



# Kestorikkakasvit kevätiljan- tuotannon uhkana

Pelto-ohdake, peltovalvatti ja juolavehnä  
Kirjallisuuskatsaus

Timo Lötjönen, Heikki Jalli, Petri Vanhala,  
Sanna Kakriainen-Rouhiainen ja Jukka Salonen



Kasvintuotanto  
Teknologia

Maa- ja elintarviketalous 9  
115 s., 1 liite

**Kestorikkakasvit  
kevätiljantuotannon uhkana**

**Pelto-ohdake, peltovalvatti ja juolavehnä**  
**Kirjallisuuskatsaus**

Timo Lötjönen, Heikki Jalli, Petri Vanhala,  
Sanna Kakriainen-Rouhiainen ja Jukka Salonen

ISBN 951-729-679-7 (Painettu)  
ISBN 951-729-680-0 (Verkkajulkaisu)  
ISSN 1458-5073 (Painettu)  
ISSN 1458-5081 (Verkkajulkaisu)  
[www.mtt.fi/met/pdf/met9.pdf](http://www.mtt.fi/met/pdf/met9.pdf)

Copyright

MTT

Timo Lötjönen, Heikki Jalli, Petri Vanhala,  
Sanna Kakriainen-Rouhiainen, Jukka Salonen

Julkaisija ja kustantaja

MTT, 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti

MTT, Tietopalvelut, 31600 Jokioinen

Puhelin (03) 4188 2327, telekopio (03) 4188 2339

sähköposti [julkaisut@mtt.fi](mailto:julkaisut@mtt.fi)

Julkaisuvuosi

2002

Kannen kuva

Pelto-ohdake: Petri Vanhala, peltovalvatti ja juolavehnä: Timo Lötjönen

# **Kestorikkakasvit kevätiljantuoannon uhkana**

## **Pelto-ohdake, peltovalvatti ja juolavehnä**

### **Kirjallisuuskatsaus**

Timo Lötjönen<sup>1)</sup>, Heikki Jalli<sup>2)</sup>, Petri Vanhala<sup>2)</sup>, Sanna Kakriainen-Rouhiainen<sup>3)</sup> ja Jukka Salonen<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>MTT, Maatalousteknologian tutkimus, Maatalousteknologia, Vakolantie 55, 03400 Vihti

<sup>2)</sup>MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen

<sup>3)</sup>MTT, Ympäristötutkimus, Ekologinen tuotanto, Huttulantie 1, 51900 Juva  
sähköpostit etunimi.sukunimi@mtt.fi

#### **Tiivistelmä**

Peltojemme ongelmallisimmat kestorikkakasvit ovat juolavehnä, pelto-ohdake ja peltovalvatti. Ne ovat runsastuneet varsinkin 1990-luvulla. Nämä rikkakasvit menestyvät viljapelloilla, koska ne lisääntyvät voimakkaasti kasvullisesti juurten ja juurakoiden avulla, kilpailevat menestyksekkäästi kasvu-tilasta, sietävät muokkausta ja leviävät muokkausvälineiden mukana.

Kestorikkakasvit aiheuttavat rikkakasvivyksilöä kohti selvästi enemmän sadonmenetyksiä kuin yksivuotiset siemenrikkakasvit. Juolavehnän, pelto-ohdakkeen ja peltovalvatin kemialliseen torjuntaan on olemassa tehokkaita torjunta-aineita. Niiden valintaan ja ruiskutusajankohtaan on kuitenkin kiinnitettävä huomiota. Monesti näitä rikkakasveja torjutaan ruiskutuksilla liian aikaisin.

Kemikaalittoman torjunnan kulmakivi on kunnollinen viljelykierto, jossa on mukana monivuotinen, usein niitettävä nurmi. Tällöin pelto-ohdake ja -valvatti eivät yleensä pääse lisääntymään haitallisesti. Rikkakasveja tehokkaasti varjostava viljelykasvi on oleellinen osa torjuntaa.

Syysmuokkauksessa paras yhdistelmä on sadonkorjuun jälkeinen sänki-muokkaus, jota seuraa myöhäinen kyntö. Sänkimuokkaus pilkkoo juuria ja juurakoita sekä yllyttää ne kuluttamaan vararavintoja uuteen kasvuun. Myöhäinen kyntö hautaa sitten heikentyneet juuret ja juurakot.

Kestorikkakasvien kemikaaliton torjunta on tehokkainta, kun niitto tai muokkaus tehdään kasvin juurten ja juurakoiden ollessa heikoimmillaan eli kompensatiopisteessä. Tällöin juuriston ja juurakon vararavintoa on kulutettu kasvuun ja lehdet ovat yhteyttäneet melko vähän.

Avokesannointiin voidaan käyttää joko väsytystaktiikkaa kompensatiopisteessä tapahtuvilla muokkauksilla tai kuivatustaktiikkaa, jossa kestorikkakasvien juuret vedetään pinnalle kuivumaan. Väsytystaktiikka on Suomen olois-

sa yleensä varmempi vaihtoehto. Rikkakasveja voidaan torjua viljan riviväleistä myös harauksella.

Tässä julkaisussa käsitellään myös talven vaikutusta ja biologista torjuntaa sekä esitetään yhteenveto tutkimustarpeista.

---

*Avainsanat: rikkakasvit, viljanviljely, torjunta, kasvinsuojelu, biologia, mekaaninen torjunta, herbisidit, luonnonmukainen viljely*

---

# Perennial weeds as a threat to spring cereal production

## *Cirsium arvense*, *Sonchus arvensis* and *Elymus repens*

### A literature review

Timo Lötjönen<sup>1)</sup>, Heikki Jalli<sup>2)</sup>, Petri Vanhala<sup>2)</sup>, Sanna Kakriainen-Rouhiainen<sup>3)</sup> & Jukka Salonen<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>MTT Agrifood Research Finland, Agricultural Engineering Research, Agricultural Engineering, Vakolantie 55, FIN-03400 Vihti, Finland

<sup>2)</sup>MTT Agrifood Research Finland, Plant Production Research, Plant Protection, FIN-31600 Jokioinen, Finland

<sup>3)</sup>MTT Agrifood Research Finland, Environmental Research: Ecological Production, Huttulantie 1, FIN-51900 Juva, Finland  
email [firstname.lastname@mtt.fi](mailto:firstname.lastname@mtt.fi)

#### Abstract

The abundance of the most problematic perennial weeds in fields in Finland – *Elymus repens*, *Cirsium arvense* and *Sonchus arvensis* – increased heavily in the 1990s. The success of these weed species in cereal fields is due to their vigorous vegetative growth through roots/rhizomes, successful competition for growth space and ability to tolerate soil cultivation and also through spreading by tillage implements.

As counted per weed plant, yield losses caused by perennial weeds are clearly greater than those caused by annual weeds. Effective herbicides are available for controlling *E. repens*, *C. arvense* and *S. arvensis* but farmers should pay greater attention to the selection of herbicide and timing of treatment. In many cases the treatment is done too early to control these weeds.

The foundation of non-chemical control is proper crop rotation. This should include a frequently mown perennial grass sward to prevent *C. arvense* and *S. arvensis* from increasing harmfully. Also essential is a crop which shades the weeds effectively.

In autumn tillage the best combination is stubble cultivation after harvest followed by late ploughing. Stubble cultivation cuts the roots/rhizomes into pieces and stimulates new growth, thus consuming root reserves. Late ploughing then buries the weakened roots/rhizomes.

Non-chemical control of perennial weeds is most effective if mowing or soil tillage is done when the roots/rhizomes of the weed are at their weakest, i.e. at the compensation point. At that point, the roots/rhizomes have largely been consumed for growth, and the amount of photosynthesis is still minor.

Two tactics exist for the control of perennial weeds with bare fallow: either to exhaust them by cultivating the soil at the compensation point, or to dry them by pulling their roots/rhizomes up onto the soil surface to dry. Under Finnish conditions, exhausting tends to be more reliable. Weeds may also be controlled by hoeing between the cereal crop rows.

Also discussed in this literature review are the effects of winter and the potential of biological control. A summary of research needs is presented at the end of the review.

---

*Key words: weeds, cereals, control, plant protection, biology, mechanical control, herbicides, organic agriculture*

---

# Alkusanat

Tämä kirjallisuuskatsaus on osa MTT:n tutkimusprojektia ”Kestorikkakasvit viljantuotannon uhkana”. Katsauksessa kuvataan juolavehnan, pelto-ohdakkeen ja peltovalvatin biologiaa, merkitystä ja torjuntaa. Kirjallisuuskatsauksen runko on koottu pohjoismaisista tutkimustuloksista. Tutkimusryhmä hyödynsi kirjallisuudesta koottua tietoa täsmentäessään tutkimusprojektin koesuunnitelmia.

