hensyn til farve, smag, duft og tekstur. En tilsvarende undersøgelse i 1976 fandt heller ingen forskel i smag mellem økologiske og konventionelle produkter (Stiftung Warentest, 1976).

IV.7. Fodringsforsøg.

Der foreligger enkelte undersøgelser over fodring af forsøgsdyr med økologisk dyrket foder. Disse undersøgelser er dog meget spredte i emnevalg, og resultaterne kan derfor kun tages rent vejledende.

Fodringsforsøg med rotter har vist, at foderværdien af økologisk dyrket byg var bedre end konventionelt dyrket byg (Rasmussen, 1983 ; Rasmussen et al. 1985). Dette kunne tilskrives en bedre nettoproteinudnyttelse (8%) og et større indhold af fordøjeligt energiforskel (6,5%). Der var ingen forskel i proteinindhold og aminosyresammensætning. I vinterhvide var der derimod ingen forskel i nettoproteinudnyttelse og aminosyresammensætning. Forsøget har dog kun været gennemført 1 år.

Wolfson & Shearer (1981) målte aminosyresammensætning og proteinindhold i majs dyrket på 14 parvis sammenlignelige bedrifter, hvor den ene bedrift i "parret" dyrkede jorden konventionelt (handelsgødning og pesticider) og den anden økologisk. Markerne var udvalgt, så de var sammenlignelige med hensyn til majssort, såning, jordtype og klimaforhold.

Udtrykt som procent af råprotein var indholdet af de 5 aminosyrer glycine, methionin, histidin, threonin og lysin signifikant højere i det økologisk dyrkede majs, sammenlignet med det konventionelt dyrkede, mens de tre aminosyrer isoleucin, leucin og phenylalanin var signifikant lavere. Ud fra et fodringsmæssigt synspunkt var det konventionelt dyrkede majs imidlertid bedre egnet, da de fleste aminosyrer totalt fandtes i en større mængde på grund af det højere udbytte. Forfatterne konkluderede, at de observerede forskelle i udbytte, proteinindhold og aminosyresammensætning mellem økologisk og konventionelt dyrket majs til foderbrug var kvalitativt lig med observerede forskelle i majs tilført lave og høje mængder af NPK.

Vogtmann et al. (1978a) ved Oberwil i Schweiz sammenlignede et hjemmelavet foder til læggehøns fremstillet ud fra økologisk dyrkede afgrøder med et almindeligt indkøbt handelsfoder. Foderet var sammensat af 33% kernemajs, 10% raps, 3% græs, 35% markbønne, 10% byg og 9% fosforsurt kalk. Råproteinindholdet var ca. 15% i det hjemmelavede foder og 23% i det indkøbte handelsfoder. Læggeydelsen af hønsene i gruppen fodret med det økologiske foder var gennemsnitligt 14% mindre end ydelsen af høns fodret med handelsfoderet. Den gennemsnitlige ægvægt var ens i de to grupper, og der kunne ikke påvises kvalitetsforskelle på æggene. Foderforbruget ved brug af det økologiske foder var derimod 54% under forbruget ved valg af handelsfoder, og dette bevirkede, at foderomkostningerne pr. æg var 36% mindre ved valg af det økologiske foder.

McSheeny (1977) undersøgte i forbindelse med Haughley forsøget i England, om forskellig dyrkningspraksis af hvede kunne influere på denne afgrødes foderværdi på en sådan måde, at dette kunne påvirke mus' reproduktion.

Foderet blev fremstillet af mel, hvor hveden var dyrket A. organisk, B. blandet, hvor der blev gødet med organisk gødning, men suppleret med NPK, og C. uorganisk. Derudover blev en konventionel intensiv drevet nabogård inddraget. Som kontrol blev benyttet et indkøbt foder. Der kunne ikke påvises signifikante forskelle i kuldstørrelse og tidsintervallet mellem de forskellige kuld. Der kunne derimod påvises forskelle i ungerne vægt efter 19 dage. Dyr født af forældremus fodret med hvede fra den "blandede" dyrkning var de største, når man sammenlignede de 4 forskellige gødningsstrategier. Det indkøbte "kontrol" foder gav dog signifikant højere vægt af ungerne sammenlignet med alle de 4 hjemmelavede foderblandinger (Tabel 10).

Tabel 10. Fodringsforsøg. Kuldstørrelse af mus, tidsinterval mellem kuldene og vægt af unge efter 19 dage. gns. af 5 forsøg. Haugley, England (Mc Scheeny, 1977).

	Kuld nr.	Kontrol	Organisk A	Blandet B	Uorganisk C	Konventionel D
	1	8,5	8,5	8,3	8,1	8,3
middel kuld stør-	3	8,7	8,3	8,2	8,2	8,3
relse ved fødsel	5	8,7	7,5	8,3	7,3	8,1
* tidsinterval mellem	1	23,0	22,2	23,7	22,9	22,4
efterfølgende	3	27,7	31,4	29,6	30,7	28,8
kuld, dage	5	29,5	35,3	32,6	32,1	33,3
**vægt af unge		8,56	5,12	5,76	5,29	5,35
efter 19 dage (g)		8,74	5,20	5,90	5,42	5,43

* kuld nr. 1 refererer til tidsintervallet mellem parring og fødsel af 1. kuld

** gns. af unger fra kuldstørrelser 8, 9 og 10.

A = organisk: drift med kreaturer-gødning fra afgrøderester og staldgødning.

B = blandet : drift med kreaturer-gødning som A, men suppleret med NPK.

C = uorganisk: drift uden kreaturer-gødning fra afgrøderester og NPK.

A,B,C "økologiske", alsidige sædskeerter.

D = konventionel drift uden kreaturer-intensiv dyrkning.

Kontrol = indkøbt handelsfoder.

IV.8. Stigende næringsstofforsyning.

Clouhy (1981) undersøgte effekten af stigende mængder gødning i de to driftssystemer, økologisk og konventionelt, for derigennem at se, om de forskellige kvalitetsegenskaber reagerede ens for øget næringsstofforsyning, uanset om denne var i organisk eller uorganisk form. Resultaterne viste, at med stigende gødskning forandrede de fleste kvalitetsegenskaber i samme retning i begge dyrkningssystemer (figur 2). Det samme er påvist af Pettersson (1982). Forandringerne er dog for mange af egenskaberne langsommere i det økologiske system, og når indenfor de givne gødningsmængder ikke op på samme niveau som ved konventionel dyrkning.

		Konventionel			Biodynamisk			
		N	P	K	N	P	K	
kartoffel	a	0	0	0	0	0	0	1-6 kartoffel
	b	40	40	104	65	33	64	7-8 vårhvede
	c	80	80	208	129	67	128	
	d	120	120	312	194	100	192	K = konventionel dyrkning
	e	160	160	416	259	134	256	B = biodynamisk dyrkning
	f	200	200	520	323	167	320	tilførte næringsstoffer, kg/ha
vårhvede	a	0	0	0	0	0	0	
	b	20	6	9	27	14	26	
	c	40	12	19	53	29	51	
	d	60	19	28	80	43	77	
	e	80	25	38	106	57	102	
	f	100	31	47	133	71	128	

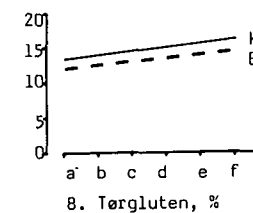
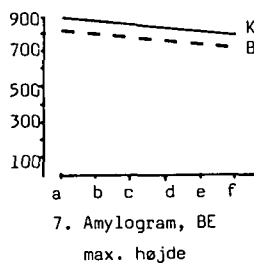
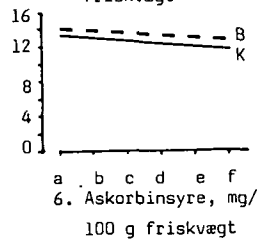
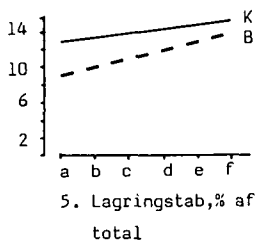
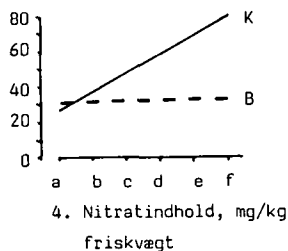
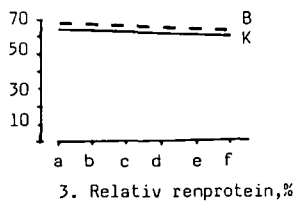
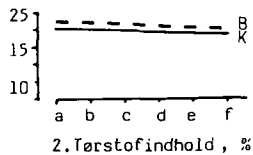
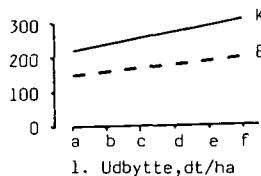


Fig. 2. Udbytte og kvalitetsegenskaber påvirkning af stigende næringsstof-tilførsel, gns. 1970-74 (Dlouhý, 1981).

De påviste forandringer af kvalitetsegenskaberne med øget gødskning (specielt kvælstof) er sammenfældende med resultater af mange enkeltforsøg beskrevet i Høg (1986 a), hvor hver enkelt af de her nævnte kvalitetsegenskaber er undersøgt separat ved konventionel dyrkning med stigende næringsstoffertilførsel. I et norsk forsøg blev kvalitetsegenskaber af kartoffel sammenlignet på et økologisk og et konventionelt brug. Kvælstofforsyningen blev justeret, så både de økologisk og konventionelt dyrkede kartofler skulle optage samme mængde kvælstof, hvilket vil sige, at der blev korrigeret for staldgødningens lavere udnyttelsesgrad (udregnet til ca. 30% af NPK) (Lieblein, 1979). For egenskaber som tørstofindhold, lagringstab, mineralstofindhold og kvælstofindhold blev der ikke fundet de store forskelle mellem de to dyrkningssystemer. Dette underbygger ovennævnte forsøg af Dlouhý (1981) og viser, at det er den tilgængelige kvælstofmængde, snarere end kvælstofformen, der er hovedansvarlig for de observerede udbytte- og kvalitetsegenskaber.

For enkelte kvalitetsegenskaber som nitratinghold og indhold af frie aminosyrer samt EAA-index er det dog fundet, at selv tilførsel af høje mængder organisk gødning ikke forhøjer disse værdier modsat tilførsel af høje mængder uorganisk gødning (jfr. figur 2). Vogtmann (1982) fandt således, at selv over 300 kg N/ha tilført som kompost til hovedsalat, bladbede og spinat kun gav ringe risiko for nitratakkumulering. Kompostgødningen med samme indhold af kvælstof som NPK førte til 2-4 gange så lave nitratinghold i alle tre bladafgrøder. Barker (1975) fandt dog, at nitratingholdet i spinatblade blev forhøjet, når kvælstofmængden øgedes, uanset om denne blev tilført i organisk (tørret blodmel, staldgødning, kompost) eller uorganisk form.

Ud fra resultaterne med stigende næringsstofforsyning til såvel det økologiske system som til det konventionelle samt effekten af stigende kvælstofforsyning på de enkelte kvalitetsegenskaber ved konventionel dyrkning (Høg, 1986 a) må det konkluderes, at de fleste forskelle mellem konventionel og økologisk dyrkning med hensyn til plantekvalitet kan tilskrives forskelle i den i vækstperioden tilgængelige mængde næringsstof, specielt kvælstof.

En nedsættelse af kvælstofforsyningen ved konventionel dyrkning skulle således kunne tilnærme plantekvaliteten til den "typiske" økologiske. Et delforsøg udført af Dlouhý (1981) med en nedsættelse af kvælstofforsyningen ved den konventionelle dyrkning (fra 120 til 60 kg N/ha til kartofler) så den svarer til den faktisk optagne mængde ved den økologiske dyrkning underbygger denne hypotese. (Tabel 11).

Tabel 11. Udbytte og plantekvalitet af kartoffel ved konventionel dyrkning (K), konventionel dyrkning med reduceret næringsstofforsyning (R), samt biodynamisk dyrkning (B). 1975-76 (Dlouhý, 1981)

	K	R	B
udbytte, dt/ha	192	176	170
tørstofindhold, %	18,3	19,1	19,1
størrelsesfordeling, %			
<35	13,0	11,6	9,8
35-50	66,4	65,1	65,6
50-65	20,4	23,2	24,4
>65	0,2	0,1	0,1
råproteinindhold, % af ts.	11,0	9,9	9,5
renproteinindhold, % af ts.	6,7	6,3	6,0
relativ renprotein, %	60,6	63,6	63,9
nitratindhold, mg/kg fr.v.	99,0	75,0	65,0
lagringstab, %	22,2	21,3	17,3
EAA-index	56,3	56,5	57,6
ascorbinsyre, mg/100 g fr.v.	17,2	17,7	17,0
krystallisation, F/k	5,4	5,2	5,0
N forsyning, kg/ha	120,0	60,0	121,0

IV.9. Konklusion/diskussion.

Sammenlignes det "typiske" økologiske jordbrug med det "typiske" konventionelle vil plantekvalitetsegenskaber som tørstofindhold, renproteinindhold (% af råprotein) og C-vitaminindhold være højere i de økologisk dyrkede afgrøder. Derimod vil total-kvælstofindhold, nitratindhold, A- og B-vitaminindhold samt bageegenskaber tilknyttet kornprodukter ofte være højere i de konventionelt dyrkede afgrøder. Med hensyn til mineralstofindhold og produkternes holdbarhed kan der ikke ud fra de foreliggende forsøgsresultater drages nogen endelig konklusion. I de fleste af disse undersøgelser er der ikke fundet nogen forskel mellem de to dyrkningssystemer. Med hensyn til smagsundersøgelser (opganoleptiske undersøgelser) er der heller ikke fundet forskel.

For hovedparten af de egenskaber, der er med til at bestemme plantekvaliteten og næringsværdien, vil deres indhold i produktet primært være bestemt af mængden af tilgængeligt kvælstof (og delvis øvrige næringsstoffer) i jorden gennem vækstsæsonen, snarere end kvælstofformen.

Næringsstofferne i den organiske gødning bliver kun langsomt tilgængelig for plantevækst modsat næringsstofferne i den uorganiske gødning. Behovet for næringsstoffer for optimal vækst er imidlertid forskellig gennem vækstsæsonen og kan variere med afgrødevalget. Forskellige mineraliseringshastigheder (klima, nedbør, jordtemp. o.a.) kan derfor være bestemmende for, om udbyttet og plantekvaliteten af det dyrkede produkt er højere ved benyttelse af organiske end uorganiske gødninger. En lav jordtemperatur i begyndelsen af vækstsæsonen kan føre til kvælstofmangel. Afgrøder med en langsom vækst i begyndelsen af vækstsæsonen skulle derfor være de bedste til at udnytte den organiske gødning. Dette skulle gælde for gulerod, rodselleri og porre (Nilsson, 1979a, b). Benyttes tilstrækkeligt høje mængder af organiske gødninger er det muligt at opnå samme udbytte af de økologisk dyrkede afgrøder som de konventionelle, hvilket underbygges af mange langvarige ind- og udlandske gødningsforsøg i konventionelt jordbrug med sammenligning af organisk kontra uorganisk gødning (Høg, 1986 a). I den almindelige økologiske praksis anvendes normalt ikke så store gødningsmængder, at næringsstofforsyningen til de forskellige afgrøder er ligeså høj som ved den konventionelle dyrkning. Dette gøres netop for at beskytte miljøet mod kvælstofforurening og for at bedre plantekvaliteten. Dette vil bevirke et lidt lavere udbytte af de høstede produkter (jfr. afsnit III), og de før omtalte kvalitetsforskelle.

Man skal dog gøre sig klart, at det ikke er muligt at optimere alle egenskaber, der indgår i bedømmelsen af plantekvaliteten alene ved gødningsvalget eller-mængden. En stigende kvælstofforsyning vil bedre kvalitetsegenskaber som A- og B-vitaminindhold og visse bageegenskaber, derimod vil C-vitaminindholdet, tørstofprocenten og renproteinprocenten falde. En stigende kvælstofforsyning vil også øge indholdet af uønskede stoffer i produktet som nitrat og frie aminosyrer.

Med hensyn til problemer med pesticidrester i fødemidler (se Høg, 1986 b) vil de økologiske produkter ikke kunne belaste plantekvaliteten i negativ retning, da pesticider jo ikke benyttes i det økologiske jordbrug. I forskellige udenlandske undersøgelser er det da også vist, at de økologiske produkter ikke indeholder disse stoffer, hvorimod en større eller mindre del af konventionelt dyrkede afgrøder kan gøre dette.

V. JORDBUNDSFORHOLD.

V.1. Indledning.

Det udtrykkes klart indenfor de forskellige alternative jordbrugsretninger, at et mål ved den økologiske dyrkningsform er at optimere jorden som dyrkningsmedium for planterne. Ved at holde jorden "sund" skulle planterne blive sunde. Blandt andet lægges der stor vægt på at øge jordmikroorganismernes og jordfaunaens aktivitet samt jordens humusindhold.

Det økologiske jordbrug adskiller sig bl.a. fra det konventionelle ved at have en højere andel af bælplanter og foderplanter i sædskiftet og ved kun at benytte de organiske gødninger. Begge disse forhold er i konventionelle forsøg vist at bevirke et lidt højere humusindhold i jorden og en højere biologisk aktivitet (Høg, 1986 c).

Man vil derfor forvente, at de faktisk benyttede metoder i økologisk jordbrug kan forbedre omsætningen af organisk stof i jorden.

Der er udført nogle undersøgelser, primært i udlandet, hvor jordbundsforhold er undersøgt på eksisterende økologiske brug. Ved siden af disse undersøgelser foreligger der også resultater fra specielle delundersøgelser, hvor én eller to jordbunds faktorer er undersøgt for ændringer ved økologisk dyrkning. Som det også er gældende for tidligere omtalte forsøgsresultater er disse af meget varierende længde med hensyn til antallet af forsøgsår.

V.2. Jordbundsundersøgelser.

V.2.1. Humusindhold og biologisk aktivitet.

I næsten alle de gennemførte undersøgelser er der fundet et højere humusindhold i jorde dyrket økologisk end dyrket konventionelt.

Med hensyn til størrelsen af tilvæksten er denne meget afhængig af afgrødevalg, jordtype, årstid og af hvor forskellige de to dyrkningssystemer økologisk og konventionelt er fra hinanden med hensyn til gødskningspraksis og sædskiftevalg. Fog (1981) fandt ved at sammenligne en økologisk bedrift med to konventionelle, at den økologiske driftsform medførte et lidt større humusindhold i jorden end den konventionelle. Undersøgelsen var dog kun 1-årig.

I en 5 årig undersøgelse med økologisk og konventionel grønsagsdyrkning fandt Balzer & Balzer-Graf (1984), at humusindholdet i henholdsvis 0-30 cm og 30-60 cm dybde var 20 og 22% højere ved den økologiske dyrkning.

Ved målinger på 30 par økologiske og konventionelle gårde i majsbæltet i USA fandt Lockeretz et al. (1981) et gennemsnitligt 6% højere humusindhold på de økologiske gårde.

I de svenske undersøgelser ved Järna og Lantbruksuniversitetet var forskellen i humusindhold 0,2-0,4 procentenheder efter 7 års henholdsvis økologisk og konventionel dyrkning (Dlouhý, 1981; Pettersson, 1982). Det største humusindhold blev fundet ved den økologiske dyrkningsform. I tilknytning til forsøgene i Tyskland med måling af kvalitetsegenskaber ved økologisk dyrkning af æbler og grønsager blev der også her fundet en højere mængde af organisk stof i jorden ved økologisk frem for konventionel dyrkning. (Reinken et al., 1983).

Ved 11 steder i Sydvesttyskland (8 jordtyper og 3 klimazoner) blev det undersøgt, om økologisk dyrkning (fra 5-25 år) ville ændre jordens humusindhold samt øvrige kemiske og fysiske egenskaber. I såvel over- som underjord var der som gennemsnit af alle 8 steder en højere total humusmængde tilstede i jorden efter nogle års økologisk dyrkning (Schlichting, 1975). Set ud fra et C:N forhold og et C:P forhold var der tale om en forringelse, hvilket vil sige, at en større del af humus var tilstede som meget stabile, ikke næringsstofgivende bestanddele ved de økologiske bedrifter sammenlignet med tilsvarende konventionelle bedrifter.

Som en indikator for den biologiske aktivitet i jorden er ofte valgt omsætningen af organisk stof, sidstnævnte ofte udtrykt ved nedbrydningen af halm, nedbrydningen af cellulose, dehydrogenaseaktiviteten, CO_2 - udskillelsen og fosfataseaktiviteten.

Schröder (1980,82) undersøgte halm- og cellulosenedbrydningen samt dehydrogenaseaktiviteten i et langvarigt tysk forsøg fra 1973-1980. Der blev valgt såvel økologisk planteavl ("Düren") som frugtavl ("Remagen"). Konventionelle nabogårde blev medtaget til sammenligning. Mellem de forskellige dyrkningssystemer var der ingen forskel med hensyn til omsætningen af halm, men med hensyn til dehydrogenaseaktivitet ved såvel planteavl som frugtavl samt cellulosenedbrydningen ved planteavl, var den økologiske dyrkningsform den konventionelle overlegen (tabel 12). Tilsvarende fandt Spiess (1982) ved sammenligning af forskellige sædskifter koblet til spørgsmålet om økologisk kontra konventionelt jordbrug, at CO_2 - udskillelsen og dehydrogenaseaktiviteten

var signifikant større ved de økologiske sædskifter. Tilsvarende tendens blev set i de svenske undersøgelser, hvor der i det økologiske sædskifte med græs blev opnået fra 10-21% højere mikrobiel aktivitet (Dlouhý, 1981, Pettersson, 1982).

Tabel 12. Nedbrydning af halm og cellulose (%) samt dehydrogenaseaktivitet (TPF/10 g jord/24 timer) i konventionelt og økologisk dyrkede jorde. Vandkapacitet 50%, tidsperiode 21 dage (Schröder, 1982).

		Konventionel	Økologisk
Halmnedbrydning	Düren	54,5	54,0
	Remagen	55,5	46,0
Cellulosenedbrydning	Düren	42,9	65,6
	Remagen	54,9	69,4
Dehydrogenaseaktivitet	Düren	333	528
	Remagen	439	708

Der foreligger enkelte undersøgelser omhandlende det økologiske dyrknings-systems indflydelse på nyttedyrpopulationen i jorden. I det økologiske jordbrug er det specielt ønskeligt med et stort antal nyttedyr (predatorer) i jorden, da skadedyr ikke kan udryddes kemisk.

Holopainen (1983) og Hokkanen & Holopainen (1984) fandt ved fældefangst af carabidbiller og deres byttedyr, at jorde dyrket økologisk indeholdt en mere artsrig billepopulation og et større antal biller end tilsvarende konventionelt dyrkede jorde. Der var fra 5-50 gange flere store carabidbiller i de økologiske parceller sammenlignet med de konventionelle, mens antallet af "middel" og små biller var ens.

Michalak (1984) ved Rodale i USA fandt et signifikant større antal collemboler i marker, hvor der i 10 år havde været økologisk dyrkning af majs sammenlignet med konventionel dyrkning. En større skade på collembolpopulationen ved brug af insekticider er ifølge forfatteren sandsynligvis skyld i det lavere antal på de

konventionelle marker. Dette konkluderes ud fra, at på ugødede økologiske marker var populationen større end på ugødede konventionelle marker.

V.2.2. Jordens indhold af plantenæringsstoffer samt dens surhedsgrad.

I nogle undersøgelser er det fundet, at den økologiske dyrkningsform bevirker en lavere tilgængelighed af fosfor og kalium i jorden. Dette er fundet af Balfour (1975), Fog (1981), og Lockeretz et al. (1980,81). I andre undersøgelser er der dog ikke fundet signifikante forskelle (Schlichting, 1975, Reinken et al., 1983).

Balzer & Balzer-Graf (1984) fandt endda en 50-100% øgning i opløseligt fosfor efter 5 års økologisk grønsagsdyrkning sammenlignet med konventionel dyrkning.

Hvor rig jorden er på kalium og fosfor, samt afgrødevalg, gødskning (type, mængde), jordtype og klima vil have en meget stor indflydelse på mængden af plantetilgængeligt fosfor og kalium i jorden. At der er rigeligt med tilgængeligt fosfor og kalium i jorden er dog ikke nok til at karakterisere jorden som sund, f.eks. kan fosfor- og kaliumreserverne i jorden langsomt tømmes, men på lang sigt er denne situation selvfølgelig uholdbar. Er der ikke mulighed for at skaffe husdyrgødning kan det være et problem at sikre en stabil og vedvarende forsyning af kalium og fosfor til planterne. Et evt. forbrug af kalium- og fosforreserver i jorden kan dog forløbe i adskillige år uden at bevirke udbyttefald afhængig af, hvor rig jorden er på disse næringsstoffer. Der er således sket en berigelse af jorden med disse næringsstoffer i de sidste 10 år i Danmark ved den konventionelle dyrkning (Høg, 1986 a).

Med hensyn til jordens surhedsgrad (pH) har Schlichting (1975), Dlouhý (1981) og Ahrens et al. (1983) fundet, at økologisk dyrkning fører til uændret eller en forøgelse i pH-værdien, mens konventionel dyrkning fører til uændret eller faldende værdier. Lockeretz et al. (1980,81) finder dog ingen forskel i pH mellem konventionelt og økologisk dyrkede jorde. At der i nogle forsøg kan observeres en forskel i pH kan skyldes gødskningspraksis. De syntetiske gødninger er ofte sure gødninger, og dette vil medføre en nedsættelse af pH ved tilførsel. Dette kan dog opvejes ved kalkning, så forskellene mellem de konventionelle gårde og de økologiske kan også skyldes forskellig kalkningspraksis.

Med hensyn til jordens indhold af total-kvælstof har Lockeretz et al. (1980,81) samt Pettersson (1982) fundet et lidt større indhold i jorde dyrket økologisk over en årrække sammenlignet med konventionelt dyrkede jorde. Dlouhý

(1981) fandt dog ingen forskel i kvælstofindhold uanset sædskiftevalg og dyrkningssystem.

Med hensyn til uorganisk kvælstof fandt Dlouhý (1981) et gennemsnitligt nitratinhold i jorde dyrket konventionelt på 1,8 mg nitrat-N/100 g jord. Til sammenligning var nitratinholdet ved økologisk dyrkning 1,2 mg nitrat-N/100 g jord. Ahrens et al. (1983) bestemte jordens nitratinhold 3 gange i løbet af vækstsæsonen, og ved henholdsvis 2. og 3. udtagelse blev der fundet 2-4 gange så store værdier ved tilførsel af NPK frem for tilførsel af staldgødningskompost. (Tabel 13). Stigende mængder staldgødning bevirker stigende indhold af uorganisk kvælstof i jorden i dette forsøg.

