



MTTK

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 26/85

ULLA MEHTO

Keski-Suomen tutkimusasema

Viljojen rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä

Kirjallisuustutkimus

JOKIOINEN 1985
ISSN 0359-7652

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 26/85

ULLA MEHTO

Viljojen rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä
Kirjallisuustutkimus

Keski-Suomen tutkimusasema
41340 LAUKAA
(941) 633 740

ISSN 0359-7652

SISÄLLYSLUETTELO

JOHDANTO

I KIRJALLISUUSKATSAUS	1
1. RIKKAKASVIT	1
1.1. Määritelmä	1
1.2. Luokittelu	1
1.3. Runsaus ja yleisimmät lajit viljoissa	5
1.4. Ominaisuuksia	6
2. VILJELYTEKNINEN JA KILPAILUUN PERUSTUVA TORJUNTA	13
2.1. Kylvöaika	13
2.2. Kylvösyvyys	16
2.3. Kasvuston tiheys ja tasaisuus	17
2.3.1. Siemenmäärä	18
2.3.2. Siementen jakautuminen rivissä	22
2.3.3. Riviväli	25
2.4. Viljelykierto ja viljelyjärjestelmä	27
2.4.1. Rikkojen esiintyminen eri aikaan kylvetyillä ja eri-ikäisillä viljelyksillä	28
2.4.2. Viljelykasvilajin ja -lajikkeen vaikutus rikkojen esiintymiseen	29
2.4.3. Viljelyjärjestelmä	30
2.4.4. Monokulttuuri ja yksipuolinen viljely	31
2.4.5. Viljelykierto	35
2.5. Aluskasvit	37
2.6. Allelopatia	38
3. MUU EHKÄISEVÄ TORJUNTA	41
3.1. Salaojitus ja pientareiden niitto	41
3.2. Rikkojen siementämisen estäminen	42
3.3. Lannoitus ja kalkitus	42
3.4. Korjuuaika	44
3.5. Korjuutekniikka	45
3.6. Puhdas kylvösiemen	48
4. MEKAANINEN TORJUNTA	49
4.1. Maanmuokkaus	49
4.1.1. Sänkimuokkaus	49

4.1.2. Kesanto	51
4.1.3. Rikkaruohoäestys	53
4.1.4. Kyntö ja muokkauksen vähentäminen	55
4.2. Kitkentä ja kuokkiminen	57
4.3. Katteet	57
4.4. Poltto	59
5. BIOLOGINEN TORJUNTA	60
KIRJALLISUUS	

JOHDANTO

Viime vuosina on ollut havaittavissa lisääntyvää kiinnostusta vaihtoehtoisia viljelymenetelmiä kohtaan. Niillä tarkoitetaan kemiallis-teknisestä viljelystä poikkeavia menetelmiä, joissa ei käytetä synteettisesti valmistettuja torjunta-aineita eikä väkilannoitteita (VARIS 1982). Myös nimitystä luonnonmukainen viljely käytetään yleisesti.

Vaihtoehtoinen viljely on yleisintä Keski-Euroopassa, missä sitä tutkitaan tällä hetkellä eniten, mutta myös Pohjoismaissa sekä viljely että tutkimus näyttävät lisääntyvän. Meillä Suomessa on meneillään pari suurempaa tutkimusprojektia: eri viljelymenetelmiä vertaileva tutkimus Sui-tiassa (Helsingin yliopisto ja MTTK) ja Suomen ravinnon-tuotannon mahdollisuuksia ilman ulkomaisia energiapanoksia selvittelevä projekti (MTTK). Lisäksi on käynnissä useita pienempiä luonnonmukaiseen viljelyyn liittyviä tutkimuksia (VARIS 1982).

Vaihtoehtoiseen viljelyyn kuuluu oleellisesti, ettei kemiallisia rikkakasvien torjunta-aineita käytetä vaan rikat pyritään pitämään kurissa muilla keinoin. Sui-tian tutkimuksessa selvitetään myös rikkakasvien esiintyminen (SALONEN 1984), mutta yleensä ilman herbisidejä tapahtuvan rikkojen torjunnan tutkiminen on meillä toistaiseksi varsin vähäistä.

Tässä kirjallisuustutkimuksessa tarkastellaan rikkakasveja ja niiden mahdollisia torjuntakeinoja silloin, kun herbisidejä ei käytetä. Useimmissa eri torjuntamenetelmiä koskevissa tutkimuksissa on kuitenkin käytetty väkilannoitteita, joten niiden tulokset eivät välttämättä anna oikeaa kuvaa rikkakasvien torjunnasta puhtaasti luonnonmukaisessa viljelyssä.

Tämä kirjallisuustutkimus on osa pro gradu -tutkielmaa, jossa on lisäksi käsitelty Keski-Suomen tutkimusasemalla tehtyjä herbisidien vaihtoehtoja koskevia kokeita.

I KIRJALLISUUSKATSAUS

1. RIKKAKASVIT

1.1. Määritelmä

Eri ihmisillä on erilainen käsitys siitä, mikä rikkakasvi on. HOLZNERin (1982) mukaan rikkakasvin määritelmät voidaan jakaa subjektiivisiin ja ekologisiin. Ensiksi mainittuja edustavat mm. yleisesti käytetty "väärä kasvi väärässä paikassa" tai CRAFTSin (1975) käyttämä määritelmä "riikat ovat kasveja, jotka kasvavat siellä, missä emme halua niiden kasvavan". Subjektiiviset määritelmät korostavat rikkakasvien epämieluisuutta.

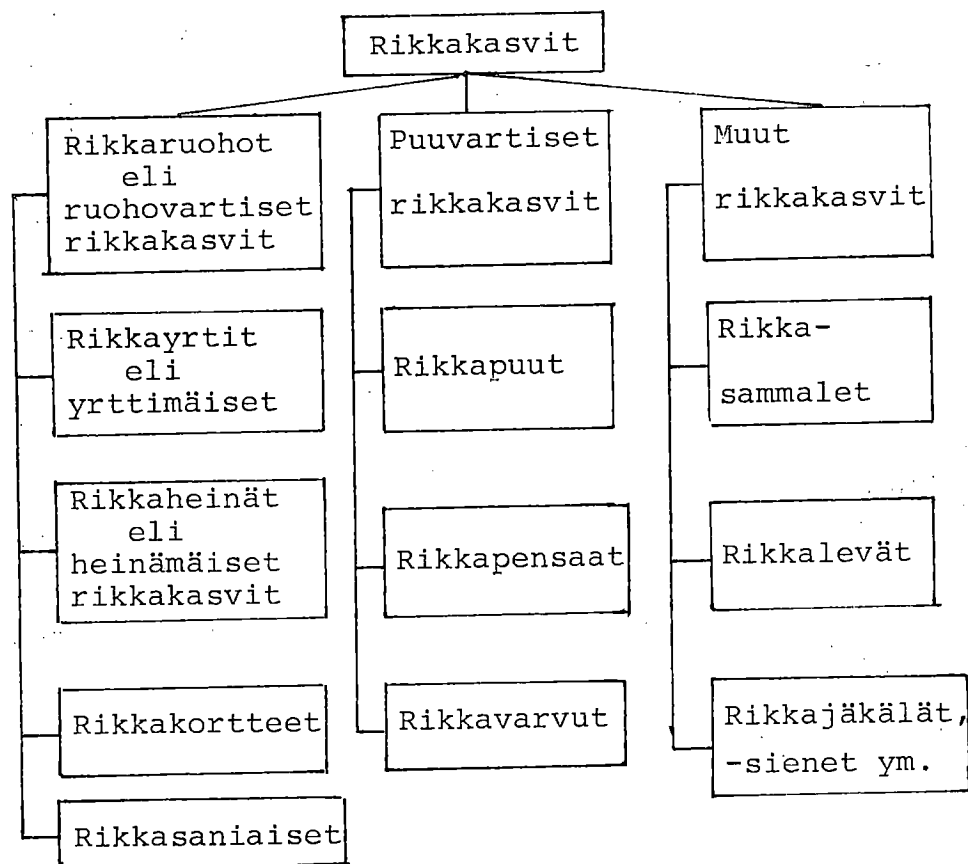
Ekologiselta pohjalta rikkakasvit voidaan määritellä uudisasukaskasveiksi, joilla on erityinen kyky hyötyä ihmisen aiheuttamista ympäristöhäiriöistä (HOLZNER 1982). HARLAN ja de WET (1965) tarkoittavat rikkakasvilla yleisesti ei-toivottua organismia, joka viihtyy ihmisen häiritsemillä kasvupaikoilla.

Tässä tutkielmassa rikkakasveilla tarkoitetaan lähinnä kasveja, jotka aiheuttavat taloudellista vahinkoa tai ovat muuten haitallisia (RAATIKAINEN ym. 1971, MUKULA 1980).

1.2. Luokittelu

Rikkakasvit luokitellaan kolmeen pääryhmään (Kuva 1):

1. rikkaruohot eli ruohovartiset rikkakasvit
2. puuvartiset rikkakasvit
3. muut rikkakasvit



Kuva 1. Rikkakasvien luokittelu (MUKULA 1980).

Peltojen rikkakasvit kuuluvat yleensä rikkaruohoihin. Ne voidaan ryhmitellä niiden lisääntymisbiologian ja elinajan perusteella yksi-, kaksi- ja monivuotisiin. Seuraavassa esitetään näiden ryhmien tarkempi jaottelu ja ominaisuuksia HÄKANSSONin (1975b, 1984a) mukaan:

A. Yksivuotiset

- kukkivat ja siementävät vain kerran; kasvi kuolee sen jälkeen kokonaan
- elinikä korkeintaan yksi vuosi

A.1. Kevätyksivuotiset

- itävät pääasiassa keväällä ja alkukesällä ja kukkivat samana vuonna
- syksyllä taimettuneet kasvit kuolevat talvella
- esim. pillikkeet (*Galeopsis* spp.), hukkakaura (*Avena fatua*), peltoemäkki (*Fumaria officinalis*), tatarlajit (*Polygonum* spp.), jauhosavikka (*Chenopodium album*), peltohatikka (*Spergula arvensis*)

A.2. Syysyksivuotiset

- itävät pääasiassa loppukesällä ja syksyllä
- talvehtivat nuorina
- keväällä taimettuneet voivat kukkia ja siementää saman kasvukauden aikana
- esim. saunakukka (Matricaria perforata), linnunkaali (Lapsana communis), lutukka (Capsella bursa-pastoris), peltotaskuruoho (Thlaspi arvense), punapeippi (Lamium purpureum), pihatähtimö (Stellaria media), pelto-orvokki (Viola arvensis), peltolemmikki (Myosotis arvensis), peltoukonauris (Erysimum cheiranthoides)

B. Kaksivuotiset

- kukkivat ja siementävät vain kerran
- elinikä yleensä alle kaksi vuotta
- kevätitoiset kukkivat harvoin samana vuonna
- talvehtivat kasvullisina asteina ja tuottavat siementä seuraavana vuonna
- vähäinen merkitys viljelysmaiden rikkoina
- esim. kyläkarhiainen (Carduus crispus), suo-ohdake (Cirsium palustre)

C. Monivuotiset

- kukkivat ja siementävät useammin kuin kerran
- selviytyvät epäsuotuisten vuodenaikojen (talvi) yli vegetatiivisten kasvinosien avulla

C.1. Paikkasidonnaiset monivuotiset

- eivät leviä rönsyilevien juurten tai sivuversojen avulla

C.1.1. Lyhyt, matala maanalainen varsi

- esim. piharatamo (Plantago major), nurmirölli (Agrostis tenuis), nurmilauha (Deschampsia caespitosa), niittyleinikki (Ranunculus acris)

C.1.2. Paalujuuri (enemmän tai vähemmän haarautunut)

- esim. voikukat (Taraxacum spp.), hierakat (Rumex crispus ja R. domesticus), pelto-kanankaali (Barbarea vulgaris)

C.1.3. Muu vegetatiivinen systeemi

- esim. niittysuolaheinä (Rumex acetosa), jolla on paalujuurta muistuttava maanalainen systeemi

C.2. Kulkeutuvat monivuotiset

- leviävät rönnyilevien sivuversojen tai paksuntuneiden juurten avulla

C.2.1. Maanpäälliset rönnyt

- esim. rönnyröllä (Agrostis stolonifera), rönnyleinikki (Ranunculus repens)

C.2.2. Maanalaiset rönnyt

C.2.2.1. Rönnyt yleensä lyhyet ja heikot

- esim. paimenmatara (Galium album), siankärsämä (Achillea millefolium), isoröllä (Agrostis gigantea)

C.2.2.2. Rönnyt usein kymmeniä senttimetrejä pitkiä

- esim. leskenlehti (Tussilago farfara), juolavehnä (Agropyron repens), peltokorte (Equisetum arvense)

C.2.2.3. Mukuloita muodostavat, yleensä suhteellisen lyhyet rönnyt

- esim. peltopähkämä (Stachys palustris), peltominttu (Mentha arvensis)

C.2.3. Paksuntuneiden juurten muodostamat rönnyt

- esim. ahosuolaheinä (Rumex acetosella), peltovalvatti (Sonchus arvensis), peltoohdake (Cirsium arvense), peltokierto (Convolvulus arvensis)

C.3. Muut monivuotiset

- esim. sipuleita muodostavat Allium -lajit

Yksivuotisia nimitetään usein myös kertarikkakasveiksi ja monivuotisia kestorikkakasveiksi (MUKULA 1980). Monivuotisia, joilla on voimakas rönsystö, voidaan nimittää juuririkkakasveiksi, esim. juolavehnä, peltovalvatti, peltoohdake, peltokorte (HÄKANSSON 1980).

1.3. Runsaus ja yleisimmät lajit viljoissa

Kevätviljapeltojemme keskimääräinen rikkatiheys oli 1960-luvun alkupuolella 550 kpl/m² (MUKULA ym. 1969). Syysviljoissa oli 1970-luvun alun tutkimusten mukaan rikkoja keskimäärin 286 kpl/m² (RAATIKAINEN ym. 1978), mikä on selvästi vähemmän kuin kevätiljoissa. Rikkakasvien runsaus vaihtelee kuitenkin huomattavasti eri puolilla maata ja myös paikallisesti maaperä-, ilmasto- ja viljelyteknisistä tekijöistä johtuen. Monissa viime vuosina tehdyissä rikkakasvikokeissa ja pienehköjä alueita käsittäneissä tutkimuksissa (ANON. 1983, ERVIÖ 1983, KALLIO-MANNILA ym. 1984) on havaittu yleensä selvästi pienempiä rikkatiheyksiä kuin parikymmentä vuotta sitten. Esimerkiksi Viitasaaren ja Keiteleen alueella rikkoja oli vuonna 1983 16 % vähemmän neliömetrillä kuin 1960-luvun alussa (KALLIO-MANNILA ym. 1984). Pääsyyinä rikkojen niukentumiseen pidetään yleisesti herbisidien jatkuvaa käyttöä.

Yleisimmät yksivuotiset lajit kevätiljoissa ovat pillikkeet, jauhosavikka, peltohatikka, pihatähtimö, peltoorvokki, peltoukonauris, ukontatar (Polygonum lapathifolium), lemmikit (Myosotis spp.), kiertotatar (P. convolvulus) ja linnunkaali (MUKULA ym. 1969).

Syysviljoissa esiintyvät yleisimpinä yksivuotisinä jokseenkin samat lajit sekä rukiissa että vehnässä. Yleisin lajisto on lisäksi melkein sama kuin kevätiljoissa; huomattavimpia eroja ovat pihatattaren (P. aviculare) ja saunioitten (Matricaria spp.) suurempi yleisyys syysviljoissa ja peltohatikan, ukontattaren ja pihatähtimön yleisempi esiin-

tyminen kevätiljoissa. (MUKULA ym. 1969, RAATIKAINEN ja RAATIKAINEN 1979, 1983.)

KALLIO-MANNILAN ym. (1984) tutkimuksen mukaan yleisimmät rikkaruoholajit ovat pysyneet kevätiljoissa suunnilleen samoina parikymmentä vuotta, mutta lajien järjestys on kuitenkin muuttunut melkoisesti. Peltohatikka ja pihatähtimö ovat mm. tulleet yleisemmiksi kuin pillikkeet ja jauhosavikka.

Monivuotisista esiintyy kevätiljoissa yleisimmin rönssyleinikkiä, siankärsämöä, suolaheiniä, juolavehnää, peltokortetta, hiirenvirnaa (Vicia cracca), ojakärsämöä (Achillea ptarmica), pelto-ohdaketta, apiloita (Trifolium spp.; ei sisällä puna-apilaa) ja voikukkia (MUKULA ym. 1969).

Syysviljojen yleisimmät monivuotiset rikkalajit poikkeavat huomattavasti kevätiljojen vastaavista lajeista. Sekä rukiissa että syysvehnässä ovat yleisiä rönssyleinikki, röllit (Agrostis spp.), nurmihärkki (Cerastium caespitosum), juolavehnä, valkoapila (Trifolium repens) ja orvon tädyke (Veronica serpyllifolia). Rukiissa tavataan lisäksi hyvin usein timoteitä (Phleum pratense), ja niittynurmikkaa (Poa pratensis); syysvehnässä puolestaan peltokortetta ja voikukkia. Syysvehnän viljelyalueella monivuotisia rikkoja esiintyy harvemmin kuin rukiinviljelyalueella. (RAATIKAINEN ja RAATIKAINEN 1979, 1983.)

1.4. Ominaisuuksia

Rikkakasveilla on tiettyjä ominaisuuksia, joiden avulla ne voivat menestyä viljelykasvustoissa. HILL (1980) mainitsee mm. seuraavia:

- suuri siementuotanto suotuisissa oloissa, mutta kyky tuottaa ainakin muutama siemen epäedullisissakin oloissa
- siementuotanto alkaa nopeasti lyhyen vegetatiivisen kasvuvaiheen jälkeen
- siementuotanto jatkuu pitkään kussakin kasvissa
- vaihteleva siementen dormanssi ja säilyvyys maassa

- nopea taimien kasvu
- kyky selviytyä monenlaisissa ympäristöoloissa
- tehokas vegetatiivinen lisääntyminen ja kyky uusiutua kasvin palasista
- kyky levitä sekä lyhyitä että pitkiä matkoja
- itsesiittoisuus
- voimakas kilpailukyky

SIEMENTUOTANTO

Monet rikkakasvit, varsinkin yksivuotiset, pystyvät tuottamaan valtavia määriä siemeniä suotuisissa oloissa. Useat monivuotisetkin siementävät melko runsaasti, vaikka niiden leviäminen ei olekaan pelkästään siementen varassa (HILL 1980). Esim. kotihierakan (Rumex domesticus) on havaittu tuottavan 63 250 siementä yksilöä kohti, voikukkien 12 000, pihatattaren 4 600, kylänurmikan (Poa annua) 2 050, pihatähtimön 600 (STEVENS 1957) ja hukkakauran 6 750 siementä/kasvi (CUSSANS 1976a). Runsaasti siementävinä pidetään myös jauhosavikkaa ja luohoa (Apera spica-venti) (HOLZNER ym. 1982).

Toisaalta rikkayksilöön saattaa kehittyä vain muutamia siemeniä, kun ympäristöolot ovat epäsuotuisat tai kilpailu kova. Esim. hukkakaurayksilössä voi ankarassa kilpailutilanteessa olla vain 1 - 2 siementä (CUSSANS 1976a). Kuitenkin rikkakasvi pystyy turvaamaan säilymisensä vähäisenkin siementuotannon avulla.

Jotkut rikat siementävät hyvin varhaisessa kehitysvaiheessa (lutukka, kylänurmikka). Monet lajit pystyvät kuitenkin jatkamaan kukintaa ja siementen tuottamista suhteellisen pitkän aikaa. (HILL 1980.)

DORMANSSI JA SIEMENTEN PITKÄIKÄISYYS

Yksivuotisille rikoille on ominaista, että niiden siemenet itävät ja taimia nousee pitkin kesää. Tämä johtuu

siementen dormanssista eli itämislevosta. Monien lajien siemenet eivät idä heti tuleennuttuaan, vaikka ympäristöolotkin olisivat suotuisat, vaan ne tarvitsevat tietyn jälkituleentumisajan (CRAFTS 1975). Dormanssi on elintärkeä yksivuotisten rikkojen säilymiselle, sillä jos tietyn lajin siemenet itäisivät välittömästi, tämä laji voitaisiin hävittää pellolta täysin huolellisella muokkauksella vuoden tai parin kuluessa (HILL 1980).

Lajeja, joiden siemenet itävät melko pian tuleentumisen jälkeen, ovat esim. peltohatikka, kierumatara (Galium aparine), peltotaskuruoho ja pihatähtimö (HÅKANSSON 1979a, 1983a). Pitempi dormanssi on mm. ukon- ja pihatattaren, lutukan sekä pelto-orvokin siemenillä (HÅKANSSON 1979a). CHANCELLORin (1979) tutkimuksissa jauhosavikan ja rikkasinapin (Sinapis arvensis) siemenistä iti ensimmäisenä vuotena alle 20 % tietystä siemenmäärästä. Seuraavana vuonna niitä taimistui runsaammin ja jauhosavikkaa vielä kolmantena vuonnakin enemmän kuin ensimmäisenä. Juolavehnällä puolestaan on hyvin heikko dormanssi, joten sillä on aina suuri itämisvalmius (HÅKANSSON 1979a).

Monet rikkasiemenet säilyvät maassa pitkään (CRAFTS 1975), HILL 1980, HOLZNER ym. 1982). Säilyminen riippuu tietysti olosuhteista, joiden täytyy olla itämiselle epäedulliset ja sellaiset, etteivät siemeniä tuhoavat eliöt menesty (HOLZNER ym. 1982). Esim. lutukan siemenet ovat itäneet vielä 35:n, pihatähtimön 30:n ja katkeran tattaren (Polygonum hydropiper) 25 - 50 vuoden kuluttua. Jotkut poimuhierakan (Rumex crispus) siemenet ovat olleet vielä itämiskykyisiä oltuaan jopa 80 vuotta maassa. (KIVILAAAN ja BANDURSKI 1973.)

SIEMENTEN LEVIÄMINEN

Tehokas luonnollinen leviämistapa ei ole ehdoton edellytys menestyvälle rikalle (HILL 1980). Useimmilla peltojen rikkaruohoilla ei olekaan erityisiä leviämismekanismia vaan ne varistavat siemenensä emokasvin ympärille. Niiden leviämistä

edistävät kuitenkin siementen pitkäikäisyys ja dormanssin aiheuttama saman lajin yksilöiden eriaikainen itäminen (HOLZNER ym. 1982). Joillakin siemenillä on rakenne, joka edistää niiden leviämistä tuulen mukana, esim. ohdakkeet ja voikukat, tai joidenkin lajien siemenet pystyvät kellumaan ja kulkeutumaan vedessä pitkiäkin matkoja, esim. hierakat, sarat (*Carex* spp.), leskenlehti (CRAFTS 1975). Monissa siemenissä on myös karvoja, vihneitä tai koukkuja, jotka saavat ne tarttumaan helposti eläinten turkkeihin ja jalkoihin (HILL 1980). Eniten rikkakasveja levittää kuitenkin ihminen koneiden, karjan ja rikkasiemeniä sisältävien maataloustuotteiden välityksellä (CRAFTS 1975, HOLZNER ym. 1982).

PÖLYTYS JA MUUNTELU

Suuri osa rikkakasveista on itsesiittoisia ja tämän vuoksi jo yksikin kasvi voi saada aikaan suuren alueen saastunnan. Ristisiittoisten rikkojen pölyttäjinä ovat tuuli tai "yleishyönteiset", jotka eivät ole erikoistuneet mihinkään tiettyyn kasviin. (HILL 1980.) Itsesiittoisuuden haittana on lajin geneettisen muuntelun väheneminen, jolloin korostuu rikkojen suuri fenotyyppinen plastisuus eli kyky sopeutua ja muovautua erilaisten ympäristöolojen mukaan (HILL 1980, OKA ja MORISHIMA 1982). Kuitenkin rikkakasveille on ominaista, että ne pystyvät säilyttämään geneettisen vaihtelun lähteitä itsesiittoisuudesta huolimatta. Tämä voi tapahtua esim. siten, että laji ristipölyttyy satunnaisesti (HILL 1980).

Rikkalajit saattavat myös sopeutua ympäristön vaihteluihin niin perusteellisesti, että muodostuu uusia ekotyyppisiä eli perinnöllisesti sopeutuneita kantoja (HILL 1980, OKA ja MORISHIMA 1982). Ekotyyppien synty rikoilla näyttää kuitenkin olevan vähäisempää kuin muilla koneilla. Tämä saattaa johtua rikkakasvien suuresta fenotyyppisestä muuntelukyvystä, joka vähentää geneettisesti pysyvien ekotyyppien muodostumistarvetta (HILL 1980).