Juolavehnästä on julkaistu runsaasti suomalaista ja Suomen oloihin soveltuvaan ulkomaista tietoa. Sen sijaan pelto-ohdakkeen ja peltovalvatin osalta huomasimme tarvittavan lisää tutkittua tietoa varsinkin luomutuotannon tarpeisiin.

Katsauksen kolme rikkakasvilajia ovat yleisimmät ja runsaimpana esiintyvät kestorikkakasvit kevätiljapelloilla. Ne aiheuttavat merkittäviä satotappioita sekä tavanomaisessa että luonnonmukaisessa tuotannossa. Tavanomaisessa viljantuotannossa panostetaan varsin huomattavia summia juolavehnan kemialliseen torjuntaan, mutta juolavehää ei tunnuta saatavan kuriin. Tuleentuvan viljapellon ohdake- ja valvattilaikut näyttävät myös yleistyneen.

Toivomme, että katsaus herättää viljelijöissä ajatuksia ja kokeilunhalua, sillä mitään yleispätevää torjuntaohjetta kestorikkakasveja vastaan ei voi antaa. Monivuotiset rikkakasvit vaativat monivuotisen torjunnan useita menetelmiä yhdistäen. Torjuntastrategian on perustuttava tilan tuotantoon, viljelykiertoon, koneistukseen ja taloudelliseen panostukseen.

Kiitän kirjallisuuskatsauksen tietojen kokoajia Timo Lötjöstä, Heikki Jallia ja Sanna Kakriainen-Rouhiaista käsikirjoituksen rungon kirjoittamisesta ja Petri Vanhalaa materiaalin täydentämisestä ja viimeistelystä julkaisukuntoon. Käsikirjoitukseen ovat antaneet arvokkaita kommentteja hortonomi Kyösti Tyynilä, luomuagronomi Heikki Koskimies ja kasvinviljelyagronomi Aulis Ansalehto.

Tutkimusryhmä kiittää Maatilatalouden kehittämisrahastoa tutkimusprojektille myönnetystä rahoituksesta vuosille 2000–2002.

Jokioinen, elokuussa 2002  
*Jukka Salonen*  
tutkimusprojektin vetäjä



# Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	9
2	Kestorikkakasvien biologia .....	12
2.1	Lajikuvaukset.....	12
2.2	Lisääntyminen.....	13
2.2.1	Suvullinen lisääntyminen.....	13
2.2.2	Kasvullinen lisääntyminen.....	18
2.3	Kasvuolosuhteet.....	26
3	Taloudelliset merkitykset.....	29
3.1	Pelto-ohdake ja -valvatti .....	30
3.2	Juolavehnä .....	33
3.3	Kestorikkakasvien hyötykäyttö.....	36
4	Kemiallinen torjunta .....	37
4.1	Pelto-ohdakkeen ja -valvatin kemiallinen torjunta.....	37
4.2	Juolavehnan kemiallinen torjunta .....	41
4.2.1	Valikoimattomat torjunta-aineet .....	42
4.2.2	Valikoivat juolavehnan torjunta-aineet.....	51
5	Kemikaaliton torjunta .....	56
5.1	Leviämisen ennaltaehkäisy .....	56
5.2	Viljelytekninen torjunta .....	56
5.3	Perusmuokkaus .....	60
5.3.1	Vaikutukset ympäristöoloihin.....	60
5.3.2	Kyntö .....	60
5.3.3	Kyntämättä viljely.....	62
5.3.4	Perusmuokkauksen torjuntavaikutuksen tehostaminen .....	63
5.4	Viherkesanto ja nurmet .....	67
5.4.1	Niitto ja sen ajoitus .....	69
5.4.2	Nurmen päättäminen ja seuraava kasvi.....	72
5.5	Avokesanto .....	73
5.6	Torjunta viljakasvustosta .....	77
5.7	Talven vaikutus.....	80
5.8	Biologiset torjuntaeliöt.....	83
6	Yhteenvedo.....	86
7	Kirjallisuus.....	91
8	Liite.....	116

# 1 Johdanto

Ruohovartiset rikkakasvit voidaan jakaa yksivuotisiin **kertarikkakasveihin** ja monivuotisiin **kestorikkakasveihin**. Kertarikkakasveja kutsutaan myös siemenrikkakasveiksi ja kestopikkakasveja juuririkkakasveiksi, mikä osoittaa lajien pääasiallisen lisääntymistavan.

Monivuotisia kasvilajeja esiintyy viljelyksillämme lukumääräisesti enemmän kuin yksivuotisia lajeja; 1960-luvun alussa kevätiljapeltojen rikkakasvikartoituksessa (Mukula ym. 1969) löydetystä 304 kasvilajista 67 % oli monivuotisia. Vastaavasti 1960-luvun lopun heinänummikartoituksen (Raatikainen & Raatikainen 1975) 301 lajista 68 %, 1970-luvun alun syysviljakartoituksen (Raatikainen ym. 1978) 180 lajista 62 % ja 1990-luvun lopun kevätiljakkartoituksen (Salonen ym. 2001a) 160 lajista 58 % oli monivuotisia rikkakasveja.

Juolavehnä (*Elymus repens* (L.) Gould, *Agropyron repens* (L.) Beauv., *Elytrigia repens* (L.) Nevski) on Suomen yleisin, runsain ja haitallisin peltoviljelysten kestopikkakasvi. Kasvilajin yleisyydellä tarkoitetaan, kuinka monelta pellolta lajia löytyy, ja runsaudella lajin kasvutiheyttä ja biomassan tuotantoa. Haitallisuudella puolestaan tarkoitetaan lajin aiheuttamia satotappioita tai muita viljelyn toteutusta ja taloudellisuutta heikentäviä tekijöitä.

Kevätiljapelloilla yleisiä ja haitallisia kestopikkakasveja ovat lisäksi peltোধake (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) ja peltovalvatti (*Sonchus arvensis* L.) (Salonen ym. 2001a), jotka ovat suurikokoisia runsaasti biomassaa tuottavia lajeja ja aiheuttavat siten merkittäviä satotappioita. Ruotsissa tehty pitkän ajanjakson, 1951–1990, vertailu osoitti näiden lajien runsastuneen kenttäkoetoiminnassa käytetyillä peltolohkoilla (Hallgren 1996).

Monivuotisten viljelysten (nurmet, hedelmä- ja marjaviljelykset) perinteisiä kestopikkakasveja ovat voikukat (*Taraxacum* spp.), leinikit (*Ranunculus* spp. L.), hierakat (*Rumex* spp. L.) ja hanhikit (*Potentilla* spp. L.) (Mukula & Salonen 1990). Viime vuosina merkitystään ovat lisänneet mm. rikkanenätti (*Rorippa sylvestris* (L.) Besser) ja peltopähkämö (*Stachys palustris* L.) puutarhatuotannossa sekä pujo (*Artemisia vulgaris* L.) pelloilla ja viljelemättömillä alueilla. Luomukevätiljapelloilla nimenomaan juolavehnä, peltোধake ja peltovalvatti uhkaavat tuotannon jatkumista, mikäli niiden torjuntaan ei panosteta (Salonen ym. 2001b). Ruotsissa tehdyssä luomupeltojen rikkakasvikartoituksessa ohdake ja valvatti eivät olleet kovin merkittäviä rikkakasveja (Rydberg & Milberg 2000). Syyksi arveltiin mekaanisten torjuntamenetelmien kehittymistä ja tehokasta käyttöä.

Kevätiljapeltojen yleisimmät ja runsaimpina esiintyvät lajit ovat yksivuotisia kertarikkakasveja, esimerkkinä jauhosavikka, pillikkeet, peltο-orvokki ja

yleisimmät tattaret. Niitä on suhteellisen helppo torjua kemiallisesti ja mekaanisesti. Monivuotiset kestorikkakasvit ovat torjunnan kannalta paljon hankalampia, koska niiden kasvullinen levintä on tehokasta ja sitä täydentää siemenlevintä.