Overgødskning med staldgødning kan føre til højt nitratinhold i jorden. I en æbleplantage dyrket økologisk er der i perioden fra marts til oktober fundet et betydeligt højere nitratinhold end ved konventionel dyrkning. (gns. 171 kg N/ha i marts, 226 kg N/ha i oktober ved økologisk dyrkning - gns. 43 kg N/ha i marts, 83 kg N/ha i oktober ved konventionel dyrkning) (Reinken et al., 1983).

Tabel 13. Indhold af fosfor (P_2O_5 mg/100 g), kalium (K_2O mg/100 g) og nitrat (NO_3 -N mg/100 g) samt pH i jorde tilført konventionel (NPK) og økologisk (staldg. - kompost) gødning, juni (Ahrens et al., 1983).

	0	NPK				staldg. - kompost			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<u>Giessen</u>									
pH	6,1	6,1	6,0	5,9	5,6	5,9	6,0	6,0	6,2
P_2O_5	27	28	32	34	37	26	26	29	32
K_2O	11,5	8,8	13,3	13,0	17,5	12,5	16,5	28,5	36,0
NO_3 -N									
12/5	0	0	2,0	2,6	3,6	0	0,9	2,9	3,5
27/5	0	0	4,6	7,3	13,3	0,9	1,2	2,2	4,7
19/6	0,3	0,3	1,1	1,3	2,7	0,3	0,3	0,5	0,8

	0	NPK				staldg. - komp.+ bd.præ.		staldk.+ NPK	
<u>Darmstadt</u>									
pH	6,5	6,6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,6	6,5
P_2O_5	42	51	44	50	52	51	50	39	37
K_2O	16	19	20	25	24	24	24	18	19
C_t (%)	1,88	2,05	1,88	2,03	2,03	2,06	2,05	1,81	1,74
N_t (%)	0,139	0,152	0,139	0,152	0,147	0,152	0,162	0,141	0,126

Giessen

1=ugødet	2=NPK	40/17/47 i Nitrofosfat	6=staldg.-kompost	200 dt/ha
	3= do	80/34/94	7=	400 -
	4= do	120/52/141	8=	600 -
	5= do	200/87/235	9=	1000 -

Indhold i kompost: C_t = 32,15%, N_t = 2,189% i tørstof

Darmstadt

1=ugødet	2=NPK	80/60/100	5=staldg.-kompost	320 dt/ha
	3= do	120/90/160	6=	480 -
	4= do	160/120/200	7=	640 -
			8=	160 - +NPK 40/30/60
			9=	240 - +NPK 60/45/80

V.3. Konklusion/Diskussion.

Økologisk dyrkning fører til et lidt højere indhold af organisk stof/humus i jorden og højere biologisk aktivitet, sidstnævnte målt som dehydrogenase-aktivitet, fosfataseaktivitet, CO_2 -udskillelse, samt nedbrydning af halm og cellulose. Dette var også at forvente, da brug af organiske gødninger samt alsidige sædskifter i konventionelt jordbrug har vist at bevirke større humusindhold i jorden end tilførsel af handelsgødning og ensidige sædskifter. Hvilken indflydelse det forhøjede humusindhold har på plantevækst og evt. planters modstandskraft er ikke undersøgt. Den økologiske dyrkningsmetode har som et af sine mål at styrke jorden som dyrkningsmedium for planterne. Ved at styrke de naturligt forekommende processer i naturen og ikke tilføre kunstigt fremstillede produkter, skulle der sikres en større diversitet i populationen af nytte dyr i og på jorden, samt i jordens population af mikroorganismer. Dette skulle bevirke, at skadedyr og svampesygdomme får sværere ved at opformeres. Den nuværende viden om sådanne sammenhænge er dog meget begrænset.

I nogle forsøg er der påvist et lidt lavere indhold af tilgængeligt fosfor og ombytligt kalium ved økologisk dyrkning. Generelle retningslinier herudfra kan dog ikke uddrages, da gødningsmængde/form, samt jordens indhold af disse stoffer kan være bestemmende.

Der er fundet et lidt større indhold af total-kvælstof i jorde dyrket økologisk sammenlignet med jorde dyrket konventionelt. Dette kan være et udtryk for en kvælstofreserve oplagret i humusfraktionen, det kan dog også betyde et større indhold af uorganisk kvælstof. Der foreligger kun få undersøgelser over indhold af nitratkvælstof i jorden ved økologisk dyrkning. Enkelte forsøg har vist et lidt lavere kvælstofindhold end i tilsvarende konventionelle parceller. Disse forsøg bør dog uddybes betydeligt, før man kan vurdere betydningen af det økologiske dyrkningssystem på en evt. nitratforurening. Man ved fra konventionelle forsøg, at organiske gødninger kan give anledning til en større udvaskning af nitrat end hvis tilsvarende kvælstofmængde blev tilført uorganisk (Høg, 1986 a). Ved den økologiske dyrkningsform anvendes dog ofte komposterede gødninger (jfr. afsnit VI) og nedbringning, tidspunkt for udbringning samt ikke mindst afgrødevalget er ofte anderledes end i det typiske konventionelle system. Resultater fra det konventionelle forsøgsområde kan derfor kun i en vis udstrækning overføres til det økologiske dyrkningssystem.

VI. GØDSKNING I ØKOLOGISK JORDBRUG

VI.1. Indledning

Tilførsel af gødning ved den økologiske dyrkningsform tjener ikke kun som et middel til at forsyne afgrøden med næringsstoffer, gødningen opfattes også som et jordforbedringsmiddel. En forbedret biologisk aktivitet i jorden skulle føre til en større frigørelse af næringsstoffer. Derfor skal gødningen sørge for opretholdelse og øgning af den organiske stofmængde i jorden. Til dette formål tjener gødninger i form af husdyrgødning, kompost og grøngødning.

Grundlaget for tilførslen af den organiske gødning er i reglen sædskifter med foderafgrøder, bælplanter og bælplanter/græs. Princippet for et effektivt sædskifte er at lade afgrøder fra forskellige grupper veksle med hinanden: a-b-c eller c-b-a

a= rækkeafgrøder og lign. (rodfrugter, grønsager, kartofler)

b= korn- og frøafgrøder (korn, hør, olieplanter, græs)

c= bælplanter (kløver, lucerne, ært, bønne)

(Arman & Pettersson, 1979).

Det er dog muligt at dyrke afgrøder fra samme gruppe to år i træk i sædskiftet. Med hensyn til udbytte og miljøeffekter af forskellige sædskiftekompositioner henvises til Høg (1986 c).

Det er af Spiess (1982) foreslået, at under midteuropæiske forhold vil det kræve mindst 1 storkreatur/ha for at dække behovet for gødning, men med en foderafgrødeandel på ca. 30% i sædskiftet og en intensiv dyrkning af efterafgrøder, primært bælplanter, skulle det være muligt at opretholde en positiv kvælstof- og humusbalance. Under danske forhold bør den mængde gødning, der anvendes pr. ha og år ikke overstige, hvad der svarer til 1 storkreatur + opdræt, i en omlægningsperiode accepteres dog op til 2 storkreaturer (Landsforeningen Økologisk Jordbrug, 1985). I Tyskland anbefales det at have 0,7-1 storkreatur/ha.

En yderligere betydning skulle den organiske gødning have som et middel til en bedre plantebeskyttelse mod patogener (Spiess, 1982). Der foreligger dog kun få undersøgelser herom (se afsnit VIII.4.1.1.).

VI.2. Godkendte gødninger og gødningsstoffer

Ved økologisk dyrkning er det tilladt at benytte følgende gødningstyper: (Landsforeningen Økologisk Jordbrug, 1985).

A. Organiske gødninger produceret på bedriften

Disse inkluderer staldgødning, komposteret i bunke eller fladekomposteret, planterester, grøngødning, halm og andre dækmaterialer samt gylle og ajle (efter omrøring og om muligt iltning).

B. Gødning og gødningsstoffer anskaffet udefra

Dette inkluderer staldgødning anskaffet udefra (så vidt muligt ikke fra industrialiserede landbrug) samt spagnum, halm, tang- og algeprodukter.

Derudover er det tilladt at benytte affald fra slagterier og mejerier og biprodukter fra fødevarer- og tekstilindustrien, hvis de ikke indeholder syntetiske tilsætningsstoffer, samt komposteret savsmuld, træflis eller bark, som stammer fra ubehandlet træ. Disse stoffers næringsstofindhold er vist i tabel 14 (Arman & Pettersson, 1979; Martin & Keable, 1981). Den totale mængde af næringsstoffer siger dog ikke noget om den plantetilgængelige del.

Mange miljømæssige aspekter ved benyttelse af disse "spild"produkter er endnu ikke belyst.

C. Mineralske tilsætningsstoffer

Dette inkluderer stenmel, (incl. råfosfat) jordbrugskalk, kridt- og kalksten, dolomitkalk, mergel, ler og algekalk. På særligt fra naturens hånd næringsfattige jorde må letopløselige mineralske gødninger (- N) undtagelsesvis anvendes efter samråd med bestyrelsen (lokalgruppe) i Landsforeningen. Disse gødninger er superfosfat, kaliumklorid, svovlsur kali, kiserit, kainit og mangansulfat. Årets og det følgende års afgrøder henregnes som ikke økologiske. Derudover må anvendes industriaffald som skraldkompost og kloakslam. På grund af forureningsfaren fra disse sidstnævnte stoffer, bør disse kun anvendes meget begrænset eller helt undlades (grænseværdier for indholdet af tungmetaller i uforurennet jord er: Zn 300 ppm, Cu 100 ppm, Ni 100 ppm, Cr 300 ppm, Pb 100 ppm, Cd 5 ppm). Som led i en recycling af næringsstoffer tilbage til jorden er anvendelsen af disse stoffer dog af betydning.

D. Kompost aktivatorer

Dette er mikrobiologiske præparater, diverse præparater baseret på planteudtræk og de biodynamiske præparater (se afsnit I.2.).

Tabel 14. Næringsstofindhold i forskellige "spild" produkter, % (Martin & Keable, 1981).

	N	P	K
blodmel	4	21	-
blod, tørret	12	1	-
kødmel	8	1	0,3
hov- og hornmateriale	13	2	-
fiskeaffald, blod og ben	5	5	6,5
fiskeaffald, kød	8	8	-
kød og benmel	6	14	-
oliefrøkager (gns.)	6	1	1
tørret hønsegødning	3	2	2
tang- og algemateriale (tørret)	2	0,2	1,5
kaffegrums (tørret)	2	0,3	0,3
æggeskaller	1	0,4	0,1
fjer	15	-	-
kokos	2	-	-
skind, hud	5/12	-	-
stabil gødning	0,5	0,13	0,5
uld	3,5/6	2/4	1/3,5
kulsukker	0,7	0,2	1,2
bægner (frisk)	2	0,2	2,7
bægner (tørret)	1,4	0,2	0,1
træflis	2	1,5	1,1
champignonkompost	0,6	0,5	0,9

VI.3. Betydningen af humus

Jordens organiske indhold har stor betydning ved at forsyne planterne med næringsstoffer, her tænkes specielt på kvælstof, fosfor og kalium.

Den organiske fraktion i jorden indeholder derudover en del substanser, som selv om de er til stede i meget små koncentrationer, er nødvendige for plantevækst. Stoffer som huminsyrer, væksthormoner, aminosyrer, vitaminer og enzymer er rapporteret at kunne fremme eller hæmme plantevækst. De små mængder, som disse stoffer forefindes i, har vanskeliggjort isolation og undersøgelse. Enkelte undersøgelser foreligger dog, men disse er udført i laboratorier, og resultater kan derfor ikke umiddelbart overføres til markforhold. Derudover er de fleste undersøgelser foretaget i lande udenfor Europa. Resultaterne er alligevel medtaget her for at belyse, hvilken effekt disse stoffer kan have mere end for at vurdere den kvantitative betydning.

Huminstoffer

Khristeva et al. (1949) viste, at kun 0,0006% kaliumhumate kunne bevirke en signifikant tilvækst i væksten af hvederødder og- stængler. En større eller

mindre mængde bevirkede væksthæmning. Anbefalet mængde var 0,026 g huminsyre pr. kg jord, hvilket vil svare til 57 kg/ha.

Senere undersøgelser med hvedekerner har vist, at gennemvædning af kernen i mange timer i huminsyrer kunne fremme væksten af hvedespiren (Azam & Malik, 1983).

Tilførsel af 5 ppm natriumhumate kunne øge tørstofindholdet i majs med 30-50%, når planterne blev dyrket i en almindelig næringsopløsning, men med et lavt indhold af organisk stof (Lee & Bartlett, 1976). Planter dyrket i en jord med et højt indhold af organisk stof var ikke påvirkelige overfor natriumhumate. Forfatterne forklarer dette resultat med, at et vist niveau af huminsyrer i jorden er nødvendig for en god plantevækst foruden de sædvanlige næringsstoffer.

Foruden at øge planteudbyttet og væksten er forskellige huminstoffer rapporteret at kunne accelerere differentieringen, fremme effekten af auxin og øge klorofylindholdet (Summeret i Syltie, 1985).

Det er usandsynligt, at den observerede vækst af planterne ved tilførsel af huminstofferne skyldes en øget forsyning af næringsstoffer, da mængden af næringsstoffer tilstede i huminsyrerne er meget lille. Lee & Bartley (1976) opgiver værdier til højst 85 ppm N, 10 ppm P og 3 ppm K. I forhold til almindeligt tilførte næringsstofmængder vil andelen fra huminsyrerne være forsvindende. O'Donnell (1973) fandt, at den væksthæmmende effekt af huminstofferne muligvis skyldes et hormonlignende materiale tilstede i humussubstanserne.

Kononova (1966) har foreslået, at huminstoffer i planterne kan virke som en kilde til stoffet polyphenol, som er en respiratorisk katalysator. Den forøgede respiration skulle kunne fremme celledeling, rodvækst og tørstofproduktion. Et spørgsmål i forbindelse med sidstnævnte hypotese er, om planter er i stand til at optage huminstoffer, som er stoffer med en molekylvægt over 1000.

Øvrige stoffer

Dette er stoffer som auxiner, gibberelliner, cytokininer, forskellige antibiotika og vitaminer. Disse stoffer kan oftest produceres direkte af planter, men kan også produceres af visse mikroorganismer i rodzonen (Syltie, 1985). Der er imidlertid kun publiceret meget lidt om disse stoffer i forbindelse med jord/plante systemer. Spørgsmålet vil dels være, om der i jorden produceres vitaminer og øvrige stoffer i tilstrækkelig mængde til at påvirke planter, dels om planterne i så fald kan optage disse stoffer. Endelig kan planterne selv syntetisere de fleste af disse stoffer, så selv hvis en optagelse

er mulig, er det ikke sikkert, at det ekstra tilskud vil have betydning.

I forbindelse med omdannelser i humusfraktionen kan der dannes forskellige organiske syrer (Syltie, 1985). Dette kan være aminosyrer, nukleinsyrer, benzosyre, mælkesyre og eddikesyre. Disse stoffer kan muligvis have betydning ved opløsning/frigivelse af plantenæringsstoffer (Kononova, 1966).

VI.4. Kompost

VI.4.1. Indledning

Kompostering er nedbrydning af organisk gødning/affald i varme aerobe omgivelser. Komposteringen er en dynamisk proces, hvor temperatur, pH og fødetilgængelighed for mikroorganismerne konstant skifter. Dette bevirker, at antallet af mikroorganismer samt artssammensætningen også vil ændre sig gennem komposteringsprocessen.

Gray & Biddlestone (1981) angiver følgende fordele ved at benytte kompost sammenlignet med at benytte almindelig staldgødning:

1. Slutvægten af komposten er mindre end 1/2 af den oprindelige vægt af gødningen, og volumenreduktionen er endnu større. Dette kan reducere omkostningerne ved transport og udspredning på marken.
2. Ved komposteringstemperaturer over 60 °C sker der en effektiv reduktion af patogene organismer og ukrudtsfrø.
3. Godt omsat kompost kommer hurtigt i ligevægt med jorden, mens "rå" organisk gødning kan bevirke en periode med forstyrrelse af de naturlige jordprocesser lige efter udspredning.
4. Ved komposteringen kan et antal forskellige affaldsprodukter fra såvel animalsk som vegetabilsk oprindelse godt blandes sammen.

VI.4.2. Praksis i økologisk jordbrug

Stort set alle slags organiske affaldsstoffer kan indgå i komposten, dog ikke i hvilken som helst mængde.

Det optimale C/N forhold for komposten er 30/1-35/1 (Gray & Biddlestone, 1981). De fleste organiske materialer af dyre- og planterester har imidlertid lavere C/N forhold. C/N forholdet er ca. 0,8 i ajle, 15 i fast staldgødning, 3 i tørret blod og 8 i benmel. Benyttelse af materialer med så lave C/N forhold kan medføre store tab af kvælstof (se afsnit VI.4.4.) ved komposteringsprocessen.

Det kan derfor være en fordel at iblande materiale med et højt C/N forhold, f.eks. halm (C/N ofte 80-100) eller affald af træ (C/N over 200).

Den i Danmark mest benyttede behandling af den organiske gødning er bunkekompostering, dvs. at materialet luftes ved at blive sat om i en ny bunke (Rosenstand, 1983). Dermed opnås en mere iltrig omsætning.

Der benyttes dog flere forskellige behandlinger af den organiske gødning i det økologiske jordbrug. Bunkekompostering af husdyrgødning iblandet andet affald benyttes af 77% af de danske økologiske dyrkere, mens 39% benytter plan- eller overfladekompostering (Rosenstand, 1983). Ubehandlet husdyrgødning, ajle og gylle benyttes af henholdsvis 17%, 25% og 14% af dyrkerne, mens under 3% benytter beluftning af ajlen eller gyllen.

Mængden af kompost tilført jorden skulle ideelt set tilpasses efter plantenæringsstoffoptagelsen og jordstrukturen. Mængderne kan imidlertid variere en del afhængig af den enkelte bedrift. En komplikation ved beregning af den ønskede mængde kompost er, at den tilgængelige mængde af næringsstoffer i komposten kan variere meget afhængig af råmaterialet og komposteringstiden. I engelske undersøgelser har Dalzell et al. (1979) anslået, at omkring 25% kvælstof, 100% fosfor og 80% kalium bliver tilgængeligt samme år, som komposten tilføres jorden.

Arman & Pettersson (1979) angiver, at maksimalt 50 t kogødningskompost/ha eller 30 t svinegødningskompost/ha eller 15 t hønsegødningskompost/ha bør anvendes i et givet år til meget næringsstoffkrævende afgrøder som kål, selleri og foderroer på lerjorde, kun halvt så meget på sandjorde. Dette skal forstås som maksimalmængder, samme mængde anvendt hvert andet eller tredje år skulle være bedre for at bevare en optimal plantekvalitet. Koncentrerede gødninger fra slagterier (hornmel, blodmel og kødmel) bør anvendes sammen med komposten, aldrig alene.

Der mangler i vid udstrækning undersøgelser over forskellige aspekter vedrørende kompost, deriblandt mængde, udbringningstidspunkt samt tab af næringsstoffer ved komposteringen, jfr. afsnit VI.4.3.-VI.4.5.

VI.4.3. Udbytteforhold

I perioden fra 1952-60 blev der foretaget forsøg i fællesskab af Foreningen for Biodynamisk Jordbrug og Planteavlsudvalget for Brønderslev og Omegns Landboforening på 3 ejendomme på sandmuldet jord. Resultaterne viste, at tilføres samme mængde staldgødning i komposteret og ukomposteret form, vil den

komposterede gødning bevirke udbyttenedgang sammenlignet med den ukomposterede (Rasmussen, 1965). Tilførtes den samme mængde tilgængeligt plantenæringsstof i de to gødningstyper, gav det derimod som gennemsnit af forsøgsperioden samme udbytte. Tilførsel af komposteret staldgødning til et alsidigt 7 års sædskifte svarende til gødningsmængder fra 1 storkreatur pr. ha bevirkede lavere udbytter end ved tilførsel af normale mængder handelsgødning. Konklusionen var, at hvis man vil have samme udbytte som ved anvendelse af handelsgødningen, må man have op til 20-50% flere kreaturer på arealet, eller driften må baseres på delvis foderindkøb.

Et- til to-årige undersøgelser i Frankrig har vist betydelige forskelle i udbytte afhængig af arten af den tilførte kompost og afgrødevalget (Lairon, 1983). Ved radise gav NPK og staldgødningskompost større udbytte end kompost fra husholdningsaffald og kvas. I salat var udbyttet derimod det samme for tilførsel af NPK og kompost af kvas eller af husholdningsaffald, hvorimod kompost fra staldgødning gav lavere udbytte.

På grund af forsøgets korte tidsperiode kan det være vanskeligt at drage endelige konklusioner ud fra resultaterne.

På forsøgsstationen Oberwil i Schweiz fandt Vogtmann et al. (1978b) og Vogtmann & Besson (1978) i karforsøg, at komposteret gødning gav bedre plantevækst og udbytte end frisk eller tørret gødning, selvom gødningerne indeholdt samme mængde af kvælstof, fosfor og kalium. De konkluderede, at næringsstofferne i komposten var mere plantetilgængelige end i de øvrige organiske gødninger.

Forskelle i udbytte mellem forskellige former for kompost har sandsynligvis relation til kompostens omsætningsgrad, dvs. hvor meget organisk bundet næringsstof, der er blevet gjort plantetilgængeligt. Kompost kan godt indeholde flere plantetilgængelige næringsstoffer end frisk staldgødning, når der tilføres samme totalmængde. Spørgsmålet er imidlertid, om man også vil benytte samme mængde kompost pr. ha under markforhold, som hvis man tilførte den friske staldgødning.

VI.4.4. Tab af tørstof og kvælstof ved komposteringen

Hovedforskellen i behandlingen af de organiske gødninger ligger i om gæringen (omsætningen) forløber aerobt (med ilt) eller anaerobt (uden ilt). Den aerobe omsætning af staldgødningen og andet organisk materiale er et væsentligt grundlag for mange af de økologiske retninger (Cook, 1976).

Behandlingsformen kan imidlertid have meget stor indflydelse på tabet af kvælstof ved komposteringen. Ved Oberwil i Schweiz er der udført undersøgelser over kvælstoftabet ved forskellige komposteringsformer (Vogtmann et al., 1978b,c; Vogtmann & Besson, 1978; Augstburger et al., 1981).

Vogtmann & Besson (1978) fandt ved egne forsøg samt ved indsamling af litteratur, at de fleste komposteringsprocesser leder til tab af kvælstof, specielt af NH_3 . Ved den anaerobe kompostering var kvælstoftabet typisk 15-25% og ved den aerobe ca. 20-35%. Tabet kunne dog ved begge behandlingsformer være betydeligt større.

Det totale tab efter endt kompostering er således størst ved den aerobe omsætning, men ved spredning på marken, kan der mistes mere kvælstof ved den anaerobt omsatte kompost, sidstnævnte tab afhænger dog af, hvor dybt komposten indkorporeres i jorden.

Sammenlignes en kompostbunke, der er blevet vendt med en, der ikke vendes, er det samlede kvælstoftab det samme efter endt kompostering (6 mdr.), men reduktionen i kvælstofkoncentrationen sker betydeligt hurtigere tidsmæssigt i kompostbunken, der vendes.

Augstburger et al. (1981) sammenlignede to forskellige kompostbunker, en "trapex" bunke og en "Walmen" bunke. Ved trapex-bunken stables gødningen vertikalt, og de enkelte lag er ca. 20 cm. Ved "Walmen" bunken er lagdelingen horizontal, og der stables til en højde af ca. 1,50 m.

Resultaterne viste et forskelligt temperaturforløb og næringsstofftab i de to bunker. I "trapex" bunken skete der en stor temperaturstigning til 56 °C i begyndelsen, og denne temperatur holdt sig i to uger og faldt kun langsomt. I "Walmen" bunken steg temperaturen meget langsomt og nåede aldrig over 50 °C. Det højeste næringsstofftab blev fundet ved trapexbunken. Efter 125 dages kompostering var der i "trapex" bunken kun 60% af totalkvælstof tilbage i forhold til begyndelsesværdien, mens der var 75% ved "Walmen" bunken.

Tilsvarende var der kun 45% af fosfor og 36% af kalium tilbage i "trapex" bunken, men 50% fosfor og 80% kalium var tilbage i "Walmen" bunken.

Benyttelse af gødninger med et lavt C/N forhold medfører et betydeligt kvælstoftab ved komposteringen. Efter 4 mdr. kompostering af hønsegødning (C/N=8,2) var der kun 38% af den oprindelige mængde tilbage (Vogtmann et al., 1978b). Et tilsvarende forsøg, hvor gødningen havde næsten samme lave C/N forhold, gav dog ikke så store kvælstoftab. Efter de 4 mdr. kompostering var ca. 70% af den oprindelige mængde kvælstof tilbage (tabel 15).

Tabel 15. Vandindhold, surhedsgrad, kvælstofindhold, kaliumindhold, fosforindhold og C/N forhold ved begyndelsen og slutningen af komposteringsprocessen. Høsegødning. (Vogtmann et al., 1978b).

	Start værdi		Efter 4 mdr. kompostering	
	forsøg 1	forsøg 2	forsøg 1	forsøg 2
vandindhold, %	72	72	53	46
pH	8,5	5,9	6,9	6,3
glødetab, % i tørstof	83	79	75	71
total-N, % i tørstof	4,7	4,4	1,8	3,1
K ₂ O	-	8,9	-	4,3
P ₂ O ₅	-	4,2	-	1,7
C/N forhold	8,2	8,8	22,0	10,8

Pettersson (1974) prøvede at tilsætte forskellige organiske og uorganiske stoffer til kompostbunken for at undersøge tabet af kvælstof.

Der blev tilført bemel, kødmel, råfosfat og kalimagnesium, og disse materials indflydelse på tørstofindhold og kvælstofindhold i kompostbunken blev undersøgt. Op til 70 kg bemel/t staldgødning påvirkede ikke tørstoffor mindskelsen ved komposteringen over en 3 mdr. periode. Det samlede tab af tørstof var ca. 50%. Kødmel tilført i stigende mængder øgede tørstoffabet. Ved tilførsel af 0, 9, 28 og 70 kg kødmel/t staldgødning var tabet henholdsvis 45, 47, 49 og 51%. På grund af kvælstofindholdet bevirkede tilførsel af kødmel i en stigning i den totale kvælstofmængde i kompostbunken, men tabet blev også større ved komposteringsprocessen. Forholdet mellem tørstof og kvælstof er bestemmende for, om der relativt har fundet en kvælstofberigelse sted. Blev kødmelet tilført sent i komposteringsprocessen kunne kvælstoftabet reduceres en smule.