VEGETATIIVINEN LISÄÄNTYMINEN

Useille monivuotisille rikoille kasvullinen lisääntyminen on tärkeä leviämiskeino, joskin monille lajeille myös siementuotannolla on merkitystä. Jos rikka on riippuvainen yksinomaan kasvullisesta leviämistavasta, voimakas muokkaus, joka tehdään silloin, kun vegetatiivisten osien ravintovarastot ovat pienimmillään, pystyy tuhoamaan kasvin kokonaan. Riittävä siementuotanto voi korvata osittain matalalla kasvavien vegetatiivisten osien herkkyyden muokkaukselle. (HILL 1980.)

Paikkasidonmaisilla monivuotisilla on suhteellisen heikko uusiutumiskyky ja ne eivät siten kestä muokkausta. Niistä ei olekaan yleensä haittaa yksivuotisissa viljelykasveissa, vaan niitä esiintyy enemmän nurmissa ja joutoalueilla. (HÅKANSSON 1984a.)

Myös kulkeutuvat monivuotiset, joilla on maanpäällinen rönssytö, ovat hyvin arkoja muokkaukselle, ja niitä tavataan pääasiassa nurmissa. Samoin lajeja, joiden maanalaiset rönssyt ovat matalia ja heikkoja, esiintyy lähinnä nurmissa. Jos sen sijaan maanalainen rönssytö (juurakko) on voimakas, vaikkakin matala, kasvit kestävät muokkausta ja uusiutuvat helposti juurakon palasista (esim. juolavehnä). (HÅKANSSON 1984a.) Tämänäntyyppisiä monivuotisia voidaan kuitenkin torjua tehokkaasti oikeaan aikaan tehdyillä muokkauksilla (HILL 1980).

Vaikeasti hävitettäviä ovat sitä vastoin ne monivuotiset, joiden juuret ovat voimakkaat ja kasvavat syvälle maahan (peltokorte, leskenlehti, peltovalvatti, pelto-ohdake). Niitä esiintyy yksivuotisillakin viljelyksillä usein runsaastikin. (HÅKANSSON 1984a.)

NOPEA KASVU

Useille rikoille on ominaista nopea taimien kasvu. Esim. hukkakauran oraiden on todettu yhteyttävän ensimmäisten kasvuviikkojen aikana nopeammin kuin viljellyn kauran (THURSTON 1982), ja monien aggressiivisten rikkojen juuret kasvavat

nopeammin ja laajemmalle kuin viljelykasvien. Tällaisia lajeja ovat mm. jauhosavikka ja hukkakaura (BASSET ja CROMPTON 1978).

KYKY SELVIITYÄ MONENLAISISSA YMPÄRISTÖOLOISSA

Ympäristöolot pellolla saattavat vaihdella huomattavasti varsinkin maan pintakerroksissa. Lämpötila- ja kosteusvaihtelut ovat suuria muokatussa maassa, mutta useimmat rikkakasvit kestävät näitä vaihteluita pieninä taiminakin. Suurin osa rikoista on sopeutunut selviytymään epäedullisista vuodenaajoista (alhainen lämpötila, kuivuus), mikä voi tapahtua erityisen hyvin siementen avulla, mutta myös kasvullisten osien säilymisenä. (HILL 1980.)

KILPAILUKYKY

Kaksi kasvia kilpailee toistensa kanssa, kun jomman kumman tai molempien kasvu hidastuu tai ulkonäkö muuttuu verrattuna tilanteeseen, jossa ne kasvavat erillään (BLEASDALE 1960). Yksittäiset kasvit alkavat kilpailla valosta, vedestä ja ravinteista, kun kasvuston tiheys kasvaa riittävän suureksi (HÄKANSSON 1975a). Kilpailukyky voidaan määritellä kasvin kyvyksi selviytyä hyvin kilpailutilanteessa ja vaikuttaa ympäristöönsä omaksi edukseen (MJAERUM 1984). Se käsittää HILLin (1980) mukaan tehokkaan ravinteidenoton, nopean juuriston kasvun ja voimakkaan kasvutavan. GLAUNINGER ja HOLZNER (1982) lisäävät siihen vielä nopean itämisen ja aikaisen kehityksen.

Rikkaruohot kykenevät ottamaan ravinteita hyvin, mutta toisaalta ne voivat tulla toimeen pienilläkin ravinnemäärillä (BUNTING 1960). Monet rikat pystyvät käyttämään maan runsaita ravinnevaroja ylimääräiseen luksuskasvuun, esim. Chenopodiaceae-heimon lajit. Erityisen selvästi rikkakasvien tehokas ravinteidenotto näkyy aikaisin keväällä, jolloin nopeasti kasvavat rikat kuluttavat paljon ravinteita, varsinkin tyyppiä. (GLAUNINGER ja HOLZNER 1982.)

Ravinteidenottoon liittyvät oleellisesti juuret. Menestyvillä rikoilla on kyky kasvattaa nopeasti voimakas juuristo, joka ottaa välttämättömiä ravinteita tehokkaasti (HILL 1980). Aiemmin on jo mainittu esim. jauhosavikan ja hukkakauran viljelykasveja nopeammasta juuriston kasvusta (s. 11).

Voimakas kasvutapa voi perustua kykyyn kiivetä toisia kasveja pitkin (kiertotatar) tai 'ryömiä' kilpailijoiden yli (pihatähtimö). Myös rehevä lehtiruusuke tukahduttaa muita kasveja (voikukat, ratamot). Voimakkaan kasvutavan hyöty johtuu usein siitä, että korkeat, peittävät tai kiipeilevät rikkakasvit vaikeuttavat valon pääsyä viljelykasveille. (HILL 1980.) Lisäksi monet rikkalajit sietävät itse varjostusta, kuten esim. jauhosavikka (GLAUNINGER ja HOLZNER 1982) tai pystyvät yhteyttämään optimaalisesti täyttä auringonpaistetta vähäisemmässä valossa. Viimeksi mainitun kaltaisia ovat jotkut pienet tai suikertavat lajit, esim. pihatähtimö. (GLAUNINGER ja HOLZNER 1982.) Myös FOGELFORS (1972) totesi pihatähtimön ja jauhosavikan olevan varjostukseen sopeutuneita ja samoin linnunkaalin, punapeipin ja peltolemmikin.

Monet rikkalajit voivat parantaa kilpailukykyään erittämällä ympäristöönsä kemiallisia aineita, jotka ovat haitallisia toisille lajeille (ks. Allelopatia, s. 38).

TAIMETTUMINEN

Yksivuotiset rikkakasvit itävät ja taimettuvat parhaiten tiettyinä aikoina vuodesta. Eri lajien taimettumiskausien tunteminen olisi hyödyllistä, koska silloin torjunta voitaisiin ajoittaa paremmin.

Rikkojen taimettumista on viime vuosina tutkittu varsin paljon (HÅKANSSON 1979a, ROBERTS ja POTTER 1980, ERVIÖ 1981, PÅLSSON 1982). ERVIÖ (1981) havaitsi kevätiljapeltojen rikkakasveilla olevan kaksi taimettumishuippua: ensimmäinen toukokuussa tai kesäkuun alussa ja toinen keskikesällä.

Keskikesän huippu oli kuitenkin epäsäännöllisempi eikä sitä esiintynyt joka vuosi. Pillikkeet ja tatarlajit taimettuivat lyhyen ajan kuluessa alkukesällä, jauhosavikan ja pihtähtimön taimettuminen kesti toukokuun lopusta heinäkuuhun ja pelto-orvokki ja peipit taimettuivat voimakkaimmin keski-kesällä. HÄKANSSON (1979a) totesi useimpien kevätyksivuotisten lajien taimettuvan voimakkaasti alkukesällä. Joidenkin lajien, erityisesti peltohatikan, taimettuminen ei ollut selvästi jaksollista vaan niitä taimettui suunnilleen yhtä paljon pitkin kesää. Keski-kesällä useimpien kevätyksivuotisten taimettuminen oli vähäistä, mutta myöhään syksyllä taas runsaampaa. Syysyksivuotisten taimettuminen oli tasaisempaa muistuttaen peltohatikkaa. Taimettumiseen vaikutti alkukesällä eniten lämpötila, mutta keski-kesällä myös muilla säätekeijöillä, varsinkin kosteudella, oli merkitystä (ROBERTS ja POTTER 1980, ERVIÖ 1981).

2. VILJELYTEKNINEN JA KILPAILUUN PERUSTUVA TORJUNTA

2.1. Kylvöaika

Kylvöajan hyväksikäyttö rikkojen torjunnassa perustuu kilpailuun. Kylvöaikaa muuttamalla pyritään luomaan viljakasveille paremmat mahdollisuudet menestyä kilpailussa rikkakasveja vastaan.

Nykyisin kevätviljat pyritään yleensä kylvämään mahdollisimman aikaisin. Maa on silloin usein vielä kylmä, mikä hidastaa viljojen orastumista (LARSSON 1974, ANDERSSON 1984b), mutta pintakerroksissa voi samaan aikaan olla riittävästi kosteutta rikkojen huomattavaan itämiseen (ANDERSSON 1984b). Rikkasiementen itämisvalmius on lisäksi suuri jo aikaisin keväällä (HÄKANSSON 1982b). Rikkoja saattaa siis taimettua huomattavasti ennen kuin vilja tulee pintaan, ja niillä on silloin hyvät kilpailumahdollisuudet. On nimittäin havaittu, että kasvilaji, joka ensimmäisenä taimettuu pellolla, on selvästi paremmassa asemassa kuin myöhemmin taimettuvat (HÄKANSSON 1979b, ANDERSSON 1984b). Jo muutaman päivän aikaero muuttaa ratkaisevasti kilpailutilannetta. HÄKANSSON (1979b) tutki

taimettumisajankohdan vaikutusta korsiviljojen ja rikkakasvien menestymiseen astiakokeessa ja havaitsi mm., että rikkojen taimettuminen kolme päivää ennen ohraa lisäsi niiden painon vähintään kaksinkertaiseksi verrattuna yhtäaikaiseen taimettumiseen. Samalla ohran paino laski n. 20 %.

Entisaikoina, jolloin kylvötyöt saattoivat kestää useita viikkoja, rikkoja ehti itää ja taimettua keväällä ennen kylvöä. Ne kuitenkin tuhoutuivat suurimmaksi osaksi kylvön yhteydessä (ANDERSSON 1984b). Kevätviljoilla käytettävä myöhästetty kylvö muistuttaa tätä vanhaa kylvötapaa: Pelto äestetään mahdollisimman aikaisin keväällä ja jätetään sitten lepäämään pari viikoksi. Tämän jälkeen maa äestetään uudelleen, jotta taimettuneet rikkaruohot tuhoutuisivat, ja kylvetään normaalisti. (ERVIÖ 1982, SVENSSON 1982.) Myöhästetty kylvö tehoaa pääasiassa kevätitöisiin rikkalajeihin. Niiden taimettumista edistää huomattavasti ensimmäinen äestys, sillä muokkauksen on havaittu kiihdyttävän rikkasiementen itämistä (mm. ROBERTS ja POTTER 1980, HÅKANSSON 1983a).

Myöhästettyä kylvöä käytettiin meillä hukkakauran torjuntaan silloin, kun torjunta-aineita ei ollut saatavissa (ERVIÖ 1982).

Menetelmä voisi olla varteenotettava vielä nykyäänkin, sillä Ruotsissa on saatu melko hyviä tuloksia. GUMMESSON (1972a, 1972b, 1982) havaitsi, että kun ensimmäisen muokkauksen ja kylvön väli oli 15 päivää, torjuntatulokset olivat hyvät: elävien hukkakaurayksilöiden määrä pieneni lähes puoleen verrattuna käsittelemättömään. Herbisidiruiskutus antoi kuitenkin paremman tehon (Taulukko 1).

GRANSTRÖM (1972) totesi myöhästetyn kylvön vähentävän sekä hukkakauran lukumäärää että painoa erittäin selvästi eikä satokaan laskenut kylvön myöhästyessä.

Taulukko 1. Hukkakaurakokeiden tuloksia vuosilta 1966-71.
Kemiallisen torjunnan ja myöhästetyn kylvön vertailu.
(GUMMESSON 1982)

	Jyväsato kg/ha	Elävät hukkakaurat suht. paino
Käsittelemätön	2764	100
15 pv myöhästetty kylvö	2605 (-159)	55
4,0 l Avadex BW	3167 (+403)	32
Kokeiden lukumäärä	61	64

Myöhästetty kylvö antoi 50 - 60 %:n tehon myös kaksisirkkaisiin yksivuotisiin ohrakasvustossa (SVENSSON 1982). DOCK (1980) havaitsi niin ikään, että myöhästetty kylvö vähensi kaksisirkkaisten yksivuotisten määrää, mutta monivuotisiin rikkoihin se ei sitä vastoin tehonnut.

Sadonalennukset ovat huomattavin häirtatekijä myöhästettyä kylvöä käytettäessä. Yleensä voidaan katsoa sadonalennuksen olevan n. 1 % verran päivää kohti kylvön myöhästyessä normaalista ajasta (SVENSSON 1982). Myöhäisen kylvön vaikutus riippuu kuitenkin suuresti kevään sääoloista ja maalaajista. Kuivana keväänä KIVISAARI ja LARPES (1983) havaitsivat kevätiljojen sadon laskevan savimailla lähes puoleen, kun kylvö myöhästyi pari viikkoa optimiajankohdasta. Sateisena keväänä kylvön myöhästyminen ei pienentänyt satoa hietasavimailla paljoakaan, mutta hiesusavella sato laski silloinkin erittäin selvästi. Toisaalta SIMOJOKI (1977) totesi, että hiesumaalla ohran sato oli suurempi kylvettäessä toukuun lopulla kuin kuun puolivälissä. Joka tapauksessa myöhästetty kylvö on varsin epävarma menetelmä mahdollisten sadonalennusten takia, vaikka rikkakasviteho voi usein olla suhteellisen hyvä.

Kylvöaika vaikuttaa myös syysviljojen rikkatiheyteen BENGTTSSON (1971) havaitsi syysvehnäkokeessa rikkojen niukentuvan kylvön siirtyessä myöhemmäksi. Kolme viikkoa normaalia

aikaisemmin kylvetyssä syysvehnässä rikkojen määrä enemmän kuin kaksinkertaistui, mutta puolitoista viikkoa normaalia myöhemmin kylvetyssä kasvustossa rikkoja oli 1/4 vähemmän. Myöhään kylvettäessä rikkaruohoja oli ilmeisesti ehtinyt taimettua enemmän, mutta ne tuhoutuivat kylvön yhteydessä ja näin rikkamäärä jäi pienemmäksi.

Kylvöajan vaikutus näyttää kuitenkin riippuvan syysviljakasvuston rikkalajistosta. RAATIKAINEN ja RAATIKAINEN (1983) totesivat myöhäisen kylvön vähentävän pelto-orvokkia ja peltoukonaurista, mutta lisäävän linnunkaalia, pihatähkimöä ja punapeippiä. Myös juolavehnää oli eniten myöhään kylvetyillä lohkoilla sekä syysvehnässä (RAATIKAINEN ja RAATIKAINEN 1983) että rukiissa (RAATIKAINEN ja RAATIKAINEN 1979).

2.2. Kylvösyvyys

Kylvösyvyys vaikuttaa kasvien taimettumiseen. Syvään kylvettyjen siementen tulo pintaan viivästyy, taimet ovat heikompia ja niiden määrä vähenee (HÄKANSSON 1979b, 1979c, ANDERSSON 1984b).

HÄKANSSON (1979b, 1979c) tutki kylvösyvyyden vaikutusta korsiviljojen ja rikkakasvien väliseen kilpailutilanteeseen kasvihuoneessa (Taulukko 2). Vehnän orastuminen myöhästyi 0,3 - 0,5 vrk jokaista senttimetriä kohti, jonka kylvösyvyys lisääntyi. Sekä vehnän että ohran kuivapainot laskivat kylvösyvyyden kasvaessa, mutta rikkojen kuivapaino nousi. Mitä syvempään vehnä oli kylvetty sitä enemmän rikkakasvien kilpailu heikensi viljakasvustoa.

Suuri viljan siemen voi hiukan lieventää syvyyden haittavaikutuksia, koska se orastuu yleensä vähän nopeammin kuin pieni siemen ja kilpailee paremmin rikkojen kanssa. Siemenen koon merkitys kylvösyvyyden kasvaessa näyttää tosin melko vähäiseltä, minkä vuoksi vilja pitäisi kylvää niin matalaan kuin mahdollista ottaen kuitenkin huomioon maan kosteusolot (HÄKANSSON 1979b, 1979c.)

Taulukko 2. Kylvösyvyyden vaikutus viljan ja rikkojen itämiseen ja kasvuun kasvihuonekokeissa (HÄKANSSON 1979c).

Viljan kylvösyvyys	Viljan orastuminen kylvön jälkeen	Viljan kuiva- paino ilman rikkojen kilpailua g	Viljan ja rikkojen kuivapainot niiden kilpaillessa keskenään			
			Vilja g	% ilman rikkoja kasva- neista	Rikat g	% ilman viljoja kasva- neista
Koe 1: Kevätvehnä						
Siemenmäärä 4,2 kpl/dm ²						
2 cm	4,9 pv	283	237	84	61	25
5 cm	6,2 pv	226	146	64	106	43
8 cm	7,2 pv	149	91	61	156	63
Koe 2: 2-tahoinen ohra						
Siemenmäärä 3 kpl/dm ²						
2 cm	-	472	404	86	39	12
8 cm	-	424	357	84	100	30
Siemenmäärä 9 kpl/dm ²						
2 cm	-	550	506	92	8	2
8	-	484	434	90	42	12

2.3. Kasvuston tiheys ja tasaisuus

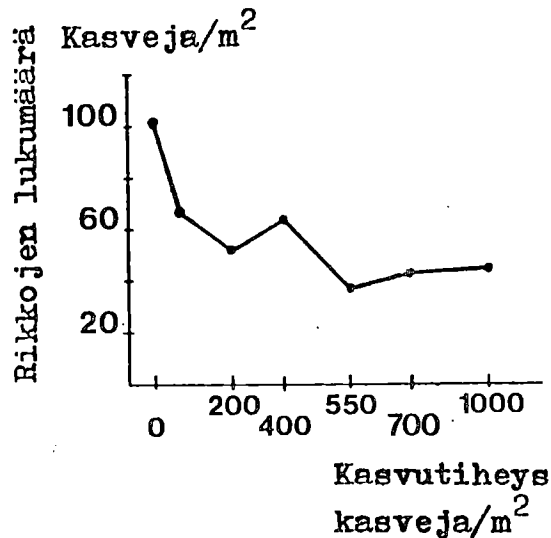
Kun kasviyksilöt kasvavat kasvustossa, ne alkavat tiettyssä tiheydessä kilpailla toistensa kanssa valosta, vedestä ja ravinteista. Kilpailu alkaa sitä nopeammin ja on sitä voimakkaampaa mitä tiheämmässä kasvit ovat. Jonkun tai joidenkin kasvutekijöiden saanti vaikeutuu ja yksittäisen kasvin kasvu ja tuotantokyky heikkenee.

Kasvuston tiheyden muutoksilla on mahdollista vaikuttaa viljelykasvien kilpailukykyyn. Korsiviljat sulkeutuvat nopeasti ja muodostavat jo sinänsä varsin voimakkaita kasvus-

toja, joissa kilpailu heikentää selvästi rikkojen menestymistä. Niiden kilpailukykyä voidaan vielä parantaa käyttämällä viljelytekniisiä kasvuston tiheyteen vaikuttavia keinoja.

2.3.1. Siemenmäärä

Suurentamalla viljojen kylvösiemenmäärää voidaan rikkojen kasvumahdollisuuksia heikentää. Niiden taimettuminen vähenee ja kuolleisuus lisääntyy viljojen voimistuneen kilpailun seurauksena (HÅKANSSON 1979b, 1983b). ERVIÖ (1983) tutki kylvömäärän vaikutusta rikkoihin ohrakasvustossa, jonka tiheys vaihteli 0:sta 1000 yksilöön/m². Rikkakasvien lukumäärä aleni selvästi ohran tiheyteen 200 kpl/m² asti, mutta suuremmissa tiheyksissä se vaihteli epäsäännöllisesti (Kuva 2).



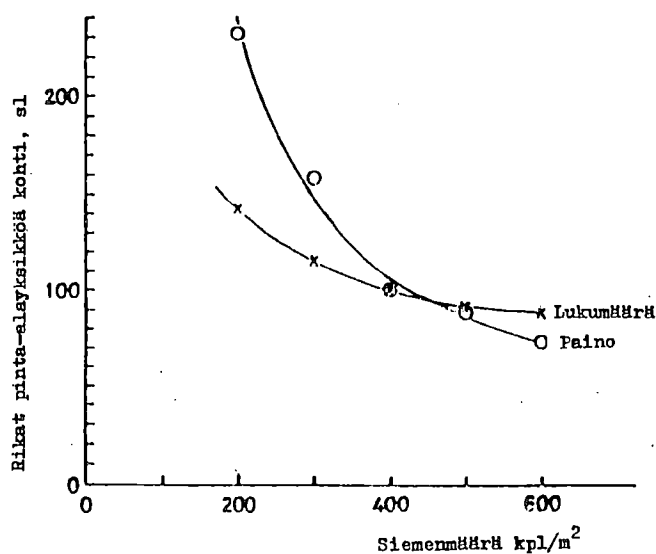
Kuva 2. Ohran tiheyden vaikutus rikkakasvien lukumäärään (ERVIÖ 1983).

Myös aikaisemmissa tutkimuksissaan ERVIÖ (1972a) havaitsi rikkojen niukentuvan viljan siemenmäärän kasvaessa (Taulukko 3). HÅGAND (1984) ja HÅKANSSON (1983b) totesivat, ettei kylvömäärän lisääminen vähentänyt rikkojen lukumäärää kovinkaan selvästi. Viljakasvuston tiheneminen vaikuttaakin enemmän

rikkasatoon, sillä kilpailun kiristytessä kasviyksilöt pienenevät (HÄKANSSON 1979b). Rikkojen paino siis laskee nopeammin kuin niiden lukumäärä siemenmäärän kasvaessa (Kuva 3).

Taulukko 3. Viljan (kaura ja kevätvehnä) siemenmäärän vaikutus rikkojen lukumäärään 1967-68 (ERVIÖ 1972a).

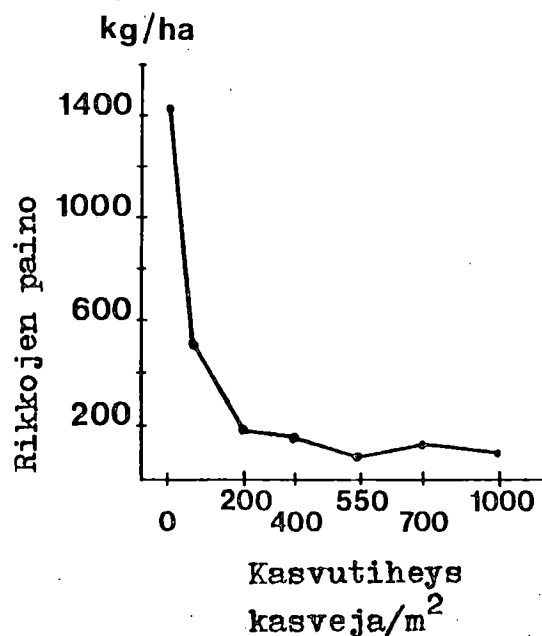
Siemenmäärä kg/ha	Rikkojen lukumäärä kpl/m ²	
	1967	1968
25	136	64
50	134	66
100	129	62
200	96	55
400	81	30
800	70	19
1000	43	10



Kuva 3. Siemenmäärän aiheuttamat suhteelliset rikkojen lukumäärän ja painon muutokset kevätiljakasvustossa (HÄKANSSON 1975a, 1979b).

Jo normaali viljan kylvösiemenmäärä vähentää rikkojen painon 5 - 15 %:iin puhtaan rikkakasvuston sadosta. Jos tiheyttä vielä lisätään rikkasato laskee edelleen, mutta ei niin nopeasti kuin aluksi (HÄKANSSON 1979b). ERVIÖN (1983) tutkimuksissa suurin rikkasadon lasku tapahtui, kun ohran tiheys kasvoi nolhasta 200 kappaleeseen/m². Tätä tiheämmissä kasvustoissa rikkojen paino ei enää muuttunut merkittävästi (Kuva 4).