Kestorikkakasvit pystyvät lisääntymään sekä kasvullisesti että siemenistä. Sama kasviyksilö voi kukkia ja tuottaa siemeniä useana kasvukautena peräkkäin. Tämä johtuu kasvin kyvystä kasvattaa uusia versoja joko juurista tai varren osista (maanpäälliset rönsyt tai maanalainen juurakko eli maavarsi), jotka ovat saaneet alkunsa yhdestä kasviyksilöstä. Kasvullinen lisääntyminen on merkittävin leviämismuoto kasvin kasvupaikalla ja johtaa kasvien laikutaiseen esiintymiseen pelloilla. Siemenlevintä puolestaan vie kasvia uusille kasvupaikoille ja säilyttää kasvipopulaation yli epäsuotuisten kasvukausien. Siementuotannon kautta kasvit pystyvät myös muuntumaan ja sopeutumaan uusiin kasvuoloihin.

Viljelijä osallistuu kestorikkakasvien leviämiseen ja runsastumiseen pilkkomalla kasvien juuria/juurakoita muokkauksessa, mikä tuottaa uusia yksilöitä kasvupaikalle. Tilan muille pelloille kestorikkakasvit leviävät juurakkopaloina työkoneiden mukana, ja tilalta toiselle siemeninä esim. tuulen tai eläinten kuljettamana ja epäpuhtaan kylvösiemenen mukana.

Kestorikkakasvit sietävät muokkausta ja säilyvät elinvoimaisina, vaikka maan kynnettäisiin vuosittain. Lajien välillä on kuitenkin eroja siinä, miten hyvin ne kestävät muokkausta. Nämä erot ovat torjunnan suunnittelun kannalta tärkeitä ottaa huomioon.

Tärkeimmät kestorikkakasvit voidaan jakaa kasvullisten leviäinten suhteen seuraavasti (Lundkvist & Fogelfors 1999):

#### 1. Lajit, joilla ei ole kasvullista leviäintä

Lajit säilyvät maassa lyhyinä maavarsina tai paalujuurina, jotka ovat herkkiä muokkaukselle. Menestyvät pääasiassa monivuotisissa kasvustoissa kuten nurmissa. Kevennetty muokkaus ja suorakylvö suosivat lajin säilymistä

- esimerkkeinä voikukka, hierakat, rönsyleinikki, koiranputki, niittysuolaheinä, pujo, kanankaali

#### 2. Lajit, joilla on kasvullinen leviäin

Lajeilla on vuodesta toiseen säilyvä, kasvulliseen lisääntymiseen kykenevä osa, jota kutsutaan joko juurakoksi, rönsyksi, maavarreksi, juureksi tai juurihaaraksi

##### a) Maanpäälliset rönsyt

Lajit herkkiä muokkaukselle, menestyvät monivuotisissa kasvustoissa

- esimerkkeinä ketohanhikki, rikkanenätti

b) Maanalainen juurakko eli maavarsi

Lajien herkkyys muokkaukselle vaihtelee sen mukaan, miten hyvin muokkauksessa pätkityt juurakkopalaset pystyvät tuottamaan uusia versoja

Muokkaukselle herkät lajit:

- nokkonen, siankärsämö, ahosuolaheinä, monivuotiset matarat

Muokkausta jokseenkin kestävät lajit:

- peltopähkämö, rantaminttu

Muokkausta kestävät lajit, juurakko lähellä maanpintaa:

- juolavehnä, vuohenputki, ojakärsämö, isoröllä

Muokkausta kestävät lajit, juurakko syvällä:

- leskenlehti, peltokorte, järviruoko,

c) Juuren avulla leviävät

Matalalla (kyntösyvyydessä) kasvavat juurileviäimet

- peltovalvatti

Syvällä, pääasiassa kyntökerrosta syvemmillä kasvavat juurileviäimet.

Juuret eivät juurikaan pilkkoudu muokkauksessa, joten mekaaninen torjunta ei ole tehokasta

- pelto-ohdake, peltokierto

Tässä kirjallisuuskatsauksessa tarkastellaan juolavehnän, pelto-ohdakkeen ja peltovalvatin biologiaa, merkitystä ja torjuntaa tässä esitettyä johdantoa täydentäen ja syventäen. Tarkastelun kohteeksi valitut kolme lajia ovat tärkeimmät kevätiljan tuotantoa haittaavat kestorikkakasvit. Niiden kemialliseen torjuntaan on markkinoilla tehokkaita valmisteita, joiden oikea-aikaisella käytöllä saavutetaan varsin hyvä torjuntatulokset. Torjunnan osalta korostamme monipuolisen viljelykierron merkitystä ja mekaanisen torjunnan vaihtoehtoja varsinkin luomutuotannossa. Monivuotiset rikkakasvit vaativat yleensä monivuotisen torjuntaohjelman (kts. esim. Salonen 1998, Ansaletto 2001).

## 2 Kestorikkakasvien biologia

### 2.1 Lajikuvaukset

Pelto-ohdake (*Cirsium arvense* (L.) Scop) ja peltovalvatti (*Sonchus arvensis* L.) ovat yrttimäisiä, leveälehtisiä monivuotisia rikkakasveja ja juolavehnä (*Elymus repens* (L.) Gould, *Agropyron repens* (L.) Beauv., *Elytrigia repens* (L.) Nevski) on heinämäinen monivuotinen rikkakasvi. Yhteistä näille kolmelle kasville on leviäminen ja säilyminen kasvukaudesta toiseen maanalaisen juuristo/juurakkosysteemin avulla. Tämä tekee niiden torjunnan hankalaksi. Siemenlevintääkin tapahtuu, mutta sen merkitys on kasvullista levintää pienempi (Silverton ym. 1993).

#### *Pelto-ohdake*

Ohdakkeiden suku kuuluu asterikasvien heimoon. Pelto-ohdakkeen vaakasuora, monikerroksinen juuristo voi olla yli 5 m pitkä ja pystysuorat juuret voivat ulottua yli 2 m:n syvyyteen (Holm ym. 1977). Suurin osa juuristosta kasvaa kuitenkin 10–50 cm:n syvyydessä (Raatikainen 1991). Kasvukauden aikana juuristo tuottaa uusia maanpäällisiä versoja epäsäännöllisin väliajoin. Monivuotinen ohdakekasvusto on tyypillisesti pyöreähkö laikku, joka on usein syntynyt kasvullisesti yhdestä ainoasta emoyksilöstä. Yksilöt ovat siis perimältään keskenään samankaltaisia (Holm ym. 1977).

Täysikasvuinen pelto-ohdake on 40–130 cm korkea (Liite 1). Lehdet ovat sirkkalehtiä lukuunottamatta piikkikäitä. Varsi on jäykkä, pysty ja särmikäs. Kasvi kukkii heinä-syyskuussa. Kukat ovat sinipunaisia tai punaisia (Raatikainen 1991, Hämet-Ahti ym. 1998). Pelto-ohdake on enimmäkseen kaksikotinen (Hämet-Ahti ym. 1998), jolloin hede- ja emikukinnot ovat eri kasviyksilöissä. Kukat ovat hyönteispölytteisiä (Heimann & Cussans 1996).

Pelto-ohdaketta on raportoitu esiintyvän yleisimmin pohjoisen pallonpuoliskon lauhkealla vyöhykkeellä (Holm ym. 1977). Laji on yleinen Lounais- ja Etelä-Suomessa, mutta harvinainen Pohjois-Suomessa (Raatikainen 1991, Hämet-Ahti ym. 1998, Salonen ym. 2001a).

#### *Peltovalvatti*

Valvattien suku kuuluu sikurikasvien heimoon. Peltovalvatti muistuttaa kasvutavaltaan ja kooltaan pelto-ohdaketta. Sen vaakajuuristo kasvaa kuitenkin lähempänä maan pintaa kuin ohdakkeen juuristo, yleensä 10–20 cm:n syvyydessä (Raatikainen 1991). Peltovalvatin lehdet ovat vähemmän piikkisiä kuin pelto-ohdakkeella. Varsi on ontto sekä putkimainen ja kasvin kaikista osista erittyä leikattaessa maitiaisnestettä (Holm ym. 1997).

Peltovalvatti kasvaa 40–150 cm korkeaksi (Liite 1) ja kukkii Suomessa heinä-elokuussa (Raatikainen 1991). Kukat ovat kirkkaankeltaisia. Kasvi on käytännössä ristipölytteinen (Holm ym. 1997).

Peltovalvattia esiintyy kaikkialla lauhkealla vyöhykkeellä (Holm ym. 1997). Valvatti on yleinen Etelä-Suomessa, Väli-Suomessa sitä tavataan jonkin verran ja Pohjois-Suomessa se on harvinainen (Raatikainen 1991, Hämet-Ahti ym. 1998, Salonen ym. 2001a).