For hvert kg tilført kalimagnesium/t staldgødning blev tørstoffabet formindsket med gennemsnitligt 0,33%. En meget stor mængde kalimagnesium kan dog nedsætte tørstoffabet så meget, at omsætningen i komposten næsten går i stå. Sideløbende med formindskelsen i tørstoffabet skete der en formindskelse i kvælstoftabet af samme størrelsesorden, hvilket blot vil sige, at omsætningen forløb langsommere. Råfosfat bevirkede ikke de store ændringer i kvælstoftabet.

Man må konkludere, at det i forbindelse med komposteringsprocesserne er vigtigt at undersøge kvælstoftabets størrelse, da de til nu gennemførte forsøg viser meget svingende resultater selv indenfor den samme forsøgsserie.

Yderligere har kompostbunkens form, og graden af aerobe forhold meget stor betydning for tabet af næringsstofferne.

I hvilken form, kvælstof tabes fra kompostbunken, bør ligeledes undersøges. Vogtmann & Besson (1978) prøvede at estimere sidstnævnte størrelse ved brug af et komposttårn. Dette er et lukket system, hvor man kan estimere såvel mængden af materiale, næringsstofindhold, volumen af run-off og næringsstofkoncentrationen i denne samt koncentrationen af næringsstoffer i den luft, der tilføres og forlader tårnet. Ved denne undersøgelse blev det fundet, at 20-30% af det totale kvælstoftab skete ved run-off, resten i luftform.

VI.4.5. Indflydelse på jordbundsforhold

Enkelte undersøgelser foreligger om kompost's indflydelse på jordbundsforhold. Ott (1981) sammenlignede de tre gødningstyper NPK, "rå" staldgødning og komposteret staldgødning. Ved komposteringen mistedes 30% kvælstof og 40% kulstof.

I forhold til NPK bevirkede begge de organiske gødninger i en øgning i jordens indhold af organisk stof, total-kvælstof og kalium. Tilvæksten var størst for tilførslen af kompost (tabel 16). Angående kvælstofindholdet i jorden, var indholdet af totalkvælstof specielt højt efter tilførsel af kompost, mens nitratinholdet var lille. Dette kunne tyde på, at det tilførte organiske stof var til stede i mere stabile forbindelser i komposten end i den "rå" staldgødning. 30 dage efter tilførslen af komposten var der i forhold til kontrolparcellen et signifikant højere indhold af såvel tilgængeligt fosfor (P1) som reservefosfor (P2) på ca. 30%. Almindelig staldgødning bevirkede derimod ingen forøgelse af jordens fosforindhold.

Tabel 16. Surhedsgrad samt indhold af kvælstof, fosfor, kalium og organisk stof i jord efter tilførsel af NPK, staldgødning og komposteret staldgødning. % eller ppm. Siltrig lerbord. Hvededyrking. 4 t staldg. eller kompost/ha tilført i november. 10 gentagelser. Ott (1981).

	<u>NPK</u>		<u>Kompost</u>		<u>Staldgødning</u>	
	nov.	apr.	nov.	apr.	nov.	apr.
pH	5,8	6,4	5,8	6,7	5,8	6,6
total-kvælstof	348	515	392	547	366	533
nitrat-kvælstof	20	7	20	7	23	7
fosfor (HCl opl.)	38	34	49	59	41	48
fosfor (NaCl opl.)	74	70	93	85	80	76
kalium	265	261	327	356	302	326
organisk stof	1,48	1,30	1,62	1,40	1,56	1,34

VI.4.6. Indflydelse på patogener og ukrudtsfrø i gødningen

Vogtmann et al. (1978 c) undersøgte, hvilken indflydelse beluftning af gylle havde på forekomsten af ukrudtsfrø (butbladet skræppe, *Rumex obtusifolius*) og bakterier i gyllen.

Beluftning af gyllen ved temperaturer på 4-12 °C viste ingen reduktion i spireevnen af ukrudtsfrø i forhold til anaerob behandling. Ved beluftning af gyllen ved 19 °C gik spireevnen ned i forhold til anaerob behandling med 40% i løbet af 12 dage. Ved 28 °C var spireevnen i beluftet gylle nede på 0 efter 2 dages beluftning.

Den beluftede gylle viste efter 3-4 dages forløb en stærk tilbagegang i antallet af enterobakterier og enterokokker, og disse kunne efter 6 dages beluftning ikke detekteres. Dette skal sammenlignes med, at der i anaerob gylle efter samme antal dage fandtes 1150 koliforme kim og 145 enterokokker/ml.

Brug af komposteret gødning i forhold til frisk gødning kan ligeledes reducere indholdet af visse stoffer, der er tilstede i gødningen efter konventionel drift. Mængden af Zn-bacitracin, et antibiotica benyttet ved hønsehold, blev reduceret i gødningen, når denne blev komposteret (fra 150 til 30 ppm) (Vogtmann et al., 1978b).

VI.5. Algeprodukter

Kun ganske få forsøg er udført med algeprodukters indflydelse på vækst af forskellige afgrøder.

Featonby-Smith & Van- Staden (1983) udførte forsøg med et kommercielt solgt algekoncentrat Kelpak 66 (fra brunalgen *Ecklonia maxima*). Kelpak 66 fortyndet 1:500 forbedrede væksten af roer signifikant, uanset om det blev tilført alene eller sammen med handelsgødning. Planter tilført såvel handelsgødning som algeekstraktet gav det største udbytte. Forklaringen på hvorfor algekoncentratet øgede plantevæksten er ikke klarlagt, men der synes at være en forbindelse med hormonet cytokinin. Visse alger er fundet at have et stort indhold af cytokininlignende stoffer (Brain et al., 1973). Blunden & Wildgoose (1977) og Blunden et al. (1979) fandt, at udbyttetilvæksten i kartofler og sukeroer ved tilførsel af et vandigt algeekstrakt var af samme størrelsesorden som ved tilførsel af et syntetisk cytokinin med samme cytokininmængde som i ekstraktet.

Om effekten af alge-ekstrakter har forbindelse med en hormonal virkning på planterne og ikke en næringsmæssig kan dog ikke alene udledes af disse forsøg, dels på grund af det ringe antal forsøg, dels fordi der kan være stor forskel på, hvilket algeekstrakt der benyttes.

VI.6. Stenmel og andre naturprodukter

VI.6.1. Indledning

Findelt materiale fra forskellige bjergarter (stenmel) kan benyttes i økologisk jordbrug til næringsstofforsyning eller i forbindelse med plantebeskyttelse. Benyttes stenmelet som et gødningstof kan det direkte tilføres jorden, iblandes kompostbunken eller bruges i forbindelse med nedfældning af det organiske materiale på marken.

De mest benyttede stenmel er granit, dionit, syenit, basalt, phonolit, diabas, skifer og lava.

Disse stenmel består af forskellige mineraler:

olivin, epidot, pyroksen (augit), amfibol (tremolit, aktinolit, hornblende), glimmer (muskovit, biotit), illit, vermikulit, smektit, klorit, kvarts, feldspat (orthoklas, mikroklin), plagioklas, nefelin (samlet af Hansen, 1981). F.eks. består granit hovedsageligt af kvarts, feldspat og glimmer.

Disse mineraler indeholder alle mange forskellige kemiske forbindelser og sporeelementer i forskellig koncentration.

Med hensyn til koncentration af plantenæringsstoffer er følgende karakteristisk for mineralerne (Fragstein, 1983, 1984):

- feldspat og glimmer (muskovit = sort glimmer og biotit = hvid glimmer) er rige på kalium.
- olivin, amfibol, pyroksen og biotit indeholder en betragtelig del magnesium og jern.
- pyroksen, amfibol og plagioklas indeholde relativt meget calcium
- biotit og amfibol indeholder mangan.

VI.6.2. Forvitring af mineralerne

Forvitringen af mineralerne kan ske kemisk, mikrobiel og ved hjælp af planter. Den kemiske forvitring kan ske ved hydrolyse, chelatbinding og oxidation/reduktion. Den mikrobielle forvitring er afhængig af en god kulstofforsyning til mikroorganismene i jorden (Keller & Frederickson, 1952 ref. i Hansen, 1981). Aktiviteter i nærheden af rodspidsen skulle tillade planter at deltage aktivt i forvitring af mineraler. Størrelsen skulle dog ikke være sammenlignelig med den mikrobielle forvitring.

Forvitringen af mineralerne i naturen er sædvanligvis en langsom proces, som måles i geologisk tid (Hansen, 1981). Under laboratorieforhold er det dog lykkedes at få en frigørelse af visse næringsstoffer specielt ved mikrobiel forvitring.

Silverman (1979) har således sammenfattet nogle forsøg med mikrobiel frigørelse af næringsstoffer fra nogle mineraler. Frigørelse af 54% Mg fra olivin kunne således opnås på 8 dage. Frigørelse af 1-20% kalium fra feldspat og muskovit kunne opnås på under 2 måneder.

Frigørelsen af næringsstoffer er afhængig af bjergartens beskaffenhed og partikelstørrelse samt klima og jordens beskaffenhed. Det er generelt gældende, at jo mindre partikelstørrelse, jo større andel findes af opløseligt næringsstof i mineralerne (Gisiger, 1941; Eno & Reuzer, 1955). Eno & Reuzer (1955) fandt ved forsøg med biotit, at 0,33% af kalium fandtes i en opløselig form ved en partikelstørrelse på 0,2-2 μ , men at kun 0,03% var i opløselig form, når partikelstørrelsen var 20-180 μ .

Med hensyn til hvilke mængder næringsstoffer, der kan ekstraheres (frigøres) fra forskellige stenmel, udførte Fragstein (1984) laboratorieforsøg med 46 forskellige mineral kombinationer, stammende fra stenmel af basalt, diabas, lava og granit.

Variation i mineralogisk sammensætning såvel som i partikelstørrelse bevirkede store forskelle i frigivelse af mineraler. De maksimale mængder, der kunne ekstraheres var:

CaO	219 g/kg stenmel
MgO	137 -
K ₂ O	20 -
Na ₂ O	68 -
Fe	32 -
Mn	843 mg/kg stenmel
Zn	106 -
Cu	120 -

Til sammenligning fandt Gisiger (1941), at der kunne ekstraheres knap 400 mg kalium/kg stenmel fra basalt, når partikelstørrelsen var under 0,15 mm.

Tages den størst mulige frigivelse af kalium og omregnes dette tal til markforhold, skal der tilføres 1000 kg stenmel/ha for at forsyne jorden med 20 kg K/ha.

VI.6.3. Benyttet mængde stenmel

Mængden af stenmel, der anbefales til brug i marken, varierer meget fra område til område, hvilket bl.a. skyldes forskelle i valg af stenmel, dennes partikelstørrelse, jordtype og afgrødevalg.

Den organisk-biologiske bevægelse i Schweiz anbefaler 30-50 kg stenmel/ha/år, mens der anvendes betydeligt større mængder i Frankrig, op til 200-500 kg stenmel/ha hvert år, på lette, næringsfattige jorde op til 1-2 t/ha (Källander & Källander, 1978). Tilsat husdyrgødningen er de anbefalede mængder fra 300 g stenmel/storkreatur/dag op til 1,5 kg stenmel/storkreatur/dag (samlet af Hansen, 1981). Tilsat kompostbunken er mængden ca. 30-50 kg stenmel/m³ kompost (Hansen, 1981).

VI.6.4. Kalium-gødskning

En række kaliumholdige mineraler fra stenmel er forsøgt benyttet som kaliumgødning op gennem tiderne. Stenmel indeholdende biotit, muskovit og feldspat har givet det bedste resultat. Blandt disse stoffer har biotit generelt frigjort den største mængde kalium, derimod har mængderne fra feldspat oftest været så små, at deres betydning som kaliumkilde for planterne har været ringe. Dette skyldes mineralernes struktur, ikke den totale kaliummængde, da feldspat faktisk indeholder den største mængde kalium (Hansen, 1981).

I nogle forsøg er der rapporteret om et lille merudbytte ved benyttelse af stenmel, specielt granit. Ofte er den benyttede mængde stenmel dog over 5 t/ha.

Jackson & Burton (1958) fandt et lille merudbytte ved at tilføre 4 t K₂O/ha i granit til bermudagræs i et 5 årigt forsøg. Sammenlignet med handelsgødning var virkningen imidlertid dårlig. 1 enhed af handelsgødningskalium var lige så effektiv som 8 enheder af kalium i granit. I karforsøg med rajgræs fandt Ebert (1962), at diabas og gneis kunne bevirke et lille merudbytte, men græsset indeholdt mere kalium i vævet, når der blev gødet med KCl. I karforsøg med bælgeplanter fandt Roschnik et al. (1967), at udbyttet steg med stigende tilførsel af basalt op til 9 t/ha, jorden var en finkornet næringsfattig sandjord. Schmitt (1949) fandt, at basalt tilført i mængder på 4 t/ha i forhold til ugødet jord kunne bevirke et merudbytte op til 5% i græs og ca. 10% i kartofler og rug. Et uddybende forsøg viste dog, at anvendt 8 år i træk

bevirkede det anvendte stenmel kun meget ringe merudbytte i forskellige afgrøder (kartofler, vårbyg, havre og vinterrug) under forskellige klima- og jordbundsforhold. Dette var uanset om stenmelet blev tilført alene eller sammen med organisk gødning (tabel 17).

Tabel 17. Udbytte af hvede, kartofler, vårbyg, havre og vinterrug gødet med forskellige kombinationer af stenmel, uorganisk og organisk gødning, dt/ha (Schmitt, 1949).

	hvede gns. 1936-44	kartofler 1936	vårbyg 1937	havre 1938	vinterrug 1939
1. ugødet	53,5	223	19,0	25,8	18,6
2. basaltmel (2 t/ha)	54,8	209	18,0	22,3	17,1
3. basaltmel (4 t/ha)	56,2	228	19,4	22,4	18,2
4. (N)PK*	68,3	328	26,6	30,8	21,0
5. (N)PK + basalt- mel (4 t/ha)*	67,2	331	24,2	34,4	21,5
6. 1/2 (N)PK + basaltmel (4 t/ha)*	63,7	281	21,5	32,9	20,5
7. ugødet	60,6				
8. basaltmel (2 t/ha)	59,1				
9. basaltmel (4 t/ha)	60,7				
10. kalifosfat (KP)	71,7				
11. KP + basaltmel (4 t/ha)	71,3				
12. 1/2 KP + ba- saltmel (4 t/ha)	69,7				

1-6: uden staldgødning

7-12: med staldgødning

* 4,5,6 er NPK for kartofler, vårbyg, havre og vinterrug, men KP for hvede.

Ved et 2-årigt karforsøg med granit blev der fundet en 10% udbyttetigning i tomat i forhold til ugødet (Barker, 1975). Til sammenligning var udbyttetigningen op til 40% ved tilførsel af KCl og op til 20% ved benyttelse af træaske.

I en del undersøgelser er der dog ikke fundet nogen effekt af de benyttede stenmel på udbyttet. Walsh & Quinn (1957) tilførte granitmel (11% total K_2O) til kartofler i mængder op til 1,8 t/ha. Samtidig blev der tilført normale mængder af kvælstof og fosfor i handelsgødning. Der blev kun observeret en ringe udbytteeffekt ved tilførsel af granitmelet, og efter en periode led kartoflerne af kaliummangel. Wagner (1941) fandt heller ingen effekt af tilførsel af 4 t stenmel/ha med hensyn til udbyttet af hvede.

Hansen (1981) fandt en 4% øgning af udbyttet i havre dyrket på mose- og sandjord efter tilførsel af amfibolit, basalt og gneis i karforsøg. På en humusrig lerjord kunne der derimod ikke spores nogen indflydelse af stenmelet.

Med hensyn til næringsstofindholdet i havrekernerne blev der fundet et signifikant højere indhold af kalium og i mindre grad af natrium, magnesium og calcium efter gødskning med stenmel, denne forskel blev større, når stenmel blev tilført to år i træk (fig. 3). Generelt var forskellene i såvel havreudbyttet som i næringsstofindholdet dog betydeligt større, når man varierede gødningstypen (uorganisk, organisk) end når man tilførte eller ikke tilførte stenmel.

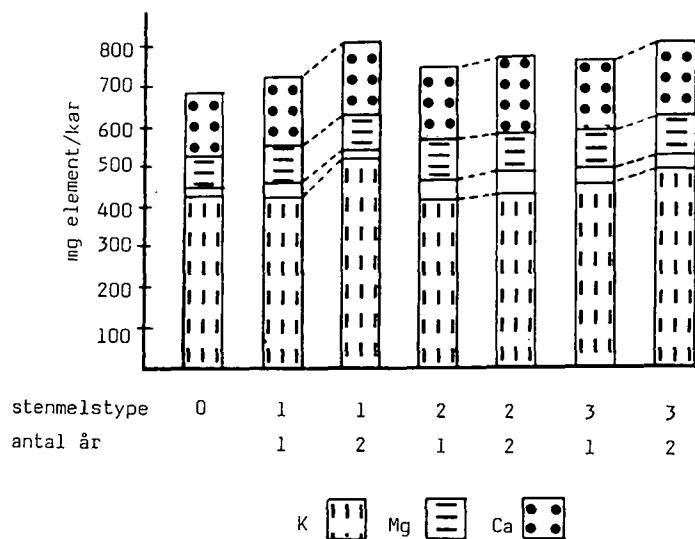


Fig. 3. Effekt af stenmel tilført 1 eller 2 år på mængden af kalium, magnesium og calcium i havrekerner. Karforsøg. mosejord. 1 = amfibolit, 2 = basalt, 3 = gneis. (Hansen, 1981)

Jorden indeholder foruden tilgængeligt kalium også en meget stor del ikke- eller sværtombytteligt kalium. Mengel & Wiechens (1979) undersøgte i karforsøg med rajgræs (11 slæt) på universitetet i Giessen, om kaliumfrigivelsen fra den sværtombyttelige kalium-fraktion havde nogen indflydelse på udbyttet. De fandt, at mængden af kalium absorberet af planterne fra den sværtombyttelige kaliumfraktion var højere, hvor der ikke blev tilført kalium udefra.

Faldt jordens ombyttelige kaliumindhold til under 300 ppm, blev frigivelsen af kalium fra den sværtombyttelige kaliumfraktion mere betydende for afgrødeudbyttet end fra den ombyttelige fraktion. Under 280 ppm af ombytteligt kalium bevirkede imidlertid udbyttedepression pga. kaliummangel, hvilket vil sige, at den sværtombyttelige kalium-fraktion ikke alene kan tilgodese afgrødens kaliumbehov.

I et karforsøg med havre fandt Richter (1974), at havreplanterne var i stand til at udnytte en del af kalium tilstede i den sværtombyttelige fraktion (tabel 18). Kalium fra den sværtombyttelige kalium fraktion kunne i laboratoriet ekstraheres med syrer, og Richter (1974) har på dette grundlag foreslået, at kalium fra den sværtombyttelige kaliumfraktion i jorden og fra den tilsvarende fraktion i tilførte stenmel kan blive delvis opløst og frigivet til plantevækst ved syreudskillelse i umiddelbar nærhed af planternes rodzone. Da de omtalte forsøg er kar- og laboratorieforsøg kan den kvantitative betydning af denne proces ikke overføres til almindelige dyrkningsforhold.

Tabel 18. Udbytte af havre ved tilførsel af forskellige lermineraller og stenmel.
Karforsøg, gns. 3 forsøg. (Richter, 1974).

	Udbytte g tør- stof/kar	K-indhold mg K/kar	K-frigi- velse mg K/kar	Forskel mellem K-indhold i karret ved forsøgets start og i det høstede produkt, mg K/kar *.		
				letopl- K 0,5 n NH ₄ - opl.	mellem opl. K *	sværtopl. K nHCl opl.
<u>Lermineraler</u>						
K-bentonit	42,3	6,2	100,0	91	-23	49
illit	77,3	7,5	281,2	49	-43	-17
<u>Stenmel</u>						
sandsten	55,5	6,1	160,6	77	-18	142
granit	77,7	8,3	317,4	77	-13	253
basalt	64,0	5,2	148,4	63	-5	130

* negative tal betyder, at der har fundet en kalium "berigelse" sted.

VI.6.5. Fosfor-gødsning

Foruden at kunne forsyne jorden med fosfor i forskellige organiske gødninger kan der i økologisk jordbrug benyttes råfosfat. Denne består af forskellige apatit (Ca-fosfat) forbindelser. Ved forvitring og omsætningsprocesser i jorden bliver apatit omdannet til hydroxid-apatit, carbonat-apatit og flour-apatit (Finck, 1979). Super- og triplefosfat fremstilles ud fra apatit, hvor calciumdelen fraspaltes. Thomasfosfat fremstilles også ud fra apatit.

Der foreligger kun få forsøg med forskellige fosfatgødninger benyttet i forbindelse med økologisk dyrkning. Barker (1975) sammenlignede udbyttet af tomat i karforsøg efter tilførsel af superfosfat, benmel og kolloid stenfosfat. Det største udbytte blev opnået ved tilførsel af superfosfat (38 g friskvægt/plante), dernæst fulgt benmel (30 g friskvægt/plante). Derimod var stenfosfat ikke i stand til at forsyne tomatplanterne med fosfor, og der udviklede sig en betydelig fosformangel i løbet af vækstsæsonen.

VI.6.6. Stenmel tilført sammen med organisk gødning

Fragstein & Vogtmann (1983) undersøgte 4 stenmel af forskellig geologisk oprindelse (granit, basalt, diabas, vulkansk aske) tilsat 4 organiske ekstrakter (aminosyrekoncentrat, algeekstrakt af *Ascophyllum nodosum*, kvæg ajle og bryg-gær). Mængden af næringsstoffer ekstraheret fra stenmelene i forbindelse med de forskellige organiske ekstrakter var sammenlignelige med de mængder af plantenæringsstoffer, der er til stede i almindelige flydende handelsgødninger i Tyskland (tabel 19). Af de organiske gødninger blev den største effekt målt med aminosyrekoncentratet og bryg-gæren, specielt i kombination med basalt. Dette var gældende med en koncentration af aminosyre-koncentratet, som man ville benytte under praktiske forhold (0,5%).

Singh (1985) tilførte forskellige koncentrationer af fosforindeholdende stenmel til kompost. Der blev observeret en større nedbrydningshastighed af komposten ved tilførslen af stenmelet, og den maksimale nedbrydning blev opnået ved tilførsel af 1 kg stenmel (20,6% total fosfor)/3,65 kg komposttørstof.

Den forøgede nedbrydning blev udlagt som en større biologisk aktivitet i komposten på grund af en større fosfortilgængelighed for mikroorganismerne. Benyttelse af fosforkomposten i ovennævnte koncentration gav lige så stort udbytte af hvede og mungbønner som tilførsel af normal mængde superfosfat testet i mikroploths i markforsøg.

Tabel 19. Mineralstofindhold i uorganisk flydende handelsgødning og i et aminosyrekoncentrat (0,5%) tilført forskellige typer stenmel.
(Fragstein & Vogtmann, 1983).

	Handelsgødning (0,1%)				Aminosyre- koncentrat (0,5%)
	Type 8-8-6	Type 12-4-6	Type 20-15-4	Type 10-0-0	
N, mg/l	80	120	200	100	450
P ₂ O ₅ , mg/l	80	40	150		ikke målt
K ₂ O, mg/l	60	60	40		37 (lava)
CaO, mg/l				150	66 (lava)
MgO, mg/l				20	19 (basalt)
Fe, ug/l	190	125	231	800	1060 (basalt)
Mn, -	161	162	750	1600	121 (granit)
Zn, -	61	58	150	320	10 (granit)
Cu, -	82	81	150	640	17 (basalt)

VI.7. Konklusion/diskussion

Gødningsforsyningen i det økologiske jordbrug er primært baseret på de organiske gødninger, dvs. staldgødning, grøngødning og forskellige former for kompost. Dertil kan komme brug af affaldsprodukter fra slagterier, mejerier og industrier. De miljømæssige aspekter ved at benytte sidstnævnte produkter bør dog nærmere undersøges. Foruden de organiske gødninger kan der benyttes mineralstoffer som stenmel og råfosfat.

Spørgsmålet om organiske gødninger er bedre for plantevæksten og plantekvaliteten end uorganiske er et af de centrale punkter ved den økologiske dyrkningsform. Ved benyttelse af de organiske gødninger, specielt omsatte gødninger som kompost, bliver næringsstofferne normalt frigivet langsommere, men mere kontinuert gennem vækstsæsonen end ved tilførsel af handelsgødninger. Denne forskel kan give de i afsnit III og IV nævnte forskelle i udbytte og plantekvalitet. Foruden makronæringsstoffer indeholder husdyrgødningen også nogle stoffer, som kun er til stede i meget små mængder. Nogle af disse, f.eks. humate-forbindelser, er i laboratorieforsøg vist at kunne påvirke plantevækst i positiv retning. Størrelsen kan dog være meget varierende. Hvilken betydning disse stoffer har under markforhold er ikke klarlagt, ligesom deres virkemåde ikke endeligt er fastlagt. Nogle undersøgelser har vist, at en sandsynlig virkning kan være hormonal. Dette kan bl.a. forklare, at disse stoffer kan have en virkning selv i meget små koncentrationer. Tilsvarende virkning er foreslået for bl.a. visse alge-ekstrakter, men dette er ikke undersøgt i detaljer.

En del aspekter vedrørende den faste staldgødning og gylle er belyst i danske gødningsforsøg, bl.a. med hensyn til næringsstofindhold i jorden og udvaskning (Høg, 1986 a). Disse gødninger er dog ikke afprøvet i forbindelse med specielt den økologiske dyrkningsform.

Derimod forefindes der ikke ret mange undersøgelser til belysning af de forskellige aspekter med tilknytning til brugen af kompost. Dette gælder bl.a. med hensyn til udbytteforhold, det organiske materiale i komposten, udbringningsmåde og specielt problemer med hensyn til tab af kvælstof under komposteringsprocessen. Udenlandske undersøgelser har vist, at der under komposteringsprocessen ofte tabes 30-40% af den oprindelige mængde kvælstof, i mange tilfælde kan tabet være større. I denne forbindelse er der fundet store variationer i kvælstoftabet selv inden for samme forsøgsserie, og kompostbunkens form samt graden af aerobe forhold under komposteringen har en betydende rolle for størrelsen af kvælstoftabet.