Rikkasadon pieneneminen kylvömäärän kasvaessa on havaittu myös monissa muissa tutkimuksissa (mm. GRANSTRÖM 1962a, ERVIÖ 1972a, ANDERSSON 1984a, HAGSAND 1984).



Kuva 4. Ohran tiheyden vaikutus rikkasatoon (ERVIÖ 1983).

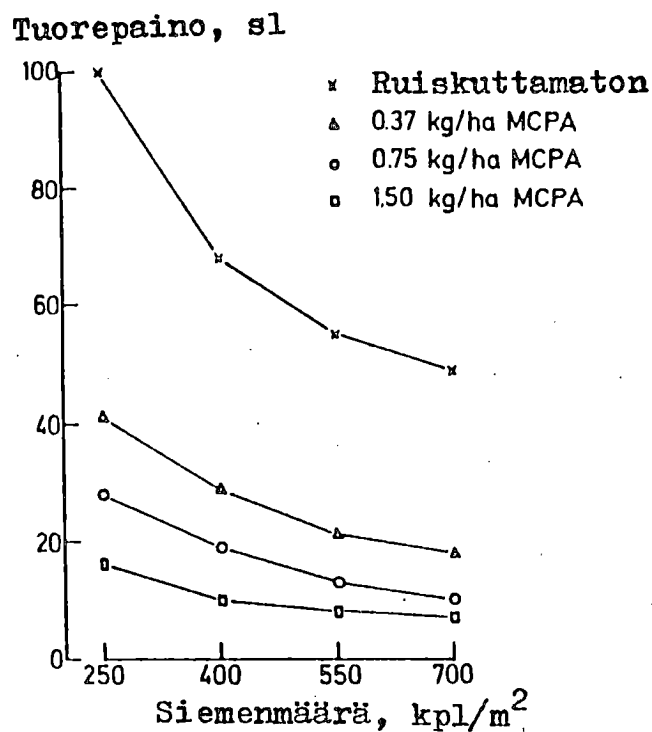
Siemenmäärän lisäys vaikuttaa myös heinämaisiiin rikkakasveihin. CUSSANS (1976b) havaitsi ohran kylvömäärän kaksinkertaistamisen pienentäneen juolavehnän juurakoiden painoa kolmanneksen ja hukkakauran siementen lukumäärää myös lähes kolmanneksen. SKUTERUDin (1977) kokeessa kauran kaksinkertaistettu siemenmäärä (150 kg/ha → 300 kg/ha) vähensi juolavehnän peittävyvyyden puoleen. GUMMESSON (1982) totesi hukkakauran painon laskevan lähes 50 %, kun kylvömäärä oli kaksi kertaa normaalia suurempi (Taulukko 4).

Taulukko 4. Tulokset hukkakauran torjuntakokeesta, jossa kaksinkertaista kylvösiemenmäärää on verrattu kemialliseen torjuntaan (GUMMESSON 1982).

	Jyväsato		Hukkakaura suht. paino
	kg/ha	sl	
Käsittelemätön	2940	100	100
Kaksinkert. siemenmäärä	3234	110	53
4,0 l Avadex BW	3439	117	27
8,0 l Avadex BW	3607	123	14
Kokeiden lukumäärä	28		32

Kuten jo taulukosta 4 voidaan nähdä, siemenmäärän lisäys ei ole yleensä niin tehokas torjuntamenetelmä kuin herbisidit. ERVIÖ (1983) sai parhaaksi tehoksi 79 - 85 %, kun ohran tiheys oli 550 kpl/m² tai enemmän; tiheyden ollessa 200 ja 400 kpl/m², rikkojen paino laski 62 - 72 %. Torjunta-ainekäsittelyn teho samassa kokeessa oli kuitenkin 95 %. Myös ANDERSSONin (1984a) kokeessa herbisidiruiskutukset osoittautuivat tehokkaammiksi kuin pelkkä siemenmäärän lisäys. Käytettäessä suurempaa kylvömäärää torjunta-aineannosta voitiin kuitenkin pienentää ja silti saada riittävä teho (Kuva 5).

Kylvömäärän lisääntyessä viljojen jyväsato kasvaa tiettyyn rajaan asti. ERVIÖN (1983) ja HAGSANDin (1984) kokeissa sato ei enää noussut, kun ohran tiheys ylitti 400 kpl/m², mutta ANDERSSON (1984a) havaitsi, ettei sadon kasvu pysähtynyt vielä ohran tiheyden ollessa 700 kpl/m². Maksimisadon saavuttaminen melko alhaisilla tiheyksillä saattaa johtua esim. laon huomattavasta lisääntymisestä suurempia kylvömääriä käytettäessä (ANDERSSON 1984b). Jos taas esim. rikkoja on runsaasti, suurimman sadon saamiseksi tarvitaan suurempi siemenmäärä kuin rikkatiheyden ollessa alhainen (HÄKANSSON 1979b, 1984b). Sato ei kuitenkaan enää nouse nopeasti suurilla siemenmäärillä, jolloin riittävän rikka-



Kuva 5. Rikkojen paino eri MCPA-annoksilla ja siemenmäärillä.
48 koetta. 1980-83 (ANDERSSON 1984a).

kasvitehon saavuttamiseksi tarvittavan siemenen kustannus voi ylittää sadonlisäyksestä saatavan hyödyn. Taloudellisesti ajatellen ei siten näytä kannattavalta juuri lisätä kylvömäärää normaalista (GUMMESSON 1982b, ERVIÖ 1983, ANDERSSON 1984a). Toisaalta siemenmäärän suurentaminen voi olla käyttökelpoinen torjuntamenetelmä maanviljelijöille, jotka haluavat välttää herbisidejä, kuten esim. HAGSAND (1984) toteaa.

2.3.2. Siementen jakautuminen rivissä

Kylvösiemenen tasainen jakautuminen maassa on edullista sekä jyväsadon että viljojen kilpailukyvyn kannalta. Se riippuu sekä rivivälistä että siementen jakautumisesta rivissä.

HÄKANSSON (1979b) kylvi ohraa 10 cm:n rivivälillä siten, että yksittäisiä siemeniä tai neljän siemenen ryhmiä oli tasaisin välein rivissä. Hän havaitsi ohran painon pinta-alayksikköä kohti laskevan, mutta rikkojen painon sitä vastoin nousevan, kun siemenet olivat epätasaisesti jakautuneet rivissä (Taulukko 5).

Taulukko 5. Ohran siemenen tasaisen ja epätasaisen jakautumisen vaikutus rikkakasvien ja ohran painoon. Riviväli 10 cm. Siemenmäärä 200 kpl/m² (HÄKANSSON 1979b).

Jakautuminen rivissä	Rikat	Ohra ilman rikkojen kilpailua	Ohra kilpailussa rikkojen kanssa
	Kuivapaino g/m ²		
Tasainen	158	297	211
Epätasainen * * * *	175	288	164
	Suhdeluvut		
Tasainen	100	100	100
Epätasainen * * * *	111	97	77
	Suhdeluvut		
Tasainen		100	71
Epätasainen * * * *		100	57

Uudemmassa kokeessaan HÄKANSSON (1984c) tutki myös siementen tai siemenryhmien välisissä etäisyyksissä tapahtuvien muutosten vaikutusta käytettäessä eri siemenmääriä. Jyvät jakautuivat rivissä seuraavasti:

Jyvien määrä ryhmässä	Etäisyys rivissä (cm)	eri siemenmäärillä	
kpl	200 kpl/m ²	400 kpl/m ²	800 kpl/m ²
1	5	2,5	1,25
2	10	5	2,5
4	20	10	5
8	-	20	10
16	-	-	20

Rikkakasvien paino suureni, kun siementen jakautumisen epätasaisuus lisääntyi. Painonnousu oli lisäksi suhteellisesti suurempaa silloin, kun rikkasato oli pieni. Alhainen rikkojen paino on merkki heikosti kilpailevista rikkaruohoista ja epätasaisuuden lisääntyminen siis paransi niiden mahdollisuuksia suhteellisesti enemmän kuin voimakkaiden rikkojen (HÄKANSSON 1979b). Jyväsato laski keskimäärin 0,4 - 0,5 % jokaista senttimetriä kohti, jonka siementen tai siemenryhmien etäisyys kasvoi rivissä. Mitä suurempi kylvömäärä oli sitä enemmän rikat keskimäärin hyötyivät ja sitä enemmän vilja kärsi etäisyyksien suurenemisesta rivissä (Taulukko 6).

Taulukko 6. Jyvien tai jyväryhmien etäisyyden lisääntymisen vaikutus jyvä-, olki- ja rikkasatoon. Kolme siemenmäärää. Ei rikkojen torjuntaa (HÄKANSSON 1984c).

Kasvuston luonne	Satotaso ¹⁾ g/m ²			Painon muutos (%), kun etäisyys rivissä lisääntyi 1 cm:llä		
	Vilja	Olki	Rikat	Vilja	Olki	Rikat
Korkeampi rikkojen satotaso (5 koetta)						
200 siementä/m ²	220	382	191	-0,45	-0,46	+0,89
400 "	283	486	121	-0,60	-0,63	+1,70
800 "	331	576	72	-0,63	-0,58	+2,83
Alhaisempi rikkojen satotaso (5 koetta)						
200 siementä/m ²	402	520	23	-0,29	-0,05	+2,37
400 "	419	549	9	-0,25	-0,01	+2,02
800 "	417	570	5	-0,27	-0,00	+3,99
Yhteensä (10 koetta)						
200 siementä/m ²	311	451	107	-0,37	-0,26	+1,60
400 "	351	517	65	-0,43	-0,33	+1,89
800 "	374	579	38	-0,45	-0,29	+3,32

1) Kaikkien etäisyyksien keskiarvo kullakin siemenmäärällä; mahdollistaa kylvötiheyksien välisen vertailun.

2.3.3. Riviväli

GRANSTRÖM (1963) totesi rikkasadon kasvavan, kun riviväli suureni 12,5 cm:stä. Samalla kaikkien kokeessa olleiden korsiiviljojen jyväsadot laskivat (Taulukko 7). Erot kevätviljojen rikkaruohoisuudessa ja jyväsadossa 12,5 ja 15 cm:n välillä olivat kuitenkin niin pieniä, että 15 cm:n riviväliä voitaisiin mahdollisesti käyttää.

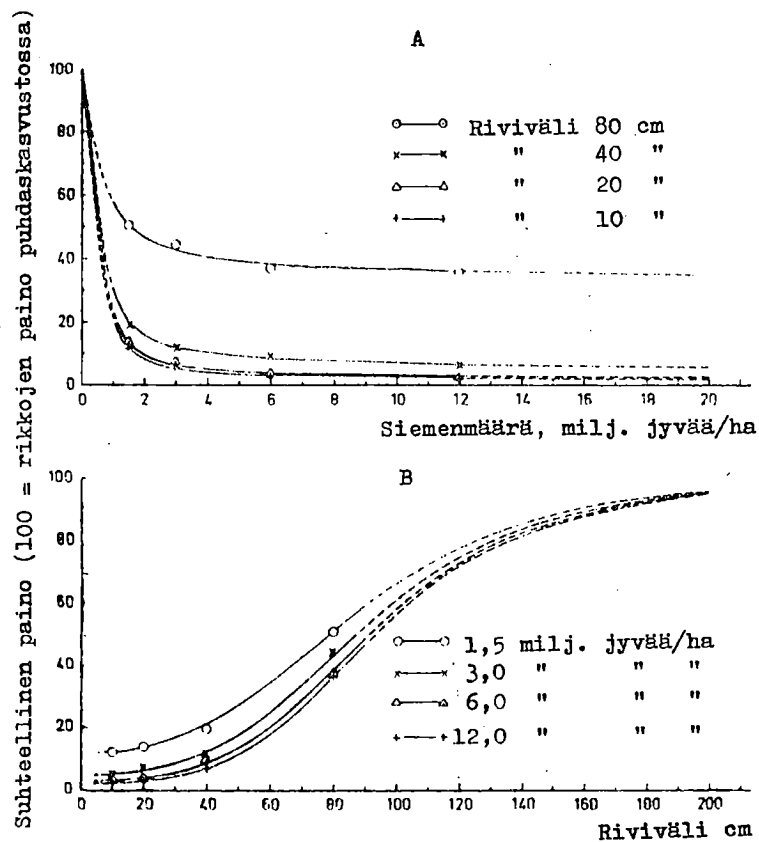
Taulukko 7. Rikkojen lukumäärä ja paino ohrassa sekä ohran jyväsato (GRANSTRÖM 1963).

Riviväli cm	Rikat kpl/m ²	Rikat g/m ²	Jyväsato kg/ha
12,5	468	88	4030
15,0	472	100	3980
17,5	536	130	3840
20,0	728	146	3790

HÄKANSSON (1984c) havaitsi, että 5 cm:n riviväliä käytettäessä (siemenmäärä 400 kpl/m²) sekä syys- että kevätviljojen keskimääräinen jyväsato oli vain 0,2 - 0,3 % suurempi kuin rivivälin ollessa 10 cm. Rikkakasvien paino puolestaan oli pienempää riviväliä käytettäessä 5 - 8 % alhaisempi. Jos taas riviväli kasvoi 10:stä 20 cm:iin, jyväsato laski huomattavasti ja rikkasato nousi erittäin voimakkaasti.

Rivivälin vaikutusta voidaan tehostaa suurentamalla siemenmäärää. HÄKANSSON (1975a, 1979b) tutki rivivälien 10, 20, 40 ja 80 cm ja siemenmäärien 150, 300, 600 ja 1200 kpl/m² vaikutuksia ohran ja syysvehnän jyväsatoihin ja rikkasvustoihin. Rikkojen paino laski kaikilla riviväleillä kylvötiheyden kasvaessa; rivivälin ollessa pieni lasku oli nopeampaa (Kuva 6A). Rivivälin pienentyessä rikkasadon aleneminen tapahtui nopeammin, kun siemenmäärä oli suuri (Kuva 6B). Jyväsato puolestaan nousi rivivälin pienentyessä sitä nopeammin ja sitä korkeammalle (tietyissä rajoissa),

mitä suurempi oli kylvömäärä. Jos siis käytetään suurta siemenmäärää, on syytä kylvää mahdollisimman pienellä rivivälillä.



Kuva 6. Rikkakasvit kaksitahoisessa ohrassa.

A. Rikkojen kuivapaino siemenmäärän funktiona eri rivivälejä käytettäessä.

B. Rikkojen kuivapaino rivivälin funktiona eri siemenmääriä käytettäessä.

(HÄKANSSON 1975a, 1979b)

Kasvuston tasaisuuteen vaikuttavat jonkin verran myös kylvövantaat. Tavallisilla vantailla saadaan 3 cm leveitä kasviringejä. Siipivantailla siemenet leviävät noin 6 cm leveiksi nauhoiksi ja jakautuvat suuremmalle alalle.

ANDERSSON (1984b) havaitsi tavallisten ja siipivantaiden vertailussa, että vehnä- ja ohrasato oli 0 - 2 % suurempi käytettäessä siipivantaita, mutta vaikutus rikkakasveihin oli vähäinen.

Teoreettisesti ihanteellinen kasvuston rakenne (sekä jyväsadon että kilpailukyvyn kannalta) saavutetaan silloin, kun siementen etäisyys rivissä on yhtä suuri kuin riviväli (HÄKANSSON 1979b, ANDERSSON 1984b). Käytettäessä siemenmäärää 400 kpl/m^2 tämä merkitsisi sitä, että riviväli olisi 5 cm ja siementen etäisyys toisistaan myös 5 cm. Käytännössä täydelliseen tasaisuuteen pyrkiminen edellyttäisi kalliita teknisiä ratkaisuja, jotka eivät nykyisellään ole mielekkäitä, koska saavutettava hyöty ei ole kovin suuri. Sitä paitsi on luultavaa, ettei täysin tasainen siementen jakautuminen olekaan usein paras. Suurempi tiheys rivissä ja hieman suurempi riviväli voivat esimerkiksi edistää taimettumista niin paljon, että tämä voittaa tasaisen jakautumisen edut. (HÄKANSSON 1984c.)

Näyttää siis kaikenkaikkiaan siltä, että riviväliä ei kannata merkittävästi pienentää nykyisestä (12,5 cm). 8 - 10 cm:n riviväli voi tulla kysymykseen, jos se saavutetaan ilman suuria teknisiä muutoksia ja jos se yhdistetään muihin kylvötekniikan parannuksiin, esim. suurempaan siemenmäärään (HÄKANSSON 1984c). Rivin sisäisen tasaisuuden lisäämiseen kannattaa kuitenkin kiinnittää huomiota tekniikan kehittämisessä. Yhdistettynä kohtuullisesti pienennettyyn riviväliin tai suurennettuun siemenmäärään tasaisempi siementen jakautuminen rivissä voi nimittäin osoittautua varsin mielenkiintoiseksi tulevaisuudessa, mikäli korsiviljojen kilpailukykyä yritetään hyödyntää entistä paremmin rikkoja vastaan. (HÄKANSSON 1984c.)

2.4. Viljelykierto ja viljelyjärjestelmä

Rikkakasvien esiintymiseen pellolla vaikuttavat huomattavasti viljeltävä kasvilaji ja sen viljelyyn liittyvät toimet, esim. muokkaus ja lannoitus. Siihen vaikuttaa myös rikka-

kasvilaji, koska riippuen kunkin lajin itämisajoista, vuotuisesta kehitysrytmistä, lisääntymistavasta ja kilpailukyvyistä sillä on eri viljelykasveissa erilaiset mahdollisuudet kehittyä lisääntymiskykyisiksi yksilöiksi. (HÄKANSSON 1975b.)

2.4.1. Rikkojen esiintyminen eri aikaan kylvetyillä ja eri-ikäisillä viljelyksillä

Viljelykasvit voidaan kylvöajan ja iän (yksivuotinen-monivuotinen) mukaan jakaa ryhmiin, joissa rikoilla on erilaiset kehitysmahdollisuudet.

Keväällä kylvetyissä (tai istutetuissa) yksivuotisissa viljelykasveissa esiintyy pääasiassa kevätyksivuotisia rikkalajeja. Ne itävät suunnilleen samaan aikaan tai hieman aikaisemmin kuin viljelykasvit, jolloin niillä on usein suuret mahdollisuudet kehittää kilpailukykyisiä kasveja. Tällaisia lajeja ovat esim. pillikkeet, hukkakaura, peltoemäkki, tatarlajit, jauhosavikka, peltokierto ja peltohatikka. (GRANSTRÖM 1962b, HÄKANSSON 1975b, WÜNSCHE 1975). Useat syysyksivuotiset taimettuvat huomattavassa määrin myös keväällä, esim. pelto-orvokki, pihatähtimö, saunakukka ja peltolemmikki. Ne voivat siten olla varsin tavallisia ja merkittäviä rikkoja myös kevätkylvöissä viljelykasveissa (HÄKANSSON 1975b, WÜNSCHE 1975).

Syksyllä kylvetyissä yksivuotisissa viljelykasveissa tavataan eniten syysyksivuotisia rikkalajeja, jotka taimettuvat syksyllä ja talvehtivat. Yleisimpiä lajeja ovat saunakukka, pelto-orvokki, linnunkaali, pihatähtimö ja lutukka. (HÄKANSSON 1975b, WÜNSCHE 1975.)

Kevätyksivuotisten rikkojen kilpailumahdollisuudet ovat syysviljoissa huonommat, sillä viljelykasvit ovat keväällä kehityksessä edellä. Jos kuitenkin rikkojen itämisolot ovat aikaisin keväällä suotuisat tai viljelykasvi on harvaa ja aukkoista, kevätyksivuotisistakin voi olla haittaa. (HÄKANSSON 1975b.)

Monivuotisista rikoista on yksivuotisilla viljelyksillä merkitystä lähinnä sellaisilla, joilla on pitkät maanalaiset rönsyt tai rönsymukuloita, esim. juolavehnä, peltovalvatti ja pelto-ohdake (HÅKANSSON 1975b, WÜNSCHE 1975).

Monivuotisia viljelykasveja ovat meidän oloissamme käytännöllisesti katsoen vain nurmikasvit (nurmiheinät ja apilat). Yksivuotisista rikoista ei nurmissa juuri ole haittaa; korkeintaan ensimmäisen vuoden nurmessa tai heikosti talvehtineessa aukkoisessa kasvustossa (HÅKANSSON 1975b). Nurmien rikot ovatkin pääasiassa monivuotisia. Paikkasidonnaisista monivuotisista nurmissa viihtyvät esim. nurmilauha, voikukat (HÅKANSSON 1975b, WÜNSCHE 1975) ja niittyleikikki (WÜNSCHE 1975). Niiden merkitys korostuu nurmen vanhetessa. Kulkeutuvia monivuotisia esiintyy myös runsaasti ja nekin ovat ongelmallisempia vanhoissa nurmissa (HÅKANSSON 1975b, WÜNSCHE 1975). Yleisimpiä lajeja ovat pelto-ohdake, peltovalvatti, juolavehnä, peltokorte ja leskenlehti (WÜNSCHE 1975).

2.4.2. Viljelykasvilajin ja -lajikkeen vaikutus rikkojen esiintymiseen

Viljelykasvilaji ja jopa -lajike vaikuttavat lähinnä yksivuotisten kasvustojen rikkojen runsauteen. Korsiviljat kasvavat suhteellisen tiheässä ja kehittyvät nopeasti, jolloin kasvustot myös sulkeutuvat nopeasti. Niillä onkin suhteellisen hyvä kilpailukyky rikkoja vastaan. Syysviljat (ruis, syysvehnä) tukahduttavat yleensä rikkakasveja paremmin kuin kevätiljat (kevätevehnä, ohra, kaura) (RAATIKAINEN ym. 1971). Kevätviljoista kaura ja ohra kilpailevat paremmin rikkoja vastaan kuin kevätevehnä, sillä ne varjostavat enemmän (mm. SKUTERUD 1977).

Nurmikasvit ovat hyviä kilpailijoita yksivuotisia rikkaruohoja vastaan. Eri nurmikasvienkin kilpailukyky tosin vaihtelee jonkin verran, esim. nurmipalkokasvit varjostavat voimakkaammin ja ehkäisevät siten rikkojen kasvua paremmin kuin nurmiheinät. (GRANSTRÖM 1962b.)

Öljykasvit kilpailevat myös suhteellisen hyvin nykyisin, kun ne kylvetään pientä riviväliä käyttäen. Kuitenkin rikkamäärä näyttää olevan pienempi, kun riviväli on leveämpi ja kasvustot harataan. (ANDERSSON 1984b.)

Perunan ja juurikasvien kilpailukyky on sitä vastoin varsin heikko, koska niitä viljellään harvoina kasvustoina, jotka sulkeutuvat myöhään (ANDERSSON 1984b). Perunan ja juurikasvien viljely on lisännyt mm. pihatähtimön, jauhosavikan ja peippien runsautta (MUKULA ym. 1969). Myös GRANSTRÖM (1962b) havaitsi pihatähtimöä esiintyvän tiheämmässä perunan ja juurikasvien kuin viljan jälkeen. Herne on myös melko heikko kilpailija (RAATIKAINEN ym. 1971).

Lajikkeella on merkitystä lähinnä korsiviljojen osalta. Nykyiset lajikkeet ovat lyhytkortisempia ja pystylehtisempiä, jollaisiksi ne on jalostettu suurta satoa silmällä pitäen. Tällöin niiden kilpailukyky on heikentynyt. DENNIS ja MORTENSEN (1980) havaitsivat, että kilpailukyvyltään heikompien ohralajikkeiden kasvustoissa oli 3 - 6 kertaa enemmän rikkamassaa kuin kilpailukykyisimpien lajikkeiden kasvustoissa. ANDERSSON (1983) sai samansuuntaisia tuloksia, mutta erot olivat pienemmät. LANDSTRÖM (1983) ei sen sijaan todennut merkitsevää eroa pitkä- ja lyhytkortisten ohralajikkeiden vaikutuksessa juolavehnan esiintymiseen.