## *Juolavehnä*

Juolavehnä kuuluu heinäkasvien heimoon ja villivehnién sukuun. Se on vihreä, joskus sinertävän- tai harmaanvihreä 30–100 cm korkea monivuotinen heinä, jonka juurakko on valkoinen, pitkähaarainen ja suikertava. Lehdet ovat litteitä, 5–12 mm leveitä, pitkäsuippuisia, päältä kaljuja tai harvakarvaisia (Hämet-Ahti ym. 1998). Lehtitupessa on usein vaaleita karvoja (Raatikainen 1991). Kukinto on 6–16 cm pitkä, pysty ja kokonaisena säilyvä.

Juolavehnän juurakko voi ulottua emokasvista 150 cm:n päähän. Vaakajuurakko kasvaa 5–20 cm:n syvyydessä ja muodostaa usein sotkuisen, viljelytöitä haittaavan verkoston maahan. Lähes jokaisesta silmusta voi kehittyä uusi maanpäällinen verso (Holm ym. 1977).

Juolavehnä on kasvutavaltaan hyvin aggressiivinen ja sitä pidetään pohjoisen lauhkean vyöhykkeen viileiden alueiden haitallisimpana monivuotisena rikkakasvina. On esitetty, että juolavehnän juurakko ei menesty ilman kylmää lepojaksoa, minkä takia se ei ole kovin haitallinen maapallon lämpimillä alueilla (Holm ym. 1977). Kasvi kukkii kesä-elokuussa, ja muodostuva tähkä muistuttaa laihaa vehnän tähkää. Kasvi on yleensä ristipölytteinen, jolloin se voi sopeutua geneettisesti nopeasti uusiin olosuhteisiin ja menestyä rikkakasvina (Williams 1973, Håkansson 1974, Holm ym. 1977).

Suomessa juolavehnää on eniten nurmiviljelyalueella, Itä- ja Kaakkois-Suomessa (Raatikainen 1991, Salonen ym. 2001a).

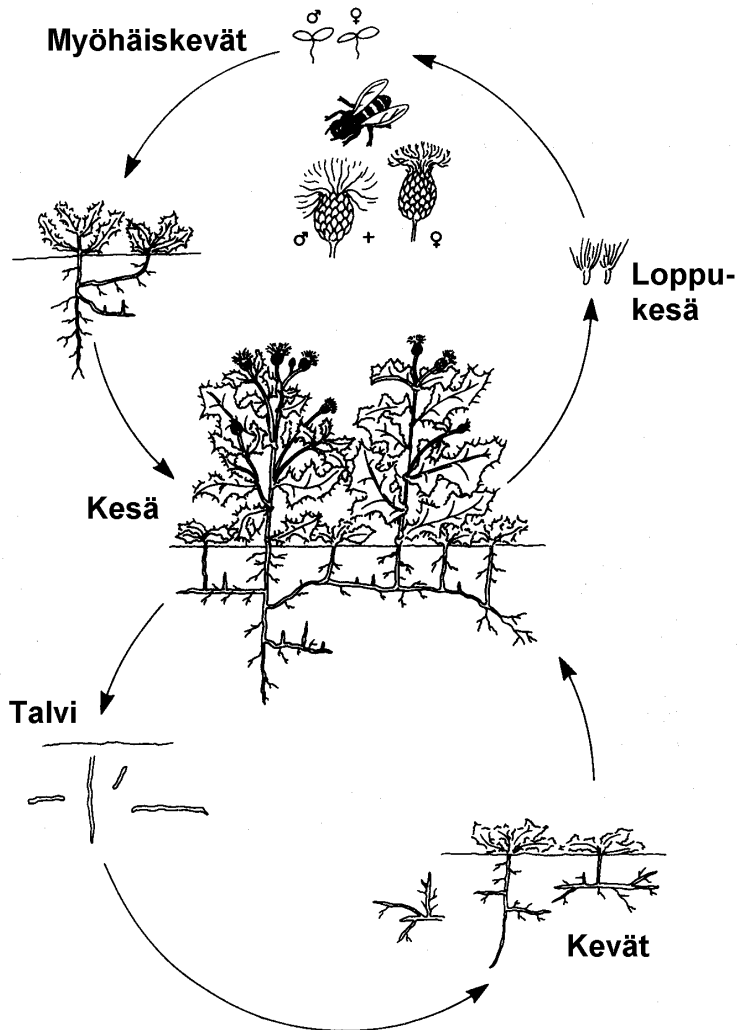
## **2.2 Lisääntyminen**

### **2.2.1 Suvullinen lisääntyminen**

Kesto- eli juuririkkakasvit lisääntyvät ja talvehtivat pääasiassa maanalaisen, monivuotisen juuristo/juurakkosysteeminsä avulla (Kuva 1). Siemenlevintää pidetään vähemmän tärkeänä, vaikka esim. pelto-ohdakkeen ja -valvatin tuulen mukana lentävät siemenet ovatkin näkyvä osa näiden kasvien elinkiertoa. Siemenet mahdollistavat kasvien leviämisen uusille kasvupaikoille ja geneet-

tisen sopeutumisen muuttuviin ympäristöoloihin. Siemenlevinnän merkitystä on monesti aliarvioitu (Heimann & Cussans 1996).

## Suvullinen kierto



## Suvuton kierto

Kuva 1. Kestorikkakasvien suvullinen ja suvuton lisääntyminen, esimerkkinä pelto-ohdake (Heimann & Cussans 1996). Peltovalvat in ja juolavehnan lisääntyminen on pitkälti samankaltaista kuin pelto-ohdakkeen lisääntyminen, joskin juolavehnan on tuuli- eikä hyönteispölytteinen.

## *Pelto-ohdake*

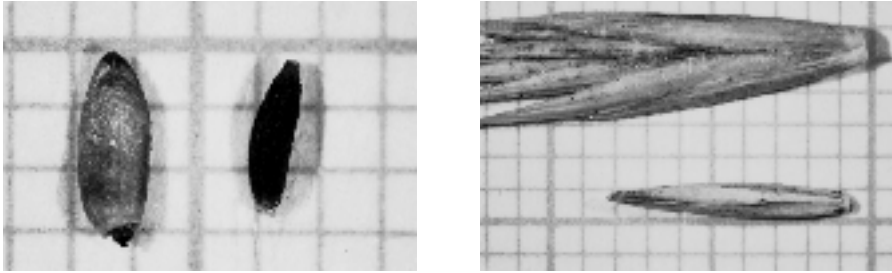
Pelto-ohdakkeen siemenistä vain hyvin harvat itävät syksyllä eivätkä nämä taimet yleensä kykene talvehtimaan. Keväälläkin taimettuminen on hidasta ja taimet kehittyvät huonosti, jos muut kasvit varjostavat niitä. Tainten valontarve on suuri. Siten siementaimista parhaiten menestyvät ne, jotka ovat itäneet laitumessa oleviin paljaisiin laikkuihin tai vastamuokattuun viljelymaahan, jossa muiden kasvien kilpailu on pitkään vähäistä (Amor & Harris 1975, Holm ym. 1977, Heimann & Cussans 1996).

Pelto-ohdakkeen tuhannen siemenen paino on 1,1 g (Raatikainen 1991). Siemenet (Kuva 2) ovat 3–5 millimetriä pitkiä ja lenninhaivenien pituus on 2–3 cm (Hämet-Ahti ym. 1998). Pelto-ohdake taimettuu parhaiten 0,5–1,5 cm:n syvyydessä olevista siemenistä (Heimann & Cussans 1996). Siementen itävyys säilyy maassa 5–10 vuotta. Siementen ollessa syvemmällä itävyys säilyy pidempään. Jopa 20 vuoden säilyvyyttä on havaittu, kun hautausvyvyys on ollut 105 cm (Toole & Brown 1946, Heimann & Cussans 1996).

Suomen oloissa pelto-ohdakkeen taimi kasvattaa kukkivia versoja yleensä vasta toisena kasvuvuonna (Raatikainen 1991). Kasvi on tavallisesti kaksikotinen ja hyönteispölytteinen. Muodostuvien elinkykyisten siementen määrä vaihtelee paljon, 0–6800 kpl/varsia, mutta yleensä itämiskelpoisten siementen määrä on vähäinen (Heimann & Cussans 1996). Pääsyy tähän ovat kukissa olevia siemeniä syövät eliöt, enimmäkseen hyönteiset. Periaatteessa siementen aerodynaamiset ominaisuudet ovat hyvät niissä olevien haiventen takia, mutta tavallisesti vain harvat siemenet lentävät yli 10 m:n päähän emokasvistaan. Usein lentohaiven irtoaa siemenestä sen vielä ollessa kukassa kiinni. Suurin osa siemenistä tipahtaakin emokasvin viereen. (Heimann & Cussans 1996)

Peltojen pientareilla kasvavat ohdakkeet leviävät suurella todennäköisyydellä pellolle, joko siementen välityksellä tai kasvullisesti (Dock Gustavsson 1994a, Heimann & Cussans 1996). Nykyinen ympäristötukijärjestelmä, joka kieltää pientareiden ruiskutuksen ja suhtautuu nihkeästi pientareiden niittoon, vahvistaa tätä leviämispainetta. Tuulilevinnän lisäksi ohdakkeen siemenet voivat levitä pitkiäkin matkoja epäpuhtaan kylvösiemenen, kuivikkeena käytetyn oljen, rehujen tai maatalouskoneiden mukana (Holm ym. 1977).





Kuva 2. Peltto-ohdakkeen, peltovalvatin ja juolavehnan siemenet. (Kuvat: Heikki Jalli)

### *Peltovalvatti*

Myös peltovalvatin siemenistä useimmat itävät keväällä. Siemenet tarvitsevat itääkseen korkean lämpötilan, joskin tiedot parhaasta itämislämpötilasta vaihtelevat. Stevensin (1924) mukaan valvatin siemenet eivät idä tai itävyys on heikko lämpötilan ollessa 20 °C, mutta itävät jo 4-7 vuorokaudessa, jos lämpötila on 32 °C päivittäin muutaman tunnin ajan. Håkanssonin ja Wallgrenin (1972a) mukaan itäminen on runsainta lämpötilan vaihdella 5–25 °C, mutta Andersenin (1968) mukaan paras lämpötila-alue on 20–30 °C. Alhaisissa lämpötiloissa itäminen on hidasta, joten taimettuminen tapahtuu todennäköisemmin loppukevästä (Håkansson & Wallgren 1972a).

Vaikka alhaisilla lämpötiloilla itävyys on heikko tai siemenet eivät idä lainkaan, ei valvatin siemenillä ole havaittu sekundäärisen dormanssin (eli lepotilan) muodostumista (Lemna & Messersmith 1990). Siemenet ovat itämis-kykyisiä heti tai pian kypsymisen jälkeen. Noin 80 % pellolla 3-5 vuoden aikana itäneistä siemenistä itää ensimmäisen vuoden aikana (Lemna & Messersmith 1990). Peltovalvatin siemenet itävät parhaiten 0,5 cm:n syvyydestä ja taimettumista tapahtuu hyvin vähän yli 3 cm:n syvyydestä (Håkansson & Wallgren 1972a). Valvatin siemenet säilyttävät itävyytensä 3–5 vuotta, 5 vuoden jälkeen itäviä siemeniä on enää hyvin vähän (Holm ym. 1997).

Peltovalvatti on yleensä itsesteriili ja hyönteispölytteinen (Holm ym. 1997). Peltovalvatin arvioidaan tuottavan 2 000–35 000 siementä/kasvi (Lemna & Messersmith 1990, Holm ym. 1997). Siemenet (Kuva 2) ovat 3,5 millimetriä pitkiä ja lenninhaivenellisiä. Peltovalvatin tuhannen siemenen paino on 0,3 g (Erkamo 2001). Jos valvatti niitetään liian myöhään kukkimisvaiheen alussa, voivat katkaistut versot kosteissa oloissa muodostaa siemeniä noin viikon ajan katkaisusta (Stevens 1924).

Peltovalvatin siemenen kiinnittyneiden haiventen lento-ominaisuudet ovat paremmat kuin esim. voikukan tai peltovillakon siemenillä. Silti monetkaan valvatin siemenet eivät lennä tuulen mukana 10 metriä kauemmaksi emokasvista. Siemenen haiven tarttuu hyvin vaatteisiin ja eläimiin sekä leviää puin-tijätteiden ja rehun mukana (Lemna & Messersmith 1990, Raatikainen 1991).

Siemenlevinnän esto pientareilta ja kesantomailta on yhtä tärkeää kuin pelto-ohdakkeellakin.

Suoraa vertailua ei voi tehdä, mutta kirjallisuuden mukaan valvatin siementaimi vaikuttaa hieman kilpailukykyisemmältä kuin ohdakkeen taimi (Holm ym. 1997, Lemna & Messersmith 1990). Sirkkataimet lähtevät parhaiten kasvuun suojaavan kasvipeitteen alla tai kasvupaikoilla, jossa maa on hyvin kostea (Stevens 1924, Pegtel 1976). Tämän vuoksi taimet kasvavat usein kosteikkojen, ojien tai peltojen laidoilla sekä niityillä ja viljelemättömillä pelloilla (Peschken 1981).

Tainten alkukehitys on hidasta, mutta jo kahden viikon jälkeen taimettumisesta kasvu kiihtyy. Valvatti muodostaa aikaisessa vaiheessa lehtiruusuksen, jotta yhteyttävä ala on mahdollisimman laaja (Lemna & Messersmith 1990). Siementaimista muodostuneet versot kukkivat hyvin harvoin ensimmäisenä kesänä, mutta kasvullinen levintä on mahdollista jo kun valvatissa 4 kasvulehteä (Håkansson & Wallgren 1972a).

### *Juolavehnä*

Juolavehnän siemenet voivat säilyä maassa vuosia ja varmistavat kasvin säilymisen, vaikka juurakko tuhoutuisikin esimerkiksi torjuntatoimenpiteiden takia (Håkansson 1967, Håkansson 1974, Williams 1970). Juolavehnän siemenet (Kuva 2) ovat isoja, 6–9 mm pitkiä, ja tuhannen siemenen paino on 3,9 g (Raatikainen 1991, Erkamo 2001). Juolavehnän tähkässä on likimain 50 siementä ja siemenet itävät helposti vielä viiden senttimetrin syvyydestä (Williams 1973) useimmiten keväällä (Håkansson 1974). Kun pellolla on paljon juolavehnää, niin lyhyellä aikavälillä siementen merkitys määrälliseen lisääntymiseen on pieni, mutta laadulliseen suuri. Pitkällä aikavälillä siementen vaikutus on suuri uusiin olosuhteisiin sopeutuneiden kasvustojen muodostumisessa. Siemenet leviävät kylvösiemenen joukossa ja jopa juokseva vesi voi kuljettaa siemeniä (Håkansson 1974).

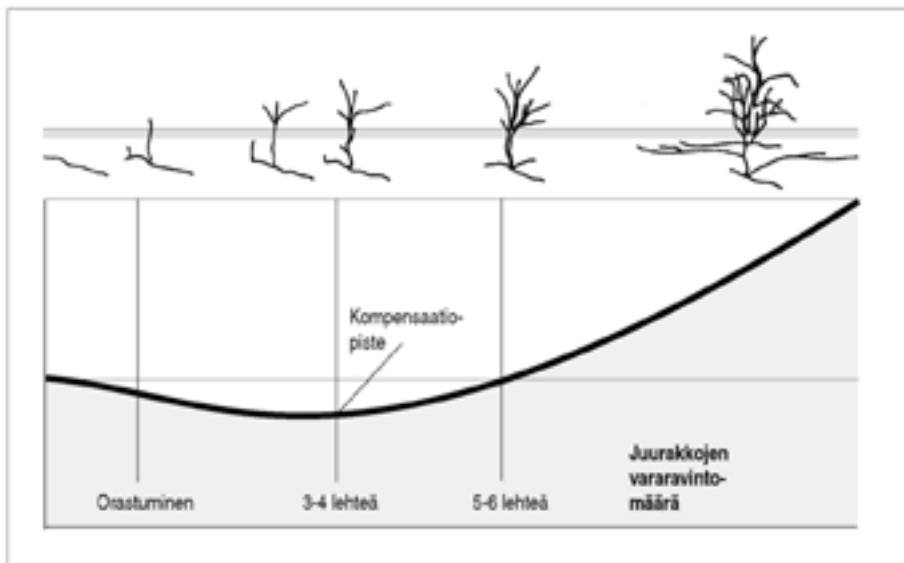
Juolavehnän kyky lisääntyä ja levitä siemenien avulla voi tulla ratkaisevaksi esim. käsiteltäessä viljakasvusto glyfosaatilla ennen korjuuta. Ennen puintia tehty käsittely ei vaikuta juolavehnän siementen itävyyteen ja keväällä voi torjuntatoimista huolimatta pellolla kasvaa juolavehnän siementaimia (Melander 1988).

Pellolla juolavehnä leviää helpommin juurakon osien kuin siemenien avulla (Williams 1973). Siemenistä kehittyneet juolavehnän taimet ovat kuin yksi-vuotisia kasveja kasvin kolmilehtivaiheeseen asti, jolloin juurakon kehittyminen alkaa (Håkansson 1967). Siemenistä kasvaneet kasvit ovat samanlaisia kuin pienistä juurakon pätkestä kasvaneet (Håkansson 1968a, Williams 1970).

## 2.2.2 Kasvullinen lisääntyminen

Kestorikkakasvien monivuotinen juuristo/juurakkosysteemi tekee niiden torjunnasta hankalan. Juuret/juurakot kasvavat joko muokkauksoneiden työsyvyyttä syvemmillä (pelto-ohdake) tai muokkauskerroksessa (peltovalvatti ja juolavehänä). Vaikka juuristo/juurakko pilkkoutuisikin muokkauksessa, voivat useimmat juuren/juurakonpalaset kasvattaa uuden itsenäisen kasviyksilön. Lisäksi muokkauksoneet (varsinkin ladalliset) saattavat levittää juuria laajalle alueelle. Kemiallisesti näiden kestorikkakasvien torjunta onnistuu helpommin kuin mekaanisesti, mutta silloinkaan ei aina saavuteta täyttä tehoa, koska lehtivaikutteiset herbisidit harvoin kulkeutuvat koko laajan juuriston/juurakon kaikkiin osiin. Lisäksi syvällä kasvavat juuret ovat suojassa ympäristön, kuten pakkasen ja kuivuuden vaikutuksilta. Kestorikkakasvien hyvä kilpailukyky muiden kasvien kanssa johtuu edellisvuonna juuristoon/juurakkoon varastoidusta ravinnosta, jonka turvin ne voivat keskittyä alkukesällä pitkän verson kasvattamiseen. Veden ja ravinteiden ottoon tarvittavat juuretkin ovat osin valmiina (Hodgson 1968, Håkansson 1995).

Juuresta tai juurakosta kasvuun lähtevillä pelto-ohdakkeella, peltovalvatilla ja juolavehnällä on olemassa ns. kompensatiopiste, jossa juurten/juurakon vararavinto on vähimmillään (Kuva 3). Tällöin juuriin/juurakkoon varastoituneesta hiilihydraatista suuri osa on kulunut kasvin maanpäällisen verson kasvattamiseen, eikä yhteyttäminen vielä ole kovin tehokasta. Juurten hiili-



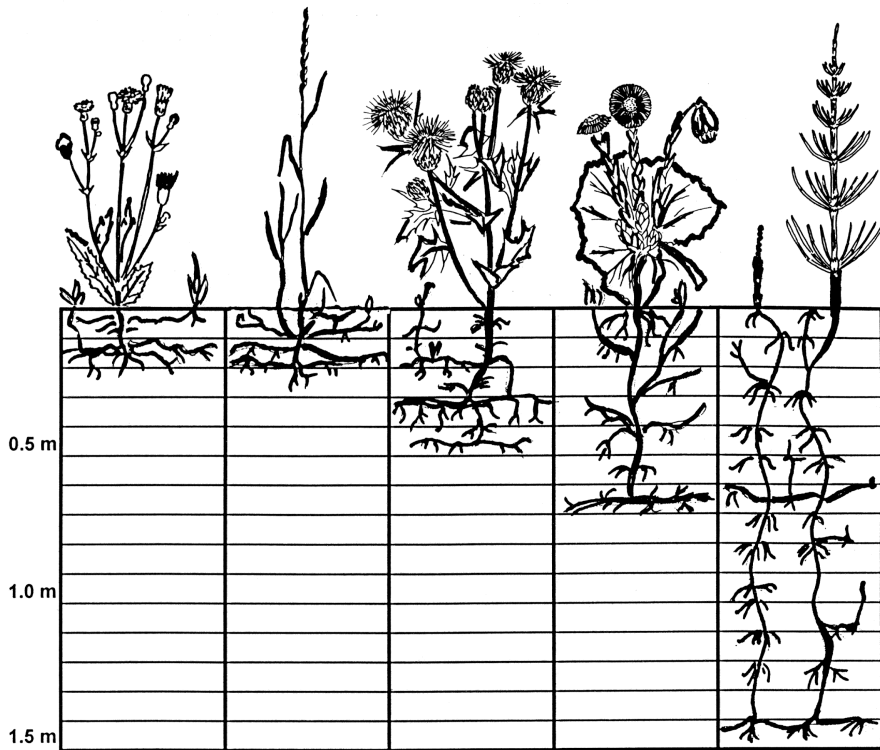
Kuva 3. Juolavehnan juurakon massa ja energiavarat ovat pienimmillään, eli kompensatiopisteessä, kun kasvissa on kolme - neljä lehteä ja juuriston ja versojen kehitys alkaa (Håkansson 1995, suomenkielinen kuva: Koskimies ym. 1999).

hydraattisisällön pienuus näkyy erittäin hyvin siinä, että juurten kuivapaino on pienimmillään. Kompensaatiopisteen jälkeen lehdistä alkaa virrata yhä enemmän yhteyttämistuotteita juuriin, jolloin niiden kuivapaino kasvaa. Kompensaatiopiste saavutetaan yleensä myöhemmin kuin koko kasvin minimipaino, toisin sanoen versojen muodostus on alkanut, kun kompensaatiopiste saavutetaan. Kompensaatiopisteessä kasvi on heikoimmillaan muokkauksille ja niitoille, joten mekaaniset torjuntakäsittelyt kannattaisi kohdistaa tähän hetkeen (Håkansson 1969d, Dock Gustavsson 1997).

### *Pelto-ohdake*

Pelto-ohdakkeen vaakasuora, monikerroksinen juuristo voi olla yli 5 m pitkä ja pystysuorat juuret voivat ulottua yli 2 m:n syvyyteen. Englannissa ja USA:ssa on vaakajuuriston havaittu kasvavan jopa 6–12 m vuodessa (Holm ym. 1977). Australiassa laitumilla ohdake levisi keskimäärin 1,5 m vuodessa (Amor & Harris 1975). Pelto-ohdaketta kutsutaan englannin kielessä creeping thistleksi, eli matelevaksi ohdakkeeksi. Vaikka vedenhakujuuret voivatkin ulottua todella syvälle, kasvaa suurin osa juuristosta n. 10–50 cm:n syvyydessä (Kuva 4) (Raatikainen 1991). Ohdakkeen hiilihydraattivarastot ovat pääasiassa inuliinia (Welton ym. 1929).

Pelto-ohdakkeen juuret (Kuva 5) katkeilevat muokatessa tai vanhuuttaan. Mistä tahansa juurenpalasen kohdasta voi lähteä kasvuun uusi silmu ja verso. Jopa vain noin 1 cm:n mittaiset juurenpalat voivat kehittää uuden kasviyksilön (Holm ym. 1977). Pidempien pätkien elinvoima on kuitenkin parempi (Dock Gustavsson 1997). Myös katkeilemattomista juurista kasvaa uusia maanpäällisiä versoja. Muokkaamattomilla alueilla ohdakekasvusto voi olla pyöreähkö laikku, joka on saanut alkunsa yhdestä ainoasta siemen- tai juurenpalataimesta. Nämä laikut saattavat vanhemmiten jäädä keskeltä paljaiksi, kun juuristo leviää rengasmaisesti ulospäin ja vanhat juuret keskellä kuolevat (Amor & Harris 1975). Juurten säilymisaikaa maassa ei tiedetä tarkkaan, mutta on arveltu niiden säilyttävän elinkykynsä 2–4 vuotta (Koskimies ym. 1999).



Kuva 4. Peltovalvatin, juolavehnän, pelto-ohdakkeen, leskenlehden ja pelto-kortteen juurten/juurakoiden kasvusyvyys peltomaassa. Juolavehnän juurako ja peltovalvatin juuret kasvavat kyntökerroksessa, muut lajit ovat osittain muokkauksen tavoittamattomissa (Granström 1976, Lötjönen ym. 1999. Piirros: Tellervo Ruoho)

Dock Gustavsson (1997) määrittä pelto-ohdakkeen kompensatiopisteen Ruotsissa kasvihuone- ja peltokokeilla. Juurten kuivapaino on yleensä pienimmillään ja kasvi herkin muokkauksille, kun ohdakkeessa on keskimäärin 8 kasvulehteä. Kun juuret päätetään lyhyiksi ja haudataan 20 cm:n syvyyteen, kompensatiopiste on kasvin 4–7 -lehtiasteella mutta kun juuret ovat pitkiä ja pinnassa, kasvi saavuttaa kompensatiopisteen myöhemmin, 8–10 -lehtiasteella (Dock Gustavsson 1997). Kompensatiopisteen jälkeen kasvin juurten ja varsien kasvu on nopeaa, joten on varottava mekaanisen torjunnan myöhästymistä optimiajankohdastaan.



Kuva 5. Peltto-ohdakkeen (alempi) ja valvatin (ylempi) juurten katkeamis-pinta on erilainen. Valvatin juuri on hauras, ja se katkeaa helposti. Katkeamis-pinnasta erittyy maitiaisnestettä. Ohdakkeen juuri on sitkeämpi, ja usein ydin katkeaa eri kohdasta kuin muu osa juurta. (Kuva: Petri Vanhala)

Lyhyiden, 7 cm:n mittaisten juurtenpätkien versonmuodostus on selvästi heikompaa kuin 21 cm:n pituisten pätkien kasvu. Samoin 20 cm:iin haudattujen juurtenpätkien uudelleenkasvu on huonompaa kuin 5 cm:n syvyyteen haudattujen juurten kasvu. Viisas torjuntataktiikka voisi olla tehokas juurten pätkintä lyhyiksi ja syvälle hautaaminen, kun ohdakkeessa on noin 8 lehteä. Kokeet tehtiin melko nuorella ja tasalaatuisella ohdakekasvustolla, joten tilanne pellolla voi olla mutkikkaampi (Dock Gustavsson 1997).

Yhdysvaltalaisen tutkimusten mukaan peltto-ohdakkeen juuriston hiilihydraattivarastot ovat pienimmillään juuri ennen kasvin kukkanuppujen muodostumisen alkamista. Ajankohta on pohjoisissa osavaltioissa yleensä kesäkuun aikana (Hodgson 1968).

Peltto-ohdakkeen juurten kasvu alkaa keväällä, kun keskilämpötila kohoaa viiteen asteeseen. Enemmän maanpäällisiä versoja alkaa nousta, kun keskilämpö ylittää kahdeksan astetta (Moore 1975). Juuret kasvavat kuitenkin parhaiten +15 asteessa (Hamdoun 1972, Kvist & Håkansson 1985). Hamdounin (1972) petrimaljakokeessa ohdakkeen juurenpaloista ei kasvanut yhtään versoja vielä +5 °C:n lämpötilassa. Donald (2000) sekä Jensen ym. (2002) pyrkivät ennustamaan ohdakkeen taimettumista entistä tarkemmin lämpösumman avulla. Suhteellisen myöhäisen kasvuunlähdon ja vieläkin myöhäisemmän kompensatiopisteen takia ohdake ei juurikaan kärsi normaalista kylvömuokkauksesta (Håkansson 1995).

Pelto-ohdake ei aloita talvilepoa yhtä aikaisin syksyllä kuin peltovalvatti. Syvän juuristosysteemin vuoksi ohdake kestää sänkimuokkausta paremmin kuin juolavehnä (Fogelfors & Boström 1998).

Juurenpalasten ja siementen lisäksi pelto-ohdake voi levitä maahan joutuneiden varrenpalasten avulla. Sopivissa kosteusoloissa varrenpaloihin kasvaa juuret ja näistä kehittyy uusi kasvi. Magnussonin ym. (1987) kokeissa osittain maahan haudatut varren palaset selviytyivät paremmin kuin kokonaan haudatut palaset. Syynä tähän oli lehtien yhteyttämisen jatkuminen maanpäällisissä osissa. Keväällä tai kesällä katkotut ohdakkeen varren osat pystyivät kehittämään juuristoa siten, että ne säilyivät talven yli ja kykenivät tuottamaan ilmaversoja seuraavana kesänä. Syksyllä katkotut pätkät eivät tähän pystyneet, vaan ne kuolivat talven aikana. Esimerkiksi muokkauksen pätkimät ja levittämät varrenpalat voivat siis laajentaa ohdakekasvustoja. Ei kuitenkaan tiedetä, mikä on tämän leviämistavan merkitys verrattuna juuristo- ja siemenlevintään.

### *Peltovalvatti*

Peltovalvatin juuristo kasvaa ohdaketta pinnemmassa (Kuva 4). Suurin osa juuristosta kasvaa alle 10 cm:n syvyydessä, mutta joitakin juuria kasvaa myös 25 cm:ssä (Holm ym. 1997). Tosin pystyjuurien on havaittu joskus tunkeutuvan jopa 2 m:n syvyyteen. Pystysuorat juuret pystyvät tuottamaan eläviä silmuja jopa 50 cm:n syvyydessä (Stevens 1924). Valvatin juuret voivat kasvaa pituutta 0,5–2,8 m vuodessa (Lemna & Messersmith 1990). Juurten elinaika ei ole tarkkaan tiedossa, mutta ne elävät ainakin 2 vuotta (Håkansson 1969d). Kakriaisen (2001) kokeessa valvatin juurenpalat, jotka eivät kasvattaneet versoja, kuolivat kasvukauden aikana. Valvatinkin hiilihydraattivarastot ovat pääasiassa inuliinia, eivätkä tärkkelystä (Stevens 1924, Kakriainen 2001).

Peltovalvatti lähtee keväällä kasvuun maanalaisista juurten silmuista tai verson tyviosista. Kasvuunlähdon nopeuteen ja ilmestyvien versojen määrään vaikuttaa keväällä juuressa oleva kuiva-aineen määrä (Lemna & Messersmith 1990). Juurten halkaisija on yleensä 2,5–5,0 mm, se yltyä harvoin 1 cm:iin (Stevens 1924). Maanpinnan suuntaisiin juuriin tai verson maanalaisiin osiin (Lemna & Messersmith 1990) muodostuu paksuuskasvun aikana silmuja, joista kasvaa uusia versoja. Uudet, paksuuntuvat juuret kehittyvät alkuperäisen juuren sekundäärisestä kasvusta ja voivat alkaa kasvattaa versoja saavuttaessaan 1–1,5 mm:n paksuuden (Håkansson 1969d).

Peltovalvatti leviää ohdakkeen tavoin muokkauksen pilkkomista tai vanhuuttaan katkeilleista juurenpaloista. Alle 2,5 cm:n juurenpaloista voi kehittyä uusi kasvi edellyttäen, että palassa on alkusilmu (Lemna & Messersmith 1990, Holm ym. 1997). Samoin kuin ohdakkeella, pidempien juurtenpalojen elinvoima on lyhyitä parempi. Maanpinnalle joutuneet juurenpalat kuolevat

muutamassa päivässä kesällä kuivuuteen tai talvella pakkaseen. Ruotsalaisissa kokeissa 2–10 cm:n syvyyteen haudatut juurenpalaset kasvattivat parhaiten ilmaversoja, mutta valvatti jaksoi taimettua vielä 30 cm:n syvyydestäkin (Håkansson & Wallgren 1972b).

Peltovalvatin kompensatiopiste eli juurten vararavintominimi ajoittuu siihen, kun valvatissa on 5–7 lehteä. Tällöin juurten kuivapaino sekä hiilihydraatti- ja typpimäärät ovat pienimmillään (Håkansson 1969d, Håkansson & Wallgren 1972b). Torjuntamuokkaukset ja -niitot kannattaa keskittää tähän hetkeen. Jo lievä myöhästymisen (valvatissa 8 lehteä) heikentää selvästi torjunnan tehoa. Håkanssonin (1969d) kokeissa kompensatiopiste ajoittui aivan kesäkuun alkuun (2 koivuotta). Valvatin juuret oli istutettu edellisvuoden syksynä, jonka jälkeen maata ei oltu muokattu ollenkaan. Käytännössä pelolla on hyvin monessa kehitysasteessa olevaa valvattia samanaikaisesti, joten torjuntatoimenpiteet kannattaa tehdä suurimpien valvattien mukaan myöhästymisen välttämiseksi.

Stevensin (1924) mukaan pienet punertavat lehdet tulevat matalassa kasvavilta juurilta näkyviin viikon kuluttua kasvuun lähdestä ja uusien juurten kasvu alkaa 3-4 viikkoa tätä myöhemmin. Kasvullisesti muodostuvat versot alkavat nousta maan pinnalle huhti-toukokuun vaihteessa, eli maan alkaessa lämmitä (Håkansson 1969d). Valvatti kasvattaa ensin ruusuketaimen, jonka yhteyttämispinta-ala on laaja. Juurten paksuuntuminen alkaa, kun kasvi on kompensatiopisteessä, eli 5–7 lehtiasteella. Tämän jälkeen juurten kasvu on hyvin nopeaa. Kukkavarret alkavat kehittyä, kun valvatissa on 12–15 lehteä (Håkansson 1969d, Håkansson & Wallgren 1972b). Kasvin lehdet ja varret kuolevat melko herkästi lievissäkin syyshalloissa (Lemna & Messersmith 1990).

Håkanssonin (1969d) tutkimuksessa versoja kasvoi kesäkuun alun jälkeen myös uusista, paksuutta kasvaneista juurista. Kesäkuun lopun jälkeen hautaaminen vähensi uusien versojen kasvua sitä enemmän mitä myöhemmin hautaaminen tehtiin. Elokuun lopulla (25.8.) haudatuista yksilöistä kasvoi versoja vähän tai ei ollenkaan ennen seuraavaa kevättä. Kasvulliseen lisääntymiseen tarvittavia rakenteita muodostui vähiten samaan aikaan, kun versojen ilmestyminen oli vähintään (Håkansson 1969d).

Ruotsissa Upsalan tienoilla peltovalvatti näyttäisi käyvän talvilevolle syyslokakuussa. Syyskuun alussa valvatti kasvoi vielä hidastuneesti, mutta juuriston selvä dormanssi eli lepotila havaittiin syyskuun puolivälistä lokakuuhun (Håkansson & Wallgren 1972a). Dormanssi purkaantui, kun juurenpalaja säilytettiin 1 kuukausi +2 °C lämpötilassa. Aiemmissä kokeissa juurten dormanssia on havaittu jo elokuussa (Håkansson 1969d). Kesän aikana niitetty valvatti saattaa syksyllä jatkaa kasvuaan pidempään kuin valvatit, jotka ovat saaneet kasvaa häiriöttä tai joita on häiritty muokkauksin (Heikki Koskimies, 23.10.2001, Etelä-Pohjanmaan Maaseutukeskus, kirjallinen tiedonanto; Petri





Kuva 6. Juolavehnä leviää juurakon eli maavarren avulla. (Kuva: Heikki Jalli)

Vanhala, MTT, 24.10.2001, suullinen tiedonanto). Aikaisen talvilevon ja syvän juuristosysteemin takia peltovalvattia ei voida torjua syksyllä kyntöä edeltävillä sänkimuokkauksilla (Håkansson & Wallgren 1972b). Valvatin pystysuorat juuret elävät harvoin yli talven (Stevens 1924).

### *Juolavehnä*

Pääosa juolavehnän juurakosta (Kuva 6) kasvaa 10–15 cm:n syvyydessä (Kuva 4) ja syvemmälle joutuneet juurakon palat kasvavat pinnemmalle jo yhdenkin häiriöttömän kasvukauden aikana. Juurakon kehittyminen maan pintakerrokseen jatkuu, jos kasvua ei muokkauksin häiritä. Juurakon siirtymistä optimisyvyyteen edistää syvällä olevien juurakon osien suuri kuolevuus (Håkansson 1969b).

Juolavehnä pystyisi kasvattamaan uusia versoja ympäri vuoden, mutta kylmät talvikuukaudet joului-, tammi- ja helmikuu pysäyttävät kasvun. Ruotsin oloissa juolavehnän juurakko pysyy ennallaan tai menettää painoa maalisi- ja huhtikuussa. Toukokuussa sääolot vaikuttavat siihen pieneneekö vai suureneeko juurakon paino. Kesäkuusta lähtien marraskuuhun eli talveen asti juolavehnä kasvattaa juurakkoaan (Håkansson 1977).

Johnson ja Buchholtz (1962) tutkivat USA:n Wisconsinissa juolavehnän silmujen lepotilaa. Huhtikuun alussa kaikki juolavehnän juurakkoon edellisenä kasvukautena kasvaneet silmut olivat valmiita aloittamaan kasvun. Otollisissa oloissa silmut alkoivat kasvaa, muuten kasvunvalmius alkoi nopeasti vähetä. Kesäkuussa lähes kaikki silmut olivat lepotilassa, ja jos juolavehnäkasvustoa ei häiritty, juurakon aktiivisuus oli pienimmillään. Tästä lepotilasta palautuminen alkoi kesäkuun lopussa ja jatkui syksyyn.

Kasvin maanpäällisten osien kehityksestä saadaan kuva juurakon tilasta. Juolavehnän juurakon massa ja energiavarat ovat pienimmillään, eli kompen-

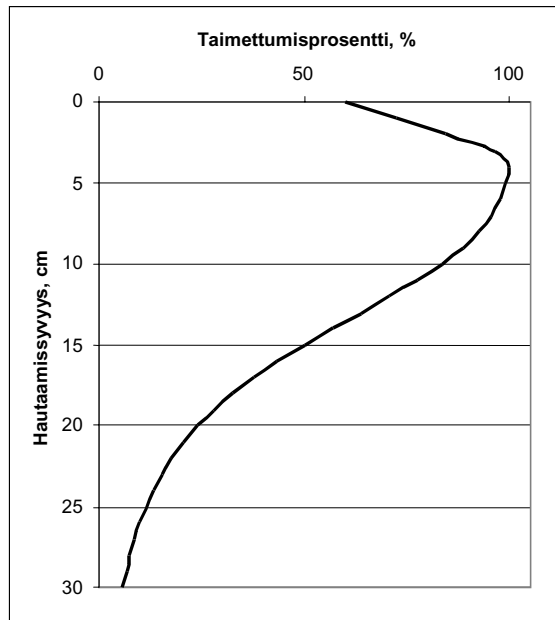
saatiopisteessä, kun kasvissa on kolme - neljä lehteä ja 1–2 versoa, ja juurakon sekä versojen kehitys aluillaan (Håkansson 1967, Williams 1970). Juurakko kasvaa nopeammin kuin versot (Håkansson 1967).

Uusien juurakon osien ja silmujen kehittyminen alkaa (Wisconsin, USA) toukokuun alussa ja uusien silmujen osuus kasvukykyisten silmujen osuudesta kasvaa nopeasti. Samalla kun vanhojen silmujen kasvukunto heikkenee, syntyy uusia silmuja eikä kasvukykyisten silmujen kokonaismäärä vähene kesän aikana. Vain kolmasosa juolavehnän juurakosta on kasvukykyistä, loppu 2/3 on kuolevaa, kuollutta ja mikrobien hajottamaa. On huomattavaa, että vanhojen silmujen kasvualmiuden heikkeneminen ajoittuu uuden kasvun ja nopean kehityksen hetkeen, jolloin maan lämpötila on matala ja mikrobitoiminnan vähyyys voi johtaa ravinnepuutteeseen (Johnson & Buchholtz 1962). Osa uusista silmuista on myös lepotilassa (Chancellor 1975).

Jos juolavehnän juurakkoa ei muokkauksin tai muuten vahingoiteta tai häiritä, säilyy 95 % silmuista lepotilassa (Johnson & Buchholtz. 1962). Muokkauksen johdosta silmut aloittavat kasvun, joka kehittyy silmujen lepotilaa kohti (Chancellor 1975). Toisenlainen lepotila ilmenee, jos silmut eivät aloita kasvuaan häirinnästä huolimatta. Tämä myöhäiskevään lepotila ("late-spring dormancy") ilmenee kasvulle suotuisissa ympäristöoloissa. Koska juurakko on katkaistu, lepotilan syynä ei voi olla juurakon kärjen sivuverson kasvua säätelevä vaikutus. Juurakossa itsessään ja silmuissa pitää olla kasvua estävä tekijä. (Johnson & Buchholtz. 1962). Håkansson (1967) ei ole havainnut myöhäiskevään lepotila -ilmiötä ruotsalaisissa tutkimuksissa. Hän ei kuitenkaan kiistä, etteikö ravinteiden puute tai juurakon vararavinnon loppuminen muokkausten seurauksena voisi lopettaa silmujen kehitystä, mutta sitä ei pidä kutsua lepