

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

SATA-HÄMEEN KOEASEMAN TIEDOTE N:o 4

Kalle Rinne, Paavo Simojoki ja Sirkka-Liisa Rinne:

OMAVARAINEN MAATALOUSTUOTANTO

KIRJALLISUUSTUTKIMUS

MOUHIJÄRVI 1981

ISSN 0357-9077

OMAVARAINEN MAATALOUSTUOTANTO
Esitutkimusraportti
Kirjallisuustutkimus

MMK Kalle Rinne
MTTK Sata-Hämeen koeasema
38460 Mouhijärvi

MMK Paavo Simojoki
MTTK Keski-Suomen koeasema
41370 Kuusa

MMK Sirkka-Liisa Rinne
38460 Mouhijärvi

Esipuhe

Tämän esitutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää vaihtoehtoja ja mahdollisuuksia pyrittäessä valtakunnallisesti omavaraiseen maataloustuotantoon, jota voitaisiin harjoittaa jatkuvasti käyttäen hyväksi omia, etupäässä uusiutuvia luonnonvaroja, ja jossa ulkomaisen tuotantopanosten määrä olisi mahdollisimman pieni. Ensisijaisena kysymyksenä on pidetty sitä, mihin sato-taso asettuu, jos väkilannoitusta joudutaan voimakkaasti vähentämään, ja sitä, voidaanko sellaisilla viljelymenetelmillä turvata riittävä ravinto väestölle.

Tutkimushankkeen syntymiseen on vaikuttanut tarve saada päättäjille tietoja maatalouden ohjaamista varten tilanteessa, jossa olemme tulleet erittäin riippuvaisiksi ulkomaisista tuotantopanoksista. Peltoviljelyssä käytetyn energian kotimaissuaste on enää 15 % sen oltua neljänneksivuosisata sitten 70 %. Ulkomaisen energian hinta nousee yhä ja sen saanti saattaa vaikeutua huomattavastikin. Jossakin vaiheessa ainakin öljyn saanti loppuu kokonaan. Viimeistään silloin pitäisi olla valmius siirtyä omavaraiseen tuotantoon.

Nykyaikaista teknilliskemiallista viljelymenetelmää vastaan on esitetty epäilyksiä sen ekologisesta kestävydestä. Mikäli viljelymenetelmiä energian riittämättömyyden takia joudutaan muuttamaan, on samalla huolehdittava siitä, että ne ovat kestäviä ja energiaa säästäviä ja että ne turvaavat elintarvikkeiden riittävyyden ja korkean ravintoarvon.

Esitutkimuksessa on tarkasteltu vaihtoehtoisia viljelymuotoja tarkoituksena löytää käyttökelpoisia menetelmiä, jotka palvelevat edellä mainittuja pyrkimyksiä.

Sisällys	sivu
Esipuhe	
Taustaa	1
1. Maatalouden energiatase	3
1.1. Maatalouden tuotantopanokset ja niiden omavaraisuus	3
1.2. Maatalouden energiatuotos ja energiatase	6
2. Omavaraisuuden nostaminen	
2.1. Vaihtoehtoiset viljelytavat Vaihtoehtoisen viljelyn suuntia Vaihtoehtoisen viljelyn laajuus	7
2.2. Katsaus vaihtoehtoisen viljelyn käyttämiin menetelmiin	11
2.3. Vaihtoehtoisen viljelyn tutkimus eri maissa	18
2.4. Satoennusteet siirryttäessä vaihtoehtoisein viljelymenetelmiin	49
2.5. Ravinnon riittävyys siirryttäessä vaihtoehtoisein viljelymenetelmiin	54
3. Tutkimuksen tarve	55
3.1. Maan tuottokyvyn säilyttäminen	56
3.2. Ihmisravinnoksi kelpaava sato	61
3.3. Jätteen palautus	63
3.4. Tuotos/panos-suhteen parantaminen	67
Kirjallisuusluettelo	68
Liitteet	

Taustaa

Tähänastinen korkea elintaso on perustunut kasvavalle tuottavuudelle. Tietämyksen lisääntyminen ja tekniikan parantuminen on merkinnyt maatalouden tehokkuuden lisääntymistä. Tämä kehitys on hyödyttänyt koko yhteiskuntaa, sekä viljelijöitä että niitä, jotka eivät enää työskentele maataloudessa. Yhä pienempi määrä viljelijöitä on kyennyt tuottamaan yhä suuremmalle määrälle kuluttajia ruokaa suhteellisen alhaisella hinnalla, alueelta, joka on pienentynyt koko ajan 1960-luvulta alkaen.

Kun maan ja työn tuottavuus ovat lisääntyneet sekä intensiteetiltään että mittasuhteiltaan, haittavaikutuksia on alkanut ilmetä, erityisesti luonnontasapainon häiriöinä ja ympäristön saastumisena. Yhdyskuntien tuottamien jätteen käsittely vielä nykyisin merkitsee aineiden kierto-kulun katkaisemista. Samalla se merkitsee tuottavan maan köyhdyttämistä ja ympäristön pilaantumista.

Eri viljelymenetelmien merkitystä selvittävä hollantilainen tiedemiestyöryhmä (ANON. 1980a) on tullut siihen johtopäätökseen, että monet vaihtoehtoisten viljelymenetelmien käyttämisestä menetelmistä on syytä ottaa vakavasti. Niistä saatu kokemus voi olla arvokasta

arvioitaessa uudelleen maataloustuotantoa ja ruokatottumuksiamme. Tätä uudelleen arviointia työryhmän jäsenet pitävät nykyisessä maailmantilanteessa välttämättömänä. Työryhmän mielestä tilanhoito useimpien vaihtoehtoisten viljelymuotojen ohjeiden mukaan on kuitenkin mahdollista vain, jos ympäristössä dominoi konventionaalinen viljely. Oloissa, joissa orgaaninen aine hankitaan tilan ulkopuolelta, voidaan saada satotaso, joka on verrattavissa väkilannoittein saatavaan satoon. Jos vaihtoehtoiset viljelytavat otetaan käyttöön laajassa mitassa, sillä on liiketaloudellisia ja sosiaalisia seurauksia, joita voidaan vain teoreettisesti arvioida. Se johtaa alhaisempaan tuotantotasoon kuin nykyisin. Alenemisen ei tarvitse olla tuhoisa ruoan saannin kannalta, jos samanaikaisesti omaksutaan pidättyvämmät ruokatottumukset. Sellaisen kohtuullisuuden hyväksyminen on kuitenkin vaikeaa ja sen täytyy olla hyvin motivoitua.

Jotta voitaisiin taloudellisesti käyttää työtäsäästäviä tuotantomenetelmiä nykyisillä hintasuhteilla, on välttämätöntä, että kunkin tuotannonlajin, kasvinviljelyn tai karjatalouden, volyymi on tarpeeksi laaja. Biologisesti korkealaatuisten tuotteiden tuottamiseksi on katsottu monimuotoinen tuotanto kuitenkin välttämättömäksi (useita kasvilajeja ja eläimiä). Siten vaihtoehtoisen viljelyn pitäisi olla vielä laajempaa, jotta saavutettaisiin erikeistumisen taloudelliset edut. Alhaisemman satotason, korkeampien yksikköhintojen, suurempien työkustannusten ja alhaisempien tuotantovälinekustannusten vaikutukset tulokseen vaihtoehtoisissa menetelmissä verrattuna nykyiseen ovat vaikeat selvittää.

Maatalouden ongelmat ovat niin tiiviisti kietoutuneet muuhun inhimilliseen toimintaan, että on vaikea tehdä muutoksia ilman, että se koskettaa koko sosiaalista kenttää.

1. Maatalouden energiatase

1.1. Maatalouden tuotantopanokset ja niiden omavaraisuus

Maatalous käyttää energianlähteenä pääasiassa öljyä joko suoraan polttoaineena tai tuotantovälineiden valmistukseen. V. 1977 maatiloillamme kulutettiin elintarvikkeiden tuotannossa maatalouskoneiden polttoaineena 307 milj. l öljyä, kuivureissa 165 milj.l ja kasvihuoneissa 176milj.l eli yhteensä 648 milj.l öljyä (ANON. 1979). Myös maatalouden suurimman yksittäisen energiapanoksen, typpilannoitteiden, valmistus perustuu tällä hetkellä ulkomaisiin panoksiin, raskaan polttoöljyn käyttöön (1/3) ja ulkomailta tuotavaan maakaasupohjaiseen ammoniakkiin (2/3). Edellämäinittujen tuotantovälineiden käytön volyyymi on 30 vuodessa kasvanut esim. väkilannoitteiden osalta yli 6-kertaiseksi, neste-
mäisten polttoaineiden osalta yli 13-kertaiseksi ja koneiden 4,5-kertaiseksi (TAUL. 1). Tämän kehityksen seurauksena peltoviljelyn kokonaisenergiapanoksen kotimaisuusaste oli vuosina 1974-77 enää 17%, kun se oli 1950-luvulla 70% (ANON. 1978b, TAUL. 2). KARES (1979) arvioi kotimaisuusasteen enää 15%:ksi.

Taulukko 1. Eräiden tuotantovälineiden käytön volyymin kehitys maataloudessa 1950=100 (IHAMUOTILA 1981)

Vuosi	Nestem. polttoain. ja sähkö	Väki- lann.	Koneet ja kalusto
1950	100	100	100
1955	209	183	151
1960	353	294	217
1965	575	423	304
1970	840	573	385
1972	832	629	397
1975	983	760	424
1977	1218	514	423
1978	1290	592	432
1979	1321	615	453

Taulukko 2. Peltoviljelyn vuotuiset energiapanokset (ilman rakennuksia)

	Muunto- kerroin	1974-77	
		milj.kWh	%
Ihmistyö	0,15 kWh/h	40	0,4
Hevöstyö	13000 kWh/ hevonen/vuosi	355	3,5
Koneiden valmistus ja huolto	20 kWh/kg ¹⁾	1700	16,5
Poltto- ja voitelu- aineet	9,88 kWh/l	2950	29,0
Typpilannoitteet	19,2 kWh/kg	3800	37,0
Fosforilannoitteet	1,8 kWh/kg	320	3,0
Kalilannoitteet	0,5 kWh/kg	75	0,7
Sadetus (2x30mm)	1000 kWh/ha	60	0,5
Kasvinsuojelu	28 kWh/kg	120	1,2
Viljankuivaus ²⁾		800	7,7
Sähkö (ilman vilj. kuiv.)		55	0,5
Yhteensä		10300	100
Energiapanos kWh/ha		4100	
Kotimaisen energian osuus n.		17%	

1) Edellyttäen, että loppuun käytetty kalusto palautetaan teollisuuteen

2) Polttoaine, sähkö ja käsittely

Typpilannoitteiden käyttö lisääntyi voimakkaasti niin kauan kunnes energian hintakehitys kääntyi jyrkkään nousuun. Sen jälkeen käytössä oli lievää laskua, mutta parina viime vuotena kulutus on jälleen noussut. 60-luvun alusta 70-luvun loppuun lannoitetypen käyttö hehtaaria kohti

on kasvanut 22 kilosta 77 kiloon, fosforin 16 kilosta 28 kiloon ja kaliumin 24 kilosta 47 kiloon (KEMIRA 1979). Kaikkiin käytettiin lannoitteita vuoden 1979 sadolle 1078 milj.kg (ANON. 1980c) ja lannoitekustannukset olivat 1014 milj.mk.

Maamme lannoitehuollon valmius mahdollisen kriisin varalta ei nykyisellään ole hyvä (IISAKKILA 1980). Tavoitteena on kuitenkin varmistaa tuotannon jatkuvuus siirtymällä käyttämään kotimaista raaka-ainetta, turvetta.

Fosforin tarpeesta kattaa v. 1980 Siilinjärvellä aloitettu apatiitin tuotanto 1/3. Omavaraisuutta voidaan myöhemmin nostaa 70-80%:iin tuotantoa laajentamalla. Kaliumin osalta lannoite-teollisuus on täysin tuonnin varassa tällä hetkellä. Apatiitin tuotannon sivumineraali, biotiitti, sisältää n. 8% kaliumia, mutta taloudellisesti kannattavaa rikastusmenetelmää ei toistaiseksi ole kehitetty. Biotiitista saatava kaliummäärä riittäisi kattamaan tämänhetkisen tarpeen. Lannoiteboori on täysin tuontitavaraa. Kokonaisuutena lannoitehuollon omavaraisuus tällä hetkellä on 48% (IHAMUOTILA 1981).

Koneiden ja laitteiden tuonnin vaikeutuminen tietäisi ongelmia, sillä kotimainen valmistuskin perustuu tuontiraaka-aineisiin ja tuontienergiaan. Omavaraisuus on tällä hetkellä 50% (IHAMUOTILA 1981). Vetovoimaan tarvittavien polttoaineiden tuonti on maatalouden osalta kaikkein kriittisin ainakin lyhyellä aikavälillä. Teknistä valmiutta traktoreiden polttoaineiden vaihtamiseen ei ole, joten elintarvikehuolto on toteutettavissa vain, jos maataloudelle turvataan riittävä öljyn saanti.

Kasvinsuojeluaineiden tuotannosta vajaa puolet on kotimaista, mutta sekin perustuu tärkeimmältä osin tuontiraaka-aineisiin.

Taulukko 3. Peltoviljelyn tuottama kokonaisenergia. (ANON. 1978b)

	1974-77 milj. kWh	
Jyväsato	13 900	
Perunat ja juurik.	1 700	Energia kWh/ha
Nurmikasvit	15 000	- ilman olkia ja naatteja
Muut	<u>400</u>	12 400
Yhteensä	31 000	- oljet ja naatit mukana
Oljet ja naatit	14 600	18 200

1.2. Maatalouden energiatuotos ja energiatase

Maatalouden peltoviljelyn energiapanos on noussut nopeammin kuin tuotos. Panos oli 50-luvun alussa 7 300 milj.kWh ja tuotos ilman olkia 24 800 milj.kWh, kun ne kautena 1975-77 olivat 10 300 ja 31 000 milj.kWh (TAUL. 2 ja 3). Energiapanos on siis tänä aikana noussut 40%, mutta tuotos vain 25%, toisin sanoen tuottavuus on pienentynyt eli tuotos/panos-suhde laskenut 3,4:stä 2,9:ään. Jos otetaan oljet ja naatit huomioon, suhde ei ole laskenut yhtä jyrkästi. Olkien energia-arvo, joka on suurempi kuin koko peltoviljelyn energiapanos, jää nykyään miltei kokonaan jätteiksi. Peltoviljelyn tuottamasta energiasta noin 10% menee suoraan ihmisten ravinnoksi, 30% olkiin ja noin 60% kotieläintuotantoon.

Kotieläintuotannon suurin energiapanos on nurmirehu (53%), seuraavaksi vilja ja väkirehut (35%), sähkö ja koneet (5%), olki (3,6%) ja juurikasvit ja vihantarehu (3,2%). Ihmistyö muodostaa energiapanoksesta vain 0,2%. Kotieläintuotannon energiapanos on noussut 20 vuodessa vajaa 20%, kun taas tuotos päinvastoin kuin peltoviljelyssä on noussut panosta enemmän, noin 25%.

Vuosien 1975-77 tilaston perusteella kotieläintuotannon energiapanos oli 28 300 milj.kWh/v ja tuotteiden ihmisen ravinnoksi kelpaavan energian määrä 3 400 milj.kWh eli tuotos-panos-suhde 0,12. Tuotospuolelle kuuluisi laskea myös lannan bruttoenergia-arvo, noin 5 000 milj.kWh. Vaikka kotieläintuotannossa tuotettu energia suhteessa panokseen on parantunut jatkuvasti, eläinten rehunkäytön huonosta hyötysuhteesta johtuen maataloutemme koko energiatase on tappiollinen, jos olkia ei oteta huomioon.

Verrattaessa koko energian kulutusta elintarvikkeiden tuotannosta kuluttajan pöytään, voidaan todeta perustuotannon energian käytön olevan vain vajaa viidesosa verrattuna jalostuksen (33%), kaupan ja kuljetuksen (19%) ja ruoanvalmistuksen (30%) kuluttamaan energiaan (ANON. 1978b). Näiltä muilta alueilta löytyvät todella suuret mahdollisuudet energian säästöön. Tämä edellyttää kuitenkin asenteiden muutoksia suhteessa elintarvikkeiden jalostusasteeseen, ruoan valintaan, ostotottumuksiin jne.

Maatilatalouden energiatyöryhmä (1978b) on selvittänyt mahdollisuuksia energian säästämiseksi ja ulkomaisen energian korvaamiseksi kotimaisella energialla. Se ehdottaa ryhdyttäväksi välittömästi hankkimaan valmiuksia kotimaisen energian osuuden tuntuvaksi lisäämiseksi, koska hintojen kasvun ja energian vähenevän vuoksi tuontia on ryhdyttävä supistamaan. Kriisivalmius edellyttää tutkittuja vaihtoehtoja tulevaisuuden erilaisiin kehitysmahdollisuuksiin. Maatalouden osalta tämä merkitsisi sitä, että olisi kokeellisesti selvitettävä mille tasolle satotaso asettusi silloin kun pyrittäisiin mahdollisimman suljettuun kiertoon, ts. ulkopuolisen energian käyttö supistettaisiin minimiin mahdollisimman tehokkaalla jätteen hyväksikäytöllä, häviöiden pienentämisellä, biologisella typensidonnalla jne.

Seuraavassa tarkastellaan vaihtoehtoisia viljelymenetelmiä ja niistä saatuja tutkimustuloksia työryhmän tutkimussuunnitelman pohjaksi. Myös sellaiset Ruotsissa ja Suomessa parhaillaan käynnissä tai suunnitteilla olevat tutkimukset, joista saadut tulokset edistävät pyrkimystä omavaraisuuteen, on luetteloitu.

2. Omavaraisuuden nostaminen

2.1. Vaihtoehtoiset viljelytavat

Nykyisiä viljelymenetelmiä arvostellaan seuraavien näkökohtien takia:

- maaperän huoltokyky on alentunut orgaanisen aineen vähenevän ja maan ravitsemuspotentiaalın tuhlailevan käytön takia
- monokulttuuri ja korkeat sadot ovat vaikuttaneet epäedullisesti ekologiseen tasapainoon
- runsas typpilannoitus ja kasvinsuojeluaineet alentavat tai niiden pelätään alentavan tuotteiden laatua
- nykyinen energian käyttö on tuhlailevaa

Näissä usein tunteenomaisissa hyökkäyksissä konventionaalaisia viljelymenetelmiä vastaan viitataan usein vaihtoehtoisiin menetelmiin, joiden katsotaan paremmin vastaavan ekologisia vaatimuksia ja tuottavan ravitsemusfysiologisesti korkealaatuisia tuotteita.

Vaihtoehtoisia viljelytapoja luonnehditaan mm. seuraavin näkökohdin (FISCHER 1978, ANON. 1980a):

Viljelijän toimintoja ohjaa korostunut tietoisuus ihmisen vastuusta luonnosta, mihin sisältyy uusiutumattomien luonnonvarojen säästäminen, raaka-aineiden kierrättäminen, maan biologisen aktiivisuuden säilyttäminen optimaalisena käyttämällä orgaanisia lannoitteita, luonnon kemikaalien käyttäminen synteettisten sijaan, tuotteiden korkea laatu, suurin mahdollinen luonnon organismien vaihtelevuus viljelymaisemassa ja elinympäristön säilyttäminen saastumattomana.

Vaihtoehtoisen viljelyn suuntia

Orgaaninen viljelymenetelmä

Sir HOWARDIN 1920-luvulla perustamassa ja Lady Eve BALFOURIN edelleen kehittämässä menetelmässä keskeisinä ovat symbioot-tisen mykoritsan merkitys kasvin terveydelle, syväjuuristen kasvien kuten apilan, sinimailasen ja sikurin merkitys pohja-maan ravinteiden käyttäjänä sekä kaiken orgaanisen jätteen, myös yhdyskuntalietteen, käyttäminen kompostoituna.

LEMAIRE-BOUCHER-menetelmä

Ranskassa laajimmalle levinnyt, perustajiensa mukaan nimen saanut viljelymenetelmä käyttää kompostoidun orgaanisen lannoitteen ja palkokasvien rinnalla hienoksi jauhettua merilevää, jonka uskotaan mm. katalysoivan biologista transmutaatiota eli alkuaineen muuttumista mikrobiologisessa prosessissa kuten kompostoinnissa toiseksi (KERVRAN 1972). Esimerkkinä esim. kalsiummäärän lisääntyminen magnesiumin kustannuksella seuraavasti:
$$\begin{array}{r} 24 \\ 12 \end{array} \text{Mg} + \begin{array}{r} 16 \\ 8 \end{array} \text{O} = \begin{array}{r} 40 \\ 20 \end{array} \text{Ca}.$$

Tätä teoriaa vastaan on esitetty vastaväitteitä, joilla se kumotaan tai asetetaan epäilyksenalaiseksi (GEE 1973, ROBBE ref ANON. 1980a).

Biodynaaminen viljelymenetelmä perustuu antroposofisen maailmankatsomuksen luoneen Rudolf Steinerin 1920-luvulla pitämään maatalousluentosarjaan. BOGUSLAWSKIN (1976) mukaan biodynaaminen menetelmä on vanhin ja kaikki muut suunnat sen kompromissejä. Viljelytavan dynaamisen puolen mukaan taivaankappaleet synnyttävät voimia, jotka stimuloivat maan ja kasvien elintoimintoja ja joita voidaan tehostaa erilaisin preparaatein. Kylvö- ja istutustyöt ajoitetaan taivaankappaleiden asentojen mukaan. Edellä mainittuja biodynaamisen viljelyn näkemyksiä ei nykyinen luonnontiede ole vahvistanut, sillä käytettävissä olevat tieteelliset tutkimukset eivät anna yksiselitteistä kuvaa. GRAFIN ja KELLERIN (1978) tutkimuksissa oikea istutus- tai kylvöaika taivaankappaleiden asentojen mukaan voi vaikuttaa edullisesti ainoastaan biodynaamisesti viljellyllä maalla. WERMKEN ja ZIMMERIN (1978) mukaan kylvöaikakokeissa saadut tulokset selittyvät säätekijöillä eikä mitään tähän asti tuntemattomia tekijöitä ole voitu todeta.

Peruseriaatteena biodynaamisessa kuten muissakin menetelmissä on saada yrityksestä mahdollisimman omavarainen rehun ja lannan osalta, mikä vaikuttaa eläinmäärään, kasvivalintaan ja kasvinvuorotukseen. Kaikki lannoitteet ja kasvijätteet kompostoidaan ja kasvinsuojelutoimiin ryhdytään harvoin ja ainoastaan tarvittaessa.

Orgaanis-biologinen viljelymenetelmä (useimmiten biologiseksi kutsuttu) on lähtöisin Sveitsistä, jonne on perustettu alan tutkimuslaitos. Menetelmä poikkeaa muista siinä, että se suosii pintakompostia, jonka katsotaan stimuloivan maaperän mikrobi-toimintaa. Vaikutusta tehostetaan lisäksi mikrobipreparaatein. Maan viljavuuden määrittämiseksi käytetään ns. RUSH-testiä (RUSH 1974, DEAVIN 1978)

A.N.O.G. (Arbeitsgemeinschaft für naturgemässen Qualitätsanbau von Obst und Gemüse) järjestö on keskittynyt lähinnä hedelmänviljelyyn Keski-Euroopassa. Vaihtoehtoisista menetelmistä A.N.O.G. nojaa eniten konventionaalisen tieteen tuloksiin.

Torjunta-aineet ovat sallittuja, jos toksisuus ihmiselle on alhainen ja ne ovat ekologisesti vaarattomia. Erityistä huomiota kiinnitetään tuotteiden biologiseen laatuun, johon pyritään vaikuttamaan lannoituksella ja kasvualustan kunnolla. Maata muokataan mahdollisimman vähän (Bodenruhe), koska vain koskemattomassa maassa katsotaan biologisen aktiivisuuden olevan huipussaan, ja katteena käytetään orgaanista ainetta.

Muita viljelysuuntia ovat makrobiottinen, Mazdaznan-menetelmä ja veganinen menetelmä, joilla ei ole merkitystä kaupallisessa mittakaavassa.

Vaihtoehtoisen viljelyn laajuus

Vaihtoehtoisen viljelyn piiriin lasketaan usein alueet, joilla viljely teknisesti tai ilmastollisesti on pakostakin eksten-siivistä kuten alppilaitumet. Tästä syystä pinta-alat vaihtelevat eri lähteissä. Ranskassa vaihtoehtoisen viljelyn alueita lasketaan olevan eniten, noin 80.000-100.000 ha, uusimman arvion mukaan jopa 500.000 ha (VIDEGÅRD 1980), Englannissa 13.000 ha, Hollannissa 900 ha, Belgiassa 500 ha, Ruotsissa 1.900 ha, Suomessa 1.100 ha, Sveitsissä 2.000 ha, Tanskassa 800 ha ja Norjassa 200 ha eli keskimäärin 0,002-0,28% viljellystä pinta-alasta (ANON. 1980a, STAPEL 1979). Saksan Liittotasavallassa noin 300 tilaa harjoittaa biodynaamista viljelymuotoa. Yhteensä vaihtoehtoista viljelyä lasketaan siellä harjoitettavan noin 7.500-9.000 hehtaarilla (ANON. 1980b), josta noin puolella tuotetaan rehua (WERMKE und ZIMMER 1978). STAPELIN (1979) mukaan vaihtoehtoista viljelyä harjoitettiin Euroopassa 70-luvun alussa runsaalla 100.000 ha:lla, mutta arviot tämänhetkisestä alasta liikkuvat jo 750.000 ha tienoilla (NIKKILÄ).

Maailmanlaajuisesti laajimmalle on levinnyt orgaaninen (HOWARD-BALFOUR) viljelysuunta, jota harjoitetaan kaikissa englanninkielisissä maissa. Menetelmä kattaa noin 70% kaikesta vaihtoehtoisesta viljelystä. Seuraavina tulevat LEMAIRE-BOUCHER-menetelmä (20%), biodynaaminen viljely (7%) ja orgaanisbiologinen (3%) viljely (VIDEGÅRD 1980).

2.2. Katsaus vaihtoehtoisen viljelyn käyttämiin menetelmiin

Lannoitus

Kaikkien viljelymenetelmien tarkoitus on tarjota riittävästi ja tasapainoisesti ravinteita kasveille. Konventionaalisen viljelyn tarkoitus on luoda suotuisimmat olosuhteet kulloinkin viljeltävälle kasville, jolloin lannoitetaan mieluummin kasvia kuin maata. Kaikissa vaihtoehtoisissa viljelymuodoissa lannoituksen tarkoitus on stimuloida mikrobiologisia prosesseja maassa eloperäisten lannoitteiden avulla ja siten epäsuorasti edistää kasvien ravinteiden saantia ylläpitämällä potentiaalisesti tehokasta ravinnevarastoa. Tähän sopivat parhaiten lannoitteet, joista vapautuu ravinteita hitaasti: karjanlanta, kasvijäte, viherlannoitus, asumajäte.

Jyrkkää eroa eri viljelymenetelmien välillä ei voida tehdä, sillä myös konventionaalisisessa menetelmässä käytetään karjanlantaa ja viherlannoitusta väkilannoitteiden ohella, tai karjattomassa taloudessa olki- ja viherlannoitusta pieneliötönnön aktivoimiseksi ja maan ravinnevaraston lisäämiseksi. Sen sijaan vaihtoehtoisten menetelmien harjoittajat eivät käytä ilmakehästä teollisesti sidottua typpeä, vaan biologinen typensidonta ja viherlannoitus palkokasveilla täydentää typensaannin. Orgaanis-biologisen, A.N.O.G.- ja Lemair-Boucher-suunnan edustajat pyrkivät vuosittaiseen viherlannoitukseen (ANON. 1980a).

Orgaanisia lannoitteita käytettäessä on eräs tärkeimmistä näkökohdista niiden pitkäaikainen vaikutus, maan orgaanisen aineen lisääntyminen, jota ei väkilannoitteilla saavuteta. Viherlannoituksen ja lannan yhteisvaikutuksen on todettu olevan edullinen (ANON. 1980, EBBERSTEN 1980, DEBRUCK 1980).

Vaihtoehtoisissa menetelmissä pyritään mahdollisimman suljettuun ravinnekiertoon palauttamalla eläin-, kasvi- ja talousjäte maahan. Täysin suljettuun kiertoon ei kuitenkaan ole mahdollisuuksia. Täydennyksenä käytetään kaupan orgaanisia lannoitteita,

veri-, sarvi-, luu-, höyhen- ja leväjauhoa ja kivennäistäydennyk-
seksi lisäksi kivi- ja tuhkaa, erilaisia kuonia jne. Erityi-
sesti Lemair-Boucher-menetelmässä Calmacol-valmiste, joka pe-
rustuu Lithothamnium calcareum ja Ascophyllum nodosum-leviin,
näyttelee oleellista osaa. Levä kuivataan huolellisesti, jotta
hivenaineet säilyisivät orgaanisina yhdisteinä eivätkä fytohormo-
onit tuhoutuisi (ANON. 1980a). Orgaaninen aine kompostoidaan
ja lisätään kivennäisaineet. Kevyillä mailla käytetään suoraa
kivennäislisää, esim. raakafosfaattia, kalkkia ja kalimagnesiaa
ylimenokautena ja epäedullisten sääsuhteiden vallitessa (WERMKE
ja ZIMMER 1978).

Muokkaus

Vaihtoehtoisten viljelymuotojen käyttämät muokkausmenetelmät
vaihtelevat pintamuokkauksesta (A.N.O.G., makrobiottinen,
orgaanis-biologinen, veganinen) enemmän tai vähemmän konven-
tionaalisia menetelmiä vastaaviin (biodynaaminen). Lemair-
Boucher-menetelmässä maksimimuokkausvyvyys on 15cm ja maan ra-
kenteen säilyttämiseen kiinnitetään erityistä huomiota. Siinä
kuten orgaanisessa viljelyssäkin käytetään jankkurointia syvä-
juurisia apiloita kylvetäessä. Orgaanis-biologista viljelyä
voisi kutsua aurattomaksi viljelyksi, sillä tämän menetelmän
kannattajien mukaan optimiviljavuus saavutetaan antamalla pin-
taan levitetyn, mielellään kompostoitamattoman jätteen asteettain
hajota eikä häiritä maan rakennetta. Vain viherlannoitus muo-
kataan noin 5cm syvyyteen lautasäkeellä.

Vaihtoehtoisten viljelymenetelmien käyttämä rajoitettu muokkaus
saattaa määrättyissä olosuhteissa olla edullinen. Silloin kun
se yhdistetään katteen käyttöön, estetään tehokkaasti sateen
ja kuivumisen aiheuttama eroosio. Tämä kombinaatio voi olla
edullinen humustasapainolle ja saattaa edistää aikaista kylvöä
(ANON. 1980a). Mutta sekä vaihtoehtoisten viljelymenetelmien
kokeissa että konventionaalisessa viljelyssä on todettu, että
juurikasveille, perunalle ja juurikkaille syvä muokkaus on vält-
tämätöntä.

Kyntö on erinomainen rikkakasvien torjuntakeino. Silloin kun
se on jätetty pois tai muokkausta on rajoitettu, on konventio-
naalisessa viljelyssä jouduttu kemiallisten torjunta-aineiden

säännölliseen käyttöön. Kun vaihtoehtoisissa viljelymenetelmissä torjunta-aineita ei käytetä, täytyy sen sijaan torjua rikkakasvit mekaanisesti, kitkemällä, polttamalla tai haraamalla.

Jätteen palauttaminen ja kompostointi

Kaikissa vaihtoehtoisissa viljelymuodoissa eläin- ja kasvijätteen kompostoinnilla on keskeinen sija. Useimmiten käytetään harjukompostia, jolle on luonteenomaista säännölliseksi kasaksi kerätyn orgaanisen jätteen aerobinen hajoaminen. Eri viljelymenetelmien välillä on eroja kompostoinnin yksityiskohdissa, mutta määrättyistä periaatteista ollaan yhtä mieltä:

- vain kompostoimalla saadaan humusta suhteellisen lyhyessä ajassa
- maan humuspitoisuutta voidaan lisätä tai ylläpitää vain antamalla orgaanista ainetta, joka on muuttunut humukseksi maan ulkopuolella
- kompostoimalla estetään tuoreen orgaanisen aineen hajoisessa tai anaerobisessa hajoamisprosessissa syntyvien, kasveille ja pieneliöstölle haitallisten aineiden tuho
- voidaan käyttää kompostoimatta käyttökelvottomat tai vaikeasti käytettävät aineet (sahanpurut, karsimisjätteet)
- ravinnehukka on minimissä oikein hoidetussa kompostissa
- aerobisesti kompostoimalla saavutettu korkea lämpötila tuhoaa rikkakasvien siemenet ja taudinotiöt
- tuholaisten ja tautien esiintyminen on vähäisempää, kun lannoitteet kompostoidaan
- raakafosfaatti voidaan muuttaa liukoisempaan muotoon kompostissa

Konventionaalisen viljelyn edustajat ovat samaa mieltä useimmista edellämainituista väitteistä. Tärkeänä pidetään myös sitä, että kompostoituna esim. lanta saadaan helpommin levitettyään muotoon ja pienempään tilaan. Kuitenkaan ei ole saatu todisteita väitteelle, että vain etukäteen humukseksi

muutettu orgaaninen aines lisää maan humuspitoisuutta. LARSON et al (1972) osoitti, että maan orgaaninen hiili lisääntyy lineaarisesti suhteessa lisättyyn orgaaniseen aineeseen, mutta että vähintään 4t/ha on tarpeen pitämään maan hiilipitoisuuden vakiona Kanadan olosuhteissa, joissa 4t/ha on normaali jätemäärä maissinviljelyssä. Kompostin vaikutuksesta tauteihin ja tuholaisiin ovat tulokset ristiriitaisia. Usein näyttää tuoreena muokattu aines pitävän maan patogeeneit paremmin kurissa. Tämä liittyy siihen, että humukseksi muutettu orgaaninen aines aktivoi pieneliöstöä vähemmän kuin tuore. Kompostiaktivaattorien tehoa ei myöskään ole voitu osoittaa tavallisin tutkimusmenetelmin (ANON. 1980a).

Orgaanis-biologisen ja A.N.O.G.-suunnan edustajien mukaan pintakomposti on edullisin kompostointitapa. Tulokset perustuvat mikrobiologiseen maan testaukseen RUSH-menetelmällä (RUSH 1974). Vaihtoehtoisia viljelytapoja selvittävä hollantilainen komitea lausuu arvionaan, että se ei kykene muodostamaan mielipidettä tämän tyyppisestä tutkimuksesta, mutta pitää etuna sitä, että maa näin pidetään katettuna.

Hyvän humusbalanssin edut myönnetään myös konventionaalisen viljelyn piirissä, mutta kompostoinnin ja levittämisen ekonomiset seikat jättävät paljon toivomisen varaa.

Maan kattaminen

Useissa vaihtoehtoisissa viljelytavoissa pyritään maa pitämään peitettyinä niin paljon kuin mahdollista lisäämällä orgaanista ainesta pintaan tai kateviljelyllä. Tämä liittyy periaatteeseen muokata mahdollisimman kevyesti ja tämä taas pyrkimykseen häiritä luontoa mahdollisimman vähän. Myös konventionaalisen viljelyn piirissä maan kattamista pidetään edullisena monesta syystä, se mm. suojaa maata eroosiota vastaan (tuuli, sade, kuivuus), estää rikkakasvien kasvua, sillä on edullinen vaikutus humustasapainoon ja lieropopulaatioon. Silloin kun katteen muodostaa kasvusto, se estää myös ravinteiden huuhtoutumisen. Haittoina mainitaan se, että kate houkuttelee myyriä, hiiriä ja etanoita. Käytännössä useimmat vaihtoehtoisia viljelymenetelmiä harjoittavat tilat eivät pysty

tuottamaan riittävästi orgaanista ainetta, vaan ovat huomattavassa määrin riippuvaisia muiden ylijäämästä.

Kasvinvuorotus

Edullisesti satoihin vaikuttava tekijä vaihtoehtoisia menetelmiä käytävillä tiloilla on apilanurmen ja muun viljelyalan sopiva suhde. Kun palkokasvien osuus konventionaalisessa viljelyssä on jatkuvasti laskenut, ne näyttelevät vaihtoehtoisessa viljelyssä keskeistä osaa. Esimerkiksi Länsi-Saksassa biodynaamisessa viljelyssä 28% viljelyalasta on nurmipalkokasveilla, 20% juurikasveilla ja 52% viljalla, kun konventionaalisessa viljelyssä palkokasvien osuus on laskenut 3,4%:iin, juurikasvien osuus 14%:iin viljan osuuden noustessa yli 70%:iin (ANON. 1980b, ABELE 1980). Suomessa vuonna 1979 viljan osuus peltoalasta oli 47%, perunan ja juurikasvien 3% ja nurmikasvien 37% (ANON. 1980c) ja apilan osuus noin 6% (ELONEN 1979). Hollantilaisen arvion mukaan nurmialan ja muun viljellyn alan suhde tulisi olla 2 ja 1 välillä, jotta eläin- ja kasvimäärällä voitaisiin saavuttaa väkilannoitteilla saatu satotaso. Vaihtoehtoisia viljelymuotoja harjoittavilla tiloilla Ranskassa, Englannissa, Sveitsissä ja Belgiassa suhde vaihteli 1,8 : 1 ja 3 : 1 välillä (ANON. 1980a).

Rinnakkainviljely

Monet vaihtoehtoiset viljelymuodot suosittelevat harmonisen kasvinvuorottelun ohella rinnakkainviljelyä, jossa kahta tai useampia toisiinsa edullisesti vaikuttavaa kasvia viljellään vuorottaisissa riveissä tai kaistoissa. Tämä on kuitenkin osoittautunut taloudellisesti rasittavaksi johtuen ongelmista rikkakasvien torjunnassa. Sen vuoksi rinnakkainviljely laajassa mitassa on harvinaista varsinkin kun sen tuomat edutkaan eivät ole kiistattomat.

Rinnakkainviljelytutkimuksissa on todettu erilaisten juurista, lehdistä, hedelmistä ja siemenistä peräisin olevien orgaanisten aineiden vaikuttavan sekä saman lajin että myös muiden lajien kasvuun (GRÜMMER 1955, BÖRNER 1971, RICE 1974). Vaikutus on usein negatiivinen, joskus positiivinen. Jälkimmäi-

sessä tapauksessa se perustuu useimmiten palkokasvien nystyröistä erittyviin aminohappoihin. Vaihtoehtoisten viljelytapojen suosittamia rinnakkainviljelytapoja on tutkittu Saksassa (Bundesanstalt für Qualitätsforschung pflanzlicher Erzeugnisse, Geisenheim) yhdistelminä papu + porkkana, salaatti + ristikukkaiset ja pinaatti + ristikukkaiset. Tulokset ovat olleet miltei poikkeuksetta negatiivisia (GRÜMMER 1955, ref ANON. 1980a).

Rinnakkainviljelystä tautien ja tuholaisten torjuntakeinoina tehdyt havainnot ovat olleet satunnaisia eikä niitä aina ole voitu konventionaalisen tutkimuksen keinoin vahvistaa. Vaihtoehtoisen viljelyn piirissä on usein esitetty väite, että porkkanan ja sipulin rinnakkainviljely estäisi porkkanakärpäsien tuhoja. On olemassa tutkimustuloksia, joissa ei tällaista vaikutusta ole todettu (BECKER-DILLINGEN 1956). Porkkanan ja muiden allium-lajien sekä tomaatin ja parsan rinnakkainviljelystä sen sijaan on saatu positiivisia tuloksia (BAKER ja COOK 1974).

Erilaisen näkökohdan rinnakkainviljelyn eduista esittävät makrobiotittisen viljelyn edustajat. Heidän mukaansa rinnakkainviljelyssä voidaan käyttää tehokkaasti hyväksi ekologiset tekijät, esim. yhdistämällä matala ja korkea kasvusto saavutetaan valon tehokkaampi hyväksikäyttö, ja syvä- ja matalajuuriset kasvit yhdessä ravinteiden parempi käyttö.

Kasvitaudit, tuholaiset ja rikkakasvit

Vaihtoehtoisten viljelymenetelmien samoin kuin konventionaalisten menetelmien kannattajilla on samanlainen käsitys siitä, että orgaaninen lannoitus parantaa maan antifytopatogeenista potentiaalia. Muina keinoina vaihtoehtoisissa menetelmissä käytetään kasvinvuorotusta, kestäviä lajikkeita, biologisia torjuntakeinoja ja kasvikunnasta peräisin olevia torjunta-aineita. Vaihtoehtoiset menetelmät ovat usein osoittautuneetkin erinomaisiksi pitämään taudit ja tuholaiset alhaisella tasolla. Hollantilalaisten asiantuntijoiden mukaan ei ole otettu arvioinneissa huomioon, että sitten kun naapurista puuttuu intensiivis-

tä tuholaistorjuntaa käyttävä viljelijä, voidaan joutua vakavien tauti- ja tuholaisongelmien eteen (ANON. 1980a).

Pitkällä aikavälillä ei ole niinkään varmaa, että vaihtoehtoisten viljelymuotojen satotaso on konventionaalista alhaisempi, sillä yksipuolinen kemiallinen torjunta sisältää myös vaaran kasvintuotannon jatkumiselle. Haittavaikutukset kuten biosidijäämät maahan, tuholaisten tottuminen pestisideihin ja uusien tuholaisten esiintymisen vaara antaisi aiheen olettaa, että vaihtoehtoisilla menetelmillä saavutetut pienemmät sadot sisältäisivät myös pienemmän riskin. Paras ratkaisu tauti- ja tuholaisongelmaan olisi resistentit lajikkeet. Nykyiset kestävätkä lajikkeet ovat satotasoltaan heikompia, ja kun tämä yhdistetään keskinkertaiseen typensaantiin ei ole mahdollista saada maksimisatoja.

Rikkakasviongelmaa pidetään vaihtoehtoisen viljelyn piirissä pahempana kuin tauteja ja tuholaisia, vaikka määrätynasteista rikkakasvien sallimista pidetään joissakin systeemeissä hyödyllisenä. Joissakin tapauksissa kemiallista torjuntaa on pidetty hyväksyttävänä, esim. Hollannissa sokerijuurikkaalle. Vaihtoehtoisissa viljelymuodoissa mekaanisella torjunnalla, vuoroviljelyllä ja viljelykasvien kilpailukyvyyn kohottamisella on keskeinen sija rikkakasvien torjunnassa. Luonnonmukaisesti viljeltyjen tuotteiden laatustandardien määrittämistä varten on perustettu komitea (Organic Standards Committee of the Soil Association), joka suosittaa kemiallisten torjunta-aineiden ehdotonta kieltämistä vain suoraan elintarvikkeiksi käytettäviltä maataloustuotteilta.

Ympäristövaikutukset

Yleinen käsitys on, että vaihtoehtoiset menetelmät ovat ympäristöä säästäviä. Koska vaihtoehtoisia menetelmiä käyttävä karjatalous on yleensä ekstensiivistä, ei liiallista lannantuotannosta ole vaaraa kuten saattaa olla suurilla sika- ja kanatiloilla. Kaikissa viljelymuodoissa on kuitenkin ympäristölle

haitallisia piirteitä. Niin kauan kuin vaihtoehtoisten menetelmien harjoittajat ostavat orgaanisia lannoitteita tilan ulkopuolelta, menetelmien välistä suhdetta ympäristövaikutusten kannalta on vaikea arvioida. He rasittavat ympäristöä vähemmän, mutta se saattaa tapahtua konventionaalisten menetelmien kustannuksella.

Saatavissa oleva tieto tukee kuitenkin sitä, että esim. intensiivinen viljely vaikuttaa köyhdyttävästi tai haitallisesti ympäristöön. Väkilannoitteiden käytön ympäristöhaittoja lisää välillisesti se, että niitä käytettäessä lisätään saastumisvaaraa hylkäämällä jätteiden käyttö.

2.3. Vaihtoehtoisen viljelyn tutkimus eri maissa

Vaihtoehtoista viljelyä käsittelevää kirjallisuutta on erittäin paljon. Avainsanoilla "biological, organic, alternative, natural ja biodynamic farming tai agriculture" kolmen tietokannan (AGRIS, CAB ja AGRICOLA) avulla saatuja julkaisuja löytyi lähes 300, mutta useimmat niistä ovat vain kanta-aottavia populäärijulkaisuja. Eksakteja ja vertailukelpoisia koetuloksia on vähän saatavana ja ne kattavat vain jonkin osa-alueen. Energian kulutuksen vertailuun konventionaalisen ja vaihtoehtoisen viljelymuodon välillä on kiinnitetty erittäin vähän huomiota. Täydellistä vertailevaa energiatasetta eri systeemien välillä ei ole tehty.

Saatavissa olevat tulokset ovat usein olleet viljelijän itsensä antamia tai koottuja havaintoja käynneiltä eri menetelmiä käytävillä tiloilla. Käyntien perusteella karkea tulos on ollut se, että vaihtoehtoisisilla menetelmillä saadaan Euroopassa yleensä suunnilleen yhtä suuria satoja kuin konventionaalisessa viljelyssä. Poikkeuksia on kuitenkin myös löytynyt. Epäedullisina vuosina arkojen hedelmälaajikkeiden sato on ollut 50-90% alhaisempi, karjatalouden tuotanto on alentunut, samoin kuin perunan (10-40%), jonka viljelyssä lajikkeenvalinta näyttää tärkeää osaa (ANON. 1980a).

ABELEN (1973) mukaan biodynaamisilla menetelmillä saadaan suurempia satoja kuin konventionaalisilla. Näitä tuloksia, joihin

vaihtoehtoisia menetelmiä puoltavissa julkaisuissa usein viitataan, on arvosteltu sillä perusteella, että sadot ovat lähinnä verrannollisia annettuihin ravinnemääriin eivätkä erot johdu viljelymenetelmistä (WERMKE ja ZIMMER 1978). Yhdistelmän tekoa eri kokeista vaikeuttavatkin erittäin vaihtelevat lannoitemäärät.

Hollantilainen, vaihtoehtoisia viljelytapoja selvittävä komitea (ANON. 1980a) pitää ymmärrettävänä sitä, että vaihtoehtoisilla viljelymenetelmillä on saatu suuria satoja, sillä näillä tiloilla käytetään suuria määriä orgaanisia lannoitteita ja siten riittävä määrä ravinteita. He korostavat kuitenkin sitä, että osa tästä lannoitemäärästä tulee konventionaalista viljelystä väkilannoituksella. Kun vaihtoehtoiset viljelytavat laajenevat, mahdollisuudet ostaa orgaanisia lannoitteita tilan ulkopuolelta vähenevät.

Vaihtoehtoisissa viljelymuodoissa ei voida puhua yhtenäisestä lannoitussuosituksista, vaan lantamäärät vaihtelevat kokeissa-kin 2 tonnista 40 tonniin vuodessa hehtaarille (WERMKE ja ZIMMER 1978). Kiistämättä sadot korreloivat tällöin myös annettuihin typpimääriin.

Arvostelevia kirjoituksia on runsaasti. Nykyistä viljelymenetelmää puolustavien mielestä ns. vaihtoehtoiset menetelmät eivät ole mitään uusia. ALDRICHIN (1977) mukaan orgaanista viljelyä harjoitettiin USA:ssa vuoteen 1940 asti, jolloin typpeä annettiin 1/3 lb/acre. Tällöin systeemi oli lähes tasapainossa silloisella satotasolla. Nyt typpimäärä on 210-kertainen ja sato-taso on noussut 230%. Kirjoittajan mukaan 100 vuoden orgaaninen viljely vähensi maan eloperäistä ainetta ja typpeä 40%. Sen pysäytti nykyinen typen käyttö, joka nostaa maan pieneliöiden ja bakteerien määrää tuottamalla enemmän kasvijätettä niiden ravinnoksi (ALLAWAY 1975). On esitetty sellaisiakin mielipiteitä, että kemiallisia aineita käytettäessä orgaanisen aineen määrä pysyy korkeana, koska pieneliötoiminta on niin heikkoa, ettei se pysty hajottamaan sitä (OELHAF 1978).

Nykyisten menetelmien kannattajien mukaan vaihtoehtoisen viljelyn puolustajat olettavat, että paluu karjanlantaan ja yhdyskuntajätteen käyttöön korvaisi lannoitetarpeen. He eivät ota huomioon, että suurin osa lannasta jo palautetaan maahan ja että se sisältää vain osan sieltä rehuissa otetuista ravinteista. On vaikea palauttaa enemmän kuin 1/4-1/2 sadossa olevasta ravinteiden määrästä. PETERSONIN (1961) mukaan rehun lannoitusteho on 36% lantana. Kun eläimen lannalla pystytään tuottamaan vain 1/4-1/2 sen tarvitsemasta rehusta, ollaan pelkän lannan varassa vielä kaukana omavaraisuudesta. Typpi on todellisuudessa lisätty ei korvaamaan, vaan täydentämään ravinteita, jotka on saatu humuksesta, kasvijätteistä ja lannasta.

Eräät tutkijat ovat lähteneet selvittämään vaihtoehtoisten viljelytapojen mahdollisuuksia esittämällä väkilannoitteiden ja karjanlannan vertailukokeiden tuloksia. WERMKE ja ZIMMER (1978) vertasivat typen tehoa lannassa ja väkilannoitteissa 259 koe-tuloksen perusteella ja saivat tulokseksi, että lannassa typen teho on noin 22% heikompi kuin väkilannoitteissa. Näissä kokeissa saatiin lannalla 14kg ja väkilannalla 18kg kuiva-ainetta/ 1kg typpeä eli rehuntuotanto aleni noin 20% siirryttäessä orgaaniseen lannoitukseen.

Mitä suurempia kertamääriä lantaa annetaan sitä pienempi on typen teho/kgN. Esimerkiksi, jos verrataan 30 tonnia kerran kolmessa vuodessa siihen, että annetaan 10t/v, typen teho on edellisessä vain 57%. WERMKEN ja ZIMMERIN (1978) laskelmien mukaan tarvittaisiin kokovuotisen lantamäärän (0,6% N) mukaan laskien 1 ny/ha, jotta päästäisiin keskimäärin samaan tehoon kuin 60kg N/ha.

Jos vaihtoehtoisia viljelytapoja voidaan valaista karjanlantakokeiden avulla, tältä alueelta löytyy konventionaalisen viljelytutkimuksen piiristä runsaasti aineistoa, mutta kriteerit ovat olleet usein toiset (VIRRI 1945, SALONEN ja HONKAVAARA 1954, SALONEN ja TAINIO 1956, SALONEN 1960, HUOKUNA 1961, SALONEN 1963, 1967a, 1967b, 1971).

Pitkääikäiset (50-116v) karjanlannan ja väkilannoitteiden vertailukokeet Rothamstedissa ja Woburnissa Englannissa, Hallessa Saksassa, Askovissa Tanskassa sekä Itävallassa ja Puolassa (Taul. 4) osoittavat lannoittamattoman koejäsenen pitkäaikaisen satokeskiarvon olevan toista tuhatta kiloa pienemmän kuin karjanlannalla ja väkilannoituksella.

Amerikkalaiset monikymmenvuotiset kasvinvuorottelukokeet ovat osoittaneet satojen olevan yhtäsuuret, jos annetut typpimäärät ovat yhtäsuuret. annettiinⁱpa ne karjanlantana tai väkilannoitteina (THORNE 1930, ref OELHAF 1978).

Taul. 4. Viljasadot pitkäaikaisissa kokeissa. (STAPEL 1979)

Koeaika	Aika v	Viljalaji M=monokult- tuuri S=kas- vinvuorotus	Jyväsatto kg/ha		
			Lannoitetta- maton	Karjen- lanta	Väki- lanta
Englanti, Rothamsted	1852-1961	ohra M	880	2960	2460
Englanti, Rothamsted	1852-1967	vehnä M	960	2440	2360
L-Saksa, Halle	1879-1958	ruis	1410	2530	2480
Tanska, Askov I	1894-1968	vilja S	1280	2420	2920
Tanska, Askov S	1894-1968	vilja S	810	1900	2490
Itävalta, Grossenzerdorf	1906-1973	ohra M	1500	3320	3300
Itävalta, Grossenzerdorf	1906-1973	ruis M	1390	2310	2770
Itävalta, Grossenzerdorf	1906-1973	ruis S	2430	2960	3170
Puola, Skierniewice	1925-1973	ruis M	1280	2100	2200
Puola, Skierniewice	1924-1973	ruis S	1570	-	3060
Englanti, Woburn	1877-1926	vehnä M	770	1570	1480
Englanti, Woburn	1877-1926	ohra M	850	2070	1120
Keskimäärin 50-116v			1250	2420	2480

RUOTSI

Ajatellen vaihtoehtoisten viljelymuotojen saamaa lisääntyvää julkisuutta ja samalla sellaisten tietojen puutetta, jotka perustuisivat yleisesti hyväksytyihin tutkimusmenetelmiin, Ruotsin maatalouskorkeakoulun kasvinviljelyosasto aloitti 1970 vertailevat kokeet konventionaalisen ja biodynaamisen viljelytavan välillä. Ensimmäiset tulokset julkaisi ÅBERG (1976). Kokeessa oli tarkoitus selvittää tuotteiden laatueroja 3-vuotisessa kokeessa yhteistyössä Nordisk Forskningsring-yhdistyksen kanssa, joka järjesti samanaikaisesti Järnassa samanlaisen kokeen. Koe järjestettiin niin, että se mahdollisimman hyvin vastasi ko. viljelymenetelmiä kokonaisuudessaan (LIITE 1). Kokeeseen suunniteltiin kaksi viljelykiertoa sekä konventionaalisisella että biodynaamisella menetelmällä: Toinen perustui peruna-vehnä-ohra-kiertoon, joka on luonteenomainen konventionaalisiselle viljelylle ja toinen peruna-vehnä-nurmi-kiertoon, jonka katsotaan edustavan hyvin biodynaamista viljelyä. Kasvinravinnemäärät eivät olleet yhtä suuret, koska lannoitteiden käyttö biodynaamisessa viljelyssä on rajoitettu.

Konventionaalisisessa viljelyssä käytettiin nykyisten suositusten mukaista lannoitusta ja kasvinsuojelua, biodynaamisessa kompostoitua lantaa, lihajauhoa ja kalimagnesiaa, siten että määrät vastasivat 0,7 ny/ha, sekä erilaisia preparaatteja. Käytettäessä suositusten mukaisia lannoitemääriä, se merkitsi biodynaamisessa menetelmässä kevätvehnälle ja ohralle annettujen typpimäärien jäämistä noin puoleen konventionaalisen käytämistä määristä. Tämä sisältää heikkouden tulosten vertailun kannalta: Kuinka suurelta osin erot koetuloksissa heijastavat pelkästään eroja typen tarjonnassa?

DLOUHY (1977) pitääkin koeaikaa liian lyhyenä, jotta olisi voitu saavuttaa viljelymuodolle tyypillinen biologinen tasapaino, ja saatuja tuloksia vain suuntaa antavina. Satotuloksissa ainoa tilastollisesti merkitsevä ero oli perunan 15 % suurempi

sato konventionaalisisella menetelmällä. Kahden kolmivuotisen viljelykierron keskimääräinen satotulos oli 186 300 MJ/ha konventionaalisisella ja 179 300 MJ biodynaamisella menetelmällä. Nurmen positiivinen merkitys kasvinvuorottelussa tuli selvästi esiin sitä seuraavan perunan satotason kohoamisena molemmilla viljelytavoilla. Laatutulokset puhuvat sekä konventionaalisen että biodynaamisen menetelmän eduksi riippuen ominaisuuksista. Konventionaalisesti viljeltyjen tuotteiden raaka-proteiinipitoisuudet olivat korkeam^{mat} ja niistä riippuvat ominaisuudet (esim. eräät leivontaominaisuudet) olivat paremmat. Sen sijaan biodynaamisesti tuotettujen perunoiden varastointitappiot olivat 48% pienemmät, keitto-ominaisuudet 60% paremmat, askorbiinihappopitoisuus 6% korkeampi ja kuiva-ainepitoisuus 7% korkeampi. Viljätuotteiden tärkkelyksen laatuun kuten sakolukuun biodynaaminen menetelmä vaikutti edullisesti.

Nämä kokeet eivät kuitenkaan osoita, että tapahtuneet muutokset johtuisivat viljelymenetelmästä, vaan yhtä hyvällä syyllä ne voisivat johtua tarjolla olevista ravinnemääristä (DLOUHY 1977). Jos panokset olisivat yhtä suuret, laatuero olisivat ehkä pienemmät. Tätä tukevat myös suomalaiset tutkimukset (ELONEN et al 1975), jonka mukaan typpimäärän nostaminen aiheutti samansuuntaisia eroja kuin konventionaalinen menetelmä verrattuna biodynaamiseen. Eri viljelymenetelmien vertaamiseksi tarvittaisiin kokeita samoilla ravinnetasoilla.

Järnassa samanlaisella koekaavalla saadut tulokset olivat samansuuntaiset (PETTERSON 1976): Kokonaissato oli 6% ja perunasato 10% suurempi väkilannoitteita käyttäen kuin biodynaamisesti viljellen. Jälkimmäisellä menetelmällä oli Järnassakin perunan laatu ja säilyvyys parempi. Vuosien väliset satoerot olivat merkitsevät samoin kuin viljelykiertojen väliset nurmea sisältävän kierron hyväksi.

Muutokset maaperässä olivat sekä Uppsalassa että Järnassa samanlaiset: väkilannoitus alensi maan pH:a enemmän kuin biodynaaminen lannoitus. Jälkimmäisellä menetelmällä maan multavuus lisääntyi enemmän kuin väkilannoituksella. Typpitase oli posi-

tiivinen molemmilla menetelmillä. Kun laskettiin annettu typpimäärä, sadon mukana viety typpimäärä ja maassa tapahtuneet muutokset kokeen aikana, päästiin epäsuorasti lukuun, joka osoittaa paljonko typpeä on sitoutunut ilmasta vähennettynä denitrifikaation ja huuhtoutumisen kautta menetetty typpi. Esim. konventionaalinen peruna-kevätevehnä-ohra-kierto: Annettu lannoitteena 93kg N, sadossa viety 73kg N ja muutos maassa +25kg N/ha, joten nettolisäys oli 5kg typpeä hehtaarilla. Vastaava määrä biodynaamisilla ruuduilla oli 51kg N/ha. Nurmea sisältävässä kierrossa typen nettolisäykset olivat selvästi suuremmat kuin viljankierrossa: konventionaalisella menetelmällä 105kg ja biodynaamisella 168kg typpeä hehtaarille.

Konventionaalisen ja biodynaamisen viljelyn vaikutusta maahan ovat pitkäaikaisten kenttäkokeiden valossa selvittäneet PETERSON ja WISTINGHAUSEN (1977) osin konventionaalisten osin biodynaamisten tutkimusmenetelmien perusteella Järnassa Ruotsissa. Kasvinvuorotus oli 4-vuotinen: kevätevehnä, nurmi, peruna ja juurikas. Lannoituskoejäseniä oli 80. Eri viljelytapojen vaikutus maahan oli seuraava:

- orgaaninen lannoitus lisäsi humuspitoisuutta ja paransi maan rakennetta jankon yläosassa (25-35cm)
- väkilannoitus lisäsi humuspitoisuutta ruokamultakerroksessa, mutta alensi jankossa, mikä johti jälkimmäisen tiivistymiseen
- tuore lanta vaikutti edullisesti kylmissä sääoloissa sekä satoihin että maahan. Yhdistelmä tuore lanta + väkilanta lisäsi satoja, mutta alensi maan humuspitoisuutta ja siten heikensi maan rakennetta
- biodynaamisilla preparaateilla 500 (humuspreparaatti) ja 501 (piipreparaatti) oli edullinen vaikutus satoon, sadon laatuun, humukseen ja jankon rakenteeseen.

Ns. NATURA-projekti on ruotsalainen Ekhaga-säätiön tuella toimiva vaihtoehtoisen viljelyn koetoimintaohjelma, jossa noin sata viljan- ja perunanviljelijää on kymmenen vuotta viljellyt yksinomaan biologisesti. Perunaa (Grata-lajike) viljellään karjanlannalla ilman torjunta-aineita. Tulokset ovat olleet saman suuntaisia kuin Uppsalan ja Järnan kokeissa; sadot ovat

olleet noin 15% alhaisempia kuin vastaavan alueen virallinen satoarvio, mutta perunan säilyvyys parempi. Kun on otettu huomioon pienemmät lannoitus- ja torjunta-ainekustannukset ja suurempi työmenekki, katetuotto perunanviljelyssä on ollut vuonna 1971-75 noin puolta suurempi kuin alueen muilla viljelijöillä keskimäärin.

Natura-kokeista korsiviljällä on saatu tilastollisesti merkitseviä tuloksia vertaamalla vilja + palkokasviruutua ja samaa viljalajia virallisten suositusten mukaan lannoitettuna O-ruutuun, jossa sama viljalaji on ilman lannoitusta ja palkokasviseuralaista. Palkokasvina on ollut eri apilalajeja, mailasta, virnaa, lupiinia tai hernettä. Matalakasvuinen australialainen subterranum-apila on osoittautunut Skånessa ihanteelliseksi. Sekaviljelyruutujen sato on ollut 15%-30% alhaisempi kuin suositusten mukaan lannoitettu, mutta taloudellisen tuloslaskennan mukaan suhdeluvut olivat kevätvehnälle 102, syysvehnälle 96, ohralle 109 ja syysrukiille 85, kun suositusten mukaan lannoitettu oli 100 (VIDEGÅRD 1980). Ruis on menestynyt huonosti palkokasviseurassa. Viralliset vertailukokeet tavanomaisen ja biologisen viljelyn välillä 1974-77 kevätvehnällä antoivat seuraavat tulokset eri palkokasvien tehosta:

<u>Sekaan kylvetty laji</u>	<u>Kevätvehnän sato (100kg/ha N=100)</u>	<u>Kokeiden lukumäärä</u>
Persianapila	104	10
Sinimailanen	104	3
Nurmimailanen	102	7
Puna-apila	101	8
Aleksandrianapila	84	3

Myös aikaisemmat kokeet osoittivat persianapilan olevan tehokas sekaviljelyssä, kun taas puna-apilalla oli parempi esikasviarvo. CARLSON ja VIDEGÅRD (1975) vertasivat kevätvehnän sekaviljelyä

persianapilan (15kg/ha), puna-apilan (13,5kg/ha) ja raiheinän (21kg/ha) kanssa sekä ilman lannoitusta että orgaanisen lannoituksen kanssa (kananlantaa 400kg/ha). 1. vuonna persianapilan kanssa kevätvehnästä saatiin vain noin 15% alhaisempi sato kuin suosituksen mukaisella lannoituksella ja kasvinsuojelulla. Puna-apilan ja raiheinän kanssa sadot olivat 30-40% alhaisemmat. Sen sijaan seuraavana vuonna, kun vihermassa oli kynnetty maahan, saatiin puna-apilaruuduilta parempi sato kuin persianapilaruuduilta. Puna-apilamassan tehoa viherlannoituksena orgaaninen lisälannoitus (kananlanta) vielä tehosti. Italian raiheinä ei osoittautunut hyväksi kumppaniksi vehnälle eikä sillä ollut tehoa viherlannoituksena.

Ruotsin maatalouskorkeakoulun viherlannoituskokeista saadut alustavat kahden vuoden tulokset (EBBERSTEN 1980) osoittavat sinimailasen yllättävän hyvän tehon sekä typen lähteenä että kasvitautien torjunnassa. Tämä koe poikkesi klassisesta viherlannoituksesta siinä, että lannoitukseen käytettiin sinimailasjauhoa, nykyistä rehuteollisuuden raaka-ainetta. Eri N-lähteiden ekologista vaikutusta selvittävä koe alkoi v. 1978. Kokeessa oli kaksi kasvinvuorotusta:

	(1977)	1978	1979
A	(syysvehnä)	kaura	kaura
B	(syysvehnä)	kevätvehnä	syysvehnä

Typpitasot olivat 45kg, 90kg, 135kg typpeä hehtaarille. Typpi annettiin 1) kalkkisalpietarina 2) sinimailasjauhona (3% N) 135kg N tai 3) näiden seoksena (45kg N salpietarista + 45kg N sinimailasjauhosta). Salpietari annettiin keväällä, sinimailanen syksyllä.

Sinimailaslannoituksella saatiin suurempi sato kuin samalla typpimäärällä salpietaria, eivätkä kasvitaudit alentaneet satoa samassa mitassa kuin salpietaritason noustessa. Suurin sato saatiin yhdistelmälannoituksella. Tekijän mukaan koe aiheuttaa useita kysymyksiä:

- vaikuttaako hitaasti koko kasvukauden vapautuva typpi edullisesti kasvin kehitykseen?
- puskuroiko orgaanisen ja väkilannoitteen antaminen yhdessä paremmin vaihtelevia ympäristöolosuhteita?
- suosiiko helppoliukoinen typpi parasiitteja?
- tekeekö orgaaninen lannoitus biologisesti terveeseen maan?
- onko sinimailasessa jokin aine, joka estää parasiittien kasvun?
- kuinka pienet orgaanisen aineen määrät riittävät? Preparaatit?

Tekijän laskelmien mukaan typpilannoitustarpeen kattaminen sinimailasella vastaisi noin 1/4 Ruotsin peltoalasta eikä olisi tämänhetkisin hintasuhtein kannattavaa. Typpilannoitteen hinnan noustessa kannattavuus paranee.

Muut tutkimukset

Ruotsissa on perustettu 8-henkinen työryhmä selvittämään tutkimustarvetta vaihtoehtoisen viljelyn alueella sekä tällä alueella jo tehtyjä tai käynnissäolevia tutkimuksia, joista saako viljelymenetelmien vertailuun soveltuvia tuloksia, vaikka niiden yhteydessä ei ole vaihtoehtoisen viljelyn nimitystä käytetäkään.

Työryhmä on esittänyt ne yli 50 Ruotsin maatalouskorkeakoulussa eri laitoksissa menossa olevaa tutkimusta, joiden tulokset tulevat antamaan vastauksia myös useihin eri viljelymenetelmien vertailussa esitettyihin kysymyksiin.

Vesiensuojelu

- 1) Saastumisriskit käytettäessä nykyisessä mittakaavassa lannoitteita ja torjunta-aineita
- 2) Saastumisriskien minimointi orgaanisia ja epäorgaanisia lannoitteita käytettäessä ottaen huomioon sademäärä, sadetus, lannoitusmäärä ja levitysajankohta
- 3) Maatalous ja juomavesi (nitraatti- ja nitriittikysymys)

Hydrotekniikka

- 4) Perusparannustoimenpiteitä tarkoituksena
 - löytää menetelmät, joilla saadaan aikaan ja ylläpidetään käytön ja vesitalouden kannalta suotuisa rakenne ruokamullassa
 - löytää raja-arvot maan kuormitukselle, jotta vältettäisiin maan liiallinen tiivistyminen
 - tutkia organogeenisten ja alhaisen satotason maiden fyysisiä ominaisuuksia, erityisesti vesitaloutta
 - yleensä parantaa maita viljelykasvien kasvualustana parantamalla ruokamultakerroksen rakennetta, lämpöominaisuuksia ja vedenottokykyä

Maanmuokkaus

5) Kyntökoe

- missä olosuhteissa kyntö voidaan korvata halvemmalla muokkauksella
- kustannusten ja satotason kannalta edullisin kyntötekniikka

6) Maan tiivistyminen ja muut raskaiden ajoneuvojen aiheuttamat haitat

- ruokamultakerroksen oikea tiivistäminen kylvömuokkauksen yhteydessä eri maalajeilla, kasveilla ja sääoloissa
- tiivistymisen pitkäaikainen negatiivinen vaikutus
- ajamisen vaikutus maahan kasvukauden aikana
- keinot ehkäistä tiivistymisen negatiivista vaikutusta

7) Sänkimuokkauksen merkitys rikkakasvintorjunnassa ja vaikutus satotasoon

Kasvinravitseminen

8) Viljavuus

- eri viljavuustekijöiden vaikutus satoon
- eri viljelytoimenpiteiden vaikutus viljavuuteen

9) Lannan ravinnesisältö ja lannoitusteho

10) Ravinnetasapaino

Jätebiologia

11) Lannan ja jätelietteen merkitys pitkällä aikavälillä

- jätteitten merkitys ravinnevarastoina ja maanparannusaineina
- lannan ja jätteiden käsittely
- aineiden kierron teho ekosysteemissä

12) Eri lietetyyppien teho viljelyssä

13) Kompostit

- erilaisten komposttien biologinen viljelyarvo kenttäkokein selvitettyinä. Tuloksista tarkoitus saada pohjaa jätekompostin käytön neuvontaan maataloudessa.

Kasvinvuorotus

14) Viljelymenetelmien pitkäaikainen vaikutus kasvien satoon, laatuun ja terveyteen (kasvinvuorotus + jätteiden käsittely + lannoitus)

- palkokasvien kyky tyydyttää ei-palkokasvien typentarve eri vuorotuksessa

15) Esikasvitutkimukset erityisesti viljan terveyteen ja satoon

16) Viljelytekniikka yksipuolisessa viljanviljelyssä

- erityisesti esikasvin, vihantalannoituksen ja tuholais-tenkestävyyden vaikutus

17) Kasvinvuorotus rehuntuotannossa

- eri nurmityyppien vaikutukset erikoistuneessa karkean rehuntuotannossa

Rikkakasvit

18) Kemiallisten ja mekaanisten torjuntamenetelmien arviointi

19) Herbisidien ympäristövaikutukset

- sivuvaikutukset
- vaihtoehtoiset torjuntamenetelmät yksipuolisessa viljelyssä
- käytön optimointi
- levitystekniikan kehittäminen

Avoin kasvinviljely (Öppen växtodling)

20) Erilaisen viljelytekniikan vaikutus satoon, viljelyvarmuuteen, jatkuvuuteen, laatuun jne. avoimessa kasvinviljelyssä

Kasvinviljely Pohjois-Ruotsissa

21) Kasvinvuorotus

- nurmen osuus monivuotisessa kasvinvuorotuskokeessa ja sen vaikutus satoon, laatuun, tautisuuteen, maan rakenteeseen (monokulttuuri, esikasviarvo)

22) Rikkakasvien torjuntakokeet

- mekaaniset ja kemialliset keinot monivuotisten rikkakasvien torjunnassa

Tuhoeläimet

23) Biologisten torjuntaohjelmien kokeileminen

24) Integroitu torjunta

Nematodit

25) Viljatutkimukset

- sellaisen kasvinvuorotuksen kehittäminen, jossa vahingot voidaan välttää

Sieni- ja bakteeritaudit

26) Integroitu torjunta

- tarkoitus vähentää kemiallisten aineiden käyttöä

27) Vaihtoehtoisia menetelmiä kemiallisille aineille

- mekaaniset ja fysikaaliset torjuntakeinot sekä antagonistiset mikro-organismit

Virustaudit

28) Terveen lisäysmateriaalin tuotanto

Resistenssijalostus

29) Pyritään löytämään resistenssilähteitä ja kehittämään valintamenetelmiä kasvitauti- ja tuhoeläinkestävyyden parantamiseksi

Kasvinsuojelu

- 30) Prognoosimetodien kehittäminen tärkeimmille tuholaisille

Ekologia ja ympäristöhoito

Pellon ekologia

- 31) Laaja yhteisprojekti (7-8 laitosta) selvittää 15 eri osaprojektin avulla pellon ekologiaa 6 eri viljelytavan puitteissa. Tärkeimmät kysymykset ovat typen kierto ja eri organismien osuus orgaanisen aineen hajoituksessa. Yhteistyö luonnonmukaisen viljelyn edustajien kanssa.

Kasvinviljely

- 32) Tuotteiden laatu ja säilyvyys tavallisessa ja vaihtoehdoisessa viljelyssä (aikaisemmin tehtyjen kokeiden laajentaminen)

Maaperä ja kasvinravitsemus

- 33) Ei-biogeenisten aineiden rikastuminen maahan ja vaikutus satoon
- 34) Typpi- ja energiatase kasvinviljelyssä
- 35) Typpi- ja energiatase sekä tuottokyky kiinteillä kenttäkokeilla (suuret koeruudut ja lysimetrikokeet)

Mikrobiologia

- 36) Sympioottinen typensidonta
- 37) Assosiatiiivinen typensidonta heinäkasveilla
- 38) Oljen hajoituksen mikrobiologiaa
- 39) Metaanitutkimukset (lannasta ja jätelietteestä)
- 40) Energiametsät. Lupiin ja lepän sympioottinen typensidonta
- 41) Mikrobiellit varastointitappiot eri lannoitus- ja viljelymenetelmissä

- 42) Pestisidien vaikutus maan mikroflooraan
- 43) Myksobakteerien sieniantagonistinen vaikutus
- 44) Yhteistoiminta: juuri ja juurivyöhykkeen mikro-organismit ja muut maaorganismit
- 45) Ruohojen endotroofinen mykoritsa

Taloustiede ja tilastotiede

- 46) Vaihtoehtoisen viljelymenetelmän taloudellisuustutkimukset
- 47) Vaihtoehtoisen viljelymenetelmän tuotteiden markkinatutkimus
- 48) Kokonaistaloudellinen vertailu: vaihtoehtoinen/ tavallinen viljelymenetelmä

Radiobiologia

- 49) Raakafosfaatin mukana kulkeutuvat radioaktiiviset aineet

Työtekniikka

- 50) Työympäristö kemiallisia aineita käsiteltäessä

Eläinfysiologia

- 51) Mykotoksiinit eri viljelymenetelmin tuotetuissa tuotteissa

Tässä yhteydessä työryhmä kehoittaa kiinnittämään erityistä huomiota tutkimuksiin, jotka selvittävät

- tuotteiden varastoimisominaisuuksia
- ravintoarvoa
- maatalouden energiantarvetta ja -tuotosta

Työryhmän mukaan eri viljelymenetelmiä vertailevilla kenttäkokeilla olisi erittäin suuri informaatioarvo, vaikka ne tuskin syventäisivät tietämystämme puhtaasti luonnontieteelliseltä pohjalta. Koska maataloustuotanto ilman typpilannoitusta ja torjunta-aineita poikkeaa täysin tämänhetkisestä tuotanto-

tekniikasta, on datapohja taloudellisiin analyysihin epätäydellinen, mikä puoltaa kenttäkokeiden järjestämistä. Jokainen menetelmä olisi testattava erilaisissa sää- ja maalajiolosuhteissa. Tämä johtaisi laajoihin koejärjestelyihin ja vaikeuksiin löytää vertailukelpoisia koealueita. Nykyinen ruutusysteemi ei liene myöskään riittävä. Parempi ratkaisu olisi tilakoossa tapahtuva vertailu, mikä taas johtaisi suuriin kustannuksiin.

ENGLANTI

Orgaanista viljelymenetelmää on Englannissa edistänyt Soil Association, jonka tuella on järjestetty laaja vertailukoe, the Haughley Experiment. Koe oli ensimmäinen ekologiset tekijät huomioonottava, tilamittakaavassa toimiva koe, jolla pyrittiin saamaan todisteita orgaanisten menetelmien väitetyille eduille. Kolmelle vierekkäiselle maa-alueelle perustettiin kyllin suuret koekentät, jotta voitiin toteuttaa viljelykierrot ja ravintoketjut maa-kasvi-eläin-ihminen useilla eläin- ja kasvisukupolvilla ja selvittää myös kumulatiiviset vaikutukset. Kokeissa karja syö vain oman yksikkönsä tuotteita ja kaikki jätteet palautetaan omalle yksikölle. Vilja ja palkokasvit tuotetaan omalla siemenellä ja kaikki sadot käytetään eläinten kautta. Ainoastaan karjataloustuotteet myydään. Lady Balfour (1978) arvostelee viljelymenetelmien vertaamista totutulla ruutukoemenetelmällä, joka hänen mukaansa ei kykene valaistamaan kaikkia biologisia riippuvuussuhteita kokonaisuudessaan.

Verratessaan kolmea eri viljelymenetelmää 1) runsaasti karjanlantaa käyttävää, 2) karjatonta ja 3) sekamuotoa, joka käytti sekä karjanlantaa että väkilantaa ja tarvittaessa torjunta-aineita Lady BALFOUR (1975 ja 1978) osoitti toiminnalliset erot kolmen eri menetelmän välillä: Runsas karjanlanta aiheutti selvän kasvun hidastumisen aikaisen kasvun periodina. Tänä aikana kasvit kehittivät intensiivisen juuriston, jonka avulla

kasvukauden lopulla maanpäällinen kasvu oli voimakkaampaa kuin muilla lannoitustavoilla. Toisena havaintonaan tekijä esittää, että sekamenetelmällä viljelmät tulevat riippuvaisiksi helppo-liukoisista väkilannoitteista. 30-vuotisessa kokeessa kotieläintuotannon todettiin olevan yhtä suuri eri menetelmillä, mutta rehunkulutus 12-15% alhaisempi silloin, kun rehu tuotettiin orgaanisilla lannoitteilla.

Orgaanisen viljelyn koetoimintaa harjoittaa Englannissa myös yksityinen säätiö, HENRY DOUBLEDAY RESEARCH ASSOCIATION.

SAKSAN LIITTOTASAVALTA

Saksan Liittotasavallassa on keskustelua vaihtoehtoisista viljelymuodoista ollut vilkasta. DLG (Die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft) kutsui eri viljelymenetelmien edustajia keskustelemaan vaihtoehtoisten viljelymenetelmien mahdollisuuksista. Jo pari vuotta aikaisemmin oli perustettu työryhmä pohtimaan teemaa: "Pitääkö nykyistä maataloutta kehittää entiseen suuntaan vai perusteellisesti muuttaa?". Työryhmät kokosivat aihetta käsittelevät esitelmät julkaisuiksi: Alternativen in Landbau (ANON. 1978) ja Alternativen zum gegenwärtigen Landbau (ANON. 1980b). Myös tieteellinen tutkimustoiminta on 1970-luvulla aloitettu useissa tutkimuslaitoksissa. Useimmat kokeet ovat vielä käynnissä eikä koetuloksia ole vielä käytettävissä.

Staatliche landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt, Augustenberg, ja Institut für biologischdynamische Wirtschaftsweise, Darmstadt, aloittivat kenttäkokeet yhteistyössä 1972. Kokeissa oli aluksi 4 myöhemmin 8 lannoituskoejäsentä: NPK, 2 kaupallista orgaanista lannoitetta, lanta + biodynamiiset preparaattit. Seuraavana vuonna kuhunkin kaksi porrasta. Toistoja oli 2, ruutukoko 25m². Kasvit peräkkäisinä (1972-76) vuosina: aikainen peruna+pinaatti-selleri-kaalirapi+salaatti-porkkana-punajuuri. Laatuksymykset ovat etualalla. Tulokset

julkaistaan vasta kokeen kestänyt useita vuosia.

Augustenberg

V. 1977 alkoi kenttäkoe, jossa tutkitaan mahdollisuuksia sopivan rinnakkaiskasvin avulla kasvinvuorottelussa vähentää lannoitusta. Astiakokein selvitetään typen käyttökelpoisuutta käytettäessä erilaisia orgaanisia lannoitteita kuten luoja jauhoa, verijauhoa, karvoja jne. sekä nitraatin kertymistä kasveihin orgaanisia lannoitteita käytettäessä.

Geisenheim Kompostikokeita (WEDLER 1978)

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenkunde,
Neuhof

V. 1973 alkoi vertailukoe, jossa koejäsenet olivat seuraavat:

- 1) Minimimenetelmä (biodynaaminen ilman preparaatteja)
- 2) Biologis-orgaaninen (karjanlanta, kem. torjunta-aineita vain tarvittaessa)
- 3) Integroitu (karjanlanta + väkilanta)
- 4) Maksimi (karjaton, voimaperäinen menetelmä, kemiallinen torjunta)

Kasvinvuorotus: sokerijuurikas, ohra, peruna, vehnä, kaura
Tulokset vasta usean vuoden toiston jälkeen.

Bundesanstalt für Qualitätsforschung pflanzlicher Erzeugnisse

on selvittänyt eri menetelmillä tuotettujen elintarvikkeiden ravintoarvon eroja. Orgaanisilla menetelmillä saadut pienemmät sadot ovat yleensä kompensoituneet korkeammalla ravintoarvolla (SCHUPHAN 1974), mutta kokeissa käytetyt suuret kompostimäärät eivät ole mahdollisia toteuttaa tilatasolla.

Hohenheimin yliopisto

Usean laitoksen yhteistyönä järjestetyssä, pitkäaikaiseksi suunnitellussa ja laajassa vertailukokeessa pyritään selvittämään konventionaalisen ja vaihtoehtoisten tapojen vaikutusmaan huoltokykyyn, kasvien kasvuun ja satoon, kasvien vastustuskykyyn, tuotteiden laatuun, eläinten terveyteen ja taloudellisuuteen. Kokeet alkoivat v. 1974 ja ensimmäiset tulokset on julkaistu väitöskirjana (FETSCHER 1979). Julkaisussa esitetään lannan, väkilannan ja näiden yhdistelmän vaikutus kasvuun ja satoihin kahdella eri lannoitustasolla ja kasvinvuorotuksella vuosina 1974-76 (koekaava liitteenä 2). Lisäksi selvitetään aikaisemman viljelyintensiteetin vaikutus, sekä astiakokeessa piipreparaatin vaikutus. Eräitä tuloksia kokeesta:

- orgaanisella lannoituksella viljakasvit kehittyivät hitaammin kuin väkilannoitteilla. Apilanurmeen lannoitustapa ei vaikuttanut
- orgaaninen lannoitus edisti tähkylöiden muodostumista, väkilannoitus tähkän pituutta
- orgaaninen lannoitus antoi 18,7% alhaisemman sadon kuin väkilannoitus. Tosin annettu kokonaistyyppimääräkin oli 30,6% alhaisempi.
- ennen koetta harjoitettu viljelyintensiteetti vaikutti tuloksiin merkittävästi
- ensimmäisenä koevuotena ei ollut rikkakasvien määrässä eroa biologisen ja konventionaalisen välillä. Ennen koetta lannoittamatta viljellyllä alueella^{oli} vähiten rikkakasveja, intensiivisesti viljellyllä eniten, varsinkin hukkakauraa.
- NPK-tase oli viljakierrossa positiivinen, koska sato oli suhteellisen alhainen. Apilanurmi-vilja-kierrossa P-tase oli positiivinen, mutta K-tase negatiivinen.

Orgaaninen lannoitus ei kyennyt peittämään apiloiden suurta kaliumin ottoa. Apilanurmessa typpeä akkumuloitui seuraavasti:

	Nkg/ha
Orgaaninen + väkilannoitus, alempi lannoitustaso	+0
Orgaaninen + väkilannoitus, korkeampi lannoitustaso	+60-100
Orgaaninen lannoitus, alempi lannoitustaso	30- 70
Orgaaninen lannoitus, korkeampi lannoitustaso	110-160

- biodynaamisen piipreparaatin vaikutusta tutkittiin astiakokeessa hiesuisella hiekalla ja hiesusavella. Vaikutus satoon oli positiivinen vain edellisellä maalajilla.

SVEITSI

Biologisen viljelyn tutkimuslaitos Oberwill Sveitsi

tutkii lähinnä kiinteän ja nestemäisen lannan ja kasvijätteen optimaalista käyttöä.

- 1) 10-vuotisessa tutkimuksessa verrataan orgaanista, konventionaalista ja biodynaamista viljelymenetelmää. Maa ja sato tutkitaan kemiallisin, fysikaalisin ja biologisin parametrein. Myöhemmin tehdään myös ruokintakokeita rehun fysiologisen arvon määrittämiseksi.
- 2) 3-vuotinen koe pestisidien käytön eliminoimiseksi
- 3) 5-vuotinen taloudellisuustutkimus alkoi 1976
- 4) Kerätään tietoja eri menetelmiä käyttäviltä lypsykarjataloilta

ITÄVALTA

Bundesanstalt für pflanzenzucht und Samenprüfung on toteuttanut vertailukokeen konventionaalisen ja biologis-orgaanisen lannoitusmenetelmän välillä vuosina 1966-75.

HOLLANTI

Hollannissa perustettiin v. 1971 valtion tuella toimiva komitea (Committee for Research into Biological Methods of Agriculture) selvittämään vaihtoehtoisia viljelymenetelmiä ja sitä, tarjoavatko ne paremman ratkaisun erikoisongelmiin kuin konventionaaliset menetelmät.

Komitea koostui maataloustutkijoista, biologeista ja vaihtoehtoisten viljelymenetelmien edustajista. R. BOERINGA laati 1976 ensimmäiseksi laajan selvityksen eri viljelymenetelmien eroista ja yhtäläisyyksistä (Alternative Landbauw Methoden). Tästä laajasta teoksesta ULBRICHT toimitti englanninkielisen lyhennelmän, joka ilmestyi sarjassa Agriculture and Environment (ANON. 1980a).

Hollannissa on muista maista poikkeavat mahdollisuudet aloittaa eri viljelytapojen vertailu mereltä vallatulla maalla, jolla lähtökohdat ovat kaikille samat. Tutkimukset on aloitettu 1970-luvulla tilakoossa. Polderalueelle on perustettu valtion toimesta kolme 25 hehtaarin tilaa; joita viljellään 1) orgaanisella menetelmällä, 2) väkilannoitteita käyttäen ja 3) molempia viljelytapoja yhdistäen. Tutkimuksiin ottavat osaa myös saksalaiset laitokset.

Tuloksia ei ole vielä paljon julkaistu. Kasvinvuorottelukoikeista saadut kokemukset osoittavat, että laajempi kierto on antanut suppeaa paremman sadon perunan, juurikkaan ja viljan viljelyssä. Esim. De Schreefin koetilalla juurikas antoi 5% suuremman sadon 1/6 kierrossa kuin 1/3 kierrossa (kerran kolmessa vuodessa) ja peruna 1/6 kierrossa 5% suuremman sadon kuin 1/4 kierrossa ja 10% suuremman kuin 1/3 kierrossa. Vilja antoi 10-20% suuremman sadon laajassa kierrossa (ANON. 1980a).

USA ja CANADA

Orgaaninen viljelysuunta on levinnyt paitsi Englantiin myös muihin englanninkielisiin maihin. Tutkijoiden uusi asenne orgaanisen viljelyn tutkimiseen on johtanut siihen, että lähes jokaisella tutkimusorganisaatiolla on joku projekti, jolla on merkitystä orgaanisten menetelmien kehityksessä. Usein kokeet kattavat jonkun osa-alueen, esim. lanta versus väkilanta, herbisidit versus muokkaus jne.

Rikkakasvien torjunnassa herbisidien ja mekaanisen torjunnan vertailu sekä monokulttuurissa että kasvinvuorottelussa (maissi, soija, vehnä) on osoittanut herbisidien hylkäämisen alentavan satoja 75% maissin monokulttuurissa, 10-20% soijan viljelyssä ja kasvinvuorottelussa, mutta vehnän viljelyssä ei eroja ollut (SLIFE 1973).

1970-luvulla on vaihtoehtoisten menetelmien tutkimukset aloitettu laajalla rintamalla, mutta tuloksia niistä on vasta niukasti. Seuraavassa luettelonomaisesti eräitä alan tutkimusta suorittavia laitoksia ja tutkimuskohteita:

University of Minnesota Experiment Station. Vuodesta 1971 lähtien vertailukokeita orgaanisen ja väkilannoituksen + herbisidien käytön kanssa. Näissä herbisidien hylkääminen on johtanut suuriin sadonalennuksiin (Oelhaf 1978).

Cornell

kokeita 1970-luvun alusta

The University of Iowa 5-vuotinen orgaanisen viljelyn koe

Meade Experiment Station, Nebraska, pitkäaikainen eri viljelymenetelmien vertailukoe käyttäen palkokasveja, lantaa ja kasvinvuorottelua. Koe perustuu samaan typpimäärään jokaisella ruudulla (100 lb/acre) (DEMME 1976).

McDonald College of McGill University, Canada, vuodesta 1975 vaihtoehtoisten viljelymuotojen koe, jossa selvitetään myös maan ja terveyden väliset vuorovaikutukset.

University of Maine aloitti vuonna 1976 eri menetelmien vertailun kasvien viljelyssä. Tutkimuksessa selvitetään myös merilevän merkitystä. Alustavien tulosten mukaan satoerot eri menetelmien välillä ovat pienet (EGGERT 1978).

New organic gardening experimental farm, Pennsylvania

- 1) Rinnakkainviljelyssä saatu edullisia tuloksia tyyppiäsi-
tovien kasvien ja viljan sekaviljelystä (maissi-soijapapu-
sato 44% suurempi sekaviljelynä kuin yksinään)
- 2) Typensidontakokeita (Azotobakteerikokeet)
- 3) Korkean ravintoarvon omaavia kasveja kehitetty viljelyyn
(Amaranthus)

The University of Nebraskas Experiment Station

Laaja vertailukoe (13 koejäsentä). Orgaanisella koejäsenel-
lä käytetään karjanlantaa, ei kemikaaleja.

4-vuotinen kierto: kaura/apila-maissi-soija-maissi

Colorado State University

Peruna-ohra kiertokokeessa satotaso nousi ja patogeenisten
organismien määrä väheni, kun oljet kynnettiin maahan.

College of Environment Science and Forestry, Syracuse, N.Y.

tutkii National Science Foundationin tuella lierojen ja mik-
roflooran käyttöä lietteen kompostoinnissa

Soil and Health Foundationin

rahoittama vertailututkimus (Steven Olson): orgaaninen-kon-
ventionaalinen viljely. 2-vuotisen kokeen tuloksena todetaan,
että sadot olivat yhtä suuret eikä vakavia hyönteistuhoja
esiintynyt.

Washington University, St Louis

Amerikkalaisista tutkimuksista eniten huomiota Euroopassa
saanut LOCKEREZin et al (1978,1980) selvitykset eri menetel-
mien energiantarvetta koskevista tutkimuksista. Verrattaessa

14 orgaanista ja 14 konventionaalista viljelyä harjoittavan tilan viljantuotantoa, orgaanisten tilojen satotaso oli 11% alempi, mutta ne käyttivät 40% vähemmän energiaa kuin tavalliset tilat. Työmenekki sen sijaan oli 12% suurempi, joten nettotuotoksissa ei ollut eroja. Tätä tutkimusta on arvosteltu seuraavin perustein (ALDRICH 1977): Tulokset perustuivat viljelijöiden antamiin tietoihin, viljelmien lukumäärä oli pieni, viljeltiin eri kasveja, eläinmäärät eivät olleet yhtä suuret, viljelijöiden ammattitaidossa oli eroja tai siitä ei tiedetty ja kokonaispinta-alat eivät olleet yhtä suuret.

University Illinois

ALDRICHIN (1977) mukaan paras vertaileva koe USA:ssa on vuodesta 1876 käynnissä ollut koe MORROW PLOTS, jossa verrataan maissi-soija-kiertoa maissi-kaura-heinä-kiertoon. Edellinen kierto on tyypillinen konventionaalille viljelylle, jälkimmäinen orgaaniselle. Menetelmän paremmuus riippuu siitä, mikä on arvosteluperiaate: 1) Rehun ravintoarvon perusteella konventionaalinen on todettu 7% paremmaksi, 2) ihmisravintona (vilja ihmisille, heinä eläimille) orgaaninen menetelmä 41% paremmaksi ja 3) saadun hinnan perusteella viimeisen 10 vuoden aikana konventionaalinen 43% paremmaksi. Koe on antanut aiheen seuraaviin johtopäätöksiin:

- 1) Typensidonta rehupalkokasvien muodossa säästää energiaa, mutta vähentää ruokaa
- 2) Konventionaalinen viljely muuttaa fossiilista energiaa ruoaksi enemmän kuin orgaaninen
- 3) Viljelyn laajaperäistäminen edellyttää huonojen ja jyrkien alueiden ottamista käyttöön, mikä taas lisää eroosiota

Eräänä esimerkkinä orgaanisen viljelyn menetelmistä tilakohdaisesti STEFFEN et al (1972) mainitsee, että 25-50 t/ha kompostoitua lantaa riittää useaksi vuodeksi.

Tutkimus Suomessa

Useissa eri yhteyksissä on valitettu vaihtoehtoisten viljelymenetelmien tutkimuksen puuttumisesta Suomen oloissa. Kuitenkin sekä Helsingin yliopiston että Maatalouden tutkimuskeskuksen piirissä on ollut ja on parhaillaan käynnissä lukuisia tutkimuksia, joiden tulokset kattavat jonkin osa-alueen tutkimustarpeesta. Seuraavassa luettelonomaisesti ne aiheeseen läheisesti liittyvät 59 tutkimusta, joiden tulokset auttavat pyrkimyksissä omavaraiseen maatalouteen. Selvitysten merkitystä lisää vielä se, että useimmat niistä tehdään samanaikaisesti monella eri koepaikalla.

Jätteen hyödyntäminen

- 1) Viemäriastian käyttö maataloudessa (1973-81)
MTTK: MKF, SAT, ESA, KES, EPO, PSA ja KPO
- 2) Terästeollisuuden jätekuonat (1979-83)
MTTK: KPO, KAI, PPO ja EPO
- 3) Asumisastian ja astelannan huuhtoutuminen (1980-86)
MTTK: MKF, PSA ja KAR
- 4) Teollisuusjätteen käyttötutkimus (1973-82)
MTTK: KES, SAH ja KYM
- 5) Metalliteollisuuden jätteen käyttö kalkitusaineena (1977-78)
MTTK: PPO, MTL, PKT ISO

Lyhenteet: MTTK=Maatalouden tutkimuskeskus, MTL=Maantutkimusosasto, MKF= Maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto, KVL= Kasvinviljelyosasto, KHL= Kotieläinhoito-osasto, LOU= Lounais-Suomen koeasema, SAT= Satakunnan koeasema, SAH= Sata-Hämeen koeasema, HÄM= Hämeen koeasema, KYM= Kymenlaakson koeasema, ESA= Etelä-Savon koeasema, KES= Keski-Suomen koeasema, EPO= Etelä-Pohjanmaan koeasema, KAR= Karjalan koeasema, PSA= Pohjois-Savon koeasema, KPO= Keski-Pohjanmaan koeasema, KAI= Kainuun koeasema, PPO= Pohjois-Pohjanmaan koeasema, LAP= Lapin koeasema

- 6) Jätevesien käsittely saostamalla ja maahan imeyttämällä (1978-88)
MTTK: HÄM
- 7) Puunjalostusteollisuuden jätelieimet märehitjän rehuna (1978-)
MTTK: KHL
- 8) Puunjalostusteollisuuden jätekuidun hyödyntäminen kotieläinrehuteollisuudessa
MTTK: KHL
- 9) Puunjalostusteollisuuden jätelieimet karitsoiden rehuna (1978-79)
MTTK: KHL
- 10) Lietteen monivuotinen vaikutus (1978-80)
MTTK: LOU

Suunnitteilla lisäksi

- 11) Einesteollisuuden jätteiden hyödyntäminen kompostoimalla; Kasvitautien aiheuttajat kompostissa
MTTK: KTL
- 12) Liettelannan hajuhaittojen poistaminen sekä turpeen, olkisolun, sahanpurun ja superfosfaatin vaikutus typen käytökelpoisuuteen kasveille
MTTK: MKF
- 13) Liettelannan levitysaika- ja tapakoe
- 14) Tuhka lannoitus- ja maanparannusaineena
- 15) Tuhkan ja viemärilietteen lisäyksen vaikutus
- 16) Masuunikuonan maanparannusarvon parantaminen

Maan huoltokyvyn säilyttäminen

- 1) Maanparannuskokeet (1959-84)
MTTK: KYM
- 2) Nurmen merkitys viljelykierrossa (1952-81)
MTTK: MKF

- 3) Monokulttuuri ja kuusivuotisten kiertojen vertailu (1963-79)
MTTK: KYM
- 4) Viljojen monokulttuuritutkimus (1963-81)
MTTK: KVL, SAT, LOU, HÄM, KYM, EPO, PPO ja LAP
- 5) Esikasvitutkimus (1964-81)
MTTK: SAT, LOU
- 6) Maan väsymyksen torjuminen monokulttuurissa (1973-88)
MTTK: PTL
- 7) Kasvinvuorottelututkimus (1979-95)
MTTK: KTL, MKF, TTL, PPO
- 8) Kesannon, juurikasvien ja kevätvehnän merkitys viljelykierrossa (1958-79)
MTTK: MKF
- 9) Olkien maahankyntö (1953-81)
MTTK: MKF, SAT, LOU
- 10) Viljelykiertokoe (1961-)
MTTK: LOU
- 11) NPK lannoitustarpeen ennakointi (1975-79)
MTTK: MKF, MTL

Maabiologia

Suomen Akatemian, Maa- ja metsätalousministeriön ja Suomen Itsenäisyyden Juhlavuoden Rahaston (SITRA) rahoittamana on vuodesta 1979 menossa biologisen typensidonnan tutkimus MTTK:ssa, Helsingin yliopistossa ja yksityisissä tutkimuslaitoksissa. Kasvinviljelypuolella selvitetään palkokasviviljelyn soveltamista maatilatalouteen ja mikrobiologian puolella typpitase viljelyn maan ekosysteemissä tavoitteena typpitaseen optimointi.

MTTK

- 1) Biologisen typensidonnan tutkimusprojekti (1979-82)
MKF
- 2) Yksivuotisten palkokasvien typensidonta (1978-81)
SAT
- 3) Nurmikasvien biologinen typensidonta (1979-82)
ESA, SAT, SAH
- 4) Apilapitoinen seosnurmi (1980-83)
PSA

Helsingin yliopisto

- 5) Eri tyypilähteiden vertailu nurmen viljelyssä (1979-)
- 6) Galega-tutkimukset (1978-)
- 7) Galegan, puna-apilan ja sinimailasen typensidonnan ja kasvun riippuvuus lämpötilasta
- 8) Rhizobium-kauppapreparaattien vertailu
- 9) Typensidonnan riippuvuus N-lannoituksesta ja kasvilajista
- 10) Uusien lajien N-sadon tuottamiskyky. Testataan rehusadon, siemensadon ja viherlannoituskyvyn suhteen
- 11) Palkokasvi + kaura: typpisato ja jälkivaikutus olkien kanssa ja ilman
Herne/papu + kaura: typpisato
- 12) Herne/kaura vuororiveissä

Lannoitus ja maan ravinnetila

- 1) Lannoitteiden hyötysuhteen parantaminen käyttämällä kalkitusta ja viljelykiertoa, johon sisältyy yhtenä kasvina palkokasvi (1971-86)
MTTK: HÄM
- 2) Puna-apilan kalkitus ja hivenlannoitus (1977-81)
MTTK: ESA, KES, EPO, KAR, PSA
- 3) Mikrobitoiminnan vaikutus mangaanin fraktioihin (1979-80)
MTTK: MT1

- 4) Biotiitti ja biotiittipreparaatti kalium- ja magnesiumlannoitteena
Helsingin yliopisto: Maanvilj. kemian laitos
- 5) Kompostoinnin vaikutus raakafosfaatin mobilisoitumiseen
Helsingin yliopisto: Maanvilj. kemian laitos
- 6) Maan lämpötilan ja olkien vaikutus urean typen käyttökel-
poisuuteen
Helsingin yliopisto: Maanvilj. kemian laitos

Energiataseen parantaminen

- 1) Auraton viljely (1979-88)
MTTK: MKF, LOU, SAH, SAT, HÄM, KYM
- 2) Yhdistetty muokkaus ja kylvö (1976-80)
MTTK: LOU
- 3) Energian säästöme netelmien kehittämisen kasvihuonevihan-
nesten tuotantoa varten (1980-84)
MTTK: PTL, MKF
- 4) Syysvehnä ilman kyntöä (1978-81)
MTTK: LOU
- 5) Peltojen käyttö polttohakkeen tuottamiseen
MTTK: HÄM
- 6) Ravinteiden säästötapakokeet (1975-85)
MTTK: HÄM
- 7) Nurmipalkokasvien viljelytekniikka (1974-79)
MTTK: MKF

Viljelytapakoe

- 1) Luontoisviljelykoe (1976-86)
MTTK: HÄM
- 2) Uudisviljelykoe (1975-85)
MTTK: HÄM

- 3) Kestävän ja voimaperäisen viljelyn vertailu
MTTK: KES
- 4) Kylvöajan merkitys porkkanan viljelyssä (1977-80)
MTTK: PTL, PKT, PPO, LAP
- 5) Viljelystä poistettavan pellon käyttö (1969-82)
MTTK: HÄM

Suunnitteilla olevat kokeet:

- 6) Maaperän biologisen aktiivisuuden vaikutus maan tuotto-
kykyyn
MTTK: MKF
- 7) Voimaperäisen, väkilannoitteita käyttävän ja orgaanisia
lannoitteita käyttävän (karjatila ja karjaton tila) vil-
jelymenetelmän vaikutuksen vertailu, kriteerinä maan kun-
non kehittyminen, kasvien terveys ja ravintoarvo sekä ta-
loudellinen tulos.
Helsingin yliopisto: Kasvipatologian laitos

2.4. Satoennusteet siirryttäessä vaihtoehtoisiin viljelymenetel- miin

Useissa maissa vaihtoehtoisen viljelytavan harjoittajat käyt-
tävät intensiivisiltä karjatiloilta ostettua lantaa ja bioteol-
lisuuden jätteitä, jotka ovat myös peräisin väkilannoitteilla
tuotetuista sadoista. Karjatilat ovat olleet tähän asti haluk-
kaita myymään lannan väkilannoitteiden halpuuden takia. Tämä
on luonut edullisen tilanteen ilman väkilannoitteita harjoi-
tettavalle maataloudelle. Jälkimmäisen alueen laajetessa ja
lannoitteiden hintojen kohotessa tilanne voi kääntyä toiseksi.
Tässä tilanteessa fosforin ja kaliumin riittävyys tulee muo-
dostumaan kriittiseksi tekijäksi. Näiden ravinteiden kierron
sulkeminen vaatii perusteellista muutosta yhteiskunnan orgaani-
sen jätteen käsittelyssä.

Useita ennusteita on esitetty siitä, mihin satotaso tulisi tulevaisuudessa ilman väkilannoitteita asettumaan. Synkimän ennusteen esittää hollantilainen työryhmä (ANON. 1980a). Ellei yhdyskuntajätteen uudelleenkäyttöä pystytä raskasmetallien ja myrkyllisten aineiden takia ratkaisemaan tyydyttävällä tavalla tai varmisteta pitkällä aikavälillä muuten kaliumin ja fosforin saantia, tulee satotaso laskemaan 20%:iin nykyisestä (ANON. 1980a). Jos näiden saanti on turvattu, palkokasvien avulla saavutettu taso voidaan olettaa tämänhetkiseen tietoon perustuen jäävän noin 35% alhaisemmaksi kuin nykyinen.

Työryhmän mukaan 35%:n lasku tuotantotasossa voitaisiin kuitenkin helposti eliminoida tarpeettoman kulutuksen, kotitalouksien ruoantuhlauksen ja eläinproteiinin käytön alentamisella ja lemmikkieläinten määrän vähentämisellä. Edellytyksenä vaihtoehtoisten viljelymenetelmien laajamittaiselle käytölle onkin perusteellinen asennemuutos kulutustottumuksissa. Näillä menetelmillä pystyttäisiin tuottamaan tarpeeksi ja terveellistä ruokaa ilman ylellisyyksiä. Se kykenisi tuottamaan välttämättömän (ANON. 1980a).

Ruotsissa maatalouskemiaan perustuvat tuotantopanokset ovat olleet ankaran arvostelun kohteena. Erityisesti tämä on koskenut kemiallisia torjunta-aineita ja typpilannoitusta. Terveydellisiin riskeihin ja ympäristöhaittoihin vedoten on ehdotettu näiden käytön rajoittamista. Tätä taustaa vasten on yritetty selvittää rajoitusten taloudellisia seurauksia. Koska maataloustuotanto ilman typpilannoitusta ja torjunta-aineita poikkeaa täysin tämänhetkisestä tuotantotekniikasta, tiedot taloudellisen analyysin pohjaksi ovat epätäydellisiä ja tulokset vain arvioita. Ruotsin Maatalouskorkeakoulussa menossa olevasta projektista "Kemiallisten torjunta-aineiden käytön rajoittamisen seuraukset", saatujen alustavien tietojen mukaan suurin vaikutus arvioidaan olevan herbisidien käytön poistamisella: arvioitu sadonalennus olisi syysviljoilla 12% ja kevätiljoilla 6%. Sokerijuurikkaalla arvioidaan työmenekin lisääntyvän 90-100 t/ha/a, jos satotaso pidetään muuttumatto-

mana (ANON. 1980d). Fungisidien käytön lopettaminen aiheuttaisi viljan satotason alenemisen 5-10% kuitenkin edellyttäen syysviljojen peittäystä. Ilman insektisidejä vaikeutusi ennen kaikkea öljykasvien viljely niin että taloudellinen viljely olisi mahdotonta. Ratkaisuksi on esitetty aluejakoa kolmeen, jolloin vain joka kolmas vuosi viljeltäisiin öljykasveja samalla alueella. Kevätviljan ja sokerijuurikkaan sadonalennus arvioidaan ilman insektisidejä 15-25% vaikeissa olosuhteissa. Kemiallisten torjunta-aineiden totaali kieltö aiheuttaisi 1,5-2 miljardin kr tappiot.

Typpilannoitteiden käytön vähentämisen esim. puoleen johtaisi arvioiden mukaan perusteellisiin muutoksiin tuotannossa. Mm. se aiheuttaisi häiriöitä optimimaankäytössä, jolloin olisi tarpeen ottaa huonotkin alueet rehun tuotantoon. Edelleen myös muista tuotantovälineistä saatava hyöty alenisi. Tämän tapaiset toimenpiteet johtaisivat arviolta 2 miljardin kr lisäkustannuksiin (ANON. 1980d).

Amerikkalaiset arviot ovat samansuuntaisia kuin hollantilaiset: Nykyisen viljelysteemin muuttaminen orgaaniseksi alentaisi satoa 32% verrattuna 70-luvun puolivälin satoihin (ALDRICH 1977). Alennus ei koskisi niinkään viljelijöihin, koska kustannukset samalla alenisivat, vaan lähinnä kuluttajiin, ruuan hinnan jyrkkänä nousuna.

Orgaanisen viljelyn uranuurtajan Lady BALFOURIN (1978) mukaan intensiivinen viljely on ainoa toivo ruokkia lisääntyvä väestö, ja se on omaksuttava tahdoimmepa tai ei. Kuitenkin ennen pitkää modernin viljelytekniikan valtavasti kasvattama uusiutumattomien energiavarojen käyttö ja ympäristöhaitat aiheuttavat romahduksen. Siksi on vakava syy tutkia vaihtoehtoisten viljelymuotojen potentiaalista kestävyyttä.

Voidaan vain arvioida, mihin satotaso asettuisi meillä ilman väkilannoitteita. Täksi perustaksi ei kuitenkaan voida ottaa aikaisempien kokeiden O-lannoituksen satotasoa, koska näille koejäsenille ei ole palautettu mitään. Myöskään 1920-30-luvun karjanlannalla saadut tulokset eivät ole käyttökelpoisia uusien lajikkeiden ja teknologian vaikutuksen vuoksi. Jonkinlaista taustaa ne kuitenkin antanevat. Seuraavassa taulukossa esitetään virallisesta tilastosta poimitut vuosien 1920 ja -29 keskisadot. Tuohon aikaan väkilannoitteiden käyttö oli erittäin vähäistä. Vertailun vuoksi näiden arvojen ohella esitetään vuosien 1974-77 satojen koetuloksista estimoituja nollalannoitussatoja vastaavat regressiokertoimien arvot yhtälöstä $Y = a + bN + cN^2$, missä N=typpimäärä (HEIKKILÄ 1980). Ne lienevät liian suuria, koska maassa on yleensä jäljellä edellisten vuosien lannoituksen vaikutusta. Mm. rukiin keskimääräinen sato v. 1979 on tätä selvästi pienempi.

Keskimääräiset sadot vuosina 1920 ja 1929 sekä O-lannoitustasoa vastaavien regressiokertoimien suurimmat ja pienimmät arvot 1974-77 ja vuoden 1979 keskisadot.

	1920	1929	1974-77		1979
			min a	max a	
Ruis	1080	1301	2086	2603	2081
Kevätvehnä	950	131	1116	1957	2101
Ohra	1000	1222	1610	2899	2606
Kaura	1000	1186	2058	3138	2844
Heinä	1860	2529	3045	3089	

Energian säästäminen ravitsemuspoliittisin keinoin

Viimeisten vuosikymmenien aikana ravintomme eläinvalkuaisen osuus koko valkuaisen määrästä on lisääntynyt lihan kulutuksen suurenemisesta ja viljatuotteiden kulutuksen vähentymisestä johtuen nopeasti. Tämän suuntauksen on ennustettu edelleen jatkuvan. Tämä on nykyisen kotieläintuotteiden ylitarjonnan kannalta ollut suotuisa suunta. Nykyinen ravintohuoltomme on kuitenkin niin herkästi haavoittuva, että olisi ajoissa pyrittävä suuntaamaan kulutusta vähemmän energiaa vaativiin ruoka-aineisiin. Esim. samaa energiamäärää vastaavan naudanlihamäärän tuottamiseen tarvitaan viljatuotteeseen verrattuna lähes 15-kertainen pinta-ala ja saman valkuaismäärän tuottamiseen noin 4-kertainen pinta-ala (ANON. 1978b). Helposti satokaudesta toiseen säilyvien viljatuotteiden kulutus olisi omiaan vähentämään elintarvikehuoltomme häiriöalttiutta. Jos esim. ravinnon valkuaismäärää pienennettäisiin noin 10%:lla merkitsisi muutos nykyisellä tuotantotasolla n. 20.000 peltohehtaarin vapautumista muuhun tuotantoon (REINIKAINEN 1979). Verrattaessa viljapainotteista ravitsemuksellisesti riittävää kriisiajan ravintoa nykyisiin kulutuslukuihin, voidaan todeta siinä korjautuvan kaikki tämän hetken ruokavaliomme vinoutumat: rasvan ja sokerin liikakäyttö, kivennäisaineiden niukkuus ja keskinäinen tasapainottomuus sekä kuidun puute (KURKELA 1980).

	NYKYINEN KULUTUS	kg/a	KRIISIAJAN RUOKA (KURKELA 1980)
Viljatuotteet	92		182
Peruna ja juurekset	70		73
Porkkana			18
Liha, munat, kala	93		
Maitotal. tuotteet	276		109
Voi, margariini	20,5		
Juusto	6,8		
Jäätelö	8,5		
Sokeri	37		
Hedelmät ja marjat	73		
Vihannekset	35		

2.5. Ravinnon riittävyys siirryttäessä vaihtoehtoisin viljelytapoihin

Suomessa ei ole tutkimuksin selvitetty mitä merkitsisi, jos koko maan mittakaavassa siirryttäisiin vaihtoehtoisin viljelymenetelmiin. Edellyttäen, että ulkomaiset arviot sato-tason alenemisesta (35%) pitävät paikkansa, päädyttäisiin Suomen oloissa karkeasti laskien siihen, että minimiruokamäärän (KURKELA 1980) tuottamiseen ihmisille tarvittaisiin 32% (Taul. 5) nykyisestä peltoalasta (2,589 milj.ha 1979). Kriisiajan ruokavalio koostuu pääasiassa neljästä ruoka-aineryhmästä: viljasta, perunasta, juureksista ja maidosta. Se merkitsisi viljatuotteiden nykyisen kulutuksen kaksinker-taistamista ja maitomäärän pudottamista puoleen nykyisestä. Muita maitotaloustuotteita, lihaa, kasvihuonevihanneksia tai muita ylellisyyksiä kriisiajan ruoka ei sisällä.

Taul. 5. Väestön tarvitsema minimiruokamäärä ja sen vaatima peltoala kriisiaikana. ^{1, 2)}

	Kriisiajan ruoka	ha-sato	ha
Viljatuotteita	819 milj.kg	2.090	391.900
Perunaa	328 "	15.790	25.300
Porkkanaa	81 "	22.776	3.556
Maitoa	490,5 milj. l		<u>111.500³⁾</u>
			532.256 ha
		Satotaso 80%	665.320 ha
		Satotaso 65%	818.860 ha

1) KURKELA 1980

2) Suomen virallinen tilasto

3) 490,5 milj.ltraa maitoa = 114.000 lehmää a 4.400 l/v
rehuntarve 3.000 ry/lehmä, rehuntuotto 3.000 ry/ha

3. Tutkimuksen tarve

Tällä hetkellä tärkeimpien maatalouden tuotantopanosten, energian ja lannoitteiden, saanti on lähes kokonaan tuonnin varassa. Vaikka tulevaisuudessa kaliumin ja fosforin omavaraisuutta pystytään huomattavasti lisäämään ja siirtymään typen valmistuksessa vaadittavan energian suhteen turpeen varaan, nämä tuotantopanokset ovat kuitenkin uusiutumattomia luonnonvaroja, joiden käyttömahdollisuudet saattavat osoittautua pysyvästi niukoiksi. Myös useimmat maatalouden koneistuksen ja teknologiaan liittyvät investoinnit ovat riippuvaisia uusiutumattomien luonnonvarojen häiriytymättömästä saannista.

Samalla kun tuotantomme riippuvuus energian ja muiden tuotantopanosten riittävydestä ja ulkomaisesta saannista on kasvanut, on myöskin riski tuotantotoimenpiteiden haittavaiikutuksista maatalousympäristölle lisääntynyt. Tästä syystä olisi tutkittava tuotantomenetelmiä, jotka olisivat sekä energiaa säästäviä että ekologisesti kestäviä.

Ei ole kuitenkaan tehty selvitystä siitä, mikä on tuotostaso silloin, kun tuotantopanokset on alennettava minimiin luonnonvarojen ehtymisen tai kriisitilanteesta johtuvan energiansaannin vaikeutumisen vuoksi.

Tutkimuksella olisi selvitettävä, voidaanko kriisiajan tuotantoedellytyksillä päästä sellaiselle tuotostasolle, että riittävä huoltokyky voidaan saavuttaa ja sellaisiin tuotantokustannuksiin, että viljelijä voi perheyriytyksenä saada kohutuullisen toimeentulon.

Kriisiajan tuotantoedellytykset tarkoittavat energian ja ravinteiden suhteen mahdollisimman omavaraista kiertoa, jossa pyritään tehostamaan ravinteiden palautusta eli jätteiden hyväksikäyttöä ja jossa kiinnitetään huomiota sellaisten kasvien

valintaan ja olosuhteiden luomiseen, jotka edistävät biologista typensidontaa. Se taso, mille sato pitkän ajan kuluessa asettuu ja keinot, joilla se voidaan varmistaa, ovat tarpeellista tietoa silloin, kun pellon ravinnetase on tasapainoitettava selvästi nykyistä alemmalle tasolle. Kun tällaista tietoa lähdetään hankkimaan, vertailu on syytä suorittaa nykykaiseen voimaperäiseen viljelytapaan, jossa palauttaminen on puutteellista ja ravinteiden hukkaantuminen korvataan väkilannoitteilla.

Viljelymenetelmien vertailussa eräinä tärkeimmistä arviointiperusteista olisivat mm.

- maan tuottokyvyn säilyminen (satotaso indikaattorina)
- suoraan ihmisravinnoksi kelpaavan sadon määrä
- sivutuotteiden hyödyntämismahdollisuus
- viljelmän ulkopuolelta hankittavien ravinteiden määrä
- työn käyttö ja
- liiketaloudellinen tulos

3.1. Maan tuottokyvyn säilyttäminen

Maan biologinen aktiivisuus riippuu helposti hajoavan orgaanisen aineen määrästä maassa. Yksipuolisessa viljanviljelyssä orgaanista ainetta ei jää riittävästi maahan, varsinkin jos olki ja muut kasvijätteet poltetaan tai poistetaan pellostä. Seurauksena on biologisen aktiivisuuden aleneminen ja maan rakenteen huononeminen sekä maalevinnäisten sienitautien lisääntyminen.

Tehokkaimmat keinot saada orgaanista ainetta on palauttaa kasvi- ja eläinjätteet ja viljellä kasvia, joka jättää runsaasti juurimassaa. Runsaasti juurimassaa jättävää nurmiviljelyä harjoitetaan vain karjataloilla. Näillä tiloilla maan tuottokyky nurmen ja karjanlannan ansiosta ei ole laskenut yhtä paljon kuin yksipuolisessa viljanviljelyssä. Nurmiviljelyn käytön esteenä kasvinvuorottelussa on eri viljelymuotojen epätasainen

alueellinen jakautuminen, karjatalous ja viljanviljely keskittyvät eri puolille maata. Tasaisesti jaettuna nykyinen karjamäärä olisi noin 1,2 ny/ha (2,589 milj.ha, 2,2 milj.ny Suomen virall. tilasto III:78 1980).

Tutkimustarve on suurin siellä, missä viljan monokulttuuri on vallitseva. Kysymys onkin siitä miten säilyttää maan viljavuus ilman karjanlantaa. Suomessa on tutkittu hyvin vähän typensidonnan ja vihanta- ja kompostilannoituksen vaikutusta viljanviljelyn satotasoon, maahan ja taloudelliseen tulokseen viljeltäessä ilman väkilannoitteita.

Kasvinvuorotuksen eduista maan tuottokyvylle ja tautien ja rikkakasvien torjunnassa on lukuisia tutkimustuloksia sekä väkilannoitteita käyttävästä että biologiseen typensidontaan tukeutuvasta viljelystä (VIRTANEN 1935 (LIITE 3), VIRRI 1953, SALONEN ja HONKAVAARA 1954, PAATELA 1967, TAKALA 1971, TEITINEN 1978).

Palkokasvien merkitys omavaraisessa viljelyssä

Laaja biologisen typensidonnan mahdollisuuksia ja tutkimus-tarvetta koskeva projekti on parhaillaan käynnissä ja siitä saatavat tulokset saattavat ratkaisevasti edistää omavarai-sen viljelyn mahdollisuuksia.

Palkokasvien viljelyarvoa omavaraisen typpitalouden lisäksi nostaa hyvä esikasviarvo. Jälkivaikutus riippuu kasvilajis-ta (Taul. 3).

Taul.3. Eri palkokasvien sitoman typen määrä ja jälkivaikutus viljakasviin. Tulokset keskiarvoja kahdesta kokeesta, jois-sa molemmissa on viisi kertaa vuorotellut palkokasvi-vilja-kasvi (Russell 1973 ref. VARIS 1979).

	Sadon mukana poistuva typpi kg/ha		Typen lisään- tyminen tai vähentyminen maassa kierron aikana kg/ha	Palko- kasvin sitoma typpi kg/ha	Palkokas- via seu- raavan viljan sato kg/ha
	Palko- kasvi	Vilja- kasvi			
Sinimai- lanen	335	74	136	505	2920
Apila	140	57	129	290	2440
Mesikkä	190	57	94	300	2370
Soijapapu	197	32	-9	180	1480
Härkäpapu	115	28	-22	80	1330
Vilja joka vuosi	-	25	-11	-	1090

Palkoviljat ovat nurmipalkokasveja heikompia esikasviarvoltaan, koska siemenen alkaessa muodostua juurinystyröiden typensidon-ta lakkaa. Kaikkien palkokasvien juuristo on kuitenkin hyvää ravintoa maamikrobeille, mikä edistää maan biologista aktiivi-suutta. Esim. puna-apilan jättämä juurimassa on noin 4200kg

ja sinimailasan 5200kg/ha (KOPONEN 1980). TEITTISEN (1966) kokeissa puna-apilan tyyppiä hyödynnettiin timoteinurmessa ja sen jälkeen kasvaneessa nurmessa 210kg/ha.

ELOSEN (1979) arvioiden mukaan koko viljelyalueen typpitase muodostuu seuraavasti:

<u>Typen saanti</u>	kg/ha	<u>Typen otto ja hävikit</u>	kg/ha
väkilannoitus	70	satotuotteet	60-65
karjanlanta	30	tappiot	55-60
oljet, varret, naatit	10		
kylvösiemen	3		
sadevesi	4		
biol. typensidonta	<u>3</u>		
Yht.	120	Yht.	120

ELOSEN mukaan realistinen tavoite on apilaviljelyalan nostaminen 25%:iin nurmialasta, mikä merkitsisi biologisesti sidottuun typen määrän lisääntymistä 10 kilolla. Vähintään yhtä hyvään tulokseen päästään vähentämällä typen häviöitä.

VARIKSEN (1979) mukaan biologinen typensidonta on nykyisin noin 2-8kg N/ha. Typen kiertokulku viljatililla on seuraavanlainen:

- Vapaat typensitojat 8kg N + sade 2kg N + maasta 46kg N + lannoitus 90kg N = 146kg N
- Hävikit 30kg + kasvin biomassassa 116kg N (jyväsato 70kg N, oljet 46kg N) = 146kg N

Jos oljet kynnetään maahan (46kg N), systeemi on tasapainossa. Karjatilalla laskelman mukaan 125kg N/ha lannoituksella typpikertymä olisi 10kg N (100kg humusta).

Karjatilojen nurmirehun tuotannossa on VARIKSEN mukaan realistisia mahdollisuuksia omavaraiseen typpitalouteen palkokasvien ja huolellisen lannanhoidon avulla. Monivuotisten nurmien lisäksi voidaan käyttää yksivuotisia palkokasveja: herne, virona, persianapila.

Viljatilojen ja teollisuuskasvien typpihuolto biologisin menetelmin ei Variksen mukaan ole vielä mahdollista palkoviljojen suppean viljeyalan takia ja myöskin viherlannoituskasvien käyttömahdollisuudet ovat kasvukauden lyhyiden vuoksi pienet. VARIS (1979) arvioi viljan alla kasvavan palkokasvin tuottavan 20-40kg N/ha. Muita mahdollisia palkokasveja ovat matalat lupiinit ja serradella. Suomen Akatemian projektin puitteissa selvitetään kysymystä.

Aiemmin esitetyt lupaavat ruotsalaiset viherlannoituskokeet (EBBERSTEN 1980), jotka poikkesivat klassillisesta viherlannoituksesta (kasvi käytetään kasvupaikallaan) siinä, että käytetty sinimailanen kasvatettiin muualla, antavat aiheen kokeilla em. lisäksi myös muita kasveja viherlannoituksena, esim. savikkaa, nokkosta, pufjoo.

3.2. Ihmisravinnoksi kelpaava sato

Pyrkimys omavaraiseen tuotantoon merkitsee tuotantopanosten pienenemistä nykyisestä. Näissä olosuhteissa kasvivalinnan ja kasvinvuorottelun entistä tärkeämpiä kriteereinä on saada mahdollisimman paljon suoraan ihmisravinnoksi kelpaavia tuotteita mahdollisimman hyvillä hyötysuhteilla. Kriteereinä käytetään saatua energiamäärää ja valkuaismäärää verrattuna energiapanokseen. Parhaita energiantuottajia Suomen peltoviljelyssä ovat sokerijuurikas, peruna, ja syysvehnä. Taulukossa on esitetty vertailu energian ja valkuaisen tuotantoon tarvittavasta pinta-alasta maan keskimääräisen tuotostason keskiarvoina (ANON. 1978b).

	Pinta-ala 10 000 kWh tuottamiseen	kg lisä- valkuaista	pinta-ala 100kg val- kuaisen tuottami- seen	kg lisä- valkuaista
	ha		ha	
Peruna	0,75		0,32	
Vehnä	0,85		0,27	
Ohra	0,95		0,34	
Kaura	1,0		0,34	
Ruis	1,2		0,43	
Rypsi	1,35		0,29	
Maito	3,8	300	0,9	70
Sianliha	6,1	1600	1,5	400
Kananmunat	8,5	1300	1,3	200
Broilerin- liha	11,4	2800	1,0	250
Naudanliha	14,3	1100	1,4	185

Kotieläintuotannon rehuhyötysuhteet ovat alhaiset. Esim. maidontuotannossa energiahyötysuhde on 17% ja valkuaisen 25%, naudanlihantuotannossa vastaavasti 5% ja 13%.

Viljasta ravintona kilpailevat ihmisen kanssa broileri, sika, kana ja viljaan perustuva maidon ja naudanlihan tuotanto. Lihasian rehun kokonaisenergiasta soveltuu ihmisravinnoksi 60-90%, lihakanan 60-80%, lihavasikan 70-95% ja lypsylehmän (8000 kg/v) 15-30%. Vehnä ja ruis menevät yleensä suoraan ihmisravinnoksi, ohra ja kaura rehuksi. Jälkimmäisten hyväksikäytössä on suuria eroja riippuen käyttötavasta. Esim. jos ohra jalostetaan kokonaisuudessaan lypsylehmän kautta, ihminen voi käyttää ohran kokonaisenergiasta vain 53%. Jos sen sijaan käytetään ohran ydinosa (50%) suoraan ihmisravinnoksi, ja jauhatusjäte (50%) maidontuotantoon, nousee ohran energian hyväksikäyttö 71%:iin (SYRJÄLÄ 1980).

Maan tuottokyvyn ylläpitämiseksi on välttämätöntä sisällyttää kasvinvuorotukseen apilanurmea. Kriisiajan varalta tutkimuksen täytyisi selvittää optimisuhte maan tuottokyvyn säilymisen kannalta välttämättömän nurmiosuuden ja mahdollisimman paljon suoraan ihmisravinnoksi kelpaavan kasvivalikoiman välillä. Karjattomassa viljelyssä on eräänä mahdollisuutena lehti- valkuaisen eristäminen ihmisravinnoksi. Englannissa tehdyn tutkimuksen mukaan tulokset ovat energian käytön kannalta edulliset (DOUGALL 1980, LIITE 4).

Tässä tutkimuksessa kasvimassasta puristetusta mehusta erotettiin valkuainen. Jättemehu ja puristettu kasvimassa käytettiin rehuksi ja polttoaineeksi ja valkuainen ravinnoksi ihmisille, sioille tai siipikarjalle.

Verrattavat systeemit olivat:

1. syysvasikat ruokittuina laitumella ja säilörehulla
2. tehokas lampaanlihan tuotanto
3. maidontuotanto
4. syysvehnä
5. broilerituotanto

Tulokset osoittivat, että lehtivalkuaisen valmistus vaati apuenergiaa pinta-alayksikköä kohti enemmän kuin muut systeemit lukuunottamatta ruohon keinokuivatusta, mutta tuotti paljon enemmän raakavalkuaista apuenergiayksikköä kohti kuin muut systeemit vehnää lukuunottamatta (LIITE 4).

3.3. Jätteen palautus

Maatalouden suurimman jäteryhmän muodostavat oljet ja naatit. Olkien energia-arvo on suurempi kuin koko peltoviljelyn energia-panos ja se on noin 30% peltoviljelyn tuottamasta energiasta. Oljen potentiaalisimmat käyttöalueet ovat tällä hetkellä karjatalous ja energiankäyttö. Arvio korjattavissa olevan olkisadon käytöstä v. 1978: maahankyntö 82%, kuivike 14%, rehu 3% ja polttoaine 0,6% (ORAVA 1979). Oljen vaihtoehtoisten käyttö muotojen vertailu:

Oljen energia-arvo: Keskim. hehtaarisato (2,2t) vastaa lämmityksessä öljyä 490 l (ORAVA). Tämä energiamäärä vastaisi 326kg typpimäärän tuottamiseen tarvittavaa energiaa (1kg N valmistaminen vaatii 1,5kg öljyä vastaavan energiamäärän). Oljen oma typpipitoisuus on noin 0,7% eli 15,4 kg/ha korjattavassa määrässä. Omavaraiseen viljelyyn siirryttäessä kaikki orgaaninen jäte on välttämätöntä maan tuottokyvyn ylläpitämiseen, joten energianlähteeksi lämmitykseen sitä tuskin on varaa käyttää.

Maahankyntö: Asiaa selvittävät kokeet ovat nuoria. Ensimmäinen vielä jatkuva koe aloitettiin 1953. JAAKKOLAN (1977) mukaan ei ole selviä vaikutuksia vielä havaittavissa. Useat selvitykset osoittavat kuitenkin oljen olevan edellytys maan biologiselle aktiivisuudelle ja maan tuottokyvyille (LARSSEN et al 1972, NIKLAS 1975, BOGUSLAWSKI 1977, JAAKKOLA 1980).

Olki kuivikkeena sitoo vettä 265kg/100kg ja parantaa lannan palamista. Kuivikkeiden käytön on todettu vaikuttavan edullisesti eläinten terveyteen ja viihtyvyyteen. Käyttöä on vähentänyt suuri työmenekki ja lietelantaloiden yleistymisen. Siirryttäessä omavaraiseen viljelyyn tämän käyttömuodon merkitys kasvaa.

Olki rehuna. Oljen rehuarvon parantamismenetelmät ovat lisäämässä sen käyttömahdollisuuksia. Saatava taloudellinen hyöty ei kuitenkaan ole vielä kiistaton. Rehuksi käytettäessä olki palautuu lantana.

Olki kompostin aineena. Jos kompostoitua ainetta aiotaan käyttää maanparannusaineena, hiilen ja typen suhteen on oltava sopiva. Jos hiiltä on paljon, mikrobit lisääntyvät voimakkaasti ja sitovat typen. Suositeltu C:N-suhde on 10-30:1. Oljessa suhde on 100:1, joten hajoitus vaatii typpeä 4-8kg ja fosfaattia 5-20kg olkitonnia kohden (HOVI 1979). Keskimääräinen olkisato hehtaarilta (2,2t) sisältää typpeä vain noin 15kg, mutta jos olki kompostoituna tai maahan kynnettyinä edistää biologista typensidontaa, sen merkitys omavaraisessa maataloudessa kasvaa.

Lannoitukseen käytetyn karjanlannan ja virtsan ravinteiden hyväksikäyttöaste on oloissamme vain noin 20%. Talteenottoa parantamalla voitaisiin hyöty nostaa 2-3-kertaiseksi. Lehmän ulosteiden ravinteiden määrä on vuodessa keskimäärin 75kg typpeä, 12kg fosforia ja 24kg kaliumia. Tämä vastaa lannoitteiden valmistuksessa noin 1600-1700 kWh energiaa. Jos ravinteet pystyttäisiin käyttämään täysin hyväksi, se vastaisi esim. typen osalta lähes puolta nykyisin käytetystä väkilannoitetypen määrästä (ANON. 1978b).

FAO (1975, 1978) on julkaissut laajoja selvityksiä orgaanisen aineen käytöstä lannoitteena ja merkityksestä maan tuotokyvylle.

Jätteiden arvosta ravinteiden lähteenä ja maanparannusaineena on tehty tai on käynnissä lukuisia selvityksiä (esim. JOKINEN 1979, JAAKKOLA 1979, 1980, KOISTINEN 1979, KOSKELA 1978).

Seuraavassa luettelo muista jätteistä, joiden palautusta ja käyttöä tehostamalla voitaisiin parantaa omavaraisen maatalouden toteutumista:

	<u>1000 t/a</u>
Kuorituhka	36-90
Turvetuhka	3 (1973), 8 (1975) ⁵⁾
Kivihiilituhka	318
Sulfiittijätel. tuhka	68
Metalli- ja vuoriteoll. kuonat	600
Kalkki- ja sementtiteoll. pöly	50
Puunkuorijäte	1000
Jätevesiliete (NPK=3,5-2,5-0,5%) n. 30kg/as./a	135
Teurasjätteet	11
Luut	13
Kalanperkausjäte	1,2
Tärkkelysteoll. sivutuotteet ja hed.vesi (1,6% N)	20 40
Melassileike ja melassi	86
Liejukalkki (45% Ca-karb.)	25
Myllyteoll. jäte	6
Naatteja, juurikas 50% sadosta ⁴⁾	425
Varsia, peruna 50% "	368
(1980) herne 60% "	6

Muut bioteollisuuden ja maatalan kompostoitavat sivu- ja jätetuotteet: viljan, hedelmien, marjojen, kasvisten jne. puhdistusjätteet, meijeri-, panimo- ja mallasteollisuuden jätteet.

1) LATOSTENMAA 1977

2) SITRA 1972

3) KEMIRA 1979. Tuhkan käyttö lannoitteena ja maanparannusaineena

4) VARIS 1979

5) arvio 1985 100.000 t/a

Sisäasiainministeriön tekemän arvion mukaan jätteiden arvioi-
dut kokonaiskertymät 1970-luvun lopussa ovat eräiltä osin
huomattavasti edellistä arviota suuremmat.

Jätelaji	1000 t/a	Lähteet
Metallipitoiset kuonat	700-800	metallien perusteol- lisuus
Tuhka ja kuona	900-1000	puujalostusteollisuus, voimalaitokset
Elintarviketeoll.jätteet ⁵⁷⁰ (biologisesti hajoa- vat jätteet)	280-300)	elintarvike- ja panimo- teollisuus sekä teuras- tamot
Kuorintajäte	2500-3000	kemiall. metsäteollisuus
Kemikaalijätteet	1100-1200	kipsi ja rautasulfaatti
Kaivosteoll. jäte	9300	kaivostoiminta
Malmin rikastusjäte	4700	kaivostoiminta
Olki	1700	maatalous
Lanta (kuiva-aineena)	2350	maatalous
Lietettä(kuiva-aineena) ¹⁾	120	jäteveden puhdistamot

Jätevesilietteen ravinnemäärät vastaavat hehtaaria kohden
typpeä 1,8kg, fosforia 1,3kg ja kaliumia 0,3kg (koko peltoala).
Orgaanisten jätteiden käytöstä on hyviä tuloksia samoin kuori-
humuksen käytöstä maanparannusaineena ja lannoitteena. LARPES
(1974) on todennut 150m³/ha kuorihumusta parantavan hiesumai-
den ominaisuuksia ja HUOKUNA (1979) kuorijäte + -tuhka dolomiit-
tikalkituksen kanssa parantavan Tapa-puna-apilan satoa ratkaise-
vasti.

Tutkimukset osoittavat kompostoinnin verrattuna levitykseen tuo-
reena vaikuttavan edullisesti orgaanisen jätteen tehoon lannoit-
teena. Suomen Akatemian tutkimusprojektissa selvitettiin puun-
kuoren ja jätelietteen maatumisen biologiaa. Tulokset osoit-
tivat typpirikkaan jätevesipuhdistamo-lietteen (C/N=10) ja typ-
piköyhän puunkuoren (C/N= 80-90) kompostoinnin yhdessä anta-
van tulokseksi mullan, jonka sato oli 30% suurempi kuin näiden
tuoreen seoksen antama sato.

1) 25-35kg ka/henkilö

3.4. Tuotos/panos-suhteen parantaminen

Koska maatalouden energiankulutuksesta suurin osa johtuu lannoitetyypin valmistuksesta, huomattavia energian säästöjä voidaan saavuttaa, jos tuotannon työntarve tyydytetään välittömästi ilmakehästä tapahtuvalla typensidonnalla. Jos tyydytetään kohtuulliseen satotasoon, tuotos/panos-suhdetta voidaan nostaa 2-7-kertaisesti alentamalla energiapanosta biologisella typensidonnalla, kuten englantilaiset vertailut osoittivat. LAIDLAWin ja WRIGHTin (1980) kokeissa vertailut tehtiin samalla tuotostasolla. Valkoapilanurmelta saatiin sama sato kuin 150 kilolla typpeä nurmelta ilman apilaa (8.7t ka, 93.000 MJ ha⁻¹) (LIITE 5, Taul. 1 ja 2). Apilanurmella tuotos/panos-suhde oli 48,1, typpilannoituksella 7,1. Jos satotasoa haluttiin nostaa 1 t/ha, tarvittiin apilanurmelle 60kg typpeä, jolloin vastaavat suhdeluvut olivat 15,1 ja 5,6. Puna-apilanurmen ja lannoitetun nurmen (230kg N) 6-vuotisessa vertailukokeessa satotasolla 10t ka/ha energiasuhde oli edellisessä 5,7 ja jälkimmäisessä 2,7. Koeaikana puna-apila uusittiin kaksi kertaa.

Koneiden valmistuksen, huollon ja polttoaineiden kulutus on yhteensä 45% koko peltoviljelyn energiapanoksesta. Konekustannuksen pienentäminen parantaa viljelmän omavaraisuutta. Kynnöstä luopuminen merkitsee muokkaukustunnusten oleellista alenemista. Auratonta viljelyä on harjoitettu USA:ssa ja Euroopassa varsinkin eroosiouhkan alaisilla mailla. 1960-luvulta lähtien asiaa on tutkittu Pohjoismaissa, ja saatu vaihtelevia tuloksia. Keveillä, rikkaruohottomilla mailla on saatu edullisia tuloksia (LARPES 1978a ja b). Myös englantilaiset tutkijat korostavat sitä, että minimuokkaus antaa tyydyttäviä satoja maalajilla, joka on sopiva tähän tarkoitukseen. SEDDON (1980) osoitti äestettyyn, korjuun jälkeen parakvatilla käsiteltyyn maahan hajalleen kylvetyn ohran antavan yhtä suuren sadon kuin tavalliseen tapaan muokattuun maahan kylvetty ohra silloin, kun maalaji on hiekkainen hiesu.

Kirjallisuusluettelo

- ABELE, U. Vergleichende Untersuchungen zum konventionellen und biologisch-dynamischen Pflanzenbau unter Berücksichtigung von Saatzeit und Entitäten. Diss. Giessen 1973.
- 1980. Fruchtfolge/Bodenbearbeitung/Organische Substanzversorgung aus der Sicht der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise. Deutsche Landw. Gesellsch. Arb. DLG, Band 169.
- ÅBERG, E. 1976. Alternativa växtodlingsformer, Skogs- o. Lantbr. -akad. Tidsk. II5:315-331.
- ALDRICH, S. R. 1977. Organic farming can't feed the world. Farm Chemicals (USA). v. 141, i. e. 140 (9) p. 17, 20, 22.
- ALLAWAY, W. H. 1975. The effect of soils and fertilizers on human and animal nutrition. Agric. Inf. Bull. 378. Wash. Ref. Oelhaf 1978.
- ANON. 1976. The soil association. Vol. 1 No 2. Ref. Garten organisch 1, 1976.
- 1977. Organic gardening, June
 - 1978a. Alternativen im Landbau. Landwirtschaft-Angew. Wissenschaft, Heft 206,
 - 1978b. Maatilatalouden energiatyöryhmän mietintö.
 - 1978c. Researchers take a new look at organic farming. Org. Gardening 77. June.
 - 1979. Öljyn, sähkö ja puun käyttö maatilatalouden energianlähteenä. Kauppa- ja teollisuusministeriön energiaosaston julk. Sarja B:13.
 - 1980a. Alternative methods in agriculture. Agric. and Environment, 5, 1, 2. 199 p.
 - 1980b. Alternativen zum gegenwärtigen Landbau. Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft. Arb. DLG, Band 169.
 - 1980c. Tietovakka maatilataloudesta '80. Maatalousalan tiedotuskeskus.
 - 1980d. Minskad användning av kemiska medel i jordbruket. Blekinge läns Hush. Sällskaps Tidskr. 1:9-13.
- BAKER, K. F. & COOK, R. J. 1974. Biological control of plant pathogens. W. H. Freeman and Comp. San Francisco, Calif.
- BALFOUR, E. B. 1975. The living soil and the Haughley experiment. London: Faber & Faber.
- BECKER, P. 1976. Kompostin käyttö ja vaikutukset luontaisviljelyssä. Helsingin yliopiston mikrob. lait. julk. 12.
- BECKER-DILLINGEN, J. 1956. Handbuch des gesamten Gemüsebaues. Paul Parly. Hamburg. 6
- BOGUSLAWSKI, E. von. 1976. Konventioneller Landbau - "biologischer Landbau" ein Diskussionsbeitrag aus wissenschaftlicher Sicht. Landwirtschaftl. Forschung 29, no3/4: 268-274.

- BOGUSLAWSKI, E. von. & DEBRUCK, J. 1977. Strohdüngung und Bodenfruchtbarkeit. Deutsche Landwirtsch.-Gesellsch. Arb. DLG, Band 155.
- BÖRNER, H. 1971. Biochemical interaction among plants. Nat. Akad. of Sc. Washington.
- CARLSON, B. & VIDEGÅRD, B. 1975. Kvävefixerande bakterier-alternativ kvävegödsel. Miljö och framtid 4, Nr 1: 14-15.
- DEAVIN, A. 1978. The Rush Concept of Soil Fertility and Method for its Micro-biological Evaluation. IFOAM Intern. Conf. p. 95-113.
- DEBRUCK, J. 1980. Fruchtfolge/Bodenbearbeitung/Organische Substanzversorgung aus der Sicht des gegenwärtigen Landbaus. Deutsche Landw. Gesellsch. Arb. DLG, Band 169.
- DEMMELE, D. 1976. Nebraska studies methods to use wastes in farming. Compost Science 17: 3-32.
- DLOUHY, J. 1977. Växtproduktens kvalitet vid konventionell och biodynamisk odling. Lantbrukshögskolans meddelande A 272.
- EBBERSTEN, S. 1979. Varför har det blivit debatt om jordbrukets produktionsmetoder. Växtskyddsnotiser 43 (4): 70-76.
- 1980. Optimerad växtodling. III Ett försök till analys av dagens diskussion om olika växtodlingssystem. Kungl. Sk. Lantbr. acad. Tidskr. 119, 6: 367-389.
- EGGERT, F. P. 1978. Preliminary results from plot trials to compare the efficacy of several soil management systems as determined by a number of soil parameters and the yield of some vegetable crops. Internat. Conf. Sissach. IFOAM
- ELONEN, P. 1979. Bilogisen typensidonnan seminaari 29.-30.5. Mikkeli. (SITRA)
- , RINNE, S-L. & SUOMELA, H. 1975. Influence of irrigation and nitrogen fertilization on grain yield and some baking quality characteristics of spring wheat. J. Sc. Agric. Soc. Finl. 47: 166-180.
- FAO. 1975. Soils Bulletin 27. Organic materials as fertilizers. Report of the FAO/SIDA Expert Consultation, Rome 2-6 December 1974. FAO Rome. 394 p.
- 1977. Soils Bulletin 35. Organic materials and soil productivity. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FETSCHER, J. 1979. Untersuchungen zur Wirkung organischer, organisch-mineralischer und mineralischer Düngung in zwei Fruchtfolgen bei unterschiedlicher Vorgeschichte der Versuchsflächen auf den Ertragsvergleich verschiedener Massnahmen im "konventionellen" und "biologischen" Landbau. Diss. beim Fachbereich Pflanzenproduktion der Universität Hohenheim.
- GEE, J. C. 1973. Biological Transmutations. Chem. Week blad, 7.9. ref ANON. 1980a.
- GRAF, U. & KELLER, E. R. 1978. Zusammenhänge zwischen kosmischen Konstellationen und dem Ertrag landwirtschaftlicher Kulturpflanzen auf konventionell und biologisch-dynamisch bewirtschafteten Böden. 1. Feldversuche mit Kartoffeln. Bern. S. 40-59.

- GRÜMMER, G. 1955. Die gegenseitige Beeinflussung höher Pflanzen- Allelopathie. VEB. Gustav Fischer. Jena.
- HEIKKILÄ, T. 1980. Typpilannoitteiden taloudellisesta käytöstä koetusten perusteella. Maatal. taloud. tutk. laitoksen tiedonantoja No70.
- HOVI, A. 1979. Typpeä ilmasta oljen ja fosforin avulla. Suomen Luonto 7-8: 349-351.
- HUOKUNA, E. 1961. Karjanlantakokeita Etelä-Savon koeasemalta. Koet. ja Käyt. 18: 39.
- 1979. Nurmipalkokasvien tutkimus ja käyttö maassamme. Biologisen typensidonnan seminaari, Mikkeli 29.-30.5. (SITRA)
- IISAKKILA, L. Varmuutta lannoitehuoltoon. Käyt. Maamies 11/1980.
- IHAMUOTILA, R. 1981. Elintarvikehuoltomme vaihtoehdot. Maatalous, 1: 2-4.
- JAAKKOLA, A. 1979. Kalkkikivijauheen, dolomiittikalkin ja masuunikuo- nan vertailu. Maatalouden tutkimuskeskus, Maanviljelyskemian ja -fyysiikan laitos, tiedote no10.
- 1980. Olkien, olkituhkan ja sokerijuurikkaan naattien arvo kalium- lannoitteina. Maatalouden tutkimuskeskus, Maanviljelyskemian ja -fyysiikan laitos, tiedote no12.
- JOKINEN, R. 1979. Talkkitekiteollisuuden sivutuote maanparannusaineena ja magnesiumlannoitteena. Maatalouden tutkimuskeskus, Maanviljelyske- mian ja -fyysiikan laitos, tiedote no 11.
- KARES, M. 1979. Maatalous ja energia. Suomen luonto, 7-8: 331-334.
- KEMIRA, 1979. Toimintakertomus 1979.
- KERVAN, L. 1972. Biological Transmutations. Brooklyn, N.Y. Ref. ANON. 1980a
- KOISTINEN, O. 1979. Enso-Gutzeit Oy:n Tutkimusl. tukkalannoituskokeita.
- KOPONEN, M. 1980. Kasvinvuorotuksesta. Luonnonmuk. viljelyn opas p. 117-127.
- KOSKELA, I. 1978. Koetoim. ja Käyt. 19.12.78.
- KRASILNIKOV, N. A. 1958. Soil microorganisms and higher plants. Ref. Oelhaf 1978.
- KURKELA, R. 1980. Hädän tullen haukkaa leipää puuron kanssa. Käyt. maamies 11: 33-34.
- LAIDLAW, A. S. & WRIGHT, C. E. 1980. The advantages in energy terms of legumes in grassland systems. Grass and For. Sc. 35: 70-71.
- LARPES, G. 1974. Kuorihumus maanparannusaineena. Maaseudun Tulevaisuus No 5/74.
- 1978a. Auraton viljely. Käyt. maamies 9/78: 61-62.
- 1978b. Hiesuisille maille sopii kevätkyntökin. Koetoim. ja Käyt. 25.4.1978.
- LARSSON, W. E., CLAPP, L. E., PIERR, W. H. & MORACHAN, Y. B. 1972. Effect of increasing amounts of organic residues on continuous corn. II Organic carbon, nitrogen, phosphours and sulfur. Agron. J. 64: 204-208.

- LATOSTENMAA, H. 1977. Yhdyskuntien jätevesilietteen hyväksikäyttömahdollisuudet. Vesihallitus.
- LOCKERETZ, W. 1978. Economic and Resource Comparison of Field Crop Production on Organic Farms and Farms Using Conventional Fertilization and Pest Control Methods in the Midwestern United States, Proc. IFOAM Conf. Sissach (Switzerland) p. 157-169.
- , SHEARER, G., KLEPPER, R. & SWEENEY, S. 1978. Field crop production on organic farms in the Midwest. J. Soil and Water Conservation 33: 130-134.
 - , WERNICK, S. 1980. Organic Farming: A Step Towards Closed Nutrient Cycles. Compost Science/Land Utilization March/April, p. 40-46.
- McDOUCALL, 1980. Support energy and green crop fractionation in the United Kingdom. Agricultural Systems. 5, 4: 251-266.
- NIKLAS, W. 1975. Untersuchungen über den Einfluss der Stroheseitigung, Gründüngung und Bodenbearbeitung bei Weizen-Monokultur. Diss. Fachbereich Pflanzenproduktion der Universität Hohenheim.
- NRC. 1975. World Food and Nutrition study. Ref. Oelhaf 1978.
- OELHAF, R. C. 1978. Organic agriculture: economic and ecological comparisons of organic and conventional farming. Montclair, N. J. (USA) 266 p.
- ORAVA, R. 1980. Oljen korjuu ja käyttö maatiloilla. Työtehoseuran julkaisuja 226.
- PAATELA, J. 1967. Maanviljelijän tietokirja I. s. 365-376.
- PETTERSON, Bo D. 1961. Produktiviten inom biologisk-dynamisk jordbruksdrift i Norden. Nordisk forskningsring för biologisk-dynamisk odling. Järna. Meddel. nr 1: 18.
- 1976. Växtprodukters kvalitet vid vanlig och vid biodynamisk odling. Järna. Nordisk Forskningsring. Meddelande 28: 31.
 - , WISTINGHAUSEN, E. von. 1977. Bodenuntersuchungen zu einem langjährigen Feldversuch in Järna, Schweden. Nordisk Forskningsring. Medd. nr 29.
- REINIKAINEN, A. 1979. Energian käyttö maatilataloudessa. Biol. tybensidonnain semin. Mikkeli, 29.-30.5., 3-15 p. (SITRA)
- RICE, E. L. 1974. Allelopathy. Acad. Press. London.
- RUSH, H. P. 1974. Bodenfruchtbarkeit. Eine Studie biologischen Denkens. Karl F. Haug Verlag Heidelberg.
- RUSSEL, E. 1973. Soil conditions and plant growth. London. Ref. Varis, E. 1979.
- SALONEN, M. 1960. Mahdollisuuksia parantaa olkilannan laatua joillakin lisäaineilla. Koet. ja Käyt. 17: 21, 24.
- 1963. Nurmen määrän merkitys ja typpilannoituksen vaikutus erilaisissa viljelykierroissa. Summary: The effect of rate of leys and nitrogen fertilization in different rotations. Maatal. ja Koetoim. 17: 60-72.
 - 1967a. The effect of rate leys and intensity of nitrogen dressing in different crop rotations. Ann. Agric. Fenn. 6: 63-76.
 - 1967b. Nurmen määrän merkitys ja typpilannoituksen vaikutus erilaisissa viljelykierroissa II. Summary: The effect of leys and nitrogen fertilization in different rotations II. Maatal. ja Koetoim. 21:26-33.
 - 1971. The effect of rate of leys and intensity of nitrogen dressing

- in different crop rotations II. Ann. Agric. Fenn. 10: 203-214.
- & HONKAVAARA, T. 1954. Karjanlannan ja väkilannoituksen vaikutuksen vertailua. Pitkääikäisen lannoituskokeen tuloksia Etelä-Pohjanmaan Kasvinviljelykoeasemalla. Valtion maatal. koetoim. julk. 146. 86p.
 - & TAINIO, A. 1956. Savimaan lannoitusta koskevia tutkimuksia. Pääasiassa pitkäikäisen Mustialan koulutilalla suoritetun lannoituskokeen perusteella. Valtion maatal. koetoim. julk. 146. 86 p.
- SCHUPHAN, W. 1974. Nutritional value of crops as influenced by organic and inorganic fertilizer treatments. Qual. Plant. Pl. Fds. Hum. Nutr. 23 (4): 33-74.
- SEDDEN, Q. 1980. Minimal tillage spring barley yields well. Farmers Weekly Nov. 28: 115-117.
- SITRA, 1972. Teollisuuden jäteinventaari. Sarja B, No 8.
- SLIFE, F. N. 1973. Costs and benefits from Weed control Ref. Oelhaf, 1978.
- STAPEL, C. 1979. Biologisk-dynamisk landbrug og nogle andre alternative landbrugsmetoder som led i verdens fodevareproduktion. Tidsskr. for Landoekonomi (Denmark) 166 (3), p. 151-194.
- STEFFEN, ROBERT, ALLEN, FLOYD, FOOTE & JAMES, 1972. Organic farming: methods and markets. An introduction to ecological agriculture. Rodale Press, Emmaus, 124s.
- SYRJÄLÄ, L. 1980. Vilja rehuna ja ruokana. Pellervo 18: 40-41.
- TAKALA, M. 1971. Pellervo 9.10.1971. s. 572-573.
- TEITTINEN, P. 1978. Viljelytekniinen kasvinsuojelu. Tuottava maa, II, 240-249.
- TEITTINEN, P. 1966. Puna-apilan esikasviarvosta. S. Maatal. tiet. Seuran julk. 107: 175-190.
- VARIS, E. 1979. Biologisen typensidonnan tilakohtaiset mahdollisuudet. SITRAn Biol. typensidonnan seminaarin monistess. 171-191.
- VIDEGÅRD, G. 1980. Biologinen viljely. Esitelmä, Helsinki 27.3.
- VIRRI, T. J. 1945. Eläinlannan typenhäviöstä. Koetoim. ja käyt. 2: 4-6.
- 1953. Satakunnan kasvinviljelykoeaseman koetuloksia v. 1945-52. Valtion maatal. koetoim. tiedonantoja 231.
- VIRTANEN, A. I. 1935. Tie omavaraiseen typpitalouteen maataloudessa. Suom. kemistilehti 9.
- WEDLER, A. 1978. Ergebnisse eines langjährigen Anbauversuches in Geisenheim. Alternativ im Landbau. Landw. Angew. Wissensch. 206. 248-292.
- WERMKE, M. & Zimmer, 1978. Umfang, Bedeutung, Probleme "Alternativer Wirtschaftsweisen" in Futterbau und Futterkonservierung. Alternativen im Landbau. Heft 206.
- WISTINHAUSEN, E. von. 1977. Bodenvergleiche nach 19 jähriger unterschiedlicher Düngung. Lebendige Erde 91-100.

Koekaava (DLOUHY 1977)

B	A
N2	O1
A	B
N2	O1

A	B
P1	P2
B	A
P1	P2

B	A
V2	V1
A	B
V2	V1

Kasvinvuorotus

1. Peruna (P1)
Kevätvehnä (V1)
Ohra (O)
2. Peruna (P2)
Kevätvehnä suojaviljana (V2)
Nurmi (N2)

Koejäsenet

A. Konventionaalinen viljely

Väkilannoite + pestisidit

Peruna	120kg N/ha/a
Kevätvehnä	80kg N/ha/a
Ohra	80kg N/ha/a
Kevätvehnä suojaviljana	40kg N/ha/a

B. Biodynaaminen viljely

Kompostoitu karjanlanta, kalimagnesia,
lihajauhe, biodynaamiset preparaattit

Peruna	116kg N/ha/a
Kevätvehnä	48kg N/ha/a
Kevätvehnä suojaviljana	48kg N/ha/a
Ohra	16kg N/ha/a

Bruttoreutu 156m²

Hohenheimin koe 1974-1976

Aikaisempi viljelyintensiteetti: x) intensiivinen 1968-73,

y) ekstensiivinen, lannoittamaton vuodesta 1965

z) kohtuullinen lannoitus 1968-73. Kokeen alkaessa

P_2O_5/K_2O : x=39/57, y=9/9, z=12/24 mg/100g maata.

x	y	z		
			b I2	I Kasvinvuorotus:
			K I2	vehnä-kaura-kaura
			KII1	
			KII2	II Kasvinvuorotus
			bII1	vehnä-apilanurmi-kaura
			bII2	
			II0	Lannoitus
			bII2	0 =ilman
			bII1	1 =alhainen taso
			K I2	2 =korkea taso (2-kertainen)
			b I2	
			KII2	3 toistoa
			KII1	
			bII1	
			bII2	
			KII1	
			KII2	
			b I2	
			K I2	
			IO	

10m↑

← 20m→

Koejäsenet:

b=biologinen; vain orgaaninen lannoitus ja mekaaninen rikkakasvintorjunta

Kasvinvuorotus I karjanlanta
sarvijauho + olki

Kasvinvuorotus II lantakomposti, biodynaamiset preparaattit,
sarvijauho ja tuore lanta

K=konventionaalinen

Kasvinvuorotus I väkilanta, olki, herbisidit

Kasvinvuorotus II väkilanta + orgaaninen lannoitus ja herbisidit

jatkuu

Konventionaalisen apilanurmen siemenseos: persianapila (19,3 kg/ha), aleksandrianapila (5,3), Englannin raiheinä (5,3) ja Italian raiheinä (5,5).

Biologisen siemenseos: kuten edellä + 20% seuraavasta seoksesta (kg/ha).

2 valkoapila	1 koiranheinä
6 rantamaite	1 kultakaura
9 sinimailanen	1 Italian raiheinä
30 esparsetti	1 niittynurmikka
1,5 masmalo	1 punanata
3 timotei	0,5 tuoksusimake
3 heinäkaura	0,3 kumina
3 Englannin raiheinä	3 pukinjuuri
2 nurminata	0,3 villipersilja

LIITE 3

A. I. Virtasen maatilan viljelysuunnitelma.

Peltokierto

Lannoitus

1. Kevätvehnä	5ha 30 t karjanlantaa, 1000kg fosfaattia
2. Apilavaltainen nurmi	5ha Lannoittamaton
3. "	5ha "
4. "	5ha "
5. Kaura, peruna juurik.	5ha 5000-40000 ltr virtsaa, 300-1000kg fosfaattia
6. Kaura	5ha 5000-6000 ltr virtsaa, 300-500kg fosfaattia

30ha

Satotietoja: Kevätvehnä (2500-3000kg/ha), kaura (3000-4000kg/ha)
1. ja 2. nurmi (25-35tn/ha), peruna (20tn/ha), rehusokerijuurikas (40tn/ha)

Tilalla oli lisäksi laidunkierto, n. 10ha. Siemenseos 8kg apilaa + 15-25kg koiranheinää ja nurminataa

1. Vihantakaura, korjataan heinäksi tai laidunnetaan	1000 fosfaattia
2. Laidun	lannoittamaton
3. Laidun	lannoittamaton
4. Laidun	lannoittamaton

Support energy input and protein output of various systems

Crop	Ryegrass				Wheat			
	1	2	3	4	5	6	7	8
System no.								
Utilisation	Pasture and silage	Dried grass	Fractionation	Fractionation	Fractionation	Pasture and silage	Pasture and hay	Grain
Output	Beef	Beef	Beef and poultry	Beef and LPC*	Fuel and LPC*	Lambs	Dairy produce	
Support energy cost of production (GJ/ha)	33	181	134	127	$\frac{*190 - 84}{106} = 1.06$	31	51	19
Output of protein as human food (kg/ha)	75	75	Beef 73 poultry 31 Total 104	Beef 73 LPC 315 Total 388	525	70	181	434
Efficiency (E) = $\frac{\text{protein output}}{\text{energy input}}$ (g/MJ)	2.28	0.41	0.78	3.05	4.95	2.24	3.55	22.84
Support energy per unit protein (MJ/kg CP)	439	2413	1288	327	201	447	282	44

* Leaf protein concentrate direct for human consumption

* *190 GJ is the total support energy required per hectare of ryegrass in green crop fractionation.
84 GJ is the amount of energy returned to the system by using the dried pressed crop as fuel.

Table 1. Comparison in energy input/output of two types of swards¹⁾

	Grass +N		Grass + white clover	
	ha ⁻¹	MJ ha ⁻¹	ha ⁻¹	MJ ha ⁻¹
Inputs	150kg N	11400		
	40kg P ₂ O ₅	560	50kg P ₂ O ₅	700
	100kg K ₂ O	900	120kg K ₂ O	1080
	Fuel and machinery	308	Fuel and machinery	154
	Total	13168	Total	1934
Output	8,7 t DM	93000	8,7 t DM	93000
Output per unit input		7,1		48,1

Table 2. Comparison of energy input and output between management systems

	Grass + N			
	ha ⁻¹	MJ ha ⁻¹		
Inputs	213kg N	16188	60kg N	4560
	50kg P ₂ O ₅	700	60kg P ₂ O ₅	840
Fertilizer	120kg K ₂ O	1080	140kg K ₂ O	1260
	2 applications	308	1 application	154
	Total	18276	Total	6814
Output	ME (9,7 t ha ⁻¹ DM)	103000	ME (9,7 t ha ⁻¹ DM)	103000
Output per unit input		5,6		15,1

1) A. S. LAIDLAW and C. E. WRIGHT (1980)