2.4.3. Viljelyjärjestelmä

Viljelyjärjestelmä käsittää sekä viljelykierron että kunkin kasvin viljelyyn liittyvät toimet. (HÄKANSSON 1975b). Viljelyjärjestelmässä tapahtuva muutos vaikuttaa rikkojen runsauteen. Viime vuosikymmeninä yleistynyt herbisidien käyttö on muuttanut viljapeltojen rikkakasvilajistoa: se on vähentänyt tavallisimmille torjunta-aineille arkoja lajeja, mutta lisännyt niitä kestäviä lajeja. Kevätviljoissa ovat vähentyneet mm. peltohatikka, ukontatar, jauhosavikka, pilikkeet (HÄKANSSON 1984a, KALLIO-MANNILA ym. 1984), kierto-tatar, pelto-orvokki, peltolemmikki ja peltoemäkki (KALLIO-

MANNILA ym. 1984). Neljä viimeksi mainittua lajia ovat kuitenkin HÄKANSSONin (1984a) mukaan runsastuneet. KALLIOMANNILA ym. (1984) puolestaan havaitsivat linnunkaalia, pihatähtimöä, pihatatarta ja nurmikoita esiintyvän kevätviljoissa enemmän kuin aikaisemmin. Syysviljoissa ovat niukentuneet mm. ruiskaunokki, paimenmatara ja saunakukka; runsastuneet ovat mm. kiertotatar, pihatatar, peltolemmikki ja pelto-orvokki (HÄKANSSON 1984a).

Lannoituksen ansiosta parantunut maan ravinnetila on saattanut vaikuttaa joihinkin rikkalajeihin, esim. peltohatikan niukentumiseen (HÄKANSSON 1984a). Myös siirtyminen leikkuupuintiin on muuttanut rikkalajistoa ja -määrää (ks. sivu 45).

Maan muokkauksella voidaan vaikuttaa rikkakasvustoon monella tavalla. Joskus viljelyjärjestelmän muuttaminen ainoastaan muokkauksen osalta voi riittää vaikeankin rikkakasvin kuriissapitämiseen. Esim. juolavehnän torjuntaan pelkkä suhteellisen usein viljelykierrossa toistuva sänkimuokkaus saattaa olla riittävän tehokas. (HÄKANSSON 1984a.) Muokkausta torjuntakeinona käsitellään tarkemmin luvussa 4.

2.4.4. Monokulttuuri ja yksipuolinen viljely

Kun viljelykierrossa tai -järjestelmässä on huomattava osuus kasveilla, jotka suosivat tiettyjä rikkalajeja, nämä lajit saavat suuremmat mahdollisuudet kehittää tiheitä kasvustoja kuin silloin, jos kyseisiä kasveja viljellään vähän. Selvimmin tämä tulee ilmi viljeltäessä jatkuvasti samaa kasvia eli monokulttuureissa.

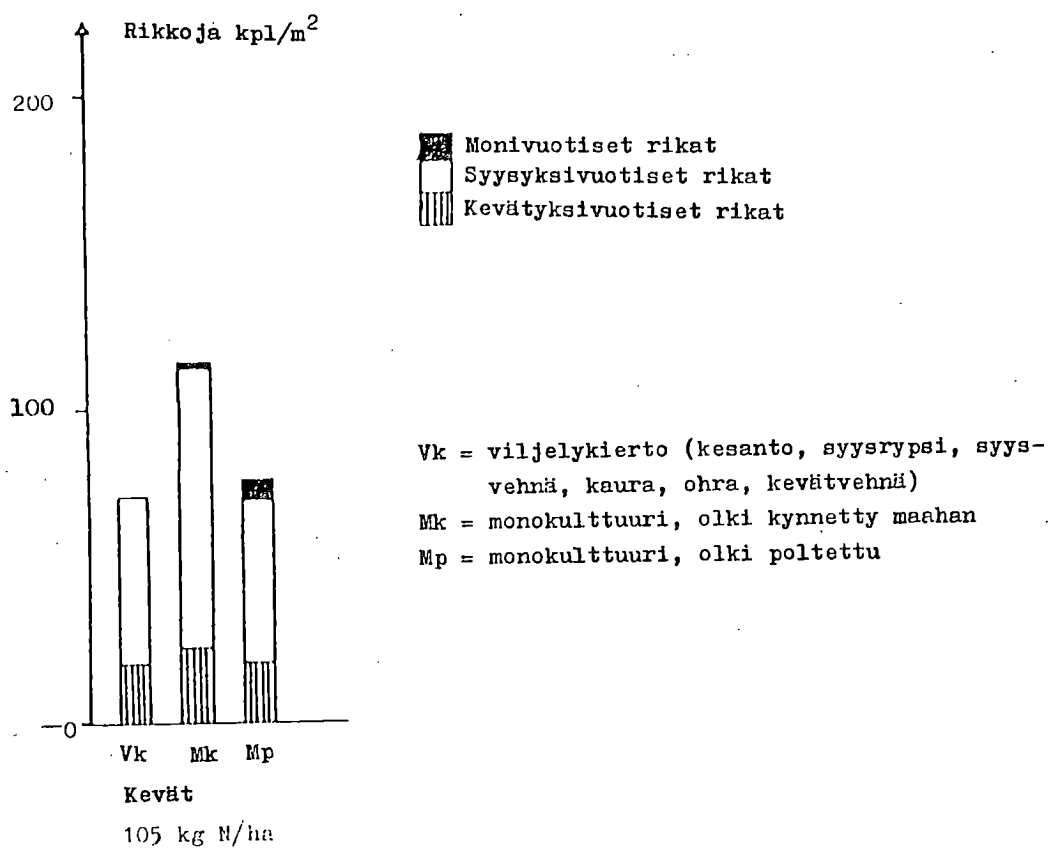
Jatkuvassa kevätiljojen viljelyssä esiintyy runsaasti yksivuotisia lajeja, esim. peltoukonaurista, pillikkeitä, peippejä ja peltohatikkaa (MUKULA ym. 1969) sekä myös hukka-kauraa (FRYER 1979), jauhosavikkaa, peltoemäkkiä ja tatarlajeja (AAMISEPP ja WALLGREN 1979). Monivuotisista muokkausta kestävät pelto-ohdake ja peltovalvatti ovat yleisiä (MUKULA ym. 1969).

Syysviljojen yksipuolinen viljely suosii syysyksivuotisia lajeja, esim. pelto-orvokkia, peippejä, lutukkaa ja peltotaskuruohoa sekä monivuotisista juolavehnää, pelto-ohdaketta ja valvattia (AAMISEPP ja WALLGREN 1979).

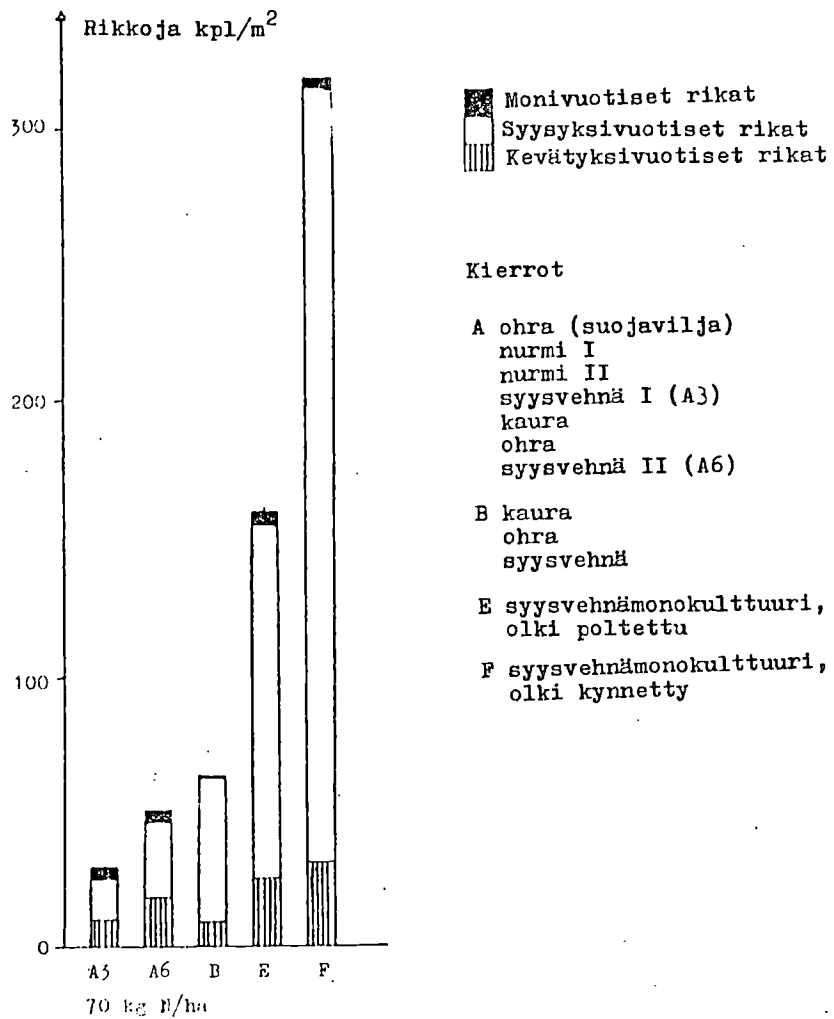
AAMISEPP ja WALLGREN (1979) totesivat yksivuotisten rikkojen lisääntyvän enemmän ohran ja kevätvehnän kuin kauran monokulttuureissa. Lisäksi jatkuvassa viljanviljelyssä rikkojen kokonaismäärä kasvoi. Myös KAUKANEN (1975) havaitsi rikkojen runsastuvan pitkän yhtäjaksoisen viljanviljelyn aikana verrattuna viljanviljelyyn heinän jälkeen.

DOCK (1980) vertaili kevätiljojen monokulttuureita ja viljelykiertoa, jossa vuorottelivat kesanto, syysrypsi, syysvehnä, kaura, ohra ja kevätvehnä. Kauran monokulttuureissa rikkoja oli koko kokeen ajan (5 vuotta) vähemmän kuin kaurassa em. kierron jälkeen. Ohrassa ja kevätvehnässä rikkamäärät vaihtelivat vuosittain, mutta keskimäärin monokulttuuri suosi rikkoja (Kuva 7). Oljen poltto ehkäisi jossain määrin rikkojen runsastumista monokulttuurissa.

Yksipuolinen viljojen viljely (eri viljalajeja vuorotellen) lisäsi myös rikkojen määrää syysvehnässä, joskaan ei niin paljon kuin monokulttuuri (Kuva 8). Tässäkin kohteessa olkien poltto monokulttuureissa hidasti rikkojen runsastumista verrattuna monokulttuureihin, joissa oljet kynnettiin maahan. (DOCK 1980.)



Kuva 7. Rikkojen esiintyminen kevätviljassa (keväällä 1980; ennen herbisidikäsitelyä). (DOCK 1980.)



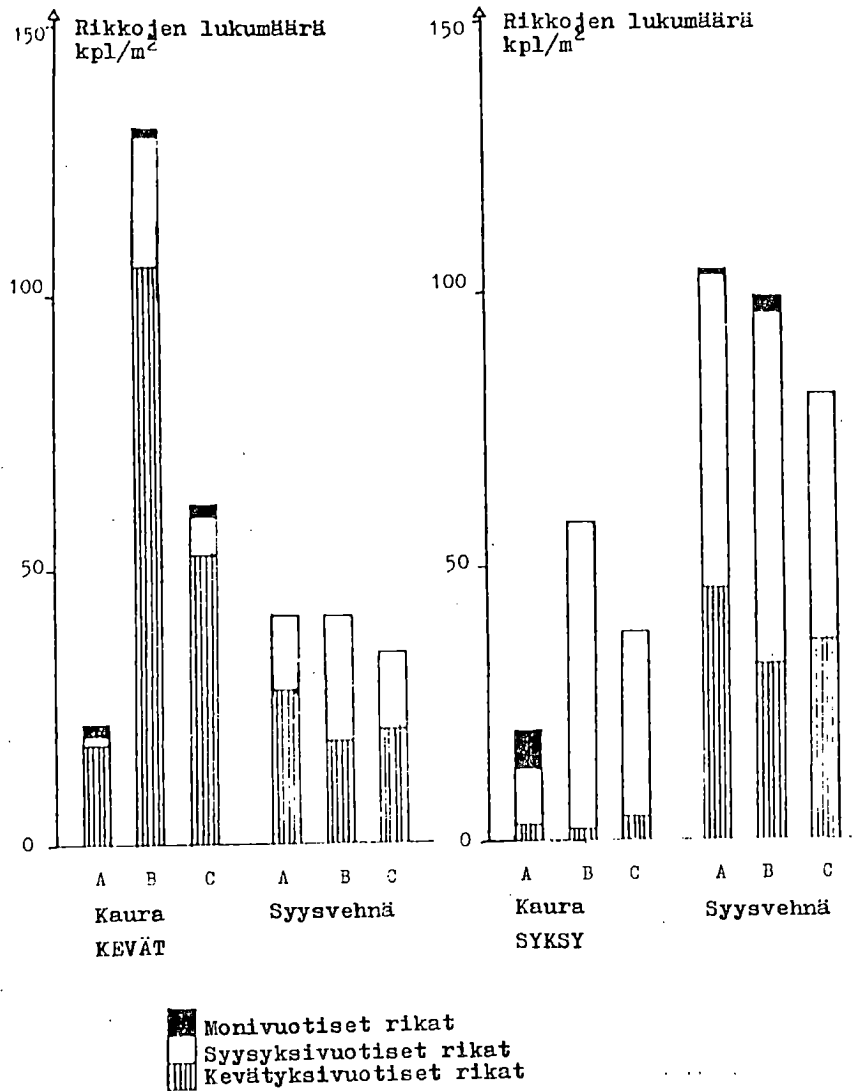
Kuva 8. Rikkojen esiintyminen syysvehnässä (syksyllä 1980).
(DOCK 1980).

2.4.5. Viljelykierto

Viljelykierrossa eri tyyppiset kasvit vuorottelevat, jolloin tietyssä viljelykasvissa menestyvät rikot eivät pääse runsastumaan. Pelkkä erilaisten kasvien viljely ei kuitenkaan aina riitä pitämään rikkoja kurissa vaan kierron vaikutus perustuu suurelta osin siihen, että viljellään tietyin väliajoin kasveja, joissa rikkaruohoja voidaan tehokkaasti torjua. Torjunta on erityisen tärkeää sellaisissa viljelykasveissa, joissa rikoilla on hyvät mahdollisuudet kehittyä (peruna, juurikasvit). Näistä saattaa kuitenkin tulla kierrossa niitä kasveja, joissa rikot menestyvät huonoimmin, juuri sen takia, että niissä voidaan käyttää tehokkaita suoria torjuntamenetelmiä, esim. harauksia. (HÅKANSSON 1975b.)

DOCK (1980) tutki useiden pitkäikäisten viljelykiertojen vaikutuksia kevät- ja syysviljojen rikkojen runsauteen. Kaurassa oli niukimmin rikkoja kierrossa, jossa sitä edelsi kaksivuotinen nurmi ja eniten puolestaan syysvehnän jälkeen. Kun esikasvina oli herne, rikkamäärä oli edellisten välillä (Kuva 9). Syysvehnässä ei sen sijaan ollut yhtä selviä eroja kiertojen välillä, mikä johtui ehkä siitä, että kaikissa kierroissa syysvehnää edeltäneiden kolmen vuoden esikasvit olivat samat. Eräessä toisessa kierrossa (Kuva 8) havaittiin kuitenkin, miten kaksivuotisen nurmen jälkeen syysvehnässä (A3) oli vähemmän rikkoja kuin kaura ja ohra esikasveinaan kasvaneessa syysvehnässä (A6).

Viljelykiertoja on käytetty tehokkaasti vaikeiden rikkakasvien, kuten juolavehnän ja hukkakauran torjuntaan. LANDSTRÖM (1983) havaitsi juolavehnän runsastuvan nurmissa. Harattu rehurapsi vähensi sen määrää jonkin verran, mutta tehokkain kurissapitäjä oli ohran monokulttuuri, jossa sänki muokattiin joka tai joka toinen vuosi. Hukkakauraa vastaan nurmi on kuitenkin varsin tehokas, jos se on hyväkuntoinen. Myös harattavat viljelykasvit ja kesanto auttavat hukkakauraasaastunnassa. (ÅBERG 1966.) Syysviljat ehkäisevät myös hukkakauran leviämistä (HÅKANSSON 1975b).



Kierrot

A kesanto	B kesanto	C kesanto
syysrypsi	syysrypsi	syysrypsi
syysvehnä	syysvehnä I	syysvehnä I
herne	ohra	ohra (suojavilja)
ohra (suojavilja)	kevätevehnä	nurmi (kynnetty)
nurmi I	herne	syysvehnä II
nurmi II	syysvehnä II	herne
kaura	kaura	kaura

Kuva 9. Rikkojen esiintyminen kaurassa ja syysvehnässä keväällä ja syksyllä 1980. (DOCK 1980)

Viljelykierrolla on edullinen vaikutus paitsi rikkakasveihin myös viljelykasvin satoon, maan rakenteeseen, tauteihin ja tuholaisiin (RAJALA 1982). Mm. WALLGREN ja DOCK (1981) havaitsivat, että vuosina 1976-80 kevätiljojen jyväsadot olivat yleensä suuremmat viljelykierroissa kuin monokulttuureissa. Tosin kauran ja ohran satotaso oli joinakin vuosina hieman korkeampi monokulttuurissa.

Jos aiotaan muuttaa viljelykiertoa rikkakasviongelman takia, ts. vähennetään yhden ja lisätään jonkin toisen kasvin viljelyä, täytyy tutkia riskit uusien vaikeasti torjuttavien rikkojen ilmestymiselle. Saattaa nimittäin olla, että laji, josta ei ole haittaa nykyisessä kierrossa, lisääntyy muutetussa kierrossa niin että siitä muodostuu uusi ongelmarikkakasvi. (HÅKANSSON 1975b.)

Kuitenkin viljelykierron tai -järjestelmän muutokset ovat välttämättömiä, jos halutaan luopua herbisidien käytöstä, sillä kun korsiviljojen osuus on suuri ja viljelytekniikka nykyisenlainen, yksivuotisten ja syväjuuristen monivuotisten rikkojen torjunta ei onnistu riittävän hyvin ilman kemikaaleja (HÅKANSSON 1977a).

2.5. Aluskasvit

Rikkojen kasvua voidaan ehkäistä myös kylvämällä viljaan aluskasvi, esim. joku palkokasvi. Se kilpailee rikkojen kanssa valosta ja muista kasvutekijöistä ja heikentää niiden kasvua (ANDRES ja CLEMENT 1981, KAUPPILA 1984b). Aluskasvi ei kuitenkaan saa kilpailla viljan kanssa niin voimakkaasti, että jyväsato kärsii (ANDRES ja CLEMENT 1981, KAUPPILA 1984a).

KAUPPILA (1983) totesi, että ohrakasvustossa rikkasato oli syksyllä huomattavasti pienempi rehevien kuin harvojen aluskasvien jälkeen. Aluskasvien kilpailu ei alentanut ohran jyväsatoa. BARNARD ja DYKE (1976) havaitsivat aluskasveiksi kylvettyjen puna-apilan ja italianraiheinän vähentäneen juolavehnän kasvua korsiviljoissa ja rehupalkokasveissa.

Aluskasveilla, varsinkin palkokasveilla, on lisäksi yleensä maan kasvukuntoa parantava vaikutus, mikä näkyy seuraavana vuonna suurempina jyväsatoina (KAUPPILA 1984b).

2.6. Allelopatia

MARTIN ja RADEMACHER (1960) tarkoittivat allelopatialla korkeampien kasvien välillä ilmenevää haitallista vaikutusta, joka johtuu kasvien ympäristöönsä erittämistä kemiallisista aineista. RICE (1974) mukaan allelopatia on mikä tahansa suora tai epäsuora haitallinen vaikutus, joka yhdellä kasvilla (sisältää myös mikro-organismit) on toiseen erittämiensä ympäristöön vapautuvien kemiallisten yhdisteiden vuoksi.

Allelopatiassa vaikuttavat kemialliset yhdisteet (allelo-kemikaalit) ovat fenoli-happoja, flavonoideja tai muita aromaattisia yhdisteitä, terpeenejä, steroideja, alkaloideja ja orgaanisia syanideja (WHITTAKER ja FEENY 1971). Niitä voi vapautua kasveista huuhtoutumalla maanpäällisistä osista sateen, sumun tai kasteen vaikutuksesta, haihtumalla, juurista erittymällä, kasvijätteistä huuhtoutumalla tai vapautumiseen voidaan tarvita mikro-organismien apua (PUTNAM ja DUKE 1978).

Allelokemikaalien erittämisen voidaan katsoa parantavan kasvien kilpailukykyä. Monien rikkakasvien on todettu erittävän aineita, jotka vaikuttavat haitallisesti viljelykasveihin. Klassinen esimerkki on kitupellava (Camelina alyssum), joka alentaa pellavan (Linum usitatissimum) satoa huomattavasti (RICE 1974). GRÜMMER ja BEYER (1960) löysivät pellavan kasvua ehkäiseviä aineita kitupellavan lehdistä ja samoin LOVETT ja LEVITT (1981).

Jauhosavikan on todettu ehkäisevän maissin ja soi-japavun kasvua (BHOWMIK ja DOLL 1982), ohdakkeiden (Cirsium spp.) kauran kasvua ja raiheinien (Lolium spp.) vehnän kasvua (RICE 1974). Paimenmatara heikensi vehnän itämistä (RICE 1974), ja hanhentattaren (Polygonum persicaria) juuriuute aiheutti perunan ja pellavan kuivapainon laskun (MARTIN ja

RADEMACHER 1960). WELBANK (1960) havaitsi juolavehnän juurten ja juurakoiden hajotessa syntyvien kemikaalien ehkäisevän voimakkaasti rypsin itämistä ja taimien kasvua.

Viljelykasvien on puolestaan todettu erittävän rikkojen kasvua ehkäiseviä aineita. MARTIN ja RADEMACHER (1960) havaitsivat kauran juuriuutteen alentavan unikon (Papaver rhoeas x) ja rikkasinapin kokonaispainoa. Myös rukiin juuriuute laski rikkasinapin painoa ja lisäksi se hidasti erään sauniolajin taimien kehitystä ja kasvua yleensäkin (MARTIN ja RADEMACHER 1960).

Tuleentumattomien korsiviljojen (vehnä, ruis, ohra, kaura) jätteet vaikeuttavat useiden kevätyksivuotisten, esim. jauhosavikan, taimettumista (PUTNAM ja DEFRANK 1983). OVERLAND (1966) havaitsi elävien ohrayksilöiden ja kuolleiden ohran juurten estävän pihatähtimön ja lutukan kasvua.

Allelopaattisia vaikutuksia on todettu olevan myös monilla muilla viljely- ja rikkakasveilla, esim. kassavalla, useilla trooppisilla rikoilla (ALTIERI ja DOLL 1978), lupiinilla, herneellä (RICE 1974), durralla (BHOWMIK ja DOLL 1982, PUTNAM ja DEFRANK 1983) ja kurkulla (PUTNAM ja DUKE 1974, FAY ja DUKE 1977, LOCKERMAN ja PUTNAM 1979).

Allelopatiaa on toivottu voitavan hyödyntää rikkakasvien torjunnassa tai viljelykasvien kilpailukyvyn parantamisessa, koska se täyttäisi hyvin pehmeämmän maatalouden ekologiset, taloudelliset ja energiavaatimukset (ALTIERI ja DOLL 1978). Tähänastiset tulokset eivät kuitenkaan anna kovin suuria toiveita uudesta torjuntamenetelmästä, sillä allelopatian merkitystä maataloudessa ei tunneta vielä riittävän hyvin (NEWMAN 1982). Useimmat kokeet on tehty laboratorioissa tai kasvihuoneissa ja niissä on saatettu saada lupaavia tuloksia, mutta käytännön oloissa pellolla samoja vaikutuksia ei olekaan havaittu. Pellolla allelokemikaaleja harvoin vapautuu ympäristöön riittävän suurina määriä tai maan pölyliöstö saattaa hajottaa ne vaarattomiksi yhdisteiksi.

Toisaalta mikro-organismit voivat myös muuttaa harmittomia kasvin eritteitä tai hajoamistuotteita myrkyllisiksi aineiksi. (ALTIERI ja DOLL 1978.)

Tulevaisuudessa saattaa silti löytyä varsin käytännöllisiäkin tapoja käyttää allelopatiaa rikkojen torjunnassa. Allelopatia ja siihen liittyvät mekanismit tunnetaan vielä kovin huonosti, joten tutkimuksissa voi paljastua mielenkiintoisia mahdollisuuksia. Kysymykseen voisi tulla esimerkiksi viljelykasvien jalostaminen, joilla olisi voimakas allelopaattinen kyky tukahduttaa rikkoja. PUTNAM ja DUKE (1974) tutkivat tätä kurkulla ja FAY ja DUKE (1977) kauralla valitsemalla genotyyppejä, jotka pystyivät vähentämään rikkojen kasvua laboratoriossa. Pellolla valitut kauratyypit eivät kuitenkaan osoittaneet enempää allelopaattisuutta kuin entiset lajikkeet ja kurkkutyypeistä vain yksi heikensi rikkojen kasvua yhtenä vuonna kahdesta.

Jos jonkin rikkalajin menestyminen riippuu allelopatiasta, kyseistä lajia voitaisiin torjua estämällä allelokemikaalin muodostuminen kasvissa. Tämä vähentäisi paitsi rikan haitallista vaikutusta muihin kasveihin, myös sen kykyä selviytyä kilpailutilanteessa. (NEWMAN 1982.)

Monet nurmien rikat tuottavat kemiallisia yhdisteitä, jotka estävät laiduntavia eläimiä syömästä niitä. Jos tällaisen yhdisteen synteesi kasvissa voitaisiin ehkäistä, kasvista tulisi myrkytön ja maittava, jolloin laiduntaminen todennäköisesti vähentäisi sen runsautta. Kyseiset yhdisteet eivät yleensä ole varsinaisia allelokemikaaleja vaan muita sekundäärisiä kemikaaleja, mutta NEWMAN (1982) ehdottaakin, että termin allelopatia käyttöä voitaisiin laajentaa käsittämään myös joitakin muita kasvien myrkyllisten yhdisteiden vaikutuksia. Tällöin allelopatian mahdollisuudet käytännössä näyttäisivät hänen mukaansa suuremmilta.

Eräs mahdollisuus voisi olla kasvin sisältämien fytotoksisten yhdisteiden tai niiden lähisukuisten kemikaalien

käyttäminen synteettisinä herbisideinä. Yhdisteiden täytyisi olla valikoivia (haitallisia tietyille rikoille, mutta ei viljelykasveille), mutta niiden ei tarvitsisi välttämättä aiheuttaa allelopatiaa luonnollisessa kasvustossa, koska herbisidi voidaan levittää suoraan lehdistöön ja näin välttää sen hajoaminen maassa. Kasvien sisältämien toksiinien valikoivuutta on tutkittu hyvin vähän, mutta aiheesta tehdyt muutamat tutkimukset osoittavat, että kasvimyrkyt voivat olla riittävän valikoivia herbisideiksi. (NEWMAN 1982.) Tarvitaan kuitenkin vielä paljon lisäselvityksiä ennen kuin voidaan käytännössä puhua 'alleloherbisideistä'.

Allelopatiaa voitaisiin ehkä myös hyödyntää siten, että käytettäisiin jotain vähemmän haitallista rikkalajia, joka ehkäisisi voimakkaasti jonkin vaikean rikan kasvua. Esim. ALSAADAWI ja RICE (1982) totesivat, että pihatatarta voitaisiin ilmeisesti käyttää bermudaheinän (Cynodon dactylon) ja muiden rikkojen (esim. jauhosavikan) torjunnassa tiettyjä riviviljelykasveja (puuvilla, durra) viljeltäessä sen erittämien inhibiittoreiden takia.

3. MUU EHKÄISEVÄ TORJUNTA

3.1. Salaojitus ja pientareiden niitto

Avo-ojat ja niiden pientareet toimivat hyvinä rikkakasvein leviämispesäkkeinä (RAATIKAINEN ja RAATIKAINEN 1964, ERVIÖ 1982). Ojien varsilla esiintyy runsaasti mm. kärsämoitä, juolavehnää, kortteita, rönsyleinikkiä, suolaheiniä ja voikukkia (MUKULA ym. 1969).

Kun pellot salaojitetaan, pientareet häviävät ja maa tulee paremmin muokatuksi. Nämä molemmat vähentävät rikkaruohottumista. (RAATIKAINEN ja RAATIKAINEN 1983). Jos pellot ovat avo-ojissa, pientareiden niitto ehkäisee rikkakasvien leviämistä (ERVIÖ 1982).

Salaojitus voi myös edistää viljojen kasvua kuivattamalla maata, jolloin niiden kilpailukykykin paranee. Veden vaivaa-

milla alueilla vilja kasvaa heikosti ja rikat lisääntyvät (MUKULA ym. 1969, RAATIKAINEN ym. 1971, MOSS 1980).

3.2. Rikkojen siementämisen estäminen

Viljelymaa sisältää rikkasiemeniä hyvin runsaasti: meillä Suomessa kevätiljapelloissa oli PAATELAN ja ERVIÖN (1971) mukaan 44 000 siementä/m². Varsinkin yksivuotiset rikat tuottavat paljon siemeniä, minkä vuoksi siementämisen estäminen on tärkeä rikkaruohottumista ehkäisevä toimenpide.

Kitkenta riittävän ajoissa on hyvä keino estää siementen variseminen maahan. Käytännössä kitkeminen on järkevää vain, kun rikkatiheys on suhteellisen pieni, esim. alkavan hukkakaurasaastunnan pysäyttämässä (JUNNILA 1985). Myös nurmista, varsinkin siemenviljelyksiltä, harvakseltaan esiintyvät yksivuotiset rikkakasvit (saunakukka, peltokanan-kaali, hierakat) kannattaa kitkeä pois ennen siementämistä (GRANSTRÖM 1962b), ja samoin juurikkaista kasvustoa korkeammat yksittäiset rikat (METTALA 1982).

Niittämällä tarpeeksi usein voidaan nurmien rikkakasvien siementämistä estää. Myös korsivilja voidaan korjata tuleentumattomana kokonaan rehuksi, jolloin osa rikoista ei ehdi tuottaa valmiita siemeniä (JOHANSSON 1981). Myös riviviljelykasveista voidaan niittää kasvustoa korkeammat rikat (METTALA 1982). Toisaalta joidenkin lajien, mm. hukkakauran ja peltovillakon (Senecio vulgaris) siemenet voivat olla elinvoimaisia jo hyvin nuorina. Jos ne on niitetty tai kitketty ennen tuleentumista ja jätetty pellolle, ne voivat tuottaa ainakin jonkin verran itämiskykyisiä siemeniä (HILL 1980). Siksi on tärkeää korjata tällaiset lajit talteen ja hävittää esim. polttamalla.

3.3. Lannoitus ja kalkitus

Lannoituksen katsotaan yleensä parantavan viljelykasvien menestymistä ja kilpailukykyä rikkoja vastaan (GRANSTRÖM 1956,

1962a, RAATIKAINEN ym. 1971, MOSS 1980). Lannoitus merkitsee kuitenkin usein myös rikkojen menestymismahdollisuuksien parantamista (GRANSTRÖM 1956, ERVIÖ 1972a).

Eniten merkitystä on tyvellä. THURSTON (1962) havaitsi typpilannoituksen lisänneen sekä viljojen että hukkakauran painoa suunnilleen samassa suhteessa. GRANSTRÖM (1956) totesi ohran hyötyvän tpeestä enemmän kuin jauhosavikan. ERVIÖ (1972a) puolestaan havaitsi typpilannoituksen suosivan jauhosavikkaa verrattuna kauraan ja kevätvehnään. Jos kuitenkin viljakasvusto oli riittävän tiheä, typpilannoitus paransi viljan kilpailukykyä enemmän ja auttoi ehkäisemään rikkojen kasvua.

HÄKANSSON (1979b) tutki kasvatuskaapissa typen vaikutusta rikkasiementen käyttäytymiseen ja tuli siihen tulokseen, ettei typen lisääminen kiihdyttänyt rikkojen itämistä eikä taimettumista keskimäärin, pikemminkin päinvastoin. Jauhosavikka näytti kuitenkin hyötyvän hiukan typpilannoituksesta kilpaillessaan ohran kanssa. Tämä ei ole mitenkään odottamatonta, sillä jauhosavikka ja muut Chenopodiaceae-heimon lajithan ovat tunnettuja siitä, että ne viihtyvät myös nitraatti- ja suolapitoisilla mailla.

Seoslannoitekaan (NPK) ei juuri vaikuttanut HÄKANSSONin (1979b) kokeissa rikkojen esiintymiseen keskimäärin. Sen sijaan lannoitteen sijoitusyvyydellä saattaa olla merkitystä, koska liian pinnassa oleva lannoite näytti suosivan rikkoja enemmän kuin viljaa.

Mineraalilannoitteet lisäävät yleensä sekä viljakasvin että rikkojen satoa, mutta keskinäisessä kilpailussa lannoitus parantaa useimmiten viljakasvien kilpailukykyä enemmän. Tämä edellyttää kuitenkin sitä, että viljakasvusto on hyväkuntoinen, sillä esim. harvassa (ERVIÖ 1972a) tai kuivuuden vaivassa (SUOMELA ja PAATELA 1962) viljakasvustossa rikat saavat lannoituksesta suhteellisesti suuremman hyödyn kuin viljat.

Karjanlannan mukana kulkeutuu rikkaruohojen siemeniä, joskaan meillä ei ole viime vuosikymmeninä tutkittu kuinka paljon ja minkä lajien siemeniä karjanlannassa on (RAATIKAINEN ja RAATIKAINEN 1983). 1960-luvun alussa MUKULAn ym. (1969) tutkimuksessa näytti ilmeiseltä, että ainakin jauhosavikan, peltolemmikin, kiertotattaren, pihatähtimön ja suolaheinien siemeniä tuli pellolle karjanlannassa.

Karjanlannan käyttö on vähentynyt huomattavasti parin viime vuosikymmenen aikana eikä sen merkitys rikkasiementen levittäjänä ole kovin suuri. Siellä missä karjanlantaa levitetään pelloille, on syytä huolehtia siitä, että se on hyvin palanutta. Tällöin ehkäistään elävien siementen joutumista peltoon (RAATIKAINEN ym. 1971), vaikkakaan kaikki siemenet eivät menetä itävyyttään lannan palaessa (CRAFTS 1975).

Kalkitus hävittää happamalla maalla viihtyvät rikkaruoholajit ja parantaa viljelykasvien kilpailukykyä (RAATIKAINEN ym. 1971). Happamassa menestyvät esim. peltohatikka (GRANSTRÖM 1962a). Hukkakaurakin sietää happamuutta ja häiritsee siten arkojen viljojen (ohra) kasvua enemmän maan pH:n ollessa matala kuin neutraaleilla mailla (THURSTON 1962).

3.4. Korjuuaika

Leikkuupuinnin yleistyessä viljojen korjuuaika on siirtynyt n. 10 päivää myöhäisemmäksi kuin muita korjuutapoja käytettäessä (GESSLEIN 1959, STECKÓ 1965). Kun monet rikkalajit, erityisesti syysyksivuotiset, tuottavat siemeniä lähes koko kasvukauden ajan, niitä ehtii varista maahan korjuuta odoteltaessa.

Ruotsalaisissa tutkimuksissa ennen seiväskorjuuta varisi syysvehnässä 21,5 % ja ohrassa 9,5 % kasvukauden aikana tuotetuista rikkasiemenistä. Seiväskorjuuajan ja leikkuupuinnin välillä varisi syysvehnässä 18,5 % ja ohrassa 10,9 % lisää eli yhteensä varisi ennen leikkuupuintia syysvehnässä 40 % ja ohrassa 20 % koko siementuotannosta. (AAMISEPP ym. 1967.)

FOGELFORS (1981) havaitsi kevätiljoissa varisseen 40 % rikkasiemenistä ennen leikkuupuintia. Varisemisajankohta riippuu rikkalajista ja myös viljelykasvista. Aikaiset lajit, kuten pillikkeet ja peipit varistavat suurimman osan siemenistään jo ennen kuin vilja on valmista leikattavaksi seiväskorjuutakaan varten (STECKÓ 1965). Ennen leikkuupuintia on myös suuri osa peltolemmikin (AAMISEPP ym. 1967) ja hukkakauran (ERVIÖ 1975) siemenistä pudonnut maahan. Sen sijaan esim. pihatattaren, jauhosavikan (AAMISEPP ym. 1967, FOGELFORS 1981) ja lutukan (AAMISEPP ym. 1967) siemenistä pääosa on jäljellä leikkuupuinnin alkaessa. Varisematta jääneet siemenet ovat yleensä pienempiä kuin aikaisin varis-
seet (FOGELFORS 1981).

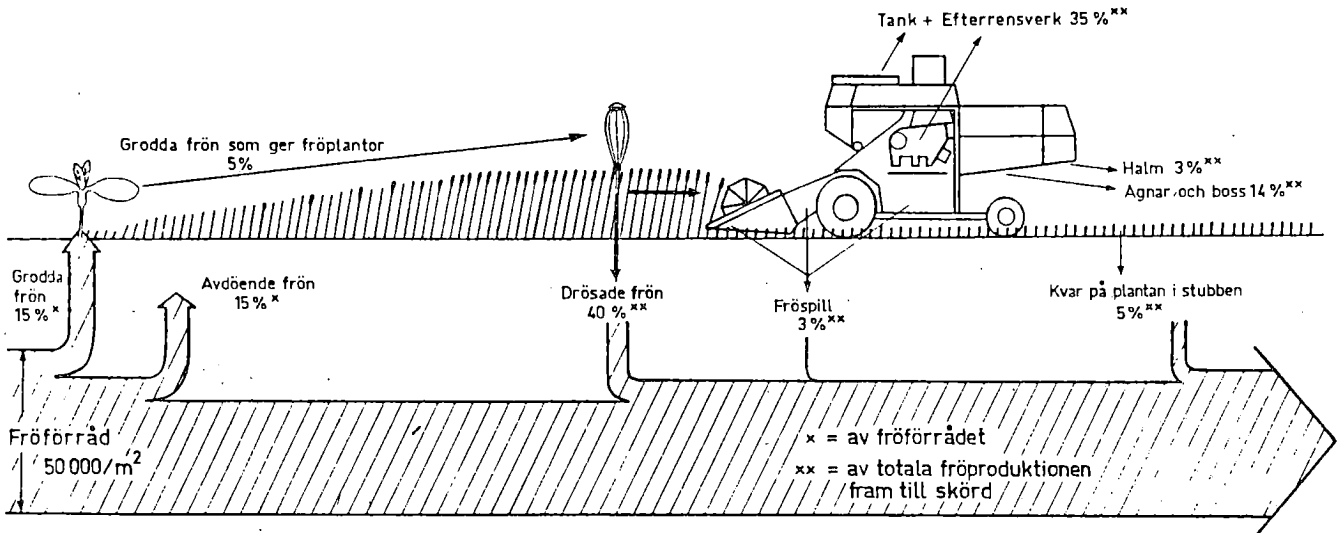
Korjuuajan siirtyminen myöhemmäksi on lisännyt maahan varisseiden rikkasiementen määrän noin kaksinkertaiseksi. Se ei kuitenkaan ole juuri vaikuttanut hyvin aikaisin varisevien lajien (pillikkeet, peipit) runsauteen. (AAMISEPP ym. 1967.)

3.5. Korjuutekniikka

Leikkuupuinti on paitsi siirtänyt korjuun myöhäisempään ajankohtaan myös vaikuttanut sängin korkeuteen. Leikkuupuitaessa sänki jää yleensä pitemmäksi kuin muita korjuutapoja käytettäessä (HÅKANSSON 1977a), mikä suosii matalakasvuisia rikkalajeja.

Leikkuupuinnin alkaessa rikkasiemenistä on varisematta FOGELFORSIN (1981) mukaan 50 - 75 %. Koko rikkasiemenmäärästä n. 5 % jää sänkeen sen korkeuden ollessa 10 cm. Määrä riippuu tietysti rikkalajistosta: matalien lajien (esim. pihatähtimö) ollessa runsaita sänkeen jää enemmän siemeniä (AAMISEPP ym. 1967, FOGELFORS 1981). Puimurin läpi kulkee siis yleensä 45 - 70 % kasvukauden aikana tuotetuista siemenistä. Näistä 35 % joutuu jyviin, 14 % ruumeniin ja 3 % olkiin (Kuva 10). Jos rikkasiemenet ovat kevyitä, niitä voi joutua edellistä enemmän ruumeniin. Myös oljissa voi olla

runsaammin siemeniä, jos pellolla on paljon myöhäisiä rikkalajeja tai vilja puidaan suhteellisen aikaisin. (FOGELFORS 1981.) AAMISEPP ym. (1967) havaitsivatkin olkiin joutuvan huomattavan paljon rikkasiemeniä.



Kuva 10. Rikkasiementen kulkeutuminen viljanviljelyssä, jossa käytetään herbisidejä ja jyväsadot korjataan leikkuupuimurilla (FOGELFORS 1981).

Ruumenet ja oljet joutuvat normaalisti takaisin peltoon ja niiden mukana jonkin verran rikkasiemeniä. Erityisesti pienisiemenisiä lajeja, joiden tuhannen jyvän paino on alle 1 g (jauhosavikka, pihatähtimö, lutukka, peltoukonnauris) esiintyy ruumenissa suuremmassa määrin. Lajeista, joiden tuhannen jyvän paino on yli 2 g (peltoemäkki, kiertotatar, pillikkeet, kierumatara), joutuu puolestaan suuri osa jyviin ja siten pois pellolta. (AAMISEPP ym. 1967, FOGELFORS 1981.)

Korjaamalla oljet pois pellolta voidaan ainakin muutamien lajien leviämistä ehkäistä. AAMISEPP ym. (1967) totesivat mm., että piha- ja kiertotattaren sekä rikkasinapin siemenistä vain 10 % jäi peltoon, kun oljet vietiin pois, mutta ilman

olkien korjaamista 75 % pihatattaren ja rikkasinapin siemenistä ja 35 % kiertotattaren siemenistä jäi maahan.

Oljet voidaan myös polttaa ja hävittää siten niissä olevat siemenet. MOSS (1979) havaitsi rikkapuntarpään (Alopecurus myosuroides) vähentyneen selvästi, kun oljet oli poltettu paalaamisen sijasta. Kuitenkin poltto saattaa kiihdyttää joidenkin lajien itämistä. WILSON ja CUSSANS (1975) totesivat esimerkiksi hukkakauran runsastuneen huomattavasti olkien polton jälkeen.

FOGELFORSin (1981) kokeissa suurisiemeniset lajit runsastuivat, jos kevyitä siemeniä sisältävät ruumenet kerättiin talteen. Pillikkeiden esiintymisessä ei havaittu eroa, koska niiden siemenet olivat varisseet suurelta osin ennen leikkuupuintia. Pienisiemenisten määrä puolestaan väheni. Kuitenkaan ruumenten keräämisellä ei ollut juuri mitään vaikutusta rikkojen kokonaismäärään. Suurempi merkitys olisi ennen puintia varisevien siementen vähentämisellä, mihin voitaisiin pyrkiä aloittamalla puinti hiukan aikaisemmin. Rikkalajisto voisi kylläkin valikoitua niin, että aikaisin tuleentuvat lajit runsastuisivat tai tietyn lajin sisällä aikaisin varisevat tyypit yleistyisivät. (FOGELFORS 1982.)

Leikkuupuinti siis kartuttaa maan rikkasiemenvarastoa eikä edes ruumenten tai olkien poistamisella pellolta voida kovin paljon parantaa tilannetta. Jos kemiallisia torjunta-aineita ei käytetä, rikkakasvien määrä saattaa lisääntyä voimakkaasti (FOGELFORS 1981). Siksi olisikin tärkeää kiinnittää huomiota puhtaaseen kylvösiemeneen ja rikkojen hävittämiseen viljakasvustoista ennen kuin ne ehtivät siementää (ERVIÖ 1975). On myös syytä huolehtia puimurin puhdistamisesta siirryttäessä peltolohkolta toiselle, jotta puimuriin jääneet rikkasiemenet eivät kulkeutuisi saastumattomille alueille. (ERVIÖ 1982) Varsinkin hukkakauraisia peltoja puitaessa on puimurin puhdistukseen kiinnitettävä erityistä huomiota (JUNNILA 1985). Rikkasiemeniä saattaa levitä myös muiden työkonoiden ja traktorin mukana esim. pyöriin tarttuneessa mullassa, joten niidenkin puhdistus olisi tarpeen.

3.6. Puhdas kylvösiemen

Puhtaan kylvösiemenen käyttö on eräs parhaimmista rikkaruohottumista ehkäisevistä keinoista. Aikaisemmin monet rikkalajit levisivät tehokkaasti kylvösiemenen mukana. Rikkasiemenet korjattiin viljan kanssa ja kylvettiin uudelleen, jolloin niistä valikoituivat erityisesti viljan siemeniä muistuttavat. Näitä oli erittäin vaikeaa erottaa kylvösiemenestä puutteellisilla puhdistusmenetelmillä. Tällainen vaikeasti kylvösiemenestä erotettava rikka on esim. aurankukka (Agrostemma githago), joka on erittäin hyvin sopeutunut viljanviljelyyn. Se levisi korsiviljojen mukana kaikkialle maapallolla ja esiintyi usein hyvinkin runsaana. Nykyiset tehokkaammat puhdistusmenetelmät ovat kuitenkin saaneet aikaan aurankukan lähes täydellisen häviämisen. (HOLZNER 1982.)

Muutkin yksivuotiset rikkaruohot, joiden siemenillä ei ole pitkää itämislepoa, voivat levitä kylvösiemenen mukana, jos sitä ei puhdisteta huolella (HÄKANSSON 1975b). KAUHANEN (1975) havaitsi esim. kiertotatarta esiintyvän runsaimmin pelloilla, joilla käytettiin tilan omaa puhdistamatonta kylvösiementä.

Nykyisin on vaikeaksi ongelmaksi muodostunut hukkakaura. Sitä on vaikea saada eroon viljan siemenestä; kaurasta lajittelu ei onnistu ollenkaan ja ohran ja vehnän siemenen puhdistamiseen tarvitaan erikoiskäsittelyjä. Hukkakaura leviää helposti jopa maasta toiseen myös saastuneen rehuviljan mukana. (THURSTON 1982.) Meilläkin hukkakaura on levinnyt uusille alueille mm. saastuneen kylvösiemenen käytön takia (JUNNILA 1985).

4. MEKAANINEN TORJUNTA

4.1. Maanmuokkaus

Maanmuokkaus on meillä tärkein mekaaninen rikkakasvien torjuntamenetelmä. Se vaikuttaa epäsuorasti maassa oleviin rikkakasvien siemeniin ja vegetatiivisiin lisääntymiselimiin ja suoranaisesti pellolla kasvaviin kasveihin (PESSALA 1982, FRANKOW-LINDBERG 1984).

4.1.1. Sänkimuokkaus

Sänkimuokkaus on kesannon ohella merkittävin muokkaukseen perustuva menetelmä rikkojen torjunnassa (PESSALA 1982). Maa muokataan syksyllä sadonkorjuun jälkeen niin pian kuin mahdollista esim. lautas- tai lapiorullaäkeellä tai sänki-kultivaattorilla (PESSALA 1982, SVENSSON 1982) ja kynnetään myöhemmin syksyllä. Sänkimuokkaus tehoaa parhaiten monivuotisiin kasvullisesti lisääntyviin rikkakasveihin, erityisesti juolavehnään (HÄKANSSON 1977b, JOHANSSON 1981) Juolavehnän juurethan kasvavat suhteellisen matalalla ja lisäksi kasvi kasvaa koko kasvukauden ilman mitään lepoaikoja (HÄKANSSON 1977b). Näin muokkaus katkoo juurakoita helposti ja palaset alkavat kasvaa kuluttaen ravintovarastoja. Juurakon vararavinto on pienimmillään, kun kasvissa on 2 - 3 lehteä. Maa kannattaakin muokata uudelleen tässä vaiheessa (HÄKANSSON 1977b). Meillä Suomessa toista muokkausta ei ehditä yleensä tekemään ja ensimmäisenkin kanssa voi tulla kiire, sillä sato joudutaan korjaamaan useinmyöhään ja talvi tulee puolestaan aikaisin (PESSALA 1982).

AAMISEPP (1972) havaitsi sänkimuokkauksen vähentäneen juolavehnän versojen määrää 50 % ja painoa 55 % kevätiljoissa. Kemiallisten torjunta-aineiden teho oli kuitenkin parempi: 60 - 70 %. Sänki oli muokattu kahteen kertaan ennen kyntöä.

Sänkimuokkauksella oli tehokas vaikutus juolavehnään LANDSTRÖMin (1983) ohran monokulttuurikokeissa. Koe perustettiin alueelle, jolla oli vanha juolavehnenäinen nurmi.

Joka vuosi toistettu sänkimuokkaus kuitenkin vähensi juolavehnää niin, että kuudentena vuonna se oli jopa tehokkaampi kuin TCA:lla ruiskutettu kesanto. Juolavehnäsato oli enää vain n. 5 % alkutilanteen sadosta. Jyväsato oli myös suurin joka vuosi sänkimuokatussa ohrassa. Myös GUMMESSON (1981) havaitsi sänkimuokkauksen hyvin tehokkaaksi juolavehnää vastaan korsiviljoissa.

Suomessa sängin muokkaaminen yhteen kertaan antoi vain 25 %:n tehon vuosina 1973-1976, kun glyfosaattiruiskutus puolestaan hävitti 80 % juolavehnästä. Viljasato oli sänkimuokkauksen jälkeen hiukan alhaisempi kuin käsittelemättömän; glyfosaatti lisäsi satoa n. 20 %. (PESSALA 1982.) Vuosina 1981-83 sänkimuokkauksen teho oli myös heikko. Juolavehnän versojen kuivapainot olivat 1981 ja 1982 vain hiukan pienemmät kuin käsittelemättömässä (= tavallinen hyvä kyntö), 1983 sänkimuokkaus lisäsi painon lähes kaksinkertaiseksi (PESSALA 1984.)

Syväjuurisiin monivuotisiin (peltovalvatti, pelto-ohdake, leskenlehti, peltokorte) sänkimuokkauksen teho ei ole yhtä hyvä kuin juolavehnään. Peltovalvatti ei juuri kasva syksyllä ja siten muokkauksen ravintoa kuluttava vaikutus on heikko. Jos kuitenkin maa kynnetään sänkimuokkauksen jälkeen huolellisesti, juurakon palasilla on vähemmän vararavintoa käytettävissään keväällä, kun ne pyrkivät pintaan. Tällöin taimet jäävät heikommiksi ja viljelykasvi pystyy kilpailemaan paremmin niitä vastaan. (HÄKANSSON 1977b, JOHANSSON 1981, PESSALA 1982.) Pelto-ohdakkeen syvällä oleviin juuriin sänkimuokkaus ei ulotu eikä se GUMMESSONin (1981) kokeessa tehonnutkaan ohdakkeeseen juuri lainkaan.

Yksivuotisiin rikkoihin sänkimuokkauksella ei juuri ole vaikutusta (GUMMESSON 1981). Joissakin kokeissa hukkakaura on hieman lisääntynyt sänkimuokatuissa viljoissa (WILSON 1978, CUSSANS ym. 1979). Muokkaus voi kuitenkin estää rikkakasveja muodostamasta siemeniä sängessä viljankorjuun jälkeen ja tällä tavalla ehkäistä yksivuotisten runsastumista (JOHANSSON 1981).

Sänkimuokkauksella on tiettyjä haittoja, jotka rajoittavat sen käyttöä. Se lisää helposti luistoa kynnettäessä ja aiheuttaa siten maan tiivistymistä. Ylimääräiset ajokerrat varsinkin sateisina syksyinä heikentävät myös maan rakennetta. Lisäksi menetelmä on suhteellisen kallis. Niinpä sänkimuokkaukseen ei kannatakaan ryhtyä kuin kuivina syksyinä, kun juolavehnää on runsaasti. (JOHANSSON 1981.) Meidän oloissamme sänkimuokkaus näyttää nykyisellään varsin kyseenalaiselta, sillä sen teho on melko heikko ja sateiset syksyt rajoittavat sen käyttöä. Juolavehnän torjunnassa sillä on merkitystä lähinnä lisätoimenpiteenä muiden torjuntamenetelmien yhteydessä (ERVIÖ 1985).

4.1.2. Kesanto

Kesanto on myös lähinnä juolavehnän ja muiden juuririkkakasvien torjuntamenetelmä. Sen teho perustuu toistuviin muokkauksiin, jotka vähentävät rikkojen ravintovaras-
toja (PESSALA 1982). Juurakoiden tappaminen kuivattamalla maan pinnalla on sen sijaan meidän ilmastossamme hyvin epävarma keino (HÄKANSSON 1977b, 1982a).

Kesannon muokkaukset tulisi aloittaa jo edellisenä syksynä heti sadonkorjuun jälkeen (sänkimuokkaus). Pelto kynnetään syksyllä ja seuraavana kesänä muokkauksia toistetaan säännöllisesti (PESSALA 1982). Juolavehnän paras uusintamuokkauksen aika on silloin, kun siinä on 2 - 4 lehteä (HÄKANSSON 1967), peltovalvatin sen ollessa 5 - 7 -lehtiasteella (HÄKANSSON 1977b). Juolavehnän tehokas mekaaninen torjunta kesannossa onnistuu silloin, kun olosuhteet ovat suotuisat ja kosteutta riittävästi. Kuivuus heikentää juolavehnän kasvua ja hidastaa siten vararavinnon kulutusta; runsaat sateet taas vaikeuttavat maan muokkausta (HÄKANSSON 1977b, PESSALA 1982).

HÄKANSSON (1969, 1974) totesi, että juolavehnä voitiin tuhota lähes täydellisesti yhden kasvukauden aikana, kun muokkauksia toistettiin 5 - 7 kertaa. PESSALA (1978) havaitsi

kesannon antaneen yli 90 %:n tehon, kun taas TCA-käsittely ja sitä seurannut rehurapsi vähensivät juolavehnän määrää n. 50 % nelivuotisessa tutkimuksessa. Neljäntenä vuonnakin kesannon teho oli tässä kokeessa paras. Vuonna 1980 aloitustussa torjuntakokeessa 1981 ollut kesanto vähensi juolavehettä erittäin selvästi: 1982 vehnässä sitä oli jäljellä vain 7 % ja 1983 ohrassa 25 % verrattuna käsittelemättömään. Kesanto vaikutti myös jopa 40 %:n sadonlisäykset. (PESSALA 1984.)

Syväjuurisia rikkakasveja kesanto ei hävitä yhtä hyvin kuin juolavehettä, mutta heikentää kuitenkin niiden kasvustoa voimakkaasti (SVENSSON 1982).

GUMMESSON (1982) tutki kesannon tehoa hukkakauraan. Yhden vuoden kesannointi vähensi sitä n. 40 % verrattuna ohrakasvustoon, jossa hukkakaura sai varista vapaasti. Kahden vuoden täyskesannon jälkeen vähennys oli 94 %, mutta vasta kolmannen kesannointivuoden jälkeen hukkakaura oli täysin hävinnyt. Tehokas hukkakauran torjunta on siis teoriassa mahdollista kesannon avulla, mutta taloudellisesti kannattamatonta.

Riittävän usein muokatussa kesannossa yksivuotisten rikkojen siementäminen estyy ja maassa olevia siemeniä tuhoutuu. Maan rikkasiemenvarasto vähenee n. 60 % viljellyn maan siemenvarastoon nähden (PESSALA 1982, SVENSSON 1982). Siemeniä on kuitenkin maassa niin paljon, että yhden vuoden kesannoinnin vaikutus on todennäköisesti vain ohimenevä (PESSALA 1982).

Hyvin hoidettu kesanto vaatii siis useita muokkauskertoja, mikä ei maan rakenteen kannalta ole hyväksi varsinkaan satteisinä kesinä. Kesanto vaatii myös paljon työtä ja on lisäksi kallis, koska maa seisoo tuottamattomana. Kesannointi onkin vähentynyt maassamme vuosittain. Sitä voidaan kuitenkin käyttää vaikeissa juolavehettä- tai hukkakaurasaastunnoissa. Hukkakauran torjuntaa on jatkettava myös seuraavina vuosina, sillä maassa on itämiskykyisiä siemeniä jäljellä. (PESSALA 1982.)

Täyskesannon sijasta voidaan käyttää puolikesantoa eli nurmi kynnetään ja kesannoidaan esim. kuivaheinän teon jälkeen 2 - 4 viikkoa ennen syysviljojen kylvöä. Puolikesannolla on vaikutusta juuririkkakasveihin, vaikkakaan se ei ole yhtä tehokas kuin täyskesanto. Koska se on kuitenkin halvempi, sitä käytetään esim. Suomen luonnonmukaisesti viljelevillä tiloilla huomattavasti enemmän kuin täyskesantoa. (KIVELÄ ja PÖYTÄNIEMI 1984.)

Kesannon tilalla on mahdollista käyttää myös viherlannoitusta, jolloin kesannon maan humusta vähentävä vaikutus estyy. Tällaisina viherlannoituskasveina käytetään yleensä palkokasveja, jotka lisäävät maan typpivaroja biologisen typensidontansa ansiosta. Jotta myös rikkaruohot pysyivät kurissa, on viherlannoituskasvin alkukehityksen oltava nopea riittävän kilpailukyvyn saavuttamiseksi. (KAUPPILA 1984b.)

4.1.3. Rikkaruohoäestys

Rikkaruohoäestystä käytetään kevätiljoissa tuhoamaan rikkakasveja ennen orastumista tai sen jälkeen (KITUNEN 1927, ERVIÖ 1982). Se on hyvin vanha menetelmä, mutta sen käyttö yleistyi 1900-luvun alkuvuosikymmeninä. Rikkaruohoäestystä käytettiin tuolloin myös syysviljoissa (SVENSSON 1982). Nykyisin viljojen rikkaruohoäestys on melko harvinaista, joskin luonnonmukaisen viljelyn lisääntymisen myötä sen käyttö on alkanut taas kiinnostaa.

Rikkaruohoäestys tehdään kevytrakenteisilla piikkiäkeillä (KITUNEN 1927, GILLBERG ym. 1984). Se tehoaa parhaiten yksi-vuotisiin rikkoihin, mutta teho riippuu maalajista ja kosteudesta. Löyhillä, kevyillä mailla äes painuu helposti liian syväälle ja repii oraita (KITUNEN 1927); sateisella ilmalla taas irronneet rikat voivat juurtua uudelleen (GILLBERG ym. 1984).

GILLBERGIN ym.(1984) tutkimuksessa kokeiltiin rikkaruohoäestystä eri aikoina syysvehnässä ja kevätiljoissa. Aikainen

äestys tehtiin syysvehnässä heti, kun vehnä alkoi kasvaa keväällä, keskiaikainen 5 - 7 päivää ja myöhäinen 10 - 14 päivää myöhemmin. Kevätviljoissa vastaavasti aikainen äestys tehtiin ennen orastumista, keskiaikainen viljan tullessa oraalle ja myöhäinen oraan 3-lehtiasteella. Näistä keskiaikainen ja myöhäinen äestys osoittautuivat aikaista tehokkaammiksi sekä syysvehnässä että kevätiljoissa. Kevätviljoissa näiden kahden äestyksen rikkojen lukumäärää vähentävä vaikutus oli yhtä hyvä kuin herbisidien, joiden teho oli kuitenkin tässä kokeessa melko heikko (Taulukko 8). Rikkojen paino oli sitä vastoin alhaisin kemiallisesti torjutuissa viljakasvustoissa. Kaikki äestykset laskevat hiukan kevätiljojen satoa, mutta syysvehnässä ainoastaan aikainen äestys aiheutti pienen sadonalennuksen (Taulukko 8).

GUMMESSON (1981) puolestaan totesi, ettei rikkaruohoäestys kyennyt estämään rikkojen runsastumista kahdeksan koevuoden aikana. Rikkamäärä jäi kuitenkin pienemmäksi kuin käsittelemättömässä, mutta kemiallinen torjunta antoi vielä huomattavasti paremman tehon. Rikkojen painoon äestys tehoi vielä huonommin. Lisäksi sadonalennukset olivat huomattavia verrattuna herbisideillä käsiteltyyn viljaan. Äestettyjen kasvustojen sadot olivat kuitenkin keskimäärin hiukan suuremmat kuin käsittelemättömien.

Rikkaruohoäestyksen teho ei näytä yleensä vetävän vertoja kemialliselle torjunnalle ja viljakin usein vioittuu äestettäessä. Kuorettuvilla mailla tosin saatetaan saada sadonlisäyksiä, kun äestys rikkoo pinnan kuorettuman (KITUNEN 1927, GILLBERG ym. 1984). Mikäli herbisidejä ei haluta käyttää, rikkaruohoäestys voi olla käyttökelpoinen yksivuotisten rikkojen torjuntamenetelmä, kun maalaji on sopiva ja sää tarpeeksi kuiva. Kylvömäärän pieni lisääminen normaalista voi olla eduksi, koska rikkaruohoäestys yleensä harventaa orasta vähän, kuten taulukosta 8 nähdään ja kuten myös KITUNEN (1927) toteaa. Myös ajosuunta ja -nopeus vaikuttavat tulokseen: kylvörivien suuntainen,

Taulukko 8. Rikkojen ja oraiden lukumäärät ja jyväsadot rikkaruohoäestyskokeissa 1981-1983 (GILLBERG ym. 1984).

	Rikkojen lukumäärä, sl	Viljan oraiden lukumäärä, sl	Sato kg/ha	sl
Syysvehnä				
Käsittelemätön	100	-	5700	100
Kemiallinen torjunta	55	-	+300	105
Aikainen rikkaruohoäestys	85	-	-60	99
Keskiaikainen "	72	-	+60	101
Myöhäinen "	62	-	+130	102
Kokeiden lukumäärä	6	0	5	5
Kevätviljat				
Käsittelemätön	100	100	4900	100
Kemiallinen torjunta	58	106	+130	103
Aikainen rikkaruohoäestys	86	95	-70	99
Keskiaikainen "	56	93	-70	99
Myöhäinen "	57	95	-10	100
Kokeiden lukumäärä	9	9	8	8

hidas ajo on viljan oraalle hellävaraisempi, mutta nopeahko ristiinajo tehoaa rikkoihin paremmin (NEURURER 1977). Menetelmän tehokkaampi ja laajempi käyttö edellyttää kuitenkin äestystekniikan ja äkeiden kehittämistä erilaisiin olosuhteisiin sopiviksi (GILLBERG ym. 1984).

4.1.4. Kyntö ja muokkauksen vähentäminen

Kyntö on meidän oloissamme nykyisin lähes itsestään selvä viljelytoimenpide. Sen avulla mullataan korjuujätteet, käännetään maa ja rikotaan tiivistynyt pintamaa. Lisäksi kyntö on tunnetusti tehokas keino rikkakasvien, ennen kaikkea juolavehnän, torjunnassa. Toisaalta sillä on myös haittapuo- lia: se kuluttaa paljon energiaa, voi aiheuttaa kyntöanturan muodostumisen joillakin maalajeilla ja voi häiritä pintamaan

pieneliötoimintaa. Kyntö saattaa myös pahentaa siemenrikkaongelmaa, koska se indusoi itämislevon syvälle maahan joutu-neissa siemenissä ja tuo pintaan uusia siemeniä itämiselle edullisiin oloihin. (ESPEBY 1983.)

Viime vuosina on esiintynyt lisääntyvää kiinnostusta muokkauksen vähentämistä kohtaan (CUSSANS ym. 1979, NIELSEN ja PINNERUP 1982, ESPEBY 1983). Vähennetty muokkaus tarkoittaa NIELSENin ja PINNERUPin mukaan muokkauksetojen tai -syvyyden vähentämistä perinteiseen muokkaukseen verrattuna. Äärimäinen tapaus on suora kylvö, jolloin maata ei muokata lain-sinkaan.

Monivuotiset kasvullisesti lisääntyvät rikkaruohot runsastuvat, kun muokkausta vähennetään. POLLARD ja CUSSANS (1976) havaitsivat juolavehnän, hierakoiden, voikukkien ja valkoapilan lisääntyvän matalaan muokatuissa tai kokonaan muokkaamattomissa ohrakasvustoissa. Myös NIELSEN ja PINNERUP (1982) totesivat juolavehnän määrän moninkertaistuneen kyntämättömillä koeruuduilla. CUSSANS (1976b) ja FRYER (1979) havaitsivat niin ikään monivuotisten juuririkkakasvien, varsinkin juolavehnän, hyötyvän kyntämättömyydestä.

Yksivuotisten siemenrikkakasvien osalta tilanne näyttää useimmiten päinvastaiselta. POLLARDin ja CUSSANSin (1976) kokeissa kaksisirkkaisia rikkoja oli enemmän kun maa oli kynnetty verrattuna matalaan muokattuun tai muokkaamattomaan maahan. Erityisesti lisääntyivät monet tatarlajit, pelto-retikka ja rikkasinappi. NIELSEN ja PINNERUP (1982) havaitsivat peltovillakon, peltolemmikin, pihatähtimön ja kylänurmi-kan runsastuvan kynnetyissä maassa. Jotkut lajit kuitenkin lisääntyivät kyntämättömässä pellossa, esim. Matricaria-lajit ja nurmihärkki (Cerastium caespitosum) (CUSSANS ym. 1979). Lisäksi hukkakauran on todettu useissa kokeissa runsastuvan, kun maata ei ole kynnetty (mm. CUSSANS 1976b, POLLARD ja CUSSANS 1976). Myös WILSON (1978) havaitsi hukkakauran lisääntyvän ilman kyntöä, jos herbisidejä ei käytetä, mutta niitä käytettäessä hukkakaura voi vähentyä nopeammin kyntämättömällä maalla. Saman totesivat CUSSANS ym. (1979).

Muokkaamattomassa maassa suurempi osa rikkasiemenistä on paremmassa asemassa itämisen suhteen (pinnassa) ja siten rikkapopulaatio on myös alttiimpi tehokkaille torjuntatoimille. Jos kuitenkin torjunta laiminlyödään tai se ei ole riittävän tehokasta, siemenrikkakasvit runsastuvat nopeasti. (FRYER 1979.) CUSSANS ym. (1979) arvelevat, että tarpeeksi tehokas torjunta edellyttää herbisidien käyttöä, joten ilman kemiallisia torjunta-aineita harjoitettavaan viljelyyn kyntämättömyys ei näytä soveltuvan varsinkaan, kun se lisäksi suosii monivuotisia rikkoja.

4.2. Kitkentä ja kuokkiminen

Kitkentä ja kuokkiminen ovat ensisijaisesti puutarhoissa käytettäviä torjuntamenetelmiä, mutta ne ovat hyödyksi myös pellolla varsinkin riviviljelyksillä (sokerijuurikkaan perkuu). Viljakasvustoissa kitkentä voi olla tarpeellista vaikeasti torjuttavien lajien pesäkkeiden hävittämisessä, mutta erityisen tärkeä merkitys sillä on hukkakauran torjunnassa silloin, kun hukkakaurayksilöiden määrä ei ole kovin suuri. Meillä on kitkennän kannattavuuden rajana pidetty neljää yksilöä neliömetrillä (40 000 kpl/ha) (JUNNILA 1985), mutta esim. Ruotsissa ollaan sitä mieltä, ettei kitkentä ole taloudellisesti kannattavaa, kun hukkakauran tiheys ylittää 2 000 kpl/ha (SVENSSON 1982). Hukkakauran kitkennässä on oltava hyvin huolellinen, etteivät siemenet pääse varisemaan. Kasvit kitketään, kun niiden röyhyt ovat vielä vihreitä, kerätään esim. tiiviisiin muovisäkkeihin ja poltetaan. (JUNNILA 1985.) Muutkin rikat on kitkettävä ennen kuin ne ehtivät siementää (CRAFTS 1975).

4.3. Katteet

Katteiden käyttö rikkojen torjunnassa perustuu siihen, että niiden avulla pyritään estämään valon pääsy maan pintaan, jolloin kasvit eivät pysty kasvamaan. Ne myös ehkäisevät fyysikaalisesti kasvien kasvua. Katteet soveltuvat lähinnä yksivuotisten rikkojen torjuntaan, sillä monivuotisia varten katteen pitäisi olla hyvin paksu. (CRAFTS 1975).

Katteina voidaan käyttää olkea, heinää, turvetta, kasvi-jätettä, puunjätettä, paperia, pahvia, hienoa hiekkaa, muovikalvoa, lasivillaa ym. (CRAFTS 1975, HUUHKA 1984). Eloperäisellä katteella voi olla ravinteellista tai allelopaattista vaikutusta. Viimeksi mainittua ovat tutkineet PUTNAM ja DEFRANK (1983). He kylvivät vihanneskasveja maahan, jonka pinnalla oli parakvatilla ruiskutettua tuleentumattoman viljan jätettä. Tämä katteen tapainen jätekerros vaikutti paitsi fysikaalisesti tukahduttaen rikkoja myös kemiallisesti, sillä siitä liukeni kasvua häiritseviä aineita. Tehokkaammin rikkojen kasvua ehkäisivät korsivihojen jätteet, kuten seuraavasta asetelmasta ilmenee:

katekasvi	rikkoja kpl/m ²
ohra	11,5
kaura	7,5
ruis	11,0
vehnä	11,9
maissi	26,5
durra	28,7
kontrolli	113,2

PUTNAM ja DEFRANK (1983) kokeilivat myös pelkän fysikaalisen katteen tehoa käyttämällä haavan lastuja. Ne vähensivät valon voimakkuutta maan pinnassa 97 % ja laskivat lämpötilaa n. 1°C:lla, kuten myös viljakasvien jätteet, mutta haavan lastuilla ei ollut myrkyllistä tai ravinteellista vaikutusta kokeen aikana. Lastukate vähensi rikkojen kasvua 44 %, kun rukiin jätteet samassa kokeessa aiheuttivat 80 %:n vähennyksen:

Kate	Rikkojen tuorepaino g
haavan lastut	224
ruis	81
kontrolli	398

Rukiilla oli siis myös kemiallista vaikutusta.

Katteilla on merkitystä käytännössä lähinnä kotipuutarhoissa ja vihannesten, hedelmien tai marjojen viljelyssä.

4.4. Poltto

Polttaminen on oikeastaan fysikaalinen torjuntamenetelmä, joka vaikuttaa eri muodoissa esiintyvän sähkömagneettisen säteilyn kautta. Rikkojen torjuntaan voidaan käyttää ultralyhytaalto-, lämpö-, laser- tai gammasäteilyä. Käytännössä on merkitystä vain lämpösäteilyllä liekin, höyryn, kuuman ilman tai infrapunasäteilyn muodossa. (VESTER 1984.) Höyryä ja kuumaa ilmaa käytetään pääasiassa kasvihuoneissa ja puutarhoissa, mutta liekitystä ja infrapunasäteilyä myös pelloilla.

Lämpö tappaa kasvit, kun solujen valkuaisaineet koaguloituvat ja solut laajenevat ja särkyvät. Tämä tapahtuu 50 - 70^o C:n lämpötilassa (HOFFMANN 1980). Polttamiseen käytetään erilaisia liekinheittäjiä, joissa käyttövoimana on nestekaasu - pääasiassa propaani (PARKER ym. 1965, HOFFMANN 1980). Propaani on hyvin puhdasta, minkä vuoksi liekityksestä ei jää jäämiä maahan.

Liekitystä voidaan käyttää rikkojen torjuntaan ennen viljelykasvien taimettumista tai riviviljelykasveilla sen jälkeenkin. Paras teho saadaan, kun rikat poltetaan riittävän pieninä: alle 5 cm:n korkuisina. Kasvit eivät pala heti kokonaan vaan ne lakastuvat ja kuivuvat sitten ruskeiksi muutaman päivän kuluessa. (CRAFTS 1975.) Keski-Euroopassa liekitystä käytetään huomattavasti enemmän kuin meillä mm. vihannes- ja marjaviljelyksien, perunan, sokerijuurikkaan, maissin, viiniviljelysten ja korsiviljojenkin rikkojen hävittämiseksi. Korsiviljoilla liekitys tulee lähinnä kysymykseen ennen orastumista. (HOFFMANN 1980.)

Suomessa on äskettäin tullut markkinoille rikkojen hävittämiseen tarkoitettu infrapunasäteilijä, joka toimii nestekaasulla kuten liekinheittäimetkin. Säteilijä synnyttää nopeasti sytytyksen jälkeen yli 800^oC:n kuumuuden. Useissa infrapunalaitteissa on lisälaitteena liekinheitin, joka polttaa laitteen edessä olevia kuivia heiniä, lehtiä tms. (KOVANEN, kirjeell. tiedonanto 30.11.1984).

Infrapuna-aallot kuumentavat kasvin solukon nopeasti ja kasvi lakastuu. Seuraavana päivänä kasvusto on jo muutunut ruskeaksi. Vanhemmat rikkakasvit tarvitsevat pitemmän käsittelyajan kuin nuoret, mutta normaalisti yksivuotisten rikkojen taimet kuolevat jopa alle kahdessa sekunnissa. (KOVANEN, kirjeell. tiedonanto 30.11.1984.)

Infrapunasäteilijöitä on sekä käsi-, jyrsin- että traktorikäyttöisiä. Eniten niillä lienee käyttöä puutarhoissa ja puistoissa, mutta jonkin verran myös riviviljelyksillä. Käsittely tulee uusia tarpeen mukaan (2 - 3 kertaa kesässä). (KOVANEN, kirjeellinen tiedonanto 30.11.1984.)

5. BIOLOGINEN TORJUNTA

Biologinen torjunta on kasvinsyöjäorganismien, erityisesti hyönteisten ja taudinaiheuttajien käyttämisestä haitallisia rikkakasveja vastaan (ZWÖLFER 1973). Sen tavoitteena on heikentää rikkojen kilpailukykyä ja vähentää niiden määrää sellaiselle tasolle, jolla ne eivät aiheuta taloudellista vahinkoa (ZWÖLFER 1968, 1973).

Nykyisin voidaan erottaa kolme erilaista biologista torjuntamenetelmää: 1) klassinen menetelmä, 2) bioherbisidimenetelmä ja 3) koko kasvillisuuden torjunta (WAPSHERE 1979).

1) Klassinen menetelmä

Klassisella menetelmällä tarkoitetaan torjuntaeliön tuomista alueelle, jolla joku kasvi on käynyt haitalliseksi luonnollisten vihollisten puuttuessa (TEMPLETON ym. 1979, WAPSHERE 1979). Menetelmää on käytetty eniten torjumaan yksittäisiä kasveja tai kasvilajeja, jotka ihminen on tuonut mukanaan tietylle alueelle, ja jotka siellä ovat levinneet toivottua laajemmalle.

Torjuntaeliöt ovat useimmiten hyönteisiä, mutta viimeisten parinkymmenen vuoden aikana on myös taudin-

aiheuttajia, ennen kaikkea sieniä, alettu käyttää entistä enemmän (JULIEN 1982). Lisäksi on tutkittu mm. punkkien ja ankeroisten mahdollisuuksia (WAPSHERE 1982).

Jotta torjuntaeliö voitaisiin vapauttaa kasvustoon, sen on oltava turvallinen, ts. se ei saa hyökätä viljelykasvia tai muuta sosiaalisesti tärkeää kasvia vastaan (WAPSHERE 1979, 1982, ANDRES 1980). Turvallisuus edellyttää tavallisesti eliön erikoistumista yhteen rikkalajiin tai sen lisäksi pieneen ryhmään merkityksettömiä sukulaislajeja (WAPSHERE 1982).

Eliön täytyy myös sopeutua uudessa ympäristössä vallitseviin ekologisiin ja ilmasto-oloihin menestyäkseen siellä (WAPSHERE 1975). Lisäksi sen täytyy olla tehokas ja virulentti. Tehokkuudella tarkoitetaan sitä, että torjuntaeliö pystyy vähentämään rikkapopulaation tasolle, jolla se ei enää aiheuta taloudellisia menetyksiä (ZWÖLFER 1973, WAPSHERE 1982). Virulenssilla puolestaan tarkoitetaan eliön kykyä murtaa yksittäisen kasvin vastustuskyky ja vaikeasti vaurioittaa ja vaivata sitä (WAPSHERE 1979, 1982). Tämä kyky on erityisen tärkeä pienillä hyönteisillä, esim. kirvoilla, joita tarvitaan useita voimakkaita yksilöitä rikkakasvia kohti riittävän tehon saavuttamiseksi (WAPSHERE 1982).

Klassisella menetelmällä on eräitä heikkouksia. Edellä mainittujen torjuntaeliöiltä vaadittavien ominaisuuksien takia sen käyttö rajoittuu vain sellaisten rikkojen torjuntaan, jotka eivät ole lähisukua viljelykasveille ja jotka kuuluvat tarkasti määrättyihin ja selvästi toisista kasveista erotettaviin sukuihin. Sopivien torjuntaeliöiden löytäminen on myös usein vaikeaa ja lisäksi toivottu torjuntatuloks saavutetaan hitaasti, monessa tapauksessa vasta vuosien kuluttua (von ZON ja SCHEEPENS 1979). Usein toistuva häirintä, esim. muokaus, on yleensä vahingollista eliöille ja menetelmä soveltuu siksi vain monivuotisille viljelykasveille (WAPSHERE 1982).

Menetelmän etuja on puolestaan sen pitkäaikainen vaikutus. Torjuntaeliöt vapautetaan vain kerran ja jos istuttaminen

onnistuu, populaatio pysyy itsestään riittävän suurena pittääkseen rikat kurissa useiden vuosien ajan. (van ZON ja SCHEEPENS 1979.) Menetelmän käyttö ei myöskään saastuta ympäristöä eikä aiheuta jäämäongelmia (ZWÖLFER 1973).

Klassisella menetelmällä on saatu hyviä tuloksia hyönteisiä käyttäen esim. Opuntia-kaktuksiin Australiassa ja Lantana camara-pensaisiin Havaijilla. Ruostesienten avulla on torjuttu onnistuneesti Chondrilla juncea Australian vehnäviljelyksillä.

2) Bioherbisidimenetelmä

Menetelmää käytetään enimmäkseen kotimaisia rikkoja vastaan (päinvastoin kuin klassista menetelmää). Torjunta-eliöitä lisätään keinotekoisesti laboratorioissa ja vapautetaan tarvittaessa ympäristöön suuria määriä. Eliöt ovat tavallisesti luonnostaan alueella esiintyviä, mutta niitä on normaalisti niin vähän, että ne ovat torjunnan kannalta tehottomia. (WAPSHERE 1982.)

Bioherbisidimenetelmää on käytetty yhden tai muutaman rikkalajin torjumiseksi levittämällä sienisuspensiota (nk. mykoherbisidi) tai nematodeja tai muita mikro-organismeja sisältävää nestettä (TEMPLETON 1982). Torjuntaeliöitä käytetään ja levitetään kuten kemiallisia herbisidejä. Tällä tekniikalla saadaan nopea vaikutus ja menetelmä soveltuukin lyhyisiin viljelykiertoihin (WAPSHERE 1982).

Bioherbisidinä käytettäviltä eliöiltä edellytetään samoja ominaisuuksia kuin klassisessa menetelmässä käytettäviltäkin eliöiltä: niiden on oltava tehokkaita ja turvallisia. Tehokkuuteen vaikuttavat paitsi eliön ominaisuudet myös ilmasto-olot, levitysaika ja levitettävä eliömäärä. Sienet tarvitsevat yleensä kosteutta menestyäkseen; aikainen levitys ja suuri määrä antavat paremman tehon (SHRUM 1982). Käytettävät eliöt ovat tavallisesti luonnostaan alueella esiintyviä, jolloin on epätodennäköistä, että ne hyökkäisivät viljelykasveihin, koska ne eivät ole aikaisemminkaan tehneet niin. Kotimaiset eliöt ovat siis turvallisempia kuin maahan tuodut eksoottiset organismit. (WAPSHERE 1982.)

Lisäksi bioherbisidieliöiltä vaaditaan, että niiden tulee olla helposti lisättäviä keinotekoisella alustalla ja niitä pitää voida varastoida myöhempää käyttöä varten (CHURCHILL 1982, WAPSHERE 1982).

Menetelmän etuja ovat jo aiemmin mainittu soveltuvuus lyhyisiin viljelykiertoihin, ympäristöystävällisyys ja paremmat mahdollisuudet löytää torjuntaeliöitä (WAPSHERE 1982). Haluttu vaikutus saadaan nopeasti ja lisäksi se rajoittuu ainoastaan käsitellylle alueelle. Mahdolliset sivuvaikutukset häviävät käsittelyn päätyttyä. (van ZON ja SCHEEPENS 1979.) Haittapuolena voidaan mainita se, että kun yksi eliö tehoaa vain yhteen tai muutamaankasviin, erilaisia eliöitä voi joutua levittämään pellolle useita kertoja kasvukaudessa. (WAPSHERE 1982.) Menetelmä on myös kallis, jos tehokkaita torjuntaeliöitä on rajoitetusti saatavissa (van ZON ja SCHEEPENS 1979).

Bioherbisidien käyttö on varsin uutta, joten tutkimista ja kehittelyä tarvitaan vielä monessa suhteessa. On kuitenkin jo eräitä rikkakasveja, joiden torjunnassa bioherbisideillä on saatu hyviä tuloksia, esim. USA:n riisi- ja soijapelloilla esiintyvät Aechonomene virginica (DANIEL ym. 1973, BOYETTE 1979) ja Jussiaea decurrens (BOYETTE ym. 1979).

3) Koko kasvillisuuden torjunta

Tässä menetelmässä eliöitä ohjailtaan rajatulla alueella halutun torjunta-asteen saavuttamiseksi; esimerkiksi laiduntavien eläinten käyttö pitämässä yllä laitumen arvokasta kasvilajiseosta tai ruohokarpin käyttö vesien rikkojen tuhoajana (WAPSHERE 1979, 1982).

Pohjoismaissa biologisen torjunnan käyttöönotto peltoviljelyssä ei näytä todennäköiseltä ainakaan lähitulevaisuudessa. Varsinkaan klassisella menetelmällä ei tunnu olevan suurta merkitystä, koska viljely on meillä intensiivistä ja

kasvit pääasiassa yksivuotisia. Rikkakasvusto koostuu sitä paitsi yleensä monista lajeista, minkä vuoksi tarvittaisiin useita erilaisia torjuntaeliöitä pitämään kurissa koko kasvusto. Jos joitakin voimakkaita lajeja ei saada torjutuksi, valtaavat ne helposti heikommilta lajeilta vapautuvan kasvu-tilan (ESPEBY 1983). Lisäksi monet rikat ovat läheistä sukua viljelykasveille, esim. juolavehnä vehnälle ja ohralle, hukka-kaura kauralle, jauhosavikka sokeri- ja rehujuurikkaalle (ANDERSSON 1984), joten sopivien torjuntaeliöiden löytäminen on vaikeaa. LETH (1981) tuo kuitenkin esille mahdollisuuden torjua monivuotisia juuririkkakasveja biologisesti silloin, kun viljelläänkyntämättä. Tällöin muokkauksen torjuntaeliöille aiheuttama haitta jää vähäisemmäksi. Kysymykseen voisi tulla esim. pelto-ohdakkeen torjunta isäntäspesifisten sienten avulla.

Bioherbisidimenetelmän mahdollisuudet ovat teoreettisesti suuremmat, koska sitä voidaan käyttää yksivuotisissa viljoissa. Menetelmä on kuitenkin vielä niin uusi, että kansainvälinen tutkimus on vasta alussa, joten on vaikeaa arvioida, tuleeko siitä laajemmassa määrin käytäntöön soveltuvaa (ANDERSSON 1984).

Pohjoismaissa biologisella torjunnalla on ANDERSSONin (1984) mukaan mahdollisuuksia tapauksissa, joissa halutaan torjua yhtä tai muutamaa rikkalajia, jotka ovat jostain syystä vaikeasti torjuttavia muilla menetelmillä:

- kyntämättä viljeltävillä mailla (klassinen ja bioherbisidimenetelmä)
- laitumilla (klassinen ja bioherbisidi)
- yksivuotisissa viljoissa kemiallisten torjunta-aineiden korvaajana tai täydentäjänä (bioherbisidi)
- kemiallisille herbisideille resistenttejä rikkalajeja vastaan (bioherbisidi)
- vaihtoehtoisissa viljelymenetelmissä (kemiallisia torjunta-aineita ei käytetä) (klassinen ja bioherbisidi)

Biologisen torjunnan tarve voi lisääntyä ja kehitys nopeutua, jos

- kemiallisille torjunta-aineille asetetaan rajoituksia (klassinen ja bioherbisidi)
- kemiallisten torjunta-aineiden saatavuus heikkenee (klassinen ja bioherbisidi)
- se näyttää taloudellisesti järkevältä vaihtoehdolta valikoiville kemiallisille herbisideille (bioherbisidi) (ANDERSSON 1984).

KIRJALLISUUS

- AAMISEPP, A., STECKÓ, V. & ÅBERG, E. 1967. Ogräsfröspridning vid bindarskörd och skördetröskning. Lantbr. högsk. Medd. A 81. 31 p.
- 1972. Chemical control of Agropyron repens, 1968-71. 13th Swed. Weed Conf. 1:E29-E39.
 - & WALLGREN, B. 1979. Ogräs i stråsäd. Verkan av kemisk ogräsbekämpning och andra odlingsåtgärder, 1950-1978. Akt. Lantbr. Univ. 280. 15 p.
- ALSAADAWI, I & RICE, E.L. 1982. Allelopathic effects of Polygonum aviculare L. I. Vegetational patterning. J. Chem. Ecol. 8:993-1009.
- ALTIERI, M.A. & DOLL, J.D. 1978. The potential of allelopathy as a tool for weed management in crop fields. PANS 24:495-502.
- ANDERSSON, B. 1983. Stråsädessorternas konkurrens med ogräs. Nord. Jordbr. forskn. 65:268.
- 1984a. Seed rates and MCPA doses in spring barley. 25th Swed. Weed Conf. 1:51-61.
 - 1984b. Ogräsproblem och bekämpningsstrategier i stråsäd och oljeväxter. Femte nordiska forskarutbildnings- och fortbildningskursen i växtodling: Ogräs och ogräsbekämpning. Sver. Lantbr. Univ. Uppsala, 5-9 mars. 24 p.
- ANDERSSON, K. 1984. Biologisk ogräsbekämpning. Femte nordiska forskarutbildnings- och fortbildningskursen i växtodling: Ogräs och ogräsbekämpning. Sver. Lantbr. Univ. Uppsala, 5-9 mars. 18 p, 4 tab.
- ANDERSSON, S. 1972. Art- och såtidförsök med vårstråsäd i norra Sverige. Lantbr. högsk. Medd. A 165. 31 p.
- ANDRES, L.A. 1980. Conflicting interests and the biological control of weeds. In: Del Fosse, E.S. (ed.) 1980. Proc. 5th Int. Symp. Biol. control of weeds. p. 11-20. Brisbane.
- & CLEMENT, S.L. 1981. Opportunities for reducing chemical inputs for weed control. Organic farming: current technology and its role in a sustainable agriculture. ASA Spec. Publ. 46:129-140.

- ANON. 1983. Rikkakasvien torjunta-aineet. Koetulokset 1982. MTTK. Kasvinviljelylaitos. Puutarhantutkimuslaitos. 120 p. Moniste.
- BARNARD, A.J. & DYKE, G.V. 1976. Suppression of couch grass by Italian ryegrass and broad red clover undersown in barley and field beans. *J. agric. Sci.* 87:123-126.
- BASSET, J.I. & CROMPTON, C.W. 1978. The biology of Canadian weeds. 32. Chenopodium album L. *Can. J. Pl. Sci.* 58: 1061-1072.
- BENGTSSON, A. 1971. Försök med såtider och Brassicol i höstråg och höstvete. *Lantbr. högsk. Medd. A* 141. 28 p.
- 1977. Såtidsförsök med korn. *Lantbr. högsk. Medd. A* 275. 26 p.
- BHOWMIK, P.C. & DOLL, J.D. 1982. Corn and soybean response to allelopathic effects of weed and crop residues. *Agr. J.* 74:601-606.
- BLEASDALE, J.K.A. 1960. Studies in plant competition. In: HARPER, J.L. (ed.) 1960. *The Biology of Weeds*. p. 133-142. Oxford.
- BOYETTE, C.D., TEMPLETON, G.E. & SMITH, R.J., Jr. 1979. Control of winged waterprimrose (Jussiaea decurrens) and northern jointvetch (Aeschynomene virginica) with fungal pathogens. *Weed Sci.* 27:497-501.
- BUNTING, A.H. 1960. Some reflections on the ecology of weeds. *The Biology of Weeds*. p. 11-26. Oxford.
- CHANCELLOR, R.J. 1979. The seasonal emergence of dicotyledonous weed seedlings with changing temperature. *Proc. EWRS Symp. The Influence of Different Factors on the Development and Control of weeds*. p. 65-71.
- CHARADUTTAN, R. & WALKER, H.L. (eds.) 1982. *Biological control of weeds with plant pathogens*. 293 p. New York.
- CHURCHILL, B.W. 1982. Mass production of microorganisms for biological control. In: CHARADUTTAN, R. & WALKER, H.L. (eds.) 1982. *Biological control of weeds with plant pathogens*. p. 139-156.
- CRAFTS, A.S. 1975. *Modern weed control*. Univ. of Calif. press. 440 p. Berkeley & London.

- CUSSANS, G.W. 1976a. Population studies. Wild oats in world agriculture. p. 119-125. ARC. London.
- 1976b. The influence of changing husbandry on weeds and weed control in arable crops. Proc. 1976 Brit. Crop Prot. Conf. Weeds. p. 1001-1008.
 - , MOSS, S.R., POLLARD, F. & WILSON, B.J. 1979. Studies of the effects of tillage on annual weed populations. Proc. EWRS Symp. The Influence of Different Factors on the Development and Control of Weeds. p. 115-122.
- DANIEL, J.T. TEMPLETON, G.E., SMITH, R.R., Jr. & FOX, W.T. 1973. Biological control of nothern jointvetch in rice with an endemic fungal disease. Weed Sci. 21:303-307.
- DEL FOSSE, E.S. (ed.) 1980. Proc. 5th Int. Symp. Biol. Control of weeds. 649 p. CSIRO. Brisbane.
- DENNIS, B. & MORTENSEN, G. 1980. Bygsorters konkurrenceevne overfor ukrudt. Nord. Jordbr. forskn. 62:433-434.
- DOCK, A-M. 1980. Ogräsförekomst i växtföljdsförsök. Sver. Lantbr. Univ. Inst. Växtodl. Seminarier och examensarbeten 697. 19 p.
- ERVIÖ, L-R. 1971. The effect of intra-specific competition on the development of Chenopodium album L. Weed Res. 11:124-134.
- 1972a. Growth of weeds in cereal populations. Maatal. tiet. Aikak. 44:19-28.
 - 1972b. Kasvuston tiheyden ja lämpötilan vaikutus jauhosavikan (Chenopodium album L.) ja sen sadon kehittymiseen. Maatal. tiet. Aikak. 44:29-40.
 - 1975. Leikkuupuinti kartuttaa rikkasiemenvarastoa. Käytännön Maamies 8:33-34.
 - 1981. The emergence of weeds in the field. Ann. Agric. Fenn. 20:292-303.
 - 1982. Rikkakasvien ehkäisevä, mekaaninen ja biologinen torjunta. Maataloustieteen päivät. Suom. Maatal. tiet. Seur. Tiedote 2:55-60.
 - 1983. Competition between barley and annual weeds at different sowing densities. Ann. Agric. Fenn. 22:232-239.
 - 1985. Juolavehnän, leskenlehden, peltovalvatin ja peltoohdakkeen torjunta. Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita 1985. Kasvinsuoj. seur. Julk. 71:19-22.

- ESPEBY, L. 1983. Ogräs och ogräsbekämpning i våra framtida odlingsystem. Sver. Lantbr. Univ. Inst. Växtodl. Rapp. 120. 31 p.
- FAY, P.K. & DUKE, W.B. 1977. An assessment of allelopathic potential in Avena germ plasm. Weed. Sci. 25:224-228.
- FOGELFORS, H. 1972. The development of some weed species under different conditions of light, and their competition ability in barley stands. 13th Swed. Weed Conf. 1:F4-F5.
- 1981. Ogräsfloras förändring vid uppsamling av agnar, boss och halm vid skördetröskning. Sver. Lantbr. Univ. Inst. Ekologi och Miljövård. Rapp. 8. 27 p.
 - 1982. Collection of chaff, awns and straw when combining and its influence on the seed bank and the composition of the weed flora. 23rd Swed. Weed Conf. 2:339-345.
- FRANKOW-LINDBERG, B. 1984. Jordbearbetningens roll för ogräs-situationen i växtodlingssystemen. Femte nordiska forskarutbildnings- och fortbildningskursen i växtodling: Ogräs och ogräsbekämpning. Sver. Lantbr. Univ. Uppsala, 5-9 mars. 21 p.
- FRYER, J.D. 1979. Key factors affecting important weed problems and their control. Proc. EWRS Symp. Influence of Different Factors on the Development and Control of Weeds. p. 13-23.
- GESSLEIN, S. 1959. Stråsädens mognadsförlopp och skördeegenskaperna. Växtodling 13. Suppl.
- GILLBERG, B., GUNNARSSON, S. & HENRIKSSON, L. 1984. Trials with weed harrowing in cereals. 25th Swed. Weed Conf. 1:185-190.
- GLAUNINGER, J. & HOLZNER, W. 1982. Interference between weeds and crops. In: HOLZNER, W. & NUMATA, M. (eds.) 1982. Biology and ecology of weeds. p. 149-159. Haag.
- GRANSTRÖM, B. 1956. Konkurrens mellan kulturväxter och ogräs. Jord, Gröda, Djur 1956:88-95.
- 1962a. Studier över ogräs i vårsådda grödor. Stat. Jordbr. förs. Medd. 130. 188 p.
 - 1962b. Växtföljden - vallen - ogräset. Sv. Valltidkr. 1:23-28.
 - 1963. Ogräsbeståndet och stråsädens radavstånd. Jordbr. tekn. Inst. Medd. 302:7-18.

- GRANSTRÖM, B. 1972. Chemicals or other means in the control of weeds. 13th Wed. Weed Conf. 1:Bl-B6.
- GRÜMMER, G. & BEYER, H. 1960. The influence exerted by species of Camelina on flax by means of toxic substances. In: HARPER, J.L. (ed.) 1960. The biology of weeds. p. 153-157. Oxford.
- GUMMESSON, G. 1972a. Trials with Avena fatua 1969-1971. 13th Swed. Weed Conf. 1:E18-E22.
- 1972b. Results of long-term trials on the control of Avena fatua. 13th Swed. Weed Conf. 1:E23-E28.
 - 1981. Some results from long-term trials. 22nd Swed. Weed Conf. 1:153-165.
 - 1982. Kemiallinen rikkakasvien torjunta-vaihtoehdot ja kustannukset. 17. Rikkakasvipäivä: A 39 - A 52.
 - 1983. Chemical and non-chemical control - changes in weed stand following different control measures. 24th Swed. Weed Conf. 1:234-245.
- HAGSAND, E. 1984. Seed rates and Oxitril doses in sixrow barley in Norrland. 25th Swed. Weed Conf. 1:62-68.
- HARLAN, J.R. & DEWET, J.M.J. 1965. Some thoughts about weeds. Economic Bot. 19:16-24.
- HARPER, J.L. (ed.) 1960. The biology of weeds. 256 p. Oxford.
- HEINONEN, R. 1970. Vårbrukets växtekologiska bakgrund. Lantbr. högsk. medd. A 130. 23 p.
- HILL, T.A. 1980. Biology of weeds. Studies in biology 79. 64 p. London.
- HOFFMANN, M. 1980. Abflamntechnik. KTBL-Schrift. 243. 83 p.
- HOLZNER, W. 1982. Concepts, categories and characteristics of weeds. In: HOLZNER, W. & NUMATA, M. (eds.) 1982. Biology and ecology of weeds. p. 3-20. Haag.
- & NUMATA, M. (eds.) 1982. Biology and ecology of weeds. p. 461. Haag.
 - , HAYASHI, I. & GLAUNINGER, J. 1982. Reproductive strategy of annual agrestals. In: HOLZNER, W. & NUMATA, M. (eds.) 1982. Biology and ecology of weeds. p. 111-121. Haag.
- HUUHKA, E. (toim.) 1984. Luonnonmukainen kasvitarha. Koti- viljelijän opas. 114 p. 5. painos. Hamina.

- HÅKANSSON, S. 1967. Experiments with Agropyron repens (L.) Beauv. I. Lantbr. högsk. Ann. 33:823-873.
- 1969. Experiments with Agropyron repens (L.) Beauv. IV. Lantbr. högsk. Ann. 35:61-78.
 - 1974. Kvickrot och kvickrotsbekämpning på åker. Lantbr. högsk. Medd. B 21. 82 p.
 - 1975a. Grundläggande växtodlingsfrågor. I. Inflytande av utsädesmängden och utsädets horisontella fördelning på utveckling och produktion i kortvariga växtbestånd. Lantbr. högsk. Inst. Växtodl. Rapp. och Avhandl. 33. 192 p.
 - 1975b. Grödan - växtodlingssystemet och ogräs på åkern. 16:e Sv. ogräskonferensen 1:K1-K20.
 - 1977a. Development of weed control in the nordic countries-mechanical control. 18th Swed. Weed Conf. 1:B9-B17.
 - 1977b. Control of some perennial weeds by tillage. Proc. EWRS Symp. Methods Weed Control and their Integr. p. 47-55.
 - 1979a. Seasonal influence on germination of weed seeds. Proc. EWRS Symp. The Influence of Different Factors on the Development and Control of Weeds. p. 73-80.
 - 1979b. Grundläggande växtodlingsfrågor II. Faktorer av betydelse för plantetablering, konkurrens och produktion i åkerns växtbestånd. Sver. Lantbr. Univ. Inst. Växtodl. Rapp. 72. 88 p.
 - 1979c. Influence of sowing depth and environmental factors in seedbed on weed and cereal plant emergence and competition. Proc. EWRS. Symp. The Influence of Different Factors on the Development and Control of Weeds. p. 173-180.
 - 1980. Jordbearbetningen och ogräset. Ogräsnyckeln. Akt. Lantbr. Univ. 287:11-19.
 - 1982a. Multiplication, growth and persistence of perennial weeds. In: HOLZNER, W. & NUMATA, M. (eds.) 1982. Biology and ecology of weeds. p. 123-135. Haag.
 - 1982b. Ogräsfröns groning i åkerjord vid olika temperaturer och årstid. Sver. Lantbr. Univ. Inst. Växtodl. Rapp. 100. 73 p.

- HÄKANSSON, S. 1983a. Seasonal variation in the emergence of annual weeds - an introductory investigation in Sweden. *Weed Res.* 23:313-324.
- 1983b. Competition and production in short - lived crop - weed stands. Density effects. *Sver. Lantbr. Univ. Inst. Växtodl. Rapp.* 127. 85 p.
 - 1984a. Ogräsens biologi och uppträädande på åkern. *Sver. Lantbr. Univ.* 29 p.
 - 1984b. Seed rate and amount of weeds - influence on production in stands of cereals. 25th Swed. Weed Conf. 1:1-16.
 - 1984c. Row spacing, seed distribution in the row, amount of weeds - influence on production in stands of cereals. 25th Swed. Weed Conf. 1:17-34.
- JOHANSSON, S. 1981. *Lantmannens praktiska handbok 28: Stubbearbetning.* *Lantmannen* 7:65-77.
- JULIEN, M.H. (ed.) 1982. *Biological control of weeds. A world catalogue of agents and their target weeds.* 108 p. CSIRO, Brisbane.
- JUNNILA, S. 1985. Hukkakaura. Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita. 1985. *Kasvinsuoj. seur. Julk.* 71:23-28.
- KALLIO-MANNILA, K., RAATIKAINEN, T. & RAATIKAINEN, M. 1984. Rikkaruohot vähentyneet -torjuntaa muutettava. *Koet. ja Käyt.* 27.11.-84.
- KAUHANEN, V. 1975. Iisalmen seudun viljapeltojen rikkakasvillisuudesta ja sitä säätelevistä tekijöistä. *Savon Luonto* 3:45-50.
- KAUPPILA, R. 1983. Palkokasvien käyttö viherlannoituksena. SITRA. Biologisen typensidonnan ja ravinnetyypen hyväksikäytön projekti. *Julk.* 6:51-92. Helsinki.
- 1984a. Ogräsproblem och ogräsbekämpning i alternativa odlingsformer. Femte nordiska forskarutbildnings- och fortbildningskursen i växtodling: Ogräs och ogräsbekämpning. *Sver. Lantbr. Univ. Uppsala.* 5-9 mars. 14 p.
 - 1984b. Viherlannoituksen käyttömahdollisuudet Suomen olosuhteissa. 6 p. *Kasvinvuorotus ja viherlannoitus* 5.4.1984 Viikki. Kasvintuotantokerho.
- KITUNEN, E. 1927. Rikkaruohoäestyksistä. *Maa* 1927:228-230.

- KIVELÄ, J. & PÖYTÄNIEMI, E. 1984. Luonnonmukainen viljely. Siirtymävaiheopas. Elävä maa, julk. 2. 142 p.
- KIVILAN, A. & BANDURSKI, R.S. 1973. The ninety-year period for Dr. Beal's seed viability experiment. Amer. J. Bot. 60:140-145.
- KIVISAARI, S. & LARPES, G. 1983. Kylvöajan vaikutus keväthehän, ohran ja kauran satoon 10-vuotiskautena 1970-1979 Tikkurilassa. MTTK Tiedote 13/83. 55 p. Jokioinen.
- KOVANEN, H. 1984. Uusi ratkaisu rikkakasvien hävittämiseen. Elosavo Oy:n IP-säteilijä. Kirje + esite 30.11.1984. Saatavissa: Elosavo Oy 51 730 Asila, puh. 955-68755.
- LANDSTRÖM, S. 1983. Control of Agropyron repens in different cropping systems. 24th Swed. Weed Conf. 1:246-256.
- LANGER, R.H.M. 1972. How grasses grow. Studies in biology 34. 57 p. London.
- LARSSON, R. 1974. Vad betyder sätiden? SLI. Forskning och praktik 3:1-7.
- LARSSON, S. 1979. Sätidsförsök med korn och havre i Bergslagen. Sver. Lantbr. Univ. Inst. Växtodl. Rapp. 78. 17 p.
- LETH, V. 1981. Biologisk bekaempelse af ukrudt med saerligt henblik på bekaempelse af agertidsel, Cirsicum arvense. Växtskyddsnotiser 45:80-87.
- LOCKERMAN, R.H. & PUTNAM, A.R. 1979. Evaluation of allelopathic cucumbers (Cucumis sativus) as an aid to weed control. Weed Sci. 27:54-57.
- LOVETT, J.V. & LEVITT, J. 1981. Allelochemicals in a future agriculture. Biological husbandry. A scientific approach to organic farming. p. 169-180. London.
- MARTIN, P. & RADEMACHER, B. 1960. Studies on the mutual influence of weeds and crops. In: HARPER, J.L. (ed.) 1960. The biology of weeds. p. 143-152. Oxford.
- MATTILA, S. 1978. Tilastotiede II. 9.painos. 174 p. Helsinki.
- METTALA, J. 1982. Mekaaninen torjunta sokerijuurikkaalla. 17. Rikkakasvipäivä: A16 - A19.
- MJAERUM, J. 1984. Konkurransen mellom kulturvekster og ugras - muligheter for å øke kulturbestandets konkurranseevne. Femte nordiska forskarutbildnings- och förtbildningskursen i växtodling; ogräs och ogräsbekämpning. Sver. Lantbr. Univ. Uppsala 5-9 mars. 18 p.

- MOSS, S.R. 1979. The influence of tillage and method of straw disposal on the survival and growth of black-grass, Alopecurus myosuroides, and its control by chlortoluron and isoproturon. Ann. appl. Biol. 91:91-100.
- 1980. The agro-ecology and control of black-grass, Alopecurus myosuroides Hulls., in modern cereal growing systems. ADAS Quart. Rev. 38:170-191.
- MUKULA, J., RAATIKAINEN, M., LALLUKKA, R. & RAATIKAINEN, T.
- 1969. Composition of weed flora in spring cereals in Finland. Ann. Agric. Fenn. 8:59-110.
 - 1974. Weed competition in spring cereal fields in Finland. Forskning og forsøk i landbruket 25:585-592.
 - 1980. Herbisidit. Rikkakasvien torjunta-aineet ja niiden käyttö. Kasvinsuoj. seur. Julk. 63. 111 p.
- MÄKINEN, Y. 1970. Tilastotiedettä biologeille. 2. painos. 184 p. Turku.
- NEURURER, H. 1977. Mechanische Unkrautbekämpfung mit modernem Hackeggen. Proc. EWRS Symp. Methods Weed Control and their Integr. p. 65-70.
- NEWMAN, E.I. 1982. The possible relevance of allelopathy to agriculture. Pestic. Sci. 13:575-582.
- NIELSEN, H.J. & PINNERUP, S.P. 1982. Reduced cultivation and weeds. 23rd Swed. Weed Conf. 2:370-384.
- OKA, H.-I. & MORISHIMA, H. 1982. Ecological aspects and the evolution of weeds. In: HOLZNER, W. & NUMATA, M. (eds.) 1982. Biology and ecology of weeds. p. 73-98. Haag.
- OVERLAND, L. 1966. The role of allelopathic substances in the 'smother crop' barley. Amer. J. Bot. 53:423-432.
- PAATELA, J. & ERVIÖ, L-R. 1971. Weed seeds in cultivated soils in Finland. Ann. Agric. Fenn. 10:144-152.
- PARKER, R.E., HOLSTUN, J.T. & FULGHAM, F.E. 1965. Flame cultivation. Equipment and techniques. USDA, Production Res. Rep. 86. 16 p.
- PESSALA, B. 1978. Suunnitelmallinen juolavehnän torjunta. 13. Rikkakasvipäivä: B20-B24.
- 1982. Kesanto ja sänkimuokkaus rikkakasvien torjunnassa. 17. Rikkakasvipäivä A5-A9.
 - 1984. Taloudellinen ja tarpeenmukainen rikkakasvien torjunta. 19. Rikkakasvipäivä A32-A35.

- POLLARD, F. & CUSSANS, G.W. 1976. The influence of tillage on the weed flora of four sites sown to successive crops of spring barley. Proc. 1976 Brit. Crop Protect. Conf. Weeds. p. 1019-1028.
- PUTNAM, A.R. & DUKE, W.B. 1974. Biological suppression of weeds: Evidence for allelopathy in accessions of cucumber. Science 185:370-372.
- & DUKE, W.B. 1978. Allelopathy in agroecosystems. Ann. Rev. Phytopath. 16:431-451.
 - & DEFRANK, J. 1983. Use of phytotoxic plant residues for selective weed control. Crop protect. 2:173-181.
- PÄLSSON, S-V. 1982. Årlig periodicitet i ogräsfröns gröningsbenägenhet. Sver. Lantbr. Univ. Inst. Växtodl. Seminarier och examensarbeten 709. 25 p.
- RAATIKAINEN, M. & RAATIKAINEN, T. 1964. Kevätviljapeltojen ja niiden pientareiden kasveista Laihialla. Maatal.tiet. Aikak. 36:135-160.
- , RAATIKAINEN, T. & TINNILÄ, A. 1971. Rikkakasvit ja niiden torjunta. Kasvinsuoj. seur. Julk. 46. 108 p.
 - , RAATIKAINEN, T. & MUKULA, J. 1978. Weed species, frequencies and densities in winter cereals in Finland. Ann. Agric. Fenn. 17:115-142.
 - & RAATIKAINEN, T. 1979. Syysrukiin perustaminen, hoito ja rikkaruohojen ekologia. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 51:432-479.
 - & RAATIKAINEN, T. 1983. Syysvehnän viljelystä ja sen vaikutuksesta rikkaruohoihin Suomessa. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 55:385-423.
- RAJALA, J. 1982. Tavanomainen ja biologinen viljely - biologista ja taloudellista vertailua. Elävä maa, julk. 1. 183 p. Helsinki.
- RICE, E.L. 1974. Allelopathy. Academic press. New York & London. 353 p.
- ROBERTS, H.A. & POTTER, M.E. 1980. Emergence patterns of weed seedlings in relation to cultivation and rainfall. Weed Res. 20:377-386.
- SALONEN, J. 1984. Rikkakasvien esiintyminen viljakasvustoissa siirryttäessä luonnonmukaiseen viljelyyn. Pro gradu -tutkielma. Kasvinviljelytieteen laitos. 110 p. + 15 liites.

- SHRUM, R.D. 1982. Creating epiphytotics. In: CHARADUTTAN, R. & WALKER, H.L. (eds.) 1982. Biological control of weeds with plant pathogens. p. 113-136. New York.
- SIMOJOKI, P. 1977. Kevätviljojen kylvöaika Keski-Suomessa. Erip. Koetoim. ja käyt. 29.3.1977.
- & SUNIO, T. 1979. Hiesun viljelytekniikka. MTTK. Keski-Suomen koeasema. Tiedote 3. 15 p.
- SKUTERUD, R. 1977. Growth of Agropyron repens (L.) Beauv. at different light intensities in cereals. Proc. EWRS Symp. Methods Weed Control and their Integr. p. 37-45.
- STECKÖ, V. 1965. Skördetröskning och ogräsfröspridning. Lantmannen 6:17.
- STEVENS, O.A. 1957. Weight of seeds and numbers per plant. Weeds 5:46-55.
- SUOMELA, H. & PAATELA, J. 1962. The influence of irrigation, fertilizing and MCPA on the competition between spring cereals and weeds. Weed Res. 2:90-99.
- SVENSSON, A. 1982. Methods of weed control in cereals - efficiency, costs and consequences. 23rd Swed. Weed Conf. 1:10-25.
- TEMPLETON, G.E., TEBEEST, D.O. & SMITH, R.J., Jr. 1979. Biological weed control with mycoherbicides. Ann. Rev. Phytopath. 17:301-310.
- 1982. Status of weed control with plant pathogens. In: CHARADUTTAN, R. & WALKER, H.L. (eds.) 1982. Biological control of weeds with plant pathogens. p. 29-44. New York.
- THURSTON, J.M. 1962. The effect of competition from cereal crops on the germination and growth of Avena fatua L. in a naturally infested field. Weed Res. 2:192-207.
- 1982. Wild oats as successful weeds. In: HOLZNER, W. & NUMATA, M. (eds.) 1982. Biology and ecology of weeds. p. 191-199. Haag.
- VARIS, E. 1983. Research on alternative agriculture in Finland. Proc. International Scientific Colloquim on Comparison between Farming Systems, Uppsala, March 21-24, 1983. Sver. Lantbr. Univ. Inst. Växtodl. Rapp. 124. p. 42-43.
- VESTER, J. 1984. Flammebehandling til bekaempelse af ukrudt. Ugeskrift for Jordbrug 20:559-563.

- WALLGREN, B. & DOCK, A-M. 1981. Weeds in rotations - trials in spring cereals. 22nd Swed. Weed Conf. 1:170-180.
- WAPSHERE, A.J. 1975. A protocol for programmes for biological control of weeds. PANS 21:295-303.
- 1979. Recent progress in the biological control of weeds. EPPO Bull. 9:95-105.
 - 1982. Biological control of weeds. In: HOLZNER, W. & NUMATA, M. (eds.) 1982. Biology and ecology of weeds. p. 47-56. Haag.
- WELBANK, P.J. 1960. Toxin production from Agropyron repens. In: HARPER, J.L. (ed.) 1960. The biology of weeds. p. 158-164. Oxford.
- WHITTAKER, R.H. & FEENY, P.P. 1971. Allelochemicals: chemical interactions between species. Science 171:757-770.
- WILSON, B.J. & CUSSANS, G.W. 1975. A study of the population dynamics of Avena fatua L. as influenced by straw burning, seed shedding and cultivations. Weed Res. 15:249-258.
- 1978. The long term decline of a population of Avena fatua L. with different cultivations associated with spring barley cropping. Weed Res. 18:25-31.
- WÜNSCHE, U. 1975. Weeds and crop rotations. 16th Swed. Weed Conf. 1:D1-D7.
- ZON, J.C.J. van & SCHEEPENS, P.C. 1979. Current status of biological weed control. Proc. EWRS Symp. Influence of Different Factors on the Development and Control of Weeds. p. 325-331.
- ZWÖLFER, H. 1968. Some aspects of biological weed control in Europe and North America. Proc. 9th Brit. Weed Control Conf. p. 1147-1156.
- 1973. Possibilities and limitations in biological control of weeds. EPPO Bull. 3:19-30.
- ÅBERG, E. 1966. Studier över olika åtgärder mot flyghavre, Avena fatua L., i ett växtföljdsförsök. II. Lantbr. högsk. Medd. A 48. 21 p.

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

1983

1. Maatalouden tutkimuskeskuksen yksiköiden tiedotteet 1975-1982. 48 p.
2. KONTTURI, M. Mallasohra - kirjallisuuskatsaus. 42 p.
3. NORDLUND, A. & ESALA, M. Maatalouden sääpalvelut ulkomailla. Kirjallisuustutkimus. 66 p.
4. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1975-1982. 186 p. + 4 liitettä.
5. SUONURMI-RASI, R. & HUOKUNA, E. Kaliumin lannoitustason ja -tavan vaikutus tuorerehunurmien satoihin ja maiden K-pitoisuuksiin. 13 p. + 8 liitettä.
6. KEMPPAINEN, E. & HEIMO, M. Förbättring av stallgödseln utnyttjande. Litteraturöversikt. 81 p.
7. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. 10 p.
8. LÖFSTRÖM, I. Kasvien sisältämät aineet tuholaistorjunnassa. 26 p.
9. HEIKINHEIMO, O. Kirvojen preparointi ja määrittäminen. 67 p. + 12 liitettä.
10. SAARELA, I. Soklin fosforimalmi fosforilannoitteena. p. 1-13. Humuspitoiset lannoitteet. p. 14-20.
11. YLÄRANTA, T. Jordanalysetoder i de nordiska länderna. 13 p.
12. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Avomaan vihanneskasvien lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1979-82. 21 p.
13. KIVISAARI, S. & LARPES, G. Kylvöajankohdan vaikutus kevätvehnän, ohran ja kauran satoon 10-vuotiskautena 1970-1979 Tikkurilassa. 54 p.
14. ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys. ESPOO - INKOO. 26 p.
15. BREMER, K. Ydinkasvien tuottaminen kasvisolukkoviljelyn avulla. 63 p.

1984

1. Tiivistelmät eräistä MTTK:n julkaisuista 1983. 74 p.
2. ESALA, M. & LARPES, G. Kevätviljojen sijoituslannoitus savimaililla. 35 p.
3. ETTALA, E. Ayrshire-, friisiläis- ja suomenkarjalehmien vertailu kotoisilla rehuilla. 7 p. + 18 liitettä.

4. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Keräkaalin lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1975-83. 22 p.
5. KURKI, L. Tomaattilajikkeet ja hiilidioksidin lisäys. Kasvihuonetomaatin viljelylämpötiloista. Kasvihuonekurkun tuentamenetelmien vertailua. Sijoituslannoitus ja kasvualueen ilmastus kasvihuonekurkulla ja tomaattilla. 21 p.
6. VIJORINEN, M. Italianraiheinä ja viljat tuorerehuna. 17 p.
7. ANISZEWSKI, T. Lupiini viherlannoituskasvina. Arviointeja esikokeiden ja kirjallisuuden pohjalta. 11 p.
8. HUOKUNA, E. & HAKKOLA, H. Koiranheinän ja timotein kasvu ja rehuarvon muutokset säilörehuasteella. 54 p.
9. VALMARI, A. Roudan kehittymisen tilastollinen malli. 33 p.
10. HAKKOLA, H. Kuonakalkituskoekokeiden tuloksia 1978-83. 42 p.
11. SIPPOLA, J. & SAARELA, I. Eräät maa-analyysimenetelmät fosforilannoitustarpeen ilmaisijoina. 20 p.
12. RAVANTTI, S. Terhi-punanata. 37 p.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Kolme ravinnesuhdetta Suomen maalajeissa. 10 p.
14. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., KERSALO, J. & NORDLUND, A. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1983. 101 p.
15. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1976-1983. 202 p. + 4 liitettä.
16. JUNNILA, S. Ympäristötekijöiden vaikutus herbisidien käyttäytymiseen maassa. Kirjallisuustutkimus. 15 p. + 4 liitettä.
17. PESSALA, R., HAKKOLA, H. & VALMARI, A. Kylvöajan merkitys porkkanan viljelyssä. 22 p.
18. NISULA, H. Uusimpia tuloksia Ruukin lihanautakokeista. 39 p.
19. SAARELA, I. Kevätöljykasvien boorilannoitus. 122 p. + 2 liitettä.
20. URVAS, L. Maaperäkarttaselitys. PORI - HARJAVALTA. 28 p. + 14 liitettä.
21. LEHTINEN, S. Avomaavihannesten lannoitus- ja kastelukokeet 1978-1983. 62 p. + 17 liitettä.
22. ANISZEWSKI, T. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima eräillä MTK:n kiertokoealueilla. Kirjallisuustutkimus ja MTK:n kolmen tutkimusaseman näytteiden analyysi. p. 1-38.
23. PALDANIUS, E. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima Satakunnan ja Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemien maanäytteissä. p. 39-56.

23. RINNE, S-L. & SIPPOLA, J. Maatalouden jätteen kompostointi. 52 p.
- I Typpi -ja fosforilisä oljen kompostoinnissa
 - II Maatalouden jätteet kompostin raaka-aineina
 - III Kompostin arvo lannoitteena

1985

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1984. 67 p.
2. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., NORLUND, A. & PILLI-SIHVOLA, Y. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1984. 127 p.
3. ETTALA, E. Säilörehu Maatalouden tutkimuskeskuksen lypsykarjakokeissa 1970 - luvulla. 270 p.
4. ETTALA, E. Laidun lypsykarjaruokinnassa. 220 p.
5. TUORI, M. & NISULA, H. Ruokintarutiinien merkitys naudoilla. Kirjallisuustutkimus. 38 p.
7. AURA, E. Avomaan vihannesten veden ja typen tarve. Nitrogen and water requirements for carrot, beetroot, onion and cabbage. 61 p.
8. Puutarhaosaston tutkimustuloksia. Taimitarha ja dendrologia. 94 p.
9. KEMPPAINEN, E. Kuivikkeen vaikutus lannan arvoon. Kuivikkeiden ammoniakkin sitomiskyky. 25 p.
10. JAAKKOLA, A., HAKKOLA, H., HIIVOLA, S-L., JÄRVI, A., KÖYLIJÄRVI, J. & VUORINEN, M. Terästeollisuuden kuonat kalkitusainina. 44 p.
11. JAAKKOLA, A., ETTALA, E., HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R. & VUORINEN, M. Siilinjärven kalkki kalkitusaineena. 53 p.
12. TAKALA, M. Asumajätevesien imeyttäminen maahan ja energiapajun viljely imeytyskentällä. 36 p.
13. JOKINEN, R. & HYVÄRINEN, S. Eri maalajien magnesiumpitoisuus ja sen vaikutus ravinnesuhteisiin Ca/Mg ja Mg/K. 15 p.

14. JUNNILA, S. Rikkakasvien siementen itämislepo. Kirjallisuuskatsaus 29 p.
15. MÄKELÄ, K. Talven aikana kuolleiden ryhmäruusujen versoissa esiintyvä sienilajisto vuosina 1976-1982. 13 p. + 8 liitettä.
17. SÄKÖ, J. Maatalouden tutkimuskeskuksen puutarhaosastolla Piikkiössä kokeillut ja kokeiltavana olevat omenalajikkeet.
Perusrungon merkitys omenapuiden talvehtimisessä 1983-84.
SÄKÖ, J. & LAURINEN, E. Omenapuiden harjuistutus.
HIIRSALMI, H. & SÄKÖ, J. Mansikan jalostus johtanut tulokseen.
18. ETTALA, E., SUVITIE, M., VIRTANEN, E., PITKÄNEN, T., ZITTING, M., NÄSI, M., TUOMIKOSKI, T. & NISKANEN, M. Metsä- ja maatalouden sivutuotteet lihamullien rehuna. 51 p.
19. MANNER, R. & AALTONEN, T. Pitko-syysvehnä. 6 p. + 27 liitettä.
20. MANNER, R. & AALTONEN, T. Kartano-syysruis. 5 p. + 13 liitettä.
21. ANISZEWSKI, T. Lupiini viljelykasvina. 134 p.
22. HUOKUNA, E., JÄRVI, A., RINNE, K. & TALVITIE, H. Nurmipalkokasvit puhtaana kasvustona ja heinäseoksena. p. 1-12.
HUOKUNA, E. Apilan pahkahomeen esiintymisestä. p. 13-20.
HUOKUNA, E. & HÄKKINEN, S. Englanninraiheinä säilörehunurmissa p. 21-26.
23. VIRKKUNEN, H., KOMMERI, M., LARPES, E., MICORDIA, A. & LAMPILA, M.
Eri säilöntäaineet esikuivatun ja tuoreen säilörehun valmistuksessa sekä kiinteä ja nouseva väkirehun annostus mullien kasvatuksessa. p. 1-32.
VIRKKUNEN, H., KOMMERI, M., SORMUNEN-CRISTIAN, R. & LAMPILA, M.
Eri säilöntäaineet nurmirehun säilönnässä. p. 33-45.
24. RISSANEN, H., ETTALA, E., MELA, T. & MUSTONEN, L. Laitumen sadetuksen ja väkirehujen käytön vaikutus lehmien tuotoksiin. p. 1-21.
RISSANEN, H., KOSSILA, V. & VASARA, A. Urean, Urea-Fosforihappo-Viherjauhoyhdisteen (UPV) ja soijan vertailu raakavalkuaislähteinä maidontuotantokokeissa lehmillä. p. 22-30.
KOSSILA, V., KOMMERI, M. & RISSANEN, H. Monokalsiumfosfaatti ja ureafosfaatti sekä käsittelemätön olki ja ammoniakilla käsitelty olki mullien ruokinnassa. p. 31-40.
26. MEHTO, U. Viljojen rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. Kirjallisuustutkimus. 77 p.