Med hensyn til brug af stenmel som gødningsmiddel viser forsøg, at disse ikke alene kan sikre planternes næringsstofforsyning. Mængden af plantenæringsstoffer frigivet fra disse stoffer selv under gunstige forhold er i størrelsesorden 0,1-200 g pr. kg stenmel.

Oprindelsesmaterialet og partikelstørrelsen af stenmelet samt klima og jordtype er betydende for forvitringen (frigørelsen af næringsstofferne). Ud fra ovennævnte mængder frigjort plantenæringsstof vil der være behov for meget store mængder stenmel til at forsyne planterne med næringsstoffer, over 1 t/ha, og ofte betydeligt mere.

Det skal dog bemærkes, at en del af disse undersøgelser er af ældre dato, og muligheder for en bedre ekstraktion eller findeling af stenmelsprodukterne muligvis kan forbedre deres virkning. I de fleste undersøgelser er der kun fundet meget små merudbytter ved benyttelse af forskellige stenmel, højst op til 5-10%, og meget ofte slet ingen virkning eller kun merudbytter omkring et par procent.

Iblanding af stenmel i organiske gødninger har givet større udbytter end tilførsel af disse stoffer alene, og i nogle forsøg har udbyttet været sammenligneligt med udbytter ved brug af handelsgødning.

VII. NÆRINGSSTOFBALANCER

VII.1. Registreringer på eksisterende økologiske brug.

I tilknytning til de tidligere omtalte forsøg i majsbæltet i USA (Lockeretz, 1978; Lockeretz et al., 1980 (afsnit III)) blev der udregnet tilførsel og bortførsel af fosfor og kalium. Kun få af de økologiske dyrkere havde et balanceret næringsstofbudget. De konventionelle brug tilførte størsteparten af deres fosfor og kalium fra handelsgødning, mens de økologiske brug som ventet tilførte langt den største del af disse næringsstoffer i organisk form, og den samlede tilførsel var betydeligt lavere end i de konventionelle brug (tabel 20).

Mængden af fosfor fjernet i afgrøderne var næsten ens i de konventionelle og de økologiske bedrifter, derimod blev der fjernet betydeligt mere kalium fra de økologiske bedrifter, hvilket primært skyldes, at en større del af arealet blev dyrket med græs. Resultatet er en negativ balance for specielt kalium på de økologiske bedrifter, men også et underskud af fosfor. På de konventionelle bedrifter er der praktisk talt ligevægt, dvs. at tilførslen og bortførslen af næringsstoffer er lige store (tabel 20).

Tabel 20. Gennemsnitlig fosfor- og kaliumbalance for 14 økologiske og 14 konventionelle bedrifter i majsbæltet i USA. Kg/ha/år. Værdierne er beregnet ud fra målte udbytter og "norm"-tal for planternes indhold af P og K. (Lockeretz et al., 1980).

	Økologisk		Konventionel	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
<u>Tilførsel</u>				
Uorganisk gødning	7,7	5,2	26,2	36,3
Organisk	10,9	18,8	8,3	14,0
<u>Fjernet i afgrøden</u>	32,4	69,6	33,5	49,1
Differens	-13,8	-45,6	1,0	-1,2

Wistinghausen (1982) sammenlignede tre biodynamiske brug med hensyn til tilførsel og bortførsel af kvælstof, kalium og fosfor (fig. 4). Alle bedrifterne var alsidige og havde husdyrhold. Der blev bortført mere kvælstof og kalium, end der blev tilført, hvorimod tilførslen var lige så stor eller større end bortførslen med hensyn til fosfor.

I en anden tysk undersøgelse blev fire organisk-biologiske bedrifter i Bayern og Baden-Württemberg undersøgt med hensyn til den samlede import og eksport af næringsstofferne fosfor og kalium. Med hensyn til kalium havde alle fire bedrifter en negativ total balance, dvs. at der blev bortført mere kalium end der blev tilført. For fosfor havde de 3 bedrifter en negativ balance og den ene en positiv balance (Schiffer, 1983).

En tilsvarende hollandsk undersøgelse på en økologisk bedrift viste et nettotab af såvel kvælstof (66 kg N/ha) fosfor (13 kg P_2O_5 /ha) og kalium (63 kg K_2O /ha) (Vereijken, 1984).

Denne bedrift var på 24 ha og havde 1 storkreatur/ha og et alsidigt sædskifte med kløvergræs (3 år), kartofler, vinterhvede, vinterbyg, kløvergræs, foderroer, ært og havre.

Som et resultat af salg af produkter blev der bortført 50 kg N/ha, 15 kg P_2O_5 /ha og 30 kg K_2O /ha. Tabet ved udvaskning var 45 kg N/ha og 30 kg K_2O /ha. Tilførsel af næringsstoffer fra bælplanter blev bestemt til 75 kg N/ha og tilførsel fra nedbøren til 24 kg N/ha, 2 kg P_2O_5 /ha og 7 kg K_2O /ha. Tab af kvælstof ved denitrifikation blev bestemt som en differens.

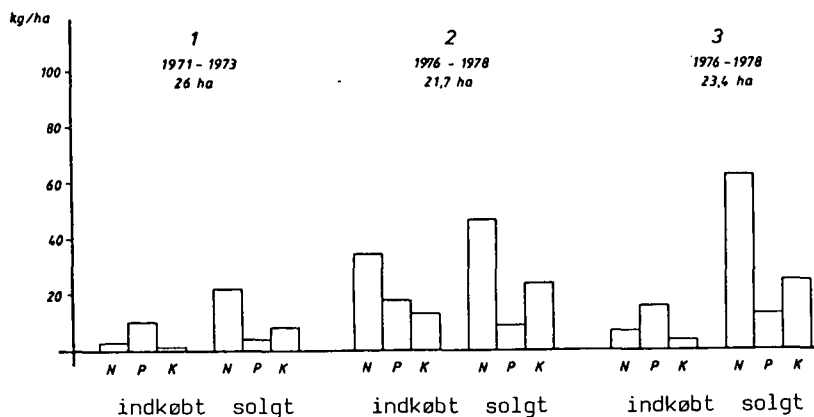


Fig. 4. Næringsstofbalancer for tre økologiske bedrifter i Tyskland. Indhold af kvælstof (N), fosfor (P) og kalium (K) i indkøbte og solgte produkter, kg/ha/år. (Wistinghausen, 1982)

VII.2. Beregninger i tilknytning til forsøg

Miljøstyrelsen (projekt 55, 1984) opstillede en formel systembeskrivelse (en edb-model) af henholdsvis det nuværende danske jordbrugssystem (N for nuværende) og et alternativt system (A). Sidstnævnte blev konstrueret som et eksempel på en driftsform med kvæg- og svinebesætning, hvor afgrødesammensætningen og sædskiftet er tilrettelagt med henblik på at tilvejebringe en økologisk produktionscyklus, der ikke er baseret på et stort årligt tilskud af kemiske midler.

Beregningerne viste, at mængden af biologisk fikseret kvælstof i A-systemet var tilstrækkeligt til sammen med den organiske gødning at skaffe en positiv kvælstofbalance, dvs. at der bortføres mindre kvælstof, end der tilføres. Efter modellen blev der i A-systemet tilført 104 kg N/ha ved biologisk kvælstofbinding, 17 kg N/ha fra nedbør og 114 kg N/ha fra organisk gødning. Tabet blev opgjort til 102 kg N/ha (de 92 kg/ha fra ammoniak fordampning), og 112 kg N/ha blev bortført i afgrøden. Dette skulle give et overskud på 21 kg N/ha. I det konventionelle system (N) blev der efter modellen tilført 9 kg N/ha fra biologisk kvælstofbinding, 17 kg N/ha fra nedbøren, 143 kg N/ha fra organisk gødning og 92 kg N/ha fra handelsgødning. Tabet blev opgjort til 151 kg N/ha (halvdelen ved ammoniakfordampning, halvdelen ved udvaskning), og 110 kg N/ha blev optaget i afgrøden.

Med hensyn til behovet for gødskning med fosfor viste beregningsresultaterne, at forbruget af fosforgødninger kan være større i A-systemet end i N-systemet. Dette skyldes, at forskellen mellem den fosformængde, der fjernes fra systemet ved salg af animalske og vegetabiliske produkter og den fosformængde, der tilføres med foder og gødning, er større i A-systemet end i N-systemet.

I tilknytning til forsøgene på Järna og Lantbruksuniversitetet i Uppsala blev der opstillet en kvælstofbalance (Pettersson, 1982). Ca. 75% af det totalt tilførte kvælstof blev høstet i produkterne i det konventionelle system, men kun 60% i det økologiske.

Den største mængde kvælstof i det økologiske system, der ikke umiddelbart udnyttes af afgrøderne, kan repræsentere en kvælstofmængde efterladt i jorden i organisk form. Når denne mineraliseres, kan det være til gavn for efterfølgende afgrøder. Mængden kan dog også repræsentere et tab af kvælstof enten umiddelbart, eller ved udvaskning på et senere tidspunkt, hvor der mineraliseres kvælstof, men hvor der ikke er afgrøder til at optage det.

VII.3. Konklusion/diskussion

På eksisterende økologiske jordbrug er der som oftest fundet en negativ kvælstofbalance, dvs. at der fjernes mere kvælstof, end der tilføres. I forsøg og ved beregninger er det dog fundet muligt at opnå en positiv balance. Kvælstof kan både tilføres ved den organiske gødning og ved kvælstofbinding ved hjælp af bælplanter. Grosch (1982) har prøvet at opstille et kvælstofbudget for en økologisk bedrift, hvorved det skulle være muligt at få en positiv kvælstofbalance. Med 1,2 storkreatur/ha og et sædskifte med kløvergræs, kløvergræs, kartofler, vinterhvede, bælplanter, markbønne/havre, vinterhvede og vinterbyg skulle man som gennemsnit af rotationen kunne opnå et overskud af kvælstof på 90 kg N/ha. Der blev regnet med gennemsnitsudbytter, som skulle være "realistiske" og med en relativ lille kvælstofforsyning.

Mengel (1979) beregnede, at for at få et udbyttensniveau svarende til tilførsel af 200 kg N ha i handelsgødning, må der foruden tilførsel af staldgødning regnes med, at 30-40% af arealet skal dækkes med bælplanter. Det er således muligt at skaffe tilstrækkeligt kvælstof ved økologisk dyrkning, man skal dog i denne forbindelse være opmærksom på, at en del af afgrøderne i sædskiftet udelukkende skal benyttes til kvælstofforsyningen og ikke til foder, hvilket kan være en dyr løsning.

På alle de økologiske brug, der er undersøgt med hensyn til næringsstofbalancer, er der fundet en negativ kaliumbalance og på de fleste også en negativ fosforbalance. Om dette giver sig udtryk ved lavere udbytter er imidlertid ikke sikkert, da en evt. kalium- og fosformangel kan være mange år om at udvikles, afhængig af jordtype og tidligere års gødsning. Dette er bl.a. sandsynligt på nystartede økologiske brug, hvor jorden tidligere har været dyrket konventionelt. Den store tilførsel af fosfor og kalium, der er sket i Danmark siden 1950, har medført stigning i jordens Ft og Kt. For Ft har stigningen været 2-2,5 Ft enheder og for Kt 2-4 Kt enheder (Høg, 1986 a). Tilførslen af kalium var i 1983 som landsgennemsnit over 100 kg kalium/ha, men man regner med, at kun omkring 80 kg kalium/ha/år bortføres med afgrøden. Godt 40 kg P/ha/år tilføres årligt, men knap 20 kg P/ha/år bortføres med afgrøden. Resultatet er, at der kan findes betydelige fosfor- og kaliumreserver i jorden, enten i lettilgængelig form eller fikseret i jorden.

Set på lang sigt vil det dog være nødvendigt at tilføre fosfor og kalium for at opveje det tab, der vil opstå. Langt hovedparten af kalium og fosfor tilføres med den organiske gødning i det økologiske jordbrug, og modsat kvælstofforsyningen er det ikke umiddelbart muligt at tilføre disse næringsstoffer på anden måde. En for stor tilførsel af den organiske gødning kan medføre mange uheldige miljøeffekter, f.eks. i form af kvælstofudvaskning (jvf. Høg, 1986 a), og mange af de til nu benyttede metoder med tilførsel af eksempelvis stenmel, har kun givet begrænset virkning, jvf. afsnit VI.6. Det er derfor vigtigt at undersøge, hvilke muligheder der er for at tilføre jorden kalium og fosfor på en anden måde udefra.

VIII. PLANTEBESKYTTELSE I ØKOLOGISK JORDBRUG

VIII.1. Indledning

Brug af pesticider (herbicider, insekticider og fungicider) tillades ikke i økologisk jordbrug.

Ukrudt, svampesygdomme og skadedyr søges derfor bekæmpet ved forskellige andre direkte foranstaltninger ellers søges forebygget ved gødskning, sortsvalg, sædskifte o.a.

VIII.2. Muligheder for ukrudtsregulering i økologisk jordbrug

I mange økologiske jordbrug tilstræber man ikke en total ukrudtsfrihed, da ukrudtets virkning på det samlede økosystem kan være gunstig og nogle ukrudsplanter i kulturafrøderne samtidig kan udnyttes i lægevidenskab og jordbrug f.eks. anvendes kamille, løvetand og stor baldrian til fremstilling af de biodynamiske ekstrakter, og kamille og brændenælde kan anvendes til te og salater.

Ved at holde kulturplanterne sunde skulle de bedre kunne konkurrere med ukrudtet, og forskellige dyrkningsmetoder benyttes til at styrke kulturplanterne.

Følgende indirekte og direkte metoder kan benyttes til ukrudtsregulering i økologisk jordbrug:

Forebyggende foranstaltninger

- gødskning
- kalkning
- sædskifte
- jordbehandling
- konkurrence - samdyrkning
- planteværnsbælter
- brug af ukrudtsfri såsæd
- sortsvalg
- planteekstrakter

Direkte bekæmpelse

- mekanisk bekæmpelse (ukrudtsharvning, radrensning, pløjning, hakning)
- termisk bekæmpelse (flammebehandling)
- biologisk bekæmpelse

- brug af præparater
- brak
- jorddækning

Mange af de forebyggende foranstaltninger og de direkte bekæmpelsesmetoder benyttes også i det konventionelle jordbrug.

VIII.2.1. Forebyggende foranstaltninger

Gødskning

En god humusforsyning og i det hele taget en "sund" jord er vigtig ved den økologiske dyrkningsform for at styrke planterne, så de bedre kan konkurrere med ukrudtet.

Egentlige undersøgelser over virkningen af de forskellige organiske gødninger på ukrudtssammensætningen og antallet af ukrudtsplanter forefindes ikke.

En fare ved benyttelse af staldgødning og kompost kan dog være muligheden for at sprede ukrudtsfrø, der er tilstede i gødningen efter at have overlevet passagen i dyrenes fordøjelsessystem. I et ældre dansk forsøg blev det fundet, at efter lagring af staldgødningen i 2-3 måneder ved 14 °C ville 5% af de tilstedeværende ukrudtsfrø være spirevillige (Dorph-Petersen, 1946). Ved en højere temperatur (35-40 °C) var spiringsprocenten mindre. Ved visse komposteringsmåder jfr. afsnit VI.4. vil ukrudtsfrø kunne dræbes, så denne form for behandling af staldgødningen kan være en fordel. Visse ukrudtsarter kan dog også spire ovenpå kompostbunken og give anledning til et større ukrudtsproblem.

Sædskifte og jordbehandling

Sædskiftet har foruden en stor betydning for forsyningen af kvælstof (bælgplanter) også en betydning som en forebyggende foranstaltning for ukrudt, svampesygdomme og skadedyr.

Artssammensætningen af ukrudtsbestanden er bestemt af afgrøde, sædskifte og jordbehandling. Et veltilrettelagt sædskifte kan derfor holde en del ukrudtsplanter borte. Sædskiftets betydning for regulering af ukrudt, skadedyr og sygdomme er også påvist i mange danske forsøg (Høg, 1986 c). Ifølge Sloth & Feddersen (1983) kan man ved tilrettelæggelse af sædskiftet med henblik på økologisk dyrkning tage hensyn til følgende foranstaltninger til ukrudtsregulering:

- Allelopatiske virkninger (biokemiske vekselvirkninger mellem alle typer planter, herunder også mikroorganismer). Disse virkninger er til nu primært undersøgt i laboratorieforsøg, se nærmere omtale i Sloth & Feddersen (1983).
- Ensidig opformering af ukrudt med ens livsvarighed (dvs. sommerannuelt ukrudt i sommerannuelle afgrøder). Variation i afgrødevalget med veksling af afgrøder med forskellig livslængde kan derfor benyttes til ukrudtsregulering.
- Mulighed for mekanisk bekæmpelse. Rækkeafgrøder giver gode muligheder for mekanisk bekæmpelse, men renholdes de ikke, kan ukrudtet blive et stort problem. Det er således vigtigt at tilrettelægge sædskiftet med skiftevis "rensende" og "ikke rensende" afgrøder og at undgå flere år i træk med vår- eller vintersæd.
- Generel opformering af ukrudt i konkurrencesvage afgrøder. Typiske konkurrencesvage kulturer som hør, valmue, gulerødder og løg skulle stå godt under konkurrencestærke arter som havre, raps og lucerne (Appel, 1979).

Tilsvarende kan jordbehandling fordele ukrudtsfrøene i jorden så færre eller evt. flere ukrudtsfrø får mulighed for at spire. Med hensyn til den direkte ukrudtsbekæmpende virkning af jordbehandling er dette behandlet i afsnit VIII.2.2.

Konkurrence

Der er mulighed for ved valget af afgrøde og sort at tage hensyn til ukrudtets udviklingsmuligheder. Det er i flere forsøg vist, at ukrudtsarter som burre-snerre, alm. fuglegræs, hyrdetaske, kamille, agersennep og alm. spergel kræver meget lys for at spire (ref. i Sloth & Feddersen, 1983). Lyset influerer også på ukrudtsarternes vækst. Ukrudtsarter som vej-pileurt, alm. spergel, liden nælde, vindaks, vellugtende kamille, rød arve, alm. brandbæger, ager-røvehale, alm. pengeurt og flerfarvet ærenpris skulle trives dårligt i skygge (samlet af Sloth & Feddersen, 1983). De mest skyggende afgrøder er: vinterraps, vinterrug, blandsæd, vinterhvede, havre, vårhvede, vårbyg, kartofler, roer.

I rensende sædskifter vil stærkt skyggende afgrøder som vinterraps, vinterrug og blandsæd derfor kunne benyttes til regulering af ukrudtet.

Vester (1984b) undersøgte konkurrencefølsomheden af kartofler og løg på et økologisk gartneri (Hegnstrup) og prøvede at fastsætte den kritiske periode. Den kritiske periode i løg startede 3 1/2 uge før løgenes fremspiring og fortsatte til længere end 6 uger efter fremspiring.

Sorter

Med hensyn til sorters tolerance overfor ukrudt er der kun udført få danske forsøg.

I et forsøg med 16-20 forskellige bygsorter fandt Dennis & Mortensen (1981) signifikante forskelle mellem ukrudtets tørstofproduktion i de forskellige sorter. Størst ukrudtstørstofproduktion blev fundet i sorten "Hood" (130 g/m²), mindst i sorten "Nordal" (45 g/m²).

Schmid (1982) finder, at der ved økologisk jordbrug er specielt brug for "low-input" sorter, som ikke kun er resistente mod visse skadedyr/svampe, men også har en stor væksthastighed og en god næringsstoffodnyttelse ved en langsom tilgængelig næringsstofforsyning. Dette skulle styrke planten, så den bedre er i stand til at konkurrere med ukrudtet.

Brug af ukrudtsfri såsæd, udsædsmængde, rækkeafstand, spiringstidspunkt

Udsædsmængde, rækkeafstand og sådybde kan have betydning for afgrødens konkurrenceformåen overfor ukrudt. Håkansson (1981) fandt, at ukrudtets tørstofproduktion steg med stigende rækkeafstand i afgrøden og faldende udsædsmængder, dog indenfor "normalområdet". Man skal dog gøre sig klart, at udbyttet ofte også falder med stigende rækkeafstand. Optimal udsædsmængde, rækkeafstand m.m. er afhængig af afgrøde, sort og jordbundsforhold, så det er vanskeligt at give konkrete anvisninger.

Planteekstraktstoffer

Disse er biologiske virkestoffer, der bliver dannet i alle planter, og som kan hæmme eller fremme naboorganismer (Schmid, 1982). Ekstrakter af visse planter skulle derfor kunne benyttes til plantebeskyttelse. Disse virkningsmekanismer bliver dog endnu kun begrænset benyttet i det økologiske jordbrug, da man ikke kender meget til, hvilke stoffer, der er aktive. I havebrug er der dog benyttet brændenældeekstrakt for at forbedre/fremme kvælstofomsætningen i kompost og jord (Schmid & Henggeler, 1979, 84).

VIII.2.2. Direkte bekæmpelse

VIII.2.2.1. Mekanisk bekæmpelse

Der foreligger en del forskellige anvisninger til mekanisk bekæmpelse af ukrudt ved økologisk dyrkning, (Koch, 1959, 65; Appel 1979; Stonehouse, 1981; Vester, 1982; Sloth & Feddersen 1983; Bovin 1983; Rasmussen, 1984 b; Schmid & Henggeler, 1984), men kun få egentlige forsøgsresultater.

Ukrudtsharvning

Ukrudtsharvning er en af de vigtigste metoder til ukrudtsbekæmpelse i korn. Effekten af harvningen er afhængig af ukrudtsplanternes alder, i 2-4 bladstadiet er der god virkning (dvs. en reduktion i ukrudtsmængden på 40-80%), hvorimod harvning i planternes 6-8 blads stadium er uvirksom (mindre end 40% reduktion i ukrudtsmængden) (tabel 21) (Sloth & Feddersen, 1983). Dette skal dog sammenholdes med en over 90% reduktion ved kemisk bekæmpelse.

Harvevirkningen afhænger ikke kun af ukrudtets alder, men også af jordtype, afgrøde og ukrudtsart (Appel, 1979). Flerårige ukrudtsarter bliver i reglen ikke reduceret i antal ved harvningen, og virkningen af ukrudtsharvningen er bedre på lette jorde end på svære (Habel, 1954).

Forudsætningen for en god virkning er en behandling på en tør, solrig dag.

I vårsæd udføres harvningen dels umiddelbart før kornet spirer frem, og når kornet har 2-3 blade (Rasmussen, 1984 b).

I vintersæd er ukrudtsharvningen vanskeligere, og en ukrudtsharvning om foråret skulle kun have ringe effekt overfor ukrudtet. Kornarternes tolerance overfor ukrudtsharvningen er ligeledes forskellig. Byg skulle være mest tolerant efterfulgt af havre og vårhvede (Rasmussen, 1984 b). Af vintersæd er vinterhvede mere tolerant end vinterbyg.

Ved en kraftig ukrudtsharvning anbefales 20-25 kg/ha ekstra udsæd og en lidt dybere såning. Harvedybden er normalt 1-1,5 cm.

Effekten af ukrudtsharvning på merudbyttet er belyst i en del ældre danske og udenlandske forsøg.

Tabel 21. Oversigt over 25 ukrudtsarters følsomhed overfor ukrudtsharvning i forskellige udviklingsstadier.

Procent ukrudtsplanter dræbt efter 1 ukrudtsharvning i en kornafgrøde. Samlet af Sloth & Feddersen (1983) efter undersøgelser af Korsmo (1954), Habel (1957), Koch (1965) og Haas & Dennis (1980).

Art	Procent ukrudtsplanter dræbt			Arten 1000- korns- vægt
	udviklingsstadium, antal blade		gen- nem- snit	
	kim	2-4		
Liden vortemælk	60- 80	60-80	60-80	0,3
Kløftet storkenøb	60- 80	60-80	-	2,5
Ru svinemælk	60- 80	60-80	40-60	0,3
Rød Arve	60- 80	60-80	-	60-80 0,5
Nat-Limurt	60- 80	60-80	<40	
Ager-Stedmoderblomst	80-100	60-80	-	0,7
Korn-Valmue	60- 80	60-80	<40	0,1
Alm. Fuglegræs	80-100	60-80	<40	0,6
Vellugtende Kamille	80-100	60-80	<40	0,1
Alm. Pengeurt	60- 80	40-60	<40	1,8
Hvidmelet Gåsefod	60- 80	40-60	40-60	1,2
Vej-Pileurt	40- 60	40-60	<40	2,7
Krumhals	40- 60	<40	<40	6,3
Liden Ivetand	40- 60	40-60	<40	0,9
Læge-Jordrøg	60- 80	40-60	<40	40-60 1,8
Storkronet Krenpris	40- 60	40-60	<40	0,6
Ager-Sennep	60- 80	40-60	40-60	1,3
Kiddike	60- 80	40-60	<40	7,9
Rød Ivetand	60- 80	<40	<40	0,9
Snerle-Pileurt	40- 60	<40	<40	5,0
Skærm-Vortemælk	60- 80	40-60	<40	2,9
Lav Ranunkel	60- 80	40-60	<40	2,4
Alm. Hanekro	40- 60	<40	<40	4,4
Burre-Snerre	<40	<40	<40	3,7
Flyve-Havre	40- 60	<40	-	40 22,5

* de viste tal gælder for to-kimbladede arter, for én-.kimbladede gælder henholdsvis kim-1 1/2, 1 1/2-3 og mere end 3 blade.

I danske forsøg er der fundet fra 4-19% merudbytte ved ukrudtsharvning (Kristensen, 1944) op til 29% (Petersen, 1944). I udenlandske undersøgelser fandt Korsmo (1926, 1932) et merudbytte i forhold til ubehandlet på ca. 20% i byg og 10% i havre. Koch (1959) fandt derimod et fald i udbytte ved ukrudtsharvning på 13-14%, men et merudbytte ved DNOC behandling på 16%. Bovin (1983) har i et review sammenfattet effekten af ukrudtsharvning på merudbytterne i såvel ældre som nyere svenske forsøg. I de ældre undersøgelser (1920-1939)

blev der som et groft gennemsnit opnået merudbytter på 8% ved én harvning og 13% ved to harvninger sammenlignet med ubehandlet. Der var dog benyttet et andet sortsmateriel, end der benyttes i dag. Senere forsøg i Sverige (1930-1980) har dog vist betydeligt mindre merudbytter, og i nogle tilfælde intet merudbytte (fig. 5). Sammenlignet med DNOC behandling har effekten af ukrudtsharvningerne været ringere både med hensyn til reduktion i ukrudtsbestanden og med hensyn til merudbytte.

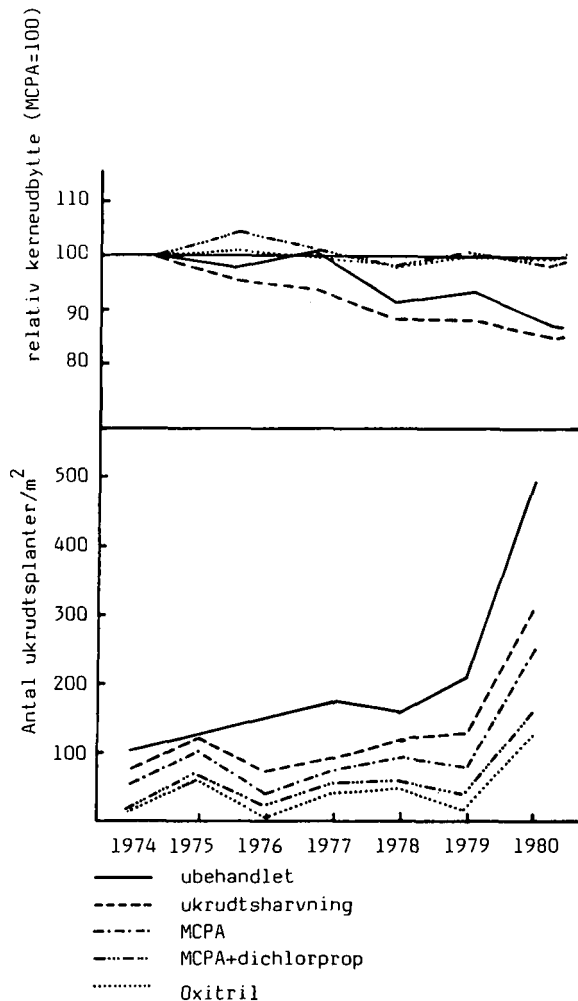


Fig. 5. Antal ukrudtsplanter og relativ kerneudbytte i fastliggende forsøg med mekanisk og kemisk ukrudtsbekæmpelse. (Samlet af Bovin, 1983).

Et lavt eller et evt. negativt merudbytte kan forklares ud fra en for dyb eller en for tidlig harvning. Schmid & Schmutz (1984) finder, at harvning og kultivering i korn ved økologisk dyrkning kun havde reduceret ukrudtsbestanden med 40-50%, og at ukrudtskontrollen må starte før såning af kornet for at være effektiv.

Foruden anvendelse i kornafgrøder kan ukrudtsharvning også anvendes mod frøukrudt i rækkeafgrøder indtil fremspiring (Frederiksen et al., 1950; Vester, 1982).

Derudover kan harvning (med fjedertandsharve og letharve) benyttes til at trække kvikudløbere op på jordoverfladen efter skrælplojning, hvorved udløberne udtørres. Ved sådanne gentagne opharvninger kan man ødelægge de grønne skud, indtil udløberne har opbrugt deres oplagsnæring (Vester, 1982; Sloth & Feddersen, 1983).

Radrensnings

Radrensnings kan benyttes mod rodukrudt i rækkeafgrøder og indvirker ved at udsulte ukrudtet (Kristensen, 1944). Radrensnings er også effektiv overfor frøukrudt. Ved de første radrensninger arbejdes så overfladisk som muligt for ikke at beskadige afgrøden. I ældre danske forsøg med roer er 5 radrensninger anvendt som en middelgod renholdelse, 7 som en fuldstændig renholdelse (Hansen, 1958).

I forhold til ukrudtsharvning har radrensnings den fordel også at være virksom overfor rodukrudt og at være mindre afhængig af afgrødens og ukrudtets udviklingsstrin (Rasmussen, 1984b). Den er derimod mere arbejdskrævende. Arbejdsdybden er tidligt i afgrødens udvikling 4-6 cm, senere 2-4 cm.

Ulemper ved såvel harvning som radrensnings er: (Vester, 1982)

- stor afhængighed af vejret (ringe effekt i fugtigt vejr)
- mulighed for jordens udtørring, specielt på lette jorde
- mulighed for sammentrykning af jorden, specielt på tunge jorde under fugtige forhold
- begrænsning i tidsrummet for udførsel (afgrøden må ikke beskadiges, og ukrudtet må ikke blive for stort).

Pløjning

Ved pløjning af stubben er der ofte gode muligheder for at bekæmpe flerårigt ukrudt som kvik (Appel, 1979; Vester, 1982).

Ifølge Koch (1959) skulle stubbehandlingen derimod kun have ringe indflydelse på enårige ukrudtsarter. Pløjning kan også bevirke en blanding af ukrudtsfrøene til dybere jordlag, hvorved muligheden for spiring reduceres.

Ifølge retningslinierne for mange af de økologiske retninger er det imidlertid ikke ønskeligt med en dyb pløjning.

VIII.2.2.2. Flammebehandling

Flammebehandling består i at føre en flamme hen over jorden. Flammen opvarmer de ramte ukrudtsplanter i meget kort tid (0,07-0,13 sek.), så løvet blanceres, men ikke forkulles. Plantecellerne beskadiges så meget, at planten dør på grund af udtørring i løbet af et par dage.

De forskellige planter er ikke lige følsomme for flammebehandling på grund af forskelle i forvedning, behåring, vokslag, placering af vækstpunkter, saftspænding, evne til genvækst m.m. Dette kan udnyttes ved at give afgrøden et forspring med hensyn til størrelse, så afgrøden tåler varmepåvirkningen, mens småukrudtet slås ihjel.

En grundig gennemgang af flammebehandling, udvikling af hensigtsmæssige typer, afgrødevalg, m.m. er foretaget af Vester (1984a). Nogle områder med tilknytning til flammebehandling er ikke undersøgt endnu. Eksempelvis kan nævnes flammebehandlingens virkning overfor nytte dyr/skade dyr på og i nærheden af afgrøden. Dyr, der direkte rammes af flammen, vil sandsynligvis dø, men man ved ikke, om dyr, der sidder beskyttet af blade, stængler og jordklumper, vil overleve.

Indvirkning på afgrøden

Flammebehandling er i udlandet forsøgt i mange forskellige kulturer (for uddybning se Vester, 1984a): ananas, asparges, bomuld, soyabønne, bønner, forskellige frugter og bær, gulerødder, kartofler, roer, kål, løg, porrer og majs med meget varierende resultat. I Danmark er der kun udført ganske få forsøg med denne ukrudtsbekæmpelsesform. Flammebehandling af voksbønner er forsøgt ved Statens Ukrudtsforsøg i 1965 (Thorup, 1982, ref. i Vester, 1984a). Brænderne blev rettet direkte mod rækken ca. 5 cm over jorden og 15 cm fra plantestænglen.

Ukrudtsarter som ærenpris, hyrdetaske, brandbæger og fuglegræs var relativt påvirkelige af flammen, dog overlevede ukrudtsplanter større end 15 cm. En behandling bevirkede kun relativt små beskadigelser af bønnerne, hvorimod tre behandlinger bevirkede store skader.

I 1960'erne blev flammebehandling forsøgt overfor roer og kartofler (Lindegaard & Christensen, 1965; Olesen, 1966, 67). Antallet af ukrudtsplanter blev nedsat ved flammebehandlingen, men samtidig blev der registreret et lille udbyttetab (tabel 22). Derimod kunne Reglone og Pyramin bevirke et lille merudbytte (1-11%) i forhold til ubehandlet, og reduktionen i ukrudtsbestanden var mere effektiv.

Tabel 22. Bekæmpelse af ukrudt i bederoer ved flammebehandling, gns. af 7 forsøg 1965 (Lindegaard & Christensen, 1965).

	ubehandlet	pyramin ved såning 4 kg/ha	<u>* flammebehandling</u> før og efter fremspi. kun før fremspi.	
<u>udbytte og merudbytte</u>				
a. hkg rod/ha	343	5	-18	-5
b. hkg top/ha	412	8	-	8
<u>antal planter ved op- tagning (1000/ha)</u>	55	57	57	53
<u>antal ukrudtsplanter pr. 10 m række</u>				
a. Tidsp. efter 1. flammebeh.	137	106	32	22
b. - 2. -	355	71	230	231
før udtynning				
<u>antal roer pr. 10 m række før udtynning</u>	96	94	-	95
<u>udtynningstid (timer/ha)</u>	57	41	-	48

* flammehandling før og efter fremspiring: når 50% af ukrudtet er 5 cm højt

Tidspunktet for flammebehandlingen er sandsynligvis betydende for, om afgrøden skades og dermed også, om der observeres et merudbytte eller et udbyttetab.

I Danmark anvendes flammebehandling langt overvejende til bekæmpelse af ukrudt i gulerødder før afgrødens fremspiring, og i 1983 har ca. 25 økologiske dyrkere anvendt teknikken (Vester, 1984a). Rækkeafstanden er ca. 0,6 m, kørehastigheden 2,4 km/t og gasforbruget ca. 60 kg/ha.

Flammebehandling af såede løg før fremspiring kan udføres på samme måde som i gulerødder. I et ældre dansk forsøg er der observeret et merudbytte på op til 25% ved flammebehandling af løg (Anonym, 1953).

Indvirkning på ukrudt

Flammebehandling er mest effektivt, når ukrudtet er på kimbladstadiet eller højst 5-10 cm højt (2 blivende blade) (samlet ud fra oplysninger af Vester, 1984a). Behandlingen har kun en begrænset virkning på etableret flerårigt ukrudt, og indenfor familierne er det generelt gældende, at ukrudtsplanterne er mindre følsomme for flammebehandling end kulturplanterne i samme familie. Vester (1984a) har opstillet en liste over ukrudtsarter, som er følsomme/ikke følsomme over for flammebehandling.

Agertidsel, røllike, engbrandbæger, samt alle græsser er vanskelige at bekæmpe med flammebehandling, mens lugtløs kamille, ferskenpileurt, agerkål, agersennep og hvidmelet gåsefod skulle være modtagelige for flammebehandling.

VIII.2.2.3. Biologisk bekæmpelse

Biologisk bekæmpelse omfatter fytofage (planteædende) insekter, mider og nematoder samt plantepatogene organismer som bekæmpelsesmiddel mod ukrudtsplanter.

Et hovedkrav, der må stilles er, at parasitten må være artsspecifik og ikke kunne angribe nogle med ukrudtet beslægtede kulturplanter. Dernæst, at ukrudtet er flerårigt, dominerende i plantesamfundet og er af stor økonomisk betydning (Leth & Haas, 1984). Ukrudtsbestanden i Danmark er hovedsageligt enårig, og ofte er et samfund domineret af flere ukrudtsarter. Derudover er nogle af de hyppigste ukrudtsarter nært beslægtet med kulturplanter, f.eks. kvik med hvede og hvidmelet gåsefod med bederoer.

Leth & Haas (1984) finder da også ud fra litteraturstudier over tidligere og nuværende projekter med biologisk ukrudtsbekæmpelse, at en ukrudtsbekæmpelse med fytofage insekter ikke har realistiske muligheder under danske driftsforhold.

Derimod kan en biologisk ukrudtsbekæmpelse mod enkelte ukrudtsarter sandsynligvis gennemføres med mycoherbicider, f.eks. undersøges i øjeblikket muligheder for at bekæmpe agertidsel (*Cirsium arvense*) med svampene *Verticillium dahliae*, *Puccinia punctiformis* og *Phomopsis cirsii* (Leth & Haas, 1984).

VIII.2.2.4. Brak og tildækning af jorden

Brak kan være en løsning til bekæmpelse af rodukrudt. Bearbejdning er derefter nødvendig til fjernelse af ukrudtet f.eks. dyb pløjning, skrælppløjning, kultivering og harvning.

Et af principperne i økologisk jordbrug er imidlertid ikke at lade jorden ligge brak, derudover anvendes ikke gerne en dyb jordbearbejdning. Derfor kan brak næppe regnes for en god foranstaltning til ukrudtskontrol, men må betragtes som en nødløsning.

Tildækning af jorden kan benyttes til at kvæle ukrudt. Crafts (1975) nævner som eksempel dækning med halm, hø, gødning, papir og plastic.

VIII.3. Ukrudtsforekomst i konventionelt og økologisk dyrkede afgrøder

Sloth & Feddersen (1983) foretog en ukrudtsregistrering på 14 økologiske gårde fordelt over hele landet. Ved at sammenligne de fundne ukrudtsarter på de økologiske brug med tidligere undersøgelser i traditionelle brug, blev der fundet en højere gennemsnitsfrekvens og en større artsrigdom i ukrudtet på de økologiske brug. De fleste af de fundne ukrudtsarter var indifferente i forhold til jordens indhold af næringsstoffer.

Rasmussen (1983, 1984a) og Rasmussen & Haas (1984) sammenlignede ukrudtsmængden på en økologisk gård og en konventionel nabogård. Der blev observeret den største artsdiversitet i ukrudtssammensætningen i bygafgrøder på den økologiske gård (44 ukrudtsarter mod 25 på den konventionelle). I hele vækstperioden var der langt flere ukrudtsplanter i de økologiske bygafgrøder end i de usprøjtede konventionelle afgrøder. På sprøjtetidspunktet (sidst i maj) var der over 100 ukrudtsplanter/m² i de økologiske bygafgrøder, hvilket var ca. 3 gange så mange som i de konventionelle usprøjtede afgrøder. Forskellen i ukrudtets tørstofproduktion var dog mindre end forskellen i antallet af ukrudtsplanter.

I vinterhvede udviklede ukrudtet sig derimod betydeligt kraftigere i de konventionelle usprøjtede afgrøder end i de økologiske (fig. 6).

Tyske undersøgelser bekræfter, at der ved økologisk dyrkning ofte findes et bredt "blandingsukrudt" med et højt antal ukrudtsarter pr. areal, men med ringe dækningsgrad af de enkelte arter (Bachtaler & Dancau, 1972; Appel, 1979; Callauch, 1981). Callauch (1981) fandt et gennemsnitligt antal ukrudtsarter på økologisk dyrkede marker på 30 mod 10-16 på konventionelt dyrkede. Denne tendens kunne observeres for ukrudtsfloraen på såvel marker dyrket med kartofler, roer, vinterhvede og havre. Andelen af flerårigt ukrudt i kornmarker var 30% på de økologisk dyrkede marker, men kun 18% på de konventionelle.

Det kan være vanskeligt umiddelbart at sammenligne ukrudtsfloraens sammensætning på økologisk og konventionelt dyrkede marker selv med samme afgrødetype, da sædskiftevalget ofte kan være meget forskelligt i de to dyrkningssystemer. Dlouhý (1981) og Pettersson (1982) prøvede at sammenligne

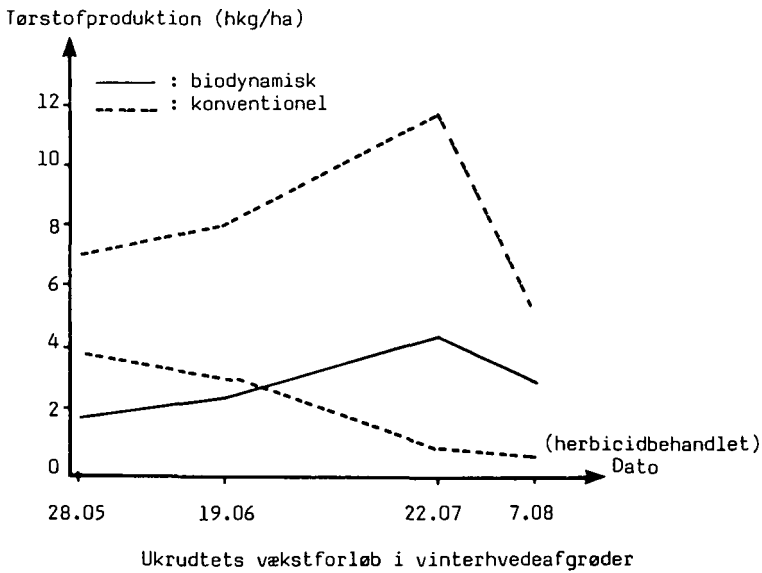
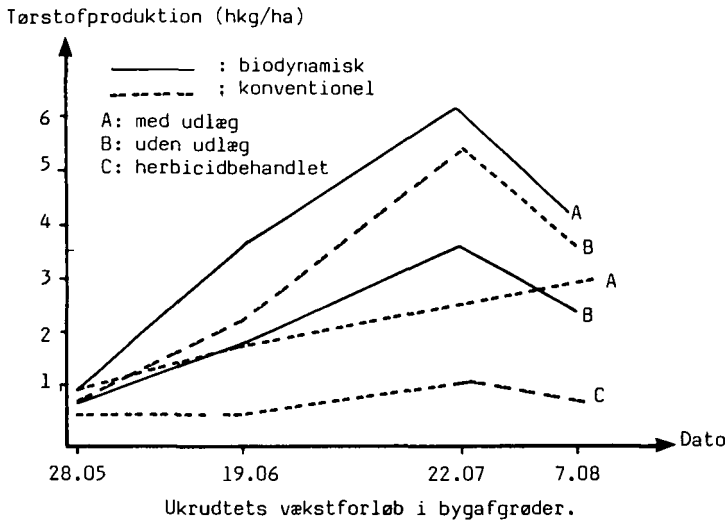


Fig. 6. Ukrudts vækstforløb i byg- og vinterhvedeafgrøder dyrket konventionelt og biodynamisk, hkg/ha. (Rasmussen 1983)

ukrudtsantallet og - vægten i hvede og byg dyrket såvel konventionelt som økologisk og for begge dyrkningssystemer i et typisk "økologisk" og et typisk "konventionelt" sædskifte. Ukrudtsfrekvensen var generelt lavere i det alsidige (økologiske) sædskifte sammenlignet med det korndominerede (konventionelle). Sammenlignedes det typiske "konventionelle" sædskifte med det typiske "økologiske" var der i hvede lidt flere ukrudtsplanter i de konventionelt dyrkede parceller, hvilket vil sige, at sædskiftet typisk for den økologiske dyrkningsform bedre kunne regulere ukrudtet.

Med hensyn til ukrudtsforekomst i økologisk dyrkede parceller kan antallet af ukrudtsplanter i de enkelte afgrøder afhænge meget af, hvor effektiv den direkte bekæmpelse har været. (f.eks. renholdelse i rækkeafgrøder, mekanisk behandling, flammebehandling o.a.).

VIII.4. Bekæmpelse af skadedyr og svampesygdomme

De forebyggende foranstaltninger, der kan foretages mod skadedyr og svampesygdomme er stort set de samme som ved forebyggelse af ukrudt (afsnit VIII.2.1.). Disse er:

- sædskifte
- brug af resistente sorter
- brug af organisk gødning
- samplantning
- brug af frisk plantemateriale
- regulering af såtid og udplantningstid
- jordbearbejdning
- fjernelse af ukrudt, som kan være vært for skadedyr og svampe.

Mange af disse foranstaltninger benyttes også i konventionelt jordbrug.

Derimod findes der ikke så mange direkte metoder til bekæmpelse af skadedyr og svampesygdomme. Der kan anvendes:

- biologisk bekæmpelse
- brug af præparater

VIII.4.1. Forebyggende foranstaltninger

VIII.4.1.1. Gødskning og sædskifte

Betydningen af sædskifte, jordbehandling, såtid, gødskning o.a. er tidligere nævnt i forbindelse med ukrudtsregulering. Det skal i denne forbindelse bemærkes, at med hensyn til betydningen af gødskning har Bosch (1975), ref. i Schmid, (1982) påvist en talmæssig sammenhæng mellem angreb af spindemider og bladlus på afgrøder og disse afgrøders indhold af total-kvælstof. Jo højere totalkvælstofindhold jo større angreb. Jaquemet (1977) ref. i Schmid (1982) sammenlignede konventionel dyrkning med økologisk dyrkning med hensyn til angreb af bladlus på korn. De konventionelle afgrøder havde et signifikant højere angreb af bladlus, og angrebet var korreleret med kvælstofindholdet. Kowalski & Visser (1983) fandt i tilknytning til Haughley forsøgene i England, at konventionelt dyrket vinterhvede udviklede et større angreb af bladlus end økologisk dyrket vinterhvede. Forskellen i angreb kunne henføres til forholdet mellem ikke-protein og protein i bladene på det tidspunkt, hvor angrebet skete. Disse forskelle kan sandsynligvis igen henføres til forskelle i kvælstofoptagelsen. Det blev dog bemærket, at antallet af naturlige fjender var større på de konventionelle afgrøder, dvs. antallet øgedes med angrebet af bladlus.

VIII.4.1.2. Samplantning

Samplantning eller dyrkning i blanding er en jordbrugsteknik, hvor to eller flere kulturafrøder dyrkes på samme jordstykke til samme tid.

Dyrkning af forskellige arter i blanding kan have flere forskellige formål. Man kan opnå en bestemt afgrøde kvalitet, hvilket har speciel stor betydning i forbindelse med fodersammensætning.

I forbindelse med dyrkning af grøngødningsafgrøder kan dyrkning af disse i blanding med foderafgrøder benyttes til forhindring af en udbyttefri vækstsæson, som ellers ville være konsekvensen ved at dyrke grøngødningsafgrøder alene om sommeren til senere nedpløjning.

Speciel betydende ved dyrkning i blanding er denne metodes anvendelse til begrænsning af skadedyrs- og til dels svampeangreb. Metoden med dyrkning i blanding til begrænsning af skadedyrsangreb er kun meget begrænset benyttet i dansk konventionelt jordbrug, men har længe været benyttet i økologisk jordbrug. Ved at bruge taxonomisk forskellige arter opnås sædvanligvis den største effekt overfor skadedyr (Coaker, 1980).

Effekterne af samplantningen på reduktionen af skadedyrsangreb kan skyldes forskellige forhold. Dels en forebyggelse af invasion af skadedyret ved en forstyrrelse af lugt og synsstimuli samt fysiske hindringer, dels en begrænsning af skadedyrsangrebet efter invasion har fundet sted.

Ved visuel afledning kan et tæt plantedække reducere tiltrækningen af specielle insekter. Mange potentielle skadedyr foretrækker store renkulturer af værtsplanter, og de orienterer sig efter enkeltstående planter i kontrast mod den bare jord (Smith, 1976). Tukahirwa & Coaker (1982) fandt en reduktion på over 60% af antal vingede bladlus, som koloniserede kål i blanding med forskellige ubeslægtede afgrøder, sammenlignet med koloniseringsgraden af kål i monokultur.

Det er foreslået af Perrin & Phillips (1978), at dyrkning af stærktduftende afgrøder kan virke som "lugtcamouflage" mod skadedyr, så de ikke angriber nytteafgrøden ved siden af. Bedst kendte eksempel er nok dyrkning af gulerødder og løgvækster sammen til beskyttelse mod angreb af gulerodsflue (*Psila rosae*) og gulerodsbladloppen (*Trioza apicalis*). Mange publikationer foreligger herom, dog ikke med entydigt resultat.

With (1962) fandt således en reduktion i angreb af gulerodsfluer ved samdyrkning af gulerod med løg. Forsøg i Danmark (Olsen, 1983), Finland (Markkula & Tiitonen, 1983) og Norge (Kjæraas & Svagård, 1983) viste derimod ingen effekt af samdyrkning af gulerødder med forskellige løgvækster på angrebet af gulerodsfluen og/eller gulerodsbladloppen. Kjæraas & Svagård (1983) fandt dog, at antallet af gulerodsflueæg blev stærkt reduceret ved samdyrkingen.

York & O'Guin (1981) prøvede at sprøjte forskellige grønsager med ekstrakter fra stærktduftende planter. De fandt, at angrebet af lille kålsommerfugl i kål blev reduceret ved sprøjtning med hvidløgsopløsning. Dyrkning på friland af kål og forskellige aromatiske planter sammen gav dog ingen virkning overfor angreb af lille kålsommerfugl (Latheef & Irwin, 1979).

Hække/læhegn og høje planter rundt om afgrøderne kan have en bremsende effekt (fysisk hindring) på kolonisering af skadedyr, som kommer udefra (Altieri et al. 1977; Perrin & Phillips, 1978).

Eksempelvis skulle dyrkning af lavtvoksende kløver i blanding med havre danne en slags mekanisk hindring for fritfluen (Adesiyun, 1979).

Hvis de potentielle skadevoldere har koloniseret afgrøden kan samdyrkning under nogle dyrkningsforhold begrænse deres spredning og/eller overlevelse, så populationen ikke overskrider den økonomiske skadetærskel.

Det er f.eks. rapporteret, at dufts- og synsstimuli frá visse planter kan forstyrre skadedyrets normale fødeoptagelse og reproduktion. Angreb af kålmøl på rosenkål dyrket i blanding med tomat blev nedsat med 23% i forhold til dyrkning af rosenkål alene (Perrin & Phillips, 1978).

En alsidig sammensat kultur har ligeledes mulighed for at favorisere nyttedyrpopulationen og/eller antallet af naturlige fjender, hvormed én bestemt skadevolder vil få vanskeligheder med at finde optimale forhold (Altieri et al., 1977).

Som eksempler på nyere samplantningsforsøg, hvor der er observeret en positiv effekt af samplantningen, henvises til oversigten i tabel 23, som er sammenfattet af Hofsvang (1983). Der er i tabellen lagt vægt på forsøg og afgrødevalg, hvis resultater kan overføres til Skandinaviske forhold.

Sammenlignes de observerede effekter af samdyrkning med hensyn til begrænsning af skadedyrsangrebet med anvendelse af insekticider, må man konkludere, at de til nu observerede effekter (sjældent over 50% reduktion i skadedyrsangreb) ikke nær er på højde med brugen af insekticiderne. Yderligere er mange af de forskellige blandingskulturer tilrettelagt, så kun ét eller nogle få skadedyr begrænses ved den givne samplantning.

For at dyrkning i blanding kan benyttes i videre udstrækning til skadedyrskontrol, vil det kræve, at der udføres flere forsøg under kontrollerede betingelser, så man kan være sikker på, at forsøgsresultatet kan gentages. Yderligere er der til nu ikke udført udbyttebestemmelser af afgrøder, når disse dyrkes henholdsvis i blanding og alene, jfr. problemer ved korn-bælgsæd dyrkningen, hvor udbyttet af korn er lavere ved samdyrkningen end dyrket i monokultur (Høg, 1986 c). Ligeledes vil det være vigtigt at få bestemt på hvilket grundlag, evt. observerede effekter kan registreres. Dermed vil det også være nemmere at inddrage andre afgrødekombinationer til dyrkning i blanding.

Tabel 23. Eksempler på nyere samplantningsforsøg og deres effekt på skadedyr.
(Samlet af Hofsvang, 1983).

samplantning	skadedyr	effekt	reference
rosenkål/havebønne	kålbladlus (Brevicoryne brassicae)	60% reduktion i antal bladlus på blade af rosenkål	a
hovedkål/havebønne	lille kålflue (Delia brassicae)	50-60% færre kålflue- æg rundt om kålplanterne	a
hovedkål/kløver el.	lille kålflue (Delia brassicae)	26-65% færre kålflue- æg rundt om kålplanterne	b
rosenkål/alm. spergel	kålflue (Mamestra brassicae L.)	91,4% reduktion i antal sommerfuglelarver på rosenkål	c
	lille kålsommerfugl (Pieris rapae)	22,9-59,5% reduktion i antal sommerfuglelarver på rosenkål	c
	lille kålflue + kålbladlus	76,9% (1977) og 25,6-49,3% (1978) reduktion i skade på kålplanter	c
rosenkål/tomat	kålmøl (Plutella xylostella, L.)	23% reduktion i antal æg lagt af kålmøl	d
rosenkål/kløver	kålbladlus (Brevicoryne brassicae, L.)	Over 80% reduktion i antal bladlus på rosenkål	e
	lille kålflue (Delia brassicae, L.)	Ca. 30% færre kålflueæg lagt under kålplanterne	e

- Referencer
- a Tukakirwa & Coaker (1982)
 - b Ryan et al. (1980)
 - c Theunissen & Den Ouden (1980)
 - d Perrin & Phillips (1978)
 - e O'Donnell & Coaker (1975)

VIII.4.2. Direkte bekæmpelse

VIII.4.2.1. Biologisk bekæmpelse

Biologisk bekæmpelse af en insektart er brug af naturlige fjender og giftige produkter af naturlige fjender til bekæmpelse af arten, samt brug af steriliserede individer af arten selv til tilvækstsregulering (Esbjerg, 1981). Ved den biologiske bekæmpelse ønsker man således ikke at udrydde skadedyrene totalt, da nyttedyrene så vil dø på grund af mangel på føde og/eller æglægningsmuligheder.

Ved den biologiske bekæmpelse kan benyttes prædatorer (rovdyr) og parasitoider (snyltere) samt mikroorganismer (vira, bakterier, svampe, protozoer). Muligheder for anvendelse af de forskellige teknikker i forbindelse med den biologiske bekæmpelse er beskrevet af Høg (1986 b), hvorfor kun konklusionerne skal nævnes her. Bekæmpelse med prædatorer og parasitoider er det største område af den biologiske bekæmpelse. De til nu udførte forsøg viser, at metoden kun har begrænsede muligheder på friland, men at metoden med fordel kan anvendes i væksthuse. På nuværende tidspunkt anvendes metoden overfor to skadedyr i danske erhvervsvæksthuse, nemlig bekæmpelse af spindemider med rovmiden *Phytoseiulus persimilis* og bekæmpelse af mellus med snyltehvepsen *Encarsia formosa*. Derudover er der forsøg i gang i Danmark og udland med bekæmpelse af bladlus med en galmyg, ferskenbladlus med snyltehvepsen *Ephedrus cerasicola*, tomatminerfluen med snyltehvepsen *Dacnusa sibirica*, trips med rovmiden *Amblyseius mackenziei* og kålfluer med rovbillen *Aleochara bilineata*.

Begrænsninger i den biologiske bekæmpelse er, at kun ét skadedyr kan bekæmpes ad gangen, at det kan være vanskeligt at sikre en stabil population af nyttedyr på den pågældende lokalitet samt en lang udviklingstid og fremstillingstid af nyttedyrene.

Med hensyn til den mikrobielle bekæmpelse er de fleste forsøg i Danmark udført med vira, hvor hovedvægten er lagt på bekæmpelse af knoporme (ageruglen) med et kapselvirus. De fleste af disse undersøgelser har vist en effektivitet på 65-85%.

I Norge er gråskimmel på jordbær forsøgt bekæmpet biologisk ved at tilføre svampen *Trichoderma* til jordbærrene (Tronsmo, 1981). Denne svamp skulle kunne konkurrere med de patogene organismer tilstede på bærrene. I nogle af forsøgsårene reducerede svampen den naturlige infektion af gråskimmel lige så effektivt som behandling med fungicider, i andre år var effekten ikke helt så god.

Ved en mikrobiel bekæmpelse bør man dog sikre sig, at der ikke optræder andre uheldige miljøeffekter.

VIII.4.2.2. Brug af præparater

Specielt ved den biodynamiske retning anvendes en del forskellige præparater til bekæmpelse og forebyggelse af sygdomme, men også ved de andre økologiske retninger kan der anvendes forskellige plante- og mineralstoffer. Der foreligger kun meget få undersøgelser angående disse stoffers mulige virkning og effektivitet.

Følgende midler kan benyttes til bekæmpelse af skadedyr og sygdomme i økologisk jordbrug (NLVF, 1983) (Landsforeningen økologisk Jordbrug, 1985):

brændenældeekstrakt til bekæmpelse af bladlus

malurtekstrakt mod bladlus, mider og svampesygdomme

tomatekstrakt mod kålsommerfugl

regnfangekstrakt mod rust og meldug

skummetmælk mod solbærmider

forskellige kiselsyre (SiO_2) forbindelser (max. 2% opl.)

svovl mod svampesygdomme (max. 0,7%)

kobbersalte mod svampesygdomme

kaliumpermanganat til behandling af frø og såsæd

På grund af deres giftighed over for et stort antal organismer er planteudtrækkene pyrethrum, nikotin, derrisrod og kvassia dog ikke tilladt. Med hensyn til kiselsyre foreligger der enkelte undersøgelser, dog ikke med speciel tilknytning til den økologiske dyrkningsform. David & Gardiner (1950) og Ebeling (1971) har fundet, at kiselsyrer udsprøjtet over forskellige skadedyr, bevirkede en nedbrydning af insekternes lipidvand-barriere lag, hvorved insekterne døde af udtørring. For at være virksomme måtte disse "sten" kiselsyrer være meget findelte (under 10 μ i diameter). Sticher & Bach (1965) har dog ud fra en litteraturgennemgang fundet, at kiselsyre snarere skulle bevirke en større resistens mod svampe- og insektangreb, altså snarere være et middel til forebyggelse af angreb/sygdom.

Grosse- Brauckmann (1979) fandt en vis effekt af kiselsyresprøjtning på udbyttet af vårbyg i potteforsøg. Størst merudbytte blev opnået med et fungicid, men 20 g SiO_2 /10 kg jord kunne reducere udbyttenedgangen ved meldugangreb med 10%.

VIII.5. Konklusion/diskussion

Ved den økologiske dyrkningsform tillægges de forebyggende foranstaltninger til plantebeskyttelse en meget stor betydning. Effekten af disse indirekte metoder til plantebeskyttelse kan være vanskelig at måle direkte; fra forsøg med alsidige sædskifter sammenlignet med mere ensidige er det fundet, at ukrudtsforekomst og angreb af visse svampesygdomme er mindre i de alsidige sædskifter (Høg, 1986 c). De alsidige sædskifter, som det tilstræbes at anvende i økologisk jordbrug, vil derfor bevirke en mindre opformering af bestemte ukrudtsplanter og skadedyr/svampesygdomme.

Forsøg med sammenligning af økologiske og konventionelle marker har da også vist, at der i de økologiske marker findes flere forskellige ukrudtsplanter end i de konventionelle, men hver enkelt art ofte findes i en mindre mængde. I nogle undersøgelser er der fundet et mindre antal ukrudtsplanter pr. arealenhed i økologiske dyrkede marker sammenlignet med usprøjtede konventionelle marker, dette er dog ikke tilfældet i alle undersøgelser.

De sprøjtede (konventionelle) marker har færre ukrudtsplanter end de økologisk opdyrkede.

I nogle undersøgelser er der fundet en reduktion i angrebet af skadedyr ved samplantning, dog sjældent over 50%, og ofte mindre. I tilknytning til samplantningsforsøg vil det være nødvendigt med udbytteundersøgelser, da et evt. mindre udbytte i en eller begge afgrøderne i samplantningen p.g.a. konkurrencen, let kan være mere betydende, end et evt. merudbytte opnået ved en reduktion i skadedyrsangreb.

Til den direkte plantebeskyttelse kan der ved ukrudtsbekæmpelsen benyttes forskellige mekaniske og termiske metoder, hvorimod der kun er begrænsede muligheder for direkte bekæmpelse af skadedyr og svampesygdomme.

For såvel ukrudtskontrol som kontrol af skadedyr på friland er den biologiske bekæmpelse ikke effektiv. I væksthuse har den biologiske bekæmpelse dog vist sig effektiv for bekæmpelse af spindemider og mellus. En ulempe ved den biologiske bekæmpelse er dens specificitet, dvs. at kun ét skadedyr kan bekæmpes ad gangen.

Fælles for de mange af de direkte metoder til ukrudtskontrol er, at anvisninger og forsøg med disse metoder er af ældre dato og derfor svære at overføre til nutidige dyrkningsforhold. I forhold til anvendelse af pesticider giver de mekaniske og termiske bekæmpelsesformer mindre merudbytter i afgrøderne og ofte en mindre effektiv kontrol af ukrudt. For at forbedre disse metoder, specielt så de kan indgå i den økologiske dyrkningsform, vil det være nødvendigt med flere undersøgelser.

IX. SORTER

Et spørgsmål i forbindelse med økologisk jordbrug vil være om dette dyrkningssystem kan anvende almindeligt benyttede sorter i det konventionelle jordbrug, eller det er nødvendigt at benytte/udvikle nye "bio"sorter, specielt velegnet til det økologiske jordbrug.

Dette kan endnu ikke besvares, da der kun foreligger få sortsforsøg i tilknytning til den økologiske dyrkningsform.

I forbindelse med afprøvning eller udvikling af sorter til det økologiske jordbrug er det vigtigt at opstille hvilke krav, man må stille til de sorter, der skal benyttes.

Ifølge Geier (1983) må sorter, der skal benyttes til økologisk jordbrug have følgende egenskaber:

- Resistensegenskaber, der gør sorten velegnet til at modstå sygdomme og skadedyrsangreb samt at kunne konkurrere med ukrudt.
- Optimal udnyttelse af plantenæringsstoffer, som kun langsomt bliver frigivet. Dette kan evt. opnås ved selektion for sorter med dybere rodnet.
- "Gode" ernæringsfysiologiske kvalitetsegenskaber.

Dette kan eksempelvis være sorter med ringe tendens til nitratakkumulering, højere vitaminindhold, bedre kvælstofudnyttelse o.a.

Med tilknytning til ovennævnte krav til sorter er der udført enkelte forsøg. Padel (1984) undersøgte 25 forskellige vinterhvedesorter på en økologisk gård i Nordhessen. Af de 25 sorter var de 9 nye, de 16 ældre. Samtidig blev de tilsvarende sorter testet på samme jordtype under konventionelle dyrkningsforhold ved 3 intensitetsgrader. Sorternes udbytteforhold og udnyttelse af

gødningsformen blev undersøgt. På den økologiske gård lå 8 sorter mere end 5% over gennemsnitsudbyttet af alle sorterne, og 6 sorter lå mere end 5% under dette gennemsnit. De sidstnævnte var alle gamle sorter. Det vil sige, at ud fra dette forsøg er de gamle landsorter ikke specielt velegnede til økologisk dyrkning, når man betragter udbytteforholdene.

Med hensyn til effekt overfor gødningsformen gav sorterne "Ural" og "Kormoran" et meget højt udbytte ved den konventionelle dyrkning, men lå under gennemsnittet af sorterne ved den økologiske dyrkningsform. Sorterne "Vuka" og "Disponent" viste et højt udbytte (over gennemsnittet for sorterne) ved økologisk dyrkning, men var ikke over gennemsnittet i den konventionelle dyrkning (fig. 7).

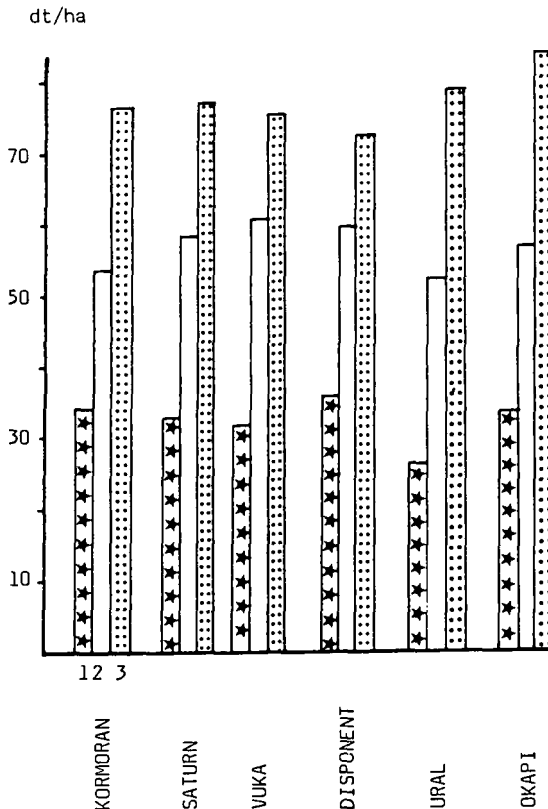


Fig. 7. Udbytte af vinterhvedesorter dyrket med biologisk og konventionel gødning, dt/ha.

1 = ugødet, 2 = organisk gødning, 3 = uorganisk gødning (160 kg N/ha)
(Padel, 1984)

Rydberg (1984) undersøgte i et 1-årigt forsøg nogle i Sverige almindeligt benyttede bygsorters kvantitative og kvalitative egenskaber ved økologisk dyrkning sammenholdt med konventionel dyrkning. Det største udbytte blev opnået med sorterne "Nery" og "Alva" i begge dyrkningssystemer. Den relativ største udbytteforskel mellem dyrkningssystemerne blev set i sorterne "Gunilla", "Birka", "Ida", "Tellus" og "Särila" (tabel 24).

Der blev ikke fundet sortforskelle med hensyn til rumvægt, tusindkornsvægt, råproteinindhold og stivelsesindhold.

Tabel 24. Kerneudbytte af bygsorter dyrket konventionelt og økologisk, hkg/ha samt relativt for økologisk dyrkning, konventionel = 100
Säby, 1983. (Rydberg, 1984).

sort	konventionel	økologisk	rel.	sign.
Tellus	61,8	54,4	88	*
Särila	61,1	55,5	91	*
Gunilla	53,2	48,3	91	*
Eva	59,9	56,8	95	
Simba	59,7	57,2	96	
Welam	59,4	55,5	93	
Prisca	60,6	58,3	96	
Alva	64,0	60,1	94	*
Nery	64,4	62,7	97	
Ida	58,4	54,0	92	
Jenny	61,6	58,1	94	
Birka	58,7	51,0	87	*
Ingrid	56,2	54,6	97	
Ymer	61,2	59,5	97	
$\bar{x}$	60,0	56,1	93	**

Med hensyn til ukrudtsforekomst blev der i tilknytning til det svenske forsøg målt tørstofmængde af ukrudt i de forskellige kornsorter. De mindste ukrudtsmængder blev ved den økologiske dyrkning fundet i sorterne "Ymer", "Nery" og "Ingrid". Ved den konventionelle dyrkning blev de mindste ukrudtsmængder fundet i sorterne "Prista", "Alva", "Jenny" og "Ingrid".

Hülseberg (1968) undersøgte to vinterhvedesorters evne til at dække for ukrudt, og der blev fundet betydelig sortsforskel. Sorten "Felix" var sorten "Heine VII" tydeligt overlegen med hensyn til skyggevirkning overfor ukrudt. Sidstnævnte forsøg er udført konventionelt (med herbicider), men er medtaget for at vise, at der kan være sortsforskel i evne til at konkurrere med ukrudt.

Geier (1983) undersøgte, om der var sortsforskel i kvalitetsegenskaber i spinat, når denne blev dyrket økologisk.

Sorten "Nobel" blev fundet bedre egnet til den økologiske dyrkning end sorten "Nores", da førstnævnte for samme mængde tilført kompost indeholdt mindre nitrat (590 mg/100 g ts. mod 1247 mg/100 g ts.), men større C-vitaminindhold (769 mg/100 g ts. mod 685 mg/100 g ts.) og større udbytte (191 dt fv/ha mod 114 dt fv/ha).

X. HUSDYR

I det økologiske landbrug har malkekvæg en central rolle, da de er forbrugere af afgrøder, som er en forudsætning for et godt økologisk sædskifte.

I Danmark foreligger der så godt som ingen undersøgelser med speciel tilknytning til husdyrhold i økologiske jordbrug. Nielsen & Nielsen (1984) undersøgte foderforbrug m.m. ved besøg på 6 økologiske brug samt undersøgte forskellige økologiske fodermidlers værdi til malkekvæg.

De definerede økologisk malkekvæghold som en mælkeproduktionsform, hvor foderproduktionen er baseret på økologiske principper, og hvor der er tilstræbt en høj selvforsyningsgrad med foder.

Derudover skal produktionen være grovfoderbaseret, dyrene skal være sunde, harmoniske og velfungerende, og køerne skal have evne til både en høj laktationsydelse og en høj livsproduktion.

På de 6 økologiske gårde udgjorde grovfoderandelen 72% i gennemsnit. På landsplan regner man med, at 66% af foderet udgøres af grovfoder. Grovfoderandelen er således en smule større på de økologiske brug. Forbruget af koncentreret foder var derimod lavt. Der var en udbredt anvendelse af korn/bælgsædblandinger (ærter, vikker, havre og byg) til helsædsensilage eller som kraftfoder høstet ved fuldmønhed. Alle bedrifter benyttede lucerne som grovfodermiddel. Andre bælgsplanter som humlesneglebælg, stenkløver og hestebønne blev også benyttet.

I tilknytning til analyser af råproteinindholdet og fordøjeligheden af de benyttede fodermidler blev det konkluderet, at undersøgelserne hverken kan be- eller afkræfte, at de økologiske fodermidler har en højere produktionsværdi end almindeligt konventionelt dyrket eller indkøbt foder. Der var dog en tendens til et lidt højere proteinindhold i de undersøgte fodermidler fra de økologiske gårde.

Mange aspekter vedrørende økologisk husdyrhold er endnu ikke belyst bl.a. undersøgelser med henblik på optimering af foderets kvalitet og tilrettelæggelse af de mest hensigtsmæssige sædskifter. Mange miljømæssige aspekter ved husdyrhold er heller ikke belyst, f.eks. problemer med gødningsanvendelse. Antallet af dyr pr. ha bør efter anvisningerne ikke overstige, hvad der svarer til 1 storkreatur + opdræt, i overgangsperioden til økologisk drift dog op til 2 (Landsforeningen økologisk, 1985). I forbindelse med den biodynamiske dyrkning anbefales normalt kun 0,7-1,0 storkreatur/ha.

XI. ARBEJDSKRAFTFORBRUG, ENERGIFORBRUG OG ØKONOMI

XI.1. Arbejdskraftforbrug

Arbejdskraftforbruget på såvel økologiske som konventionelle brug kan variere meget afhængig af jordtype og topografi, afgrødevalg og husdyrhold (type og størrelse) samt maskinhjælp.

Da afgrødevalget (sædskiftet) og husdyrholdet samt brugen af maskinkraft ofte er forskellig i de økologiske og de konventionelle brug, må en sammenligning tages med et vist forbehold.

I en sammenligning af 14 økologiske brug med 14 konventionelle i majsbæltet i USA fandt Klepper et al. (1977) og Roberts et al. (1979), at arbejdskraftbehovet udregnet i timer pr. ha var næsten ens på de økologiske og de konventionelle brug for afgrøder som majs, havre og hvede (ca. 3,3 timer/ha). Udregnede man imidlertid arbejdskraftbehovet pr. indtjent kr. af de solgte produkter var arbejdskraftbehovet større på de økologiske gårde p.g.a. lavere udbytter (19,8 timer/1.000 \$ i øk. brug, 17,8 timer/1.000 \$ i konv. brug). Arbejdskraftbehovet i de økologiske brug udregnet i såvel timer/ha som timer/kr. var en del højere for soyabønneproduktion, p.g.a. disse afgrøders store behov for ukrudtskontrol.

Berardi (1977, 78) fandt, at økologiske hvedeavlere i USA behøvede 8,5 timer/ha til produktionen mod kun 3,6 timer/ha for konventionelle avlere.

I en tysk undersøgelse fandt Jaep (1980, 83) at arbejdskraftforbruget i økologisk jordbrug gennemsnitligt var 25-40% højere end i typiske konventionelle brug. Dette merforbrug stammede hovedsageligt fra kompostering af gødningen, staldgødningsudbringningen samt ukrudtsbekæmpelsen. Brugger & Held (1980) fandt, at sættes arbejdskraftforbruget ved konventionel dyrkning lig med 100, er det tilsvarende forbrug for økologisk dyrkning 130 for korn, 135 for kartofler, 120 for foderroer og 105 for kløver og græs.

På et forsøgsareal på 0,4 ha dyrket økologisk med æbler og grønsager bevirkede produktion og fordeling af kompost, ukrudtskontrol samt specielle økologiske behandlinger et øget arbejdskraftforbrug på ca. 30% i gennemsnit af 6 år sammenlignet med et tilsvarende areal dyrket konventionelt (Reinken, 1984).

Undersøgelser af økologiske brug med konventionelle partnerbrug i Schweiz, viste at arbejdskraftforbruget på nogle af de økologiske brug var mindre end deres konventionelle partnere (Steinman, 1981, 1983). Dette var gældende for 7 ud af 13 brug. I middel af alle brug var arbejdskraftforbruget dog ca. 34 dage større/år i de økologiske brug. Forskellen i arbejdskraftforbrug var mindst på brug med kreaturer.

Baseret på de ret begrænsede undersøgelser, der til nu er gjort, må man konkludere, at økologisk jordbrug generelt behøver mere arbejdskraft for samme afgrøde end tilsvarende konventionelle jordbrugsformer. Størrelsen af arbejdskraftforbruget kan dog afhænge meget af afgrødevalget. Dertil kommer muligheder for udvikling af mere effektive maskiner/procedurer til speciel kontrol af ukrudt, skadedyr og svampesygdomme samt til håndtering og udbringning af kompost/staldgødning i det økologiske jordbrug.

XI.2. Energiforbrug

Umiddelbart vil det synes sandsynligt, at økologisk jordbrug som produktionssystem vil forbruge mindre energi, da der ikke anvendes hverken handelsgødning eller pesticider.

Engelske undersøgelser har vist, at ca. 23% af energiforbruget i konventionel jordbrug benyttes til fremstilling af handelsgødning og knap 3% til kemikalier (White, 1975).

Dog kan man forvente, at visse dele af det økologiske produktionssystem kan forbruge mere energi end det konventionelle, f.eks. ukrudtsbekæmpelse med maskinel brug.

De foretagne undersøgelser i forbindelse med energiforbruget i økologisk jordbrug synes at bekræfte antagelsen om, at det økologiske jordbrug sammenlignet med det konventionelle forbruger mindre energi.

Vine & Bateman (1982) foretog en undersøgelse på 82 eksisterende økologiske brug i England. Næsten alle de økologiske brug havde et mindre energiforbrug end de tilsvarende konventionelle. Forskellen var mest markant på gødnings- og fodersiden. En sammenligning udført på grundlag af salget af produkter pr. kr. forbrugt energi viste imidlertid, at de økologiske brug brugte ligeså meget energi som de konventionelle. Dette skyldes det mindre udbytte på de økologiske brug.

Lockeretz et al. (1976) og Klepper et al. (1977) fandt ved at sammenligne gårde i majsbæltet i USA, at uanset om energiforbruget blev udregnet pr. ha eller pr. enhed solgt produkt, havde de konventionelle gårde et mere end dobbelt så højt energiforbrug som de økologiske. De økologiske dyrkere var 300% mere effektive set energimæssigt til at producere majs, men kun 16% mere effektive til at producere soyabønner. På enkelte områder forbrugte det økologiske system mere energi end det konventionelle, dette var gældende med hensyn til energiforbruget til maskiner og brændstof.

Berardi (1977, 78) og Pimentel et al. (1983) fandt ved sammenligning af 10 gårde i Pennsylvania og New York, at de økologiske brug brugte omkring 30% mindre energi til hvedeproduktion end de konventionelle, men på grund af et 22% mindre udbytte var den reelle besparelse kun omkring 15%.

I forbindelse med den tidligere omtalte edb-model over det nuværende landbrug (N) og et alternativt (A) landbrug (afsnit VII.2.) blev der beregnet nettoproduktionstal (målt i energienheder) ved overgang fra N systemet til A-systemet (Miljøstyrelsen, projekt 55, 1984). Der blev i de to systemer regnet med samme data for produkternes biokemiske sammensætning, samt de specifikke værdier for energiforbrug til hjælpestoffer og transport samt værdi for priser.

Beregningerne viste, at nettoproduktionen af fødevarer blev forøget fra 641 GJ/år i N-systemet til 1200 GJ/år i A systemet, og nettoproteinproduktionen blev forøget fra -478 GJ/år i N systemet til -21 GJ/år i A systemet. Derudover blev nettobrændstofforbruget formindsket fra 2050 GJ/år i N systemet til 970 GJ/år i A-systemet i systemer uden biogas og fra 1287 GJ/år i N systemet til 75 GJ/år i A systemet i systemer med biogasanlæg. Den forøgede nettofødevare- og proteinproduktion i A systemet skyldes, at der er flere køer og færre svin end i N-systemet, og at sædskiftet er tilpasset husdyrholdet, hvilket bevirker mindre import af kraftfoder.

To franske og en tysk undersøgelse har beregnet energibalancer ved hvedeproduktion (samlet af Lünzer, 1982). Disse undersøgelser viste, at det konventionelle system brugte 1,6-2,2 gange så meget energi som det økologiske.

XI.3. Økonomi

Der foreligger nogle få undersøgelser over indtægter, udgifter og dækningsbidrag på økologiske gårde. Problemer ved at sammenligne disse tal med økonomien på konventionelle gårde er, at indtægter og udgifter kan være meget varierende afhængig af afgrødevalg, indkøb eller selvforsyning med foder, brugets størrelse, tidsperiode bedriften har været dyrket økologisk, jordtype og klima. Dertil kommer en faktor som merpris, som har vist sig ofte at være en af de mest betydende faktorer (se senere).

Batemann (1984) interviewede 82 økologiske dyrkere i England med henblik på økonomiske forhold i perioden 1979-80. På langt sigt havde de fleste af de økologiske dyrkere lavere bruttoindtægt end sammenlignelige konventionelle brug, men dette kunne delvis kompenseres ved lavere udgifter. Ud af 35 brug havde de 19 lavere udgifter/ha end tilsvarende konventionelle brug. Heraf havde de 18 kun under 1/2 så store udgifter. Ud af de 30 dyrkere havde de 23 dog et lavere dækningsbidrag end konventionelle dyrkere. Undersøgelser i tilknytning til majsforsøgene i USA viste dog, at der ingen stor forskel var i dækningsbidraget for majs og hvede dyrket henholdsvis økologisk og konventionelt, og dette var vel at mærke gældende for økologiske produkter solgt til samme pris som de konventionelle (Klepper et al., 1977; Lockeretz, 1978).

I Tyskland er de forskellige økonomiske aspekter vedrørende den økologiske dyrkningsform beskrevet af Ronnenberg (1975), Wortmann (1977) og Koester & Tangermann (1977). Jaep (1980, 83) sammenlignede bedriftsindtægter og - udgifter på 4 partnerbrug beliggende på forskellige jordtyper i Tyskland. Han fandt, at på en god jordtype med en drift baseret uden husdyrhold og uden græsningsareal kunne det konventionelle brug få en næsten dobbelt så stor bruttoindkomst som det tilsvarende økologiske brug. Derimod kunne dækningsbidraget godt være højere på det økologiske brug på grund af dette brugs lavere udgifter og større enhedspris for produktet.

Med den animalske produktion var det konventionelle jordbrug dog altid det økologiske overlegent med hensyn til dækningsbidrag.

Pfingster & Alfons (1982) undersøgte økonomien på 3 økologiske brug i Østrig. Salget af produkterne foregik for størstedelen som et direkte-salg, hvorved der blev opnået betydelige merpriser. På grund af disse priser var dækningsbidraget for næsten alle afgrøder (grønsagsafgrøder) lig med eller højere end fra tilsvarende konventionelt dyrkede afgrøder.

Steinman (1981,83) undersøgte indtægter og udgifter på 26 økologiske brug i Schweiz, som alle havde anvendt denne dyrkningsform i mindst 3 år. Disse brug blev dels sammenlignet med konventionelle partnerbrug, dels med gennemsnittet for området. Bruttoindtægterne på disse brug kunne være både højere og lavere end de konventionelle. Der blev sædvanligvis opnået en merpris på de vegetabiliske produkter (10-35% på frugt, 10-100% på grønsager, 0-22% på korn), men ikke på de animalske. Som gennemsnit af årene 78/79 var dækningsbidraget ca. 15% højere på de konventionelle brug, men i 79/81 næsten ens på de to brugstyper - tabel 25.

Tabel 25. Udbytte, indtægter og udgifter på økologiske og konventionelle brug i Schweiz, gns. 1979/81. (Steinmann, 1983).

	Hvede			Rug		Majs	
	øko.	konv.	konv.	øko.	konv.	øko.	konv.
	partnere		gns.		gns.		gns.
Antal brug	10	10	1506	4	127	5	249
Udbytte, dt/ha	38,8	45,1	47,0	44,2	45,0	43,1	47,0
Indtægt, Fr./ha	4898	4592	4812	4029	3887	4586	4645
Udgifter, Fr./ha:							
Såsåed	308	225	269	202	193	257	276
Gødning	168	302	328	128	257	60	272
Plantebeskyttelse	3	105	136	-	105	-	135
Diverse	152	258	223	143	251	263	270
Ialt	631	890	956	473	806	580	953
Dækningsbidrag Fr./ha	4267	3702	3856	3556	3081	4006	3692
	Byg			Havre		Kartofler	
Antal brug	7	7	1582	6	409	8	621
Udbytte, dt/ha	38,8	45,0	45,0	39,7	49,0	316,9	363,0
Indtægt, Fr./ha	3753	3861	4104	3946	4461	12404	11288
Udgifter, Fr./ha:							
Såsåed	216	167	174	202	181	1602	1697
Gødning	77	213	258	30	247	242	476
Plantebeskyttelse	-	89	100	26	78	91	449
Diverse	69	240	137	90	182	90	252
Ialt	362	709	669	348	688	2025	2874
Dækningsbidrag Fr./ha	3391	3152	3435	3598	3773	10379	8414

Modsat Jaep (1980) blev der i disse undersøgelser fundet næsten samme dækningsbidrag ved den animalske produktion i begge dyrkningssystemer. Mælkeudbyttet var 12-17% lavere på de økologiske brug end på de konventionelle brug, men dette opvejedes af en 43% mindre udgift til kraftfoder. Dækningsbidraget var således kun 3-10% lavere ved den animalske produktion. Det skal bemærkes, at dækningsbidraget blev så stort på grund af hjemmeavl af kraftfoder og ikke ved en merpris for produktet.

Under beregning af den stoflige omsætning i de før omtalte alternative (A) og nuværende (N) modelsystemer blev de økonomiske driftsresultater beregnet (Miljøstyrelsen, projekt 55, 1984). Prisgrundlaget var de i 1980 gældende priser på rå- og hjælpestoffer, salgsafgrøder og animalske produkter. Nettoresultaterne er næsten ens i de to systemer. I A-systemet blev de samlede udgifter til brændstof, gødning, foder (bekæmpelsesmidler) og udsæd beregnet til 2400 kr./ha, mens indtægter fra salg af animalske og vegetabiliske produkter blev opgjort til 10.200 kr./ha. Dette giver et nettoresultat på 7.800 kr./ha. De tilsvarende tal for N-systemet viser udgifter på 3.750 kr./ha og indtægter på 11.570 kr./ha. Dette giver et nettoresultat på 7.820 kr./ha.

Som tidligere nævnt kan der ofte opnås en merpris for det økologisk solgte produkt, hvilket medvirker til en bedre økonomi på de økologiske brug. Holmqvist (1985) finder da også i en undersøgelse af 5 økologiske gårde i Sverige, at denne merpris, som de økologiske dyrkere får for sine produkter, har stor betydning for den relativt gode økonomi, og at denne merpris nogle gange kunne mere end kompensere for det større arbejdskraftforbrug og det lavere udbytte (merprisen kunne udgøre over 6% af omsætningen). De produkter, der blev opnået den største merpris for, var frugt og grønsager (25-50% merpris), hvilket kan forklare det relativt store areal, som dyrkes med disse afgrøder på økologiske jordbrug. Da der normalt ikke opnås en merpris for animalsk produktion kan det ofte være sværere at opnå et lige så højt dækningsbidrag som ved konventionel dyrkning. Tilsvarende blev observeret i en schweizisk undersøgelse (Brülisauer, 1979).

I en undersøgelse i USA (USDA, 1980) blev det dog fundet, at kun 20% af de økologiske dyrkere fik en merpris ved salget af deres produkter.

Med hensyn til størrelsen af merprisen kan denne selvfølgelig afhænge af lokale forhold. Böckenhoff & Hertäg (1981) fandt, at de mest solgte økologiske produkter på det tyske marked var kartofler, grønsager, frugt og til dels kornprodukter. Næsten alle disse varer blev solgt som "bio" varer med merpriser på 20-50% i forhold til de tilsvarende konventionelle produkter. Nogle gange var merprisen op til 50-100%. Derimod solgtes 75% af mælk og 85% af kød produceret på økologiske bedrifter på det almindelige konventionelle marked og indbragte ingen merpris. De få produkter af animalsk oprindelse, der blev solgt som økologiske, opnåede merpriser på 20-25% for mælk og 10% for kød.

I de tidligere nævnte undersøgelser på 3 østrigste brug (Pfingster & Alfons, 1982) blev der opnået merpriser på 70-80% for hvede, 103% for byg, 70-130% for spisekartofler, 80-90% for gulerødder, 75-85% for rødbeder og 30-80% for græskar.

LITTERATUR

- Abele, U.** (1973): Vergleichende Untersuchungen zum konventionellen und biologisch-dynamischen Pflanzenbau unter Berücksichtigung von Saatzeit und Entitäten. Dissertation, Giessen, 190 pp.
- Abele, U.** (1975): Saatzeitversuch mit Radies. Lebendige Erde 6, 223-225.
- Abele, U.** (1982): Qualitätsfördernde Düngesysteme auf Acker- und Grünland. Alternativen im Landbau. Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Angewandte Wissenschaft Heft 263, 207-216.
- Adesiyun, A.A.** (1979): Effects of intercrop on frit fly, *Oscinella frit*, on oviposition and larvar survival on oats. Entomol. Exp. Appl. 26, 208-218.
- Ahrens, E., Elsaidy, S., Samaras, I. & Samaras F.** (1983): Die Bedeutung der Düngung für das Nachernteverhalten von Gemüse, insbesondere Spinat. Ifoam 47, 4-10.
- Altieri, M.A., Davis, J. & Burroughs, K.** (1983): Some agroecological and socioeconomic features of organic farming in California. A preliminary study. Biological Agriculture and Horticulture 1 (2), 97-107.
- Altieri, M.A., Schoonhoven, A. & Doll, F.** (1977): The ecological role of weeds in insect pest management systems: a review illustrated by bean (*Phaseolus vulgaris*). PANS 23, 195-205.
- Anonym** (1953): Forsøg i kepalæg. Tidsskr. Planteavl 56, 98-101.
- Appel, J.** (1979): Unkrautregulierung ohne Herbizide. Erfahrung auf Betrieben der biologisch-dynamischen und organisch-biologischen Wirtschaftsweisen. Schriftenreihe. Lebendige Erde, Darmstadt, 103 pp.
- Appledorf, H., Pennington, J., Wheller, W.B. & Koburger, J.A.** (1974): Sensory evaluation of health foods.- a comparison with traditional foods. J. Milk Food Technol. 37, 392-394.
- Arman, K. & Pettersson, B.** (1979): Biodynamisk odling. LTs förlag, Stockholm, 111 pp.
- Augstburger, F., Widmer, R., Vogtmann, H. & Ott, P.** (1981): Praxisversuche zur Kompostierung von Stallmist in Mieten. Lebendige Erde 2, 56-60, 99-105.
- Azam, F.E. & Malik, K.A.** (1983): Effect of humic acid soaking of seeds on seedling growth of wheat (*Triticum aestivum*, L) under different conditions. Pakistan J. of Botany 15, 31-38.
- Bachthaler, G. & Dancau, B.** (1972): Die Unkrautflora einer langjährigen Alten Dreifelder-fruchtfolge bei unterschiedlicher Anbau-intensität. Z. Pfl. Krankh. u. Pfl. Schutz, Sonderheft VI., 141-148.
- Balfour, E.B.** (1947): The living soil. Faber and Faber Ltd, London, 6th edition.
- Balfour, E.B.** (1975): The living soil and the Haughley Experiment. Faber and Faber, London, 383 pp.
- Balzer, F.M. & Balzer-Graf, U.R.** (1984): Differences in the development of conventionally and biologically managed soils as indicated by Dr. Balzers soil analysis system. Abstracts. The Fifth IFOAM Conference, Witzenhausen, 2 pp.
- Barker, A.V.** (1975): Organic vs. inorganic nutrition and horticultural crop

- quality. Hort. Sci. 10 (1), 50-53.
- Batemann, D.T.** (1984): The business of organic farming. Farm Management 5 (5), 189-195.
- Berardi, G.M.** (1977): An energy and economic analysis of conventional and organic wheat farming. Food, fertilizer and agricultural residue. Proceedings of the 1977. Cornell Agricultural Waste Conf., 439-447.
- Berardi, G.M.** (1978): Organic and conventional wheat production: examination of energi and economics. Agro-Ecosystems 4, 367-376.
- Blunden, G. & Wildgoose, P.B.** (1977): The effects of aqueous seaweed extract and kinetin on potato yields. J. Sci. Fd. Agric. 28, 121-125.
- Blunden, G., Wildgoose, P.B. & Nicholson, F.E.** (1979): The effects of aqueous seaweed extract on sugar beet. Bot. Mar. 22, 539-541.
- Boeringa, R.** (1980): Alternative methods of Agriculture: Description, evaluation and recommendations for research. Agric. Environm. 5, 1-199.
- Bosch, J.** (1975): Der trophische Effekt und seine Bedeutung für den integrierten Pflanzenschutz. In: Aktuelle Probleme des integrierten Pflanzenschutzes. Darmstadt.
- Boucher, J.** (1968): Pr  sis de culture biologique. Methode Lemaire-Boucher-Agriculture et Vie. Angers, 4th Edition.
- Bovin, H.** (1983): Ogr  sharvning i str  s  d. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen f  r Lantm  star- och Tr  dg  rdsteknikerutbildning. 46 pp.
- Brain, K.R., Chalopin, M.C., Turner, T.D., Blunden, G. & Wildgoose, P.B.** (1973): Cytokinin activity of commercial aqueous seaweed extract. Plant Sci. Letters 1, 241-245.
- Brandt, C.S. & Beeson, K.C.** (1951): Influence of organic fertilization on certain nutritive constituents of crops. Soil Sci. 71, 449-454.
- Brugger, G.** (1981): Alternativen im Landbau. AID-Schriften 70, 46 pp.
- Brugger, G.** (1982): Konventioneller Landbau und Alternative Bewirtschaftungsformen-Stand und Begr  ndung. Alternativen im Landbau. Schriftenreihe des Bundesministers f  r Ern  hrung, Landwirtschaft und Forsten. Angewandte Wissenschaft. Heft 263, 10-23.
- Brugger, G. & Held, R.** (1980): Fragen der Wirtschaftlichkeit im alternativen Landbau. Kali-Briefe 15 (2), 109-121.
- Br  lisauer, A.** (1979): Preisgef  ge und Absatzwege von Produkten aus biologischem Anbau in der Schweiz. Z. Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie 14, 1-21.
- B  ckenhoff, E. & Hert  g, O.** (1981): Absatzbedingungen f  r alternativ wirtschaftende Betriebe. Ber. Ldw. 59, 280-305.
- Callauch, R.** (1981): Vergleich der Segetalvegetation auf konventionell und biologisch bewirtschafteten Ackern in SO-Niedersachsen. Z. Pfl. Krankh. - Pfl. Schutz, Sonderh. 9, 85-95.
- Carlsson, B.** (1976): Naturenlig potatisodling ekonomiskt   verl  gsen den konventionella. Tr  dg  rdsjournalen 16 (5), 10-11.
- Clausnitzer, I.** (1972): Makrobiotische Bodenpflege. Drei Eichen Verlag,

München.

- Coaker, T.H.** (1980): Insect pest management in brassica crops by inter-cropping. In: Int. control-brassica plants. SRDP/WPRS Bull. 1980/III/I, 117-125.
- Cook, R.J.** (1976): The oxygen-ethylene cycle and the value of compost. Compost Sci. 17, 23-24.
- Crafts, A.S.** (1975): Modern weed control. University of California Press, Berkeley, 440 pp.
- Dalzell, H.W., Gray, K.R. & Biddlestone, A.J.** (1979): Composting in tropical agriculture. Stowmarket, Suffolk, England; The International Institute of Biological Husbandry.
- Dambroth, M.** (1978): Alternativen der pflanzlichen Produktion und ihre Auswirkungen auf Bodenproduktivität sowie Ertrag und Qualität des Erntegutes. Landwirtschaft-Angewandte Wissenschaft 206, 7-33.
- David, W.A.L. & Gardiner, B.O.C.** (1950): Factors influencing the action of dust insecticides. Bull. ent. Res. 41, 1-61.
- Dennis, B. & Mortensen, G.** (1981): Weed competition in barley varieties—Research and educational activities 1981-82. Taastrup 1981. Dep. of Crop Husbandry and Plant Breeding Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen.
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung.** (1976): Ernährungsbericht 1976, 171, DGE, Frankfurt/M.
- Diehl, J.F. & Wedler, A.** (1978): Konventioneller und alternativer Landbau—vergleichende Untersuchungen über die Qualität der Ernteprodukte. Landwirtschaft-Angewandte Wissenschaft 206, 151-248.
- Dlouhý, J.** (1977): Váxtproduktors kvalitet vid konventionell och biodynamisk odling. Lantbrukshögskolans meddelanden A 272, Mark-Växter 97, Uppsala, 30 pp.
- Dlouhý, J.** (1981): Alternativa odlingsformer—växtproduktors kvalitet vid konventionell och biodynamisk odling. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för växtodling. Rapport nr. 91, 143 pp + appendix.
- Dlouhý, J. & Nilsson, G.** (1983): International scientific colloquium on comparison between farming systems, Uppsala, March 21-24, 1983. Institutionen för växtodling. Sveriges Lantbruksuniversitet, rapport nr. 124, 131 pp.
- Dorph-Petersen, K.** (1946): Forsøg med staldgødning og kunstgødning ved Lyngby 1910-1942. Tidsskr. Planteavl 50, 555-616.
- Ebeling, W.C.** (1971): Sorptive dusts for pest control. Ann. Rev. Entomol 16, 123-158.
- Ebert, D.** (1962): Untersuchungen zur Kali-nachlieferung von Ackerböden auf paläozoischen Gesteinen. Z. Landw. Vers. - u. Unters. Wes. 8, 206-217.
- Eno, C.F. & Reuzer, H.W.** (1955): Potassium availability from biotite, muscovite, greensand and microcline as determined by growth of *Aspergillus niger*. Soil Sci. 80, 199-209.
- Esbjerg, P.** (1981): Biologisk- og biologisk baseret insektbekæmpelse i Danmark. Naturens Verden 1981, 339-347.

- Featonby-Smith, B.C. & Van-Staden, J.** (1983): The effect of seaweed concentrate and fertilizer on the growth of *Beta vulgaris*. *Z. Pflanzenphysiol.* Bd. 112, 155-162.
- Finck, A.** (1979): *Dünger und Düngung*. Verlag Chemie, 442 pp.
- Fischer, A. & Richter, C.** (1984): Influence of organic and mineral fertilizers on yield and quality of potatoes. Abstract, The Fifth IFOAM Conference, Witzenhausen, p. 37.
- Fog, E.** (1981): "Økologisk landbrug" og traditionelle driftsformer belyst ved jordbundsundersøgelser og udbytteresultater. Hovedopgave, Kemisk Institut, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, 108 pp.
- Fragstein, P.** (1983): Steinmehl in der Landwirtschaft. IFOAM 44/45, 7-12.
- Fragstein, P.** (1984): Silicate rock powders- qualitative and quantitative aspects. Abstracts, The Fifth IFOAM Conference, Witzenhausen, p 14.
- Fragstein, P. & Vogtmann, H.,** (1983): Organic extracts for the treatment of rock powder fertilizers in biological agriculture. *Biological Agriculture and Horticulture* 1 (3), 169-180.
- Frederiksen, H., Grøntved, P. & Petersen, H.I.** (1950): *Ukrudt og ukrudtsbekæmpelse*. Det danske Forlag, København, 320 pp.
- Geier, B.** (1983): Gedanken zum Thema Biologisches Saatgut im Gartenbereich. IFOAM 44/45, 12-18.
- Gisiger, L.** (1941): Die Wirkungen der Steinmehldüngung auf Wachstum, Ertrag und Qualität der Pflanzen. I. Untersuchungen über den Nährstoffgehalt des Steinmehls und seine Wirkung auf das Wachstum der Pflanzen. *Landw. Jb. Schweiz* 55, 115-120.
- Graf, U. & Keller, E.R.** (1978a): Zusammenhänge zwischen kosmischen Konstellationen und dem Ertrag landwirtschaftlicher Kulturpflanzen auf konventionell und biologisch-dynamisch bewirtschafteten Böden. *Z. Acker- u. Pflanzenbau* 147, 40-59.
- Graf, U. & Keller, E.R.** (1978b): Zusammenhänge zwischen kosmischen Konstellationen und dem Ertrag landwirtschaftlicher Kulturpflanzen auf Konventionell und biologisch-dynamisch bewirtschafteten Böden. II. Klimakammerversuche mit Radies. *Schweiz. Landw. M. Hef.* 57, 325-336.
- Grosch, G.** (1982): *Økologisch Landbau: Daten - Fakten - Zusammenhänge 1982/83*. Stiftung Økologischer Landbau.
- Grosse-Brauckmann, E.** (1979): Zur Mehлтаubekämpfung in Gefäßversuchen mittels Kieselensäuredüngung und Fungicidanwendung. *Landwirtsch. Forsch.* 32 (1-2), 150-156.
- Groven, I.** (1960): Gødningsforsøg med køkkenurter. *Tidsskr. Planteavl* 63, 553-612.
- Haas, H. & Dennis, B.** (1980): Supplerende bilagsmateriale i ukrudt og ukrudtsbekæmpelse. I. Afd. f. Landbr. Planteavl, KVL, 281 pp.
- Habel, W.** (1954): Über die Wirkungsweise der Eggen gegen Samenunkräuter sowie die Empfindlichkeit der Unkrautarten und ihrer Altersstadien gegen den

- Eggvorgang. Dissertation Hohenheim.
- Habel, W.** (1957): Über die Wirkungsweise der Eggen gegen Samenunkräuter sowie deren Empfindlichkeit gegen den Eggvorgang. Z. für Acker- und Pflanzenbau 104, 39-70.
- Hansen, H.** (1958): Forsøg med forskellig renholdelse af afgrøder i et sædskifte. Tidsskr. Planteavl 61, 17-35.
- Hansen, H.** (1977): Sammenligning af grønsager fra biodynamisk og konventionelt jordbrug. Kolding, 38 pp + appendix.
- Hansen, H.** (1981): Comparison of chemical composition and taste of biodynamically and conventionally grown vegetables. Qual. Plant. Plant Foods Hum. Nutr. 30, 203-211.
- Hansen, S.** (1981): Steinmel i Landbruket. Hovedopgave ved Norges Landbrukshøgskole. Institut for Jordkultur. 116 pp.
- Harwood, R.** (1981): The inside story on conversion. New Farm 3 (5), 52-53.
- Haug, H.M.** (1973): Probleme der Umstellung von Konventioneller auf biologisch-dynamische Wirtschaftsweise unter besonderer Berücksichtigung Ackerbaulicher Massnahmen. Verlag Lendige Erde.
- Haworth, F.** (1961): The effects of organic and inorganic nitrogen fertilizers on the yield of early potatoes, spring cabbage, leeks and summer cabbage. J. Hort. Sci. 36, 202-215.
- Hofsvang, T.** (1983): Samplantning og bekjempelse av skadedyr. Aktuelt fra Statens fagteneste for lantbruket 2, 57-64.
- Hokkanen, H. & Holopainen, J.K.** (1984): Structure of carabid populations in biodynamic and conventional cabbage fields. Abstract.
- Holmquist, B.** (1985): Alternativ odling på Åland. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för ekonomi och statistik, 78 pp.
- Holopainen, J.K.** (1983): Carabid beetles (Col. Carabidae) associated with cruciferous crops in organic and conventional farms in central Finland. Savonia 6, 19-27.
- Howard, A.** (1947): An agricultural testament. Oxford University Press, London.
- Hülseberg, G.** (1968): Lichtökologische Untersuchungen über die konkurrenzskraft zweier Winterweizensorten. Z. Acker- und Pflanzenbau 127, 125-141.
- 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.
- Høg, K.** (1986c): Dyrkningsmetoders indflydelse på udbytte, plantekvalitet, jord og miljø. III. Sædskifte og Jordbehandling. Tidsskr. Planteavl, S-beretning.
- Håkansson, S.** (1981): Konkurrens kulturväxt- ogräs. I: Supplerende bilagsmateriale i Ukrudt- og Ukrudtsbekæmpelse. Ed.: H. Haas & B. Dennis. 6.1.-6.35. KVL. Afd. for Landbrugets Plantekultur.
- Jackson, J.E. & Burton, G.W.** (1958): An evaluation of granit meal as a source of

potassium for coastal Bermudagrass. Agron. J. 50, 307-308.

- Jaep, A.** (1980): Konventioneller oder alternativer Landbau. - ein Betriebswirtschaftlicher Vergleich. Hessisches Landesamt für Ernährung, Landwirtschaft und Landentwicklung, Kassel, 44 pp.
- Jaep, A.** (1983): Betriebswirtschaftliche Aspekte des Alternativen Landbaues im Vergleich zum konventionellen Landbau. Kali-briefe 16 (8), 451-470.
- Jaquemet, A.** (1977): Der Einfluss verschiedener Landbauverfahren auf die Dynamik von Blattlauspopulationen in Getreidefeldern. Diplomarbeit, ETH.
- Khristeva, L.A., Novek-Khlebnikov, P.A., Zuev, A.I., Spivak, N.T. & Gusak, Z.** (1949): The effect of humic acids on the root development of various crops (oversat fra russisk, summary). Doklady vsesoyuz Akademii Sel'sko-Khoz Nauk V.I. Lenina 14, 23-28.
- Kickuth, R.** (1982): Die ökologische Landwirtschaft. Wissenschaftliche und praktische Erfahrungen einer zukunftsorientierten Nahrungsmittelproduktion. Alternative Konzepte 40. Verlag C.F. Müller, Karlsruhe, 205 pp.
- Kjæraas, P.O. & Svagård, U.** (1983): Effekten av samplantning mellom gulerot og løk på gulerotsflue (*Psila rosea* Fabricius). Hovedgruppe ved Norges Landbrukshøgskole, 145 pp.
- Klepper, R., Lockeretz, W., Commoner, B., Gertler, M., Fast, S., O'Leary, D. & Blobaum, R.** (1977): Economic performance and energy intensiveness on organic and conventional farms in the corn belt: a preliminary comparison. Amer. J. Agr. Econ. 59, 1-12.
- Koch, W.** (1959): Untersuchungen zur Unkrautbekämpfung durch Saatzpflege und Stoppelpflegemassnahmen. Dissertation Hohenheim.
- Koch, W.** (1965): Unkrautbekämpfung durch Eggen, Hacken und Meisseln in Getreide. Z. Acker- und Pflanzenbau 121, 84-96.
- Koester, U. & Tangermann, S.** (1977): Supplementing farm price policy by direct income payments: cost-benefit-analysis of alternative farm - policies with a special application to German agriculture. Eur. R. agr. Eco. 4 (1), 7-31.
- Kononova, M.M.** (1966): Soil organic matter, its nature, its role in soil formation and in soil fertility. Pergamon Press, Oxford, Engl.
- Korsmo, E.** (1926): Ogräsarternas liv och kampen mot dem i nutidens jordbruk. Stockholm, 1926.
- Korsmo, E.** (1932): Ugressets skadevirkninger og dets bekjempelse i åkerbruget. Oslo, 411 p.
- Korsmo, E.** (1954): Ugras i nåtidens jordbruk. A-S Norsk Landbruks Forlag. Oslo, 635 pp.
- Kowalski, R. & Visser, P.E.** (1983): Nitrogen in a crop-pest interaction; cereal aphids 1979. In: Nitrogen as an ecological factor. Ed: Lee, J.A., Mc Neill, S., Rorison, H., 283-300.
- Kristensen, K.** (1944): Ukrudt. I. Den nye Landmandsbog. I. Planteavl. Ed.: K.A. Bondorff & J. Petersen-Dalum, Westermann, København, 731-752.
- Källander, I. & Källander, K.** (1978): Stenmjöl. Odlaren 1 (2), 9-12.

- Lairon, D. (1983): In: Elm Farm Research Centre, report no. 2, 28-35.
- Landsforeningen Økologisk Jordbrug (1985): Avlsregler, februar 1985. Sekretariat v/ Jette Hagensen, Knud Lavardsvej 96, Jystруп.
- Latheef, M.A. & Irwin, R.D. (1979): The effect of companionate planting on lepidopteran pests of cabbage. Can. Ent. 111, 863-864.
- Lee, Y.S. & Bartlett, R.J. (1976): Stimulation of plant growth by humic substances. Soil Sci. Soc. Am. J. 40, 876-879.
- Leth, V. & Haas, H. (1984): Muligheder for biologisk ukrudtsbekæmpelse i Danmark. 1. Danske Planteværnskonference/Ukrudt. Statens Planteavlfsorsøg 1984, 221-244.
- Lieblein, G. (1979): Virkning av gjødselslag, lokalitet og ugrasbekjempelse på kvalitetsegenskaper hos potet og en kort oversikt over biologisk-dynamisk Landbruk. Hovedopgave ved Norges Landbrukshøgskole, 123 pp.
- Lindegaard, A. & Christensen, C. (1965): Forsøg med flammekultivering. Beretning om Fællesforsøg i landbo- og husmandsforeningerne, 72-74.
- Lockeretz, W. (1975): Productivity of organic farms. Science 190, 508.
- Lockeretz, W. (1978): Economic and resource comparison of field crop production on organic farms and farm using conventional fertilization and pest control methods in the Midwestern United States. In: Towards a sustainable agriculture. IFOAM conference papers, Verlag Wirz Aarau.
- Lockeretz, W., Klepper, R., Commoner, B., Gertler, M., Fast, S. & O'Leary, D. (1976): Organic and conventional crop production in the corn belt: a comparison of economic performance and energy use for selected farms. Center for the Biology of Natural Systems, Rep. no. CBNS-AE-7, Washington University.
- Lockeretz, W., Klepper, R., Commoner, B., Gertler, M., Fast, S., O'Leary, D., Blobaum, R. (1975): A comparison of the production, economic returns and energy intensiveness of corn belt farms that do and do not use inorganic fertilizers and pesticides. Report CBNS-AE-4, Washington University, Center for the Biology of Natural Systems.
- Lockeretz, W., Klepper, R., Commoner, B., Gertler, M., Fast, S., O'Leary, D. & Blobaum, R. (1977): Economic and energy comparison of crop production on organic and conventional corn belt farms. In: Agriculture and Energy, proceedings of a conference, St. Louis, June 1976, Academic Press, New York.
- Lockeretz, W., Shearer, G., Klepper, R. & Sweeney, S. (1978): Field crop production on organic farms in the Midwest. Journal of Soil and water Conservation 33 (3), 130-134.
- Lockeretz, W., Shearer, G., Sweeney, S., Kuepper, G., Wanner, D. & Kohl, D.H. (1980): Maize yields and soil nutrient levels with and without pesticides and standard commercial fertilizers. Agron. J. 72 (1), 65-72.
- Lockeretz, W., Shearer, G. & Kohl, D.H. (1981): Organic Farming in the Corn Belt. Science 211, 540-547.
- Lünzer, I. (1982): Rohstoff- und Energieeinsatz im Öko-landbau. In: Die ökologische Landwirtschaft, 66-73. ed. Kickuth, R.

- Maass, G. & Grüner, A.** (1976): Wirkung von Stalldung, Stroh, Gülle und NPK auf Erträge und Nährstoffaufnahme von Kopfkohl, Knollensellerie, Schwarzwurzeln und Speisemöhren. *Arch. Gartenb.* 24 (6), 375-386.
- Maga, J.A., Moore, F.D. & Oshima, N.** (1976): Yield, nitrate levels and sensory properties of spinach as influenced by organic and mineral nitrogen fertilizer levels. *J. Sci. Fd. Agric.* 27, 109-114.
- Markkula, M. & Tiitanen, K.** (1983): Betydelsen af blandade bestånd för bekämpning av skadedjur på frilandsgrönsaker. *Växtskyddsnotiser* 46 (4), 86-89.
- Martin, N.W. & Keable, J.** (1981): Practical problems of energy saving and recycling in biological husbandry. In: *Biological Husbandry*, ed.: Stonehouse, B. Butterworths 135-144.
- McSheeny, T.W.** (1977): Nutritive value of wheat grown under organic and chemical systems of farming. *Qual. Plant.-Pl. Fds. hum. Nutr.* 27, 113-123.
- Mengel, K.** (1979): Pflanzenbau ohne Mineraldüngung, eine Alternative? *Kali-Briefe* 14 (10), 707-711.
- Mengel, K. & Wiechens, B.** (1979): Die Bedeutung der nicht austauschbaren Kaliumfraktion des Bodens für die Ertragsbildung von Weidelgras. *Z. Pflanzenernaehr. Bodenkd.* 142, 836-847.
- Michalak, P.S.** (1984): Comparative analysis of collembola in organic and conventional agroecosystems. *Ifoam*, 44 (2) 4-5 eng. udg.
- Miljøstyrelsen** (1984): Alternative muligheder i dansk landbrug- problemer og systemanalyse. *Miljøprojekter*, nr. 55, 118 pp.
- Monzies, C.** (1982): Der Biologische Landbau in Frankreich. Alternativen im Landbau. *Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Angewandte Wissenschaft Heft* 263, 33-34.
- Müller, H.** (1980): Wirtschaftlichkeit - aus der Sicht des gegenwärtigen Landbaus. *Arbeiten der DLG* 169, 106-128.
- Nielsen, E.V. & Nielsen, J.S.** (1984): *Malkekvæg i økologisk jordbrug.* DSR-forlag, Landbohøjskolen, København, 167 pp.
- Nilsson, T.** (1979a): Avkastning, lagringsförmåga, kvalitet och kemisk sammansättning hos morot, vitkål och purjo vid konventionell och organisk gödsling. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för trädgårdsvetenskap, rapport nr. 7, 53 pp.
- Nilsson, T.** (1979b): Yield, storage ability, quality and chemical composition of carrot, cabbage and leek at conventional and organic fertilizing. *Acta Horticulturae* 93, 209-223.
- NLVF** (Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsråd) (1983): *Alternativt jordbruk. NLVF-utredning nr. 127*, 150 pp.
- O'Donnell, M.S. & Coaker, T.H.** (1975): Potential of intracrop diversity for the control of brassica pests. *Proc. 8th Brit. Insect. Fung. Conf.* 1, 101-107.
- O'Donnell, R.W.** (1973): The auxin-like effect of humic preparations from leonardite. *Soil Sci.* 116, 106-112.

- Olesen, J. (1966): Ukrudtsbekæmpelse i roer. Jydske Landboforeningers Planteavlsberetning, 1965.
- Olesen, J. (1967): Ukrudtsbekæmpelse i roer. Jydske Landboforeningers Planteavlsberetning, 1966.
- Olsen, A. (1983): Statens Skadedyrslaboratorium, Lyngby, Danmark.
- Ott, P.C. (1981): The value of compost. Elm Farm Research Centre, report nr. 1, 32-42.
- Padel, S. (1984): Anforderungen an Sorten im biologischen Getreidebau. Ifoam 48, 20-27.
- Parr, J.F., Papendick, R.I. & Youngberg, I.G. (1983): Organic farming in the United States: principles and perspectives. Agro-Ecosystems 8, 183-201.
- Perrin, R.M. & Phillips, M.L. (1978): Some effects of mixed cropping on the population dynamics of insect pests. Entomol. Exp. Appl. 24, 585-593.
- Petersen, H.I. (1944): Ukrudtsundersøgelser ved Statens Ukrudtsforsøg i aarene 1918-1928. Tidsskr. Planteavl 48, 655-688.
- Pettersson, B. (1961): Produktiviteten inom biologisk-dynamisk jordbruksdrift i Norden. Meddelande Nordisk Forskningsring nr. 1.
- Pettersson, B. (1963): Die Produktivität biologisch-dynamischer Wirtschaftsweise im Norden. Meddelande Nordisk Forskningsring nr. 7.
- Pettersson, B. (1966): Kontrastverstärkung von Kristallbildern durch Wärmebehandlung. Meddelande Nordisk forskningsring, nr. 17.
- Pettersson, B. (1967): Studium von Konzentrationen an Kristallbildern, II. Meddelande Nordisk forskningsring, nr. 18.
- Pettersson, B. (1972): Gödslingens inverkan på matpotatisens kvalitetsegenskaper. Meddelande Nordisk forskningsring, nr. 25.
- Pettersson, B. (1974): Untersuchungen am Kompostierungs-Prozess. Meddelande Nordisk forskningsring nr. 26.
- Pettersson, B. (1976): Växtprodukters kvalitet vid vanlig och vid biodynamisk odling. Meddelande Nordisk Forskningsring nr. 28.
- Pettersson, B. (1982): Konventionell och biodynamisk odling. Meddelande Nordisk forskningsring, nr. 32.
- Pettersson, B. & Engquist, M. (1963): Versuche mit den Präparaten "Hornmist" und "Hornkiesel". Meddelande Nordisk forskningsring, nr. 5.
- Pfeiffer, E., Künzel, M. & Sabarth, E. (1935): Versuche zur Wirkung der Präparate 500, 501 sowie 502-507. Z. Demeter 7, 11.
- Pfingster, H. & Alfons, G. (1982): Betriebswirtschaftliche Untersuchungen zum biologischen Landbau in der Oststelermark, 233-246.
- Pimental, D., Berardi, G. & Fast, S. (1983): Energy efficiency of farming systems: organic and conventional agriculture. Agriculture, Ecosystems and Environment 9, 359-372.
- Rader, J.S., Walser, R.H., Williams, C.F. & Davis, T.D. (1985): Organic and conventional peach production and economic. Biological Agriculture and Horticulture 2, 215-222.

- Rasmussen, J. (1983): Byg og vinterhvedes vækst, næringsstofoptagelse og ukrudtsbestand på en biodynamisk og en konventionelt drevet gård. Skriftlig opgave i støttefagene Planternes Ernæring og Ukrudt og Ukrudtsbekæmpelse. Afd. for Planternes ernæring og afd. for Landbrugets Plantekultur, Landbohøjskolen, 116 pp.
- Rasmussen, J. (1984a): Ukrudt i biodynamiske og konventionelle kornafgrøder. Tidsskr. for biodynamisk Jordbrug 49 (2), 149-155.
- Rasmussen, J. (1984b): Ukrudt i økologisk jordbrug. Indlæg på kursus Hg/P-15: Økologisk jordbrug. Tune Landboskole, 8 pp.
- Rasmussen, J. & Haas, H. (1984): Sammenligning af ukrudtsfloraen i biodynamisk og konventionelt landbrug. 1. Danske Planteværnskonference/Ukrudt, Statens Planteavlfsforsøg, 302-315.
- Rasmussen, J., Nielsen, N.E. & Eggum, B.D. (1985): Kornafgrøder dyrket biodynamisk og konventionelt. Ugeskrift for Jordbrug 130 (11), 287-294.
- Rasmussen, O.E. (1965): Biodynamiske dyrkningsforsøg ved Brønderslev 1952-60. Meddelelse Nordisk Forskningsring, nr. 15, 32 pp.
- Reinken, G. (1984): 6 years' comparison between biodynamic and conventional growing of vegetables and apples. Abstract. The Fifth IFOAM Conference, Witzenhausen, p 22.
- Reinken, G., Keipert, J., Rüger, H., Lintner, U. & Wedler, A. (1983): Alternativen im Anbau von Äpfeln und Gemüse. Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Reihe A: Angewandte Wissenschaft, heft A, 80 pp.
- Richter, D. (1974): Aufnahme von Kalium aus Tonmineralien und Gesteinsmehlen durch Haferpflanzen. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenk. 18 (4), 271-279.
- Roberts, K.J., Warnken, P.F. & Schneeberger, K.C. (1979): The economics of organic crop production in the Western Corn Belt. Agricultural Economics Paper 1979 (6), 95-99. Univ. Missouri, Columbia.
- Ronnenberg, A. (1975): Ökonomische Aspekte der biol.-dyn. Wirtschaftsweisen - Konsequenzen für den Einzelbetrieb und für die Bodenfruchtbarkeit. Dipl. - Arbeit, Göttingen, 149 pp.
- Roschnik, R.K., Grant, P.M. & Nduku, W.K. (1967): The effect of incorporation crushed basalt rock into an infertile acid sand. Rhod. Zam. & Malawi J. Agric. 5, 133-138.
- Rosenstand, A. (1983): Økologisk jordbrug i Danmark i 1981. Landhusholdningsselskabets Forlag, 167 pp.
- Rusch, H.P. (1974): Bodenfruchtbarkeit, Eine Studie biologischen Denkens. Karl F. Haug Verlag. Heidelberg.
- Ryan, J., Ryan, M.F. & Mc Naeidle, F. (1980): The effect of interrow plant cover on populations of the cabbage root fly, *Delia brassicae* (Wiedemann). J. Appl. Ecol. 17, 31-40.
- Rydberg, T. (1984): Kornsorters reaktion i konventionell och alternativ odling. Seminarier och examensarten nr. 732. Sveriges Lantbruksuniversitet,

Institutionen für växtodling, 31 pp.

- Scheunert, A. & Wagner, K.H. (1938): Über den Einfluss der Düngung auf den Vitamin B₁- und B₂-Gehalt von Weizen. Biedermanns Zbl. 8, 120-124.
- Schiffer, K. (1983): Betriebsmittelaufwand, Erträge und Nährstoffbilanzen von organisch-biologischen und normal wirtschaftenden Betrieben ähnlicher Standorte. Diplomarbeit. Institut für Pflanzenbau, Universität Bonn.
- Schlichting, E. (1975): Standortkundliche Untersuchungen an "biologisch" und "konventionell" genutzten Böden. Landw. Forsch. 32, (1), 82-90.
- Schmid, E.O. (1982): Grundsätze und praxis der Regulierung von Pflanzenkrankheiten Schädlingen und Unkräutern im biologischen respektive alternativen Landbau. Alternativen im Landbau. Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Angewandte Wissenschaft Heft 263, 130-151.
- Schmid, O. & Henggeler, S. (1979): Biologischer Pflanzenschutz im Garten. Verlag Wirz, Aarau.
- Schmid, O. & Henggeler, S. (1984): Biologischer Pflanzenschutz im Garten. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 208 pp.
- Schmid, O. & Scmutz, A. (1984): Survey of weed control in biological production of cereal and corn. Abstract. The Fifth IFOAM Conference, Witzenhausen, p. 49
- Schmitt, L. (1949): Die Frage der Düngung mit Steinmehlen. Landw. Forsch. 1, 14-28.
- Schröder, D. (1980): Stroh- und Celluloseabbau sowie dehydrogenaseaktivität in "biologisch" und "konventionell" bewirtschafteten Böden. Landw. Forsch. Sonderh. 37, 169-175.
- Schröder, D. (1982): Bodenbiologische Eigenschaften konventionell und biologisch bewirtschafteter Böden. In: Die ökologische Landwirtschaft, 22-41. ed: Kickuth, R.
- Schudel, P., Eichenberger, M., Augstburger, F., Kläy, R. & Vogtmann, H. (1979): Über den Einfluss von Kompost- und NPK- Düngung auf Ertrag, Vitamin-C und Nitratgehalt von Spinat und Schnittmangold. Schweiz. Landw. Forsch. 18, 337-349.
- Schuphan, W. (1961): Zur Qualität der Nahrungspflanzen. BLV- Verlagsgesellschaft, München.
- Schuphan, W. (1972): Effects of the application of inorganic and organic manures on the market quality and on the biological value of agricultural products. Qual. Plant. Mater. Veg. 21, 381-398.
- Schuphan, W. (1974a): Experimental contributions to the problem of improving the nutritional quality of food plants. Qual. Plant. - Pl. Fds. hum. Nutr. 24 (1/2), 1-18.
- Schuphan, W. (1974b): Nutritional value of crops as influenced by organic and inorganic fertilizer treatments. Qual. Plant- Pl. Fds. hum. Nutr. 23 (4), 333-358.
- Schuphan, W. (1975): Yield maximisation versus biological value. Problems in

- plant breeding and standardization. Qual. Plant. - Pl. Fds. hum. Nutr. 24 (3/4), 281-310.
- Schutz, H.G. & Lorenz, O.A.** (1976): Consumer preferences for vegetables grown under "commercial" and "organic" conditions. J. Food Science 41, 70-73.
- Schüpbach, M.R.** (1984): Biologisch angebaut: Rückstandsarm und naturgerecht erzeugt. Ifoam 48, 16-17.
- Seibel, D.** (1982): Qualität Pflanzlicher Nahrung. Qualität von Lebensmitteln aus Körnerfrüchten. Alternativen im Landbau. Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Angewandte Wissenschaft. Heft 263, 180-192.
- Seibel, D.** (1983): Alternative Backwaren-Herstellung und Qualität. Getreide, Mehl und Brot 37 (1), 7-13.
- Shearer, G. Kohl, D.H., Wanner, D., Kuepper, G., Sweeney, S. & Lockeretz, W.** (1981): Crop production costs and returns on Midwestern organic farms: 1977 and 1978. Amer. J. Agr. Econ. 63 (2), 264-269.
- Silverman, M.P.** (1979): Biological and organic chemical decomposition of silicates. In: Biogeochemical cycling of mineralforming elements Ed.: Trudinger, P.A. & Swaine, D.J. Elsevier. Amsterdam, 445-465.
- Singh, C.P.** (1985): Preparation of phospho-compost and its effect on the yield of moong bean and wheat. Biological Agriculture and Horticulture 2, 223-229.
- Sloth, A. & Feddersen, I.** (1983): Regulering af ukrudt i økologiske landbrug. DSR-Forlag, Landbohøjskolen, København, 134 pp + appendix.
- Smith, J.** (1976): Influence of crop background on aphids and other phytophagous insects on Brussels sprouts. Ann. Appl. Biol. 83, 1-13.
- Spiess, H.** (1979): Über die Wirkung der biologisch-dynamischen Präparate Hornmist "500" und Hornkiesel "501" auf Ertrag und Qualität einiger Kulturpflanzen. Leb. Erde 5, 126-131 og 173-177.
- Spiess, H.** (1982): Düngung, Fruchtfolgegestaltung und Bodenbearbeitung bei "Alternativer" Bewirtschaftung. Alternativen im Landbau Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Angewandte Wissenschaft Heft 263, 57-66.
- Stapel, C.** (1979): Biologisk-dynamisk landbrug og nogle andre alternative landbrugsmetoder som led i verdens fødevareproduktion. Tidsskr. Landøkonomi 166 (3), 151-194.
- Steiner, R.** (1970): Landwirtschaftlicher Kursus 1924. Philosophisch-Anthroposophischer Verlag, Dornach.
- Steinmann, R.** (1981): Wirtschaftlichkeit des biologischen Landbausernte provisorische Ergebnisse eines Betriebspartnervergleiches. Betriebswirtschaftliche Informationstagung 14 (1980), 57-103.
- Steinmann, R.** (1983): Der biologische Landbau- ein betriebswirtschaftlicher Vergleich. Schriftenreihe der Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, FAT. nr. 19, 78 pp.
- Sticher, H. & Bach, R.** (1965): Kieselsäure und Pflanze. Schweiz. Landw. Forsch.

3-4, 352-359.

Stiftung Warentest (1976): Lebensmittel aus "biologischem" Anbau- Nicht besser als Normalkost. "test" 11 (2), 21-25.

Stonehouse, B. (1981): Biological husbandry.- A scientific approach to organic farming. Butterworths, 352 pp.

Svec, L.V., Thoroughgood, C.A. & Måk, H.C.S. (1976): Chemical evaluation of vegetables grown with conventional or organic soil amendments. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 7, 213-228.

Syltje, P.W. (1985): Effects of very small amounts of highly active biological substances on plant growth. *Biological Agriculture and Horticulture* 2, 245-269.

Theunissen, J. & Den Ouden, H. (1980): Effects of intercropping with *Spergula arvensis* on pests of Brussels Sprouts. *Entomol. Exp. Appl.* 27, 260-268.

Thun, M. (1977): Das Hornmistpräparat 500. *Lebendige Erde* 6, 215-218.

Thun, M. & Heinze, H. (1973): Anbauversuche über Zusammenhänge zwischen Mondstellungen im Tierkreis und Kulturpflanzen. Selbstverlag, Forschungsring für biol.-dyn. Wirtschaftsweise, Darmstadt, 31 pp.

Tronsmo, A. (1981): Biologisk kontroll av Botrytis cinerea på jordbær och eple. *Växtskyddsnotiser* 45 (2), 66-72.

Tukahirwa, E.M. & Coaker, T.H. (1982): Effect of mixed cropping on some insect pests of brassicas: reduced *Brevicoryne brassicae* infestations and influence on epideal predators and the disturbance of oviposition behaviour in *Dalia Brassicae*. *Entomol. Exp. Appl.* 32, 129-140.

United States Department of Agriculture (1980): Report and recommendations on organic farming, 94 pp.

Vereijken, P. (1984): Maintainance of soil fertility on the biodynamic farm in Nagele. Abstracts. The Fifth IFOAM Conference Witzzenhausen p.1.

Vester, J. (1982): Ukrudtsregulering. *Tidsskr. for Praktisk Økologi.* 2 (4), 246-250.

Vester, J. (1984a): Flammebehandling til bekæmpelse af ukrudt. Hovedopgave i faget "Ukrudt og ukrudtsbekæmpelse". 103 pp.

Vester, J. (1984b): Konkurrenceforhold mellem ukrudt og rækkeafgrøder. Hovedopgave i "Ukrudt og ukrudtsbekæmpelse". KVL, 74pp.

Videgård, G. (1983): In: Elm Farm Research Centre, report nr. 2, 4-8.

Vine, A. & Bateman, D. (1982): Some economic aspects of organic farming in England and Wales. *Biological Agriculture and Horticulture.* 1 (1), 65-72.

Vogtmann, H. (1982): Zur Frage der Qualität: Die Nitratsituation in Gemüsen aus unterschiedlichen Produktionssystemen. In: *Die ökologische Landwirtschaft*, ed: Kickuth, R., 74-88.

Vogtmann, H., Augstburger, F. & Kläy, R. (1978a): Fütterung von Hühnern in Auslaufhaltung mit Legehennenmehl aus hofeigener, biologischer Produktion. *Lebendige Erde* 4, 129-136.

Vogtmann, H. & Besson, J.M. (1978): European composting methods: Treatment and

- use of farm yard manure and slurry. *Compost Sci./Land Util.* 16, 15-19.
- Vogtmann, H., Obrist, W., Hauser, K., Pflirter, H.P. & Augstburger, F.** (1978b): Composting and plant growth: Use of chicken manure containing antibiotics. *Compost Sci.* 19, 22-25.
- Vogtmann, H., Quante, G., Plakolm, G. & Hurni, B.** (1978c): Die Reduktion der Keimfähigkeit von Unkrautsamen und Hygienisierungseffekt durch die Belüftung von Gülle. Schweiz. Landw. M. Hef. 57, 225-234.
- Voisin, A.** (1959): Boden und Pflanze, Schicksal für Mensch und Tier. BLV Verlag, München.
- Voitl, H., Guggenberger, E. & Willi, J.** (1980): Das grosse Buch von biologischen Land- und Gartenbau. Orac Pietsch, Wien, 368 pp.
- Wachholder, K. & Nehring, K.** (1938): Über den Vitamin C-Gehalt verschiedener Kartoffelsorten und seine Abhängigkeit von der Düngung. *Bodenkd. u. Pflanzenern.* 9/10, 708-724.
- Wagner, S.** (1941): Die Wirkung der Steinmehldüngung auf den Ertrag und die Qualität des Weizens. *Landw. Jb. Schweiz* 55, 115-120.
- Walsh, T. & Quinn, E.** (1957): Use of potash-rich rock as a source of potash for crops. *J. Dep. Agric. Dubl.* 53, 40-43.
- Wermke, M. & Zimmer, E.** (1978): Umfang, Bedeutung, Probleme "alternativer" Wirtschaftsweisen in Futterbau und Futterkonservierung. *Landwirtschaft-Angewandte Wissenschaft* 206, 34-60.
- Wernick, S. & Lockeretz, W.** (1977): Motivations and practices of organic farmers. *Compost Sci.* 18, 20-24.
- White, D.J.** (1975): Energy in agricultural systems. *Agri. Engr.* 30, 52.
- Wilberg, E.** (1972): Über die Qualität von Spinat aus "Biologischem Anbau". *Landw. Forsch.* 25, 167-169.
- Wistinghausen, E.von** (1979): Was ist Qualität? Wie entsteht sie und wie ist sie nachzuweisen. Verlag Lebendige Erde, Darmstadt.
- Wistinghausen, E.von** (1982): Düngung, Ertrag und Nährstoffbilanz aus der Sicht des Biologisch-dynamischen Landbaus. Alternativen im Landbau. Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Angewandte Wissenschaft Heft 263, 77-89.
- With, A.G.** (1962): Höchsterträge durch Mischkultur-wahlverwandter Gemüsearten und Obstsorten. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 127 pp.
- Wolfson, J.L. & Shearer, G.** (1981): Amino acid composition of grain protein of maize grown with and without pesticides and standard commercial fertilizers. *Agron. J.* 73 (4), 611-613.
- Wortmann, M.** (1977): Konventionelle und biologische Landwirtschaft im Spannungsfeld von Ökonomi und Ökologie. Schriftenreihe "Lebendige Erde", 450 pp.
- York, A.C. & O'Guin, K.** (1981): Insect control on vegetables by companionate planting. Abstract. *Proc. of the Indiana Academy of Science* 88, 190.

Institutter m.v. under Statens Planteavlsforsøg

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 Sortsafprøvning, 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 Biavlsforsøg, 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. Jyndeved, 6360 Tinglev	(04) 64 83 16
Statens Planteavls-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

Tallene henviser til kortet på omslagets s. 3.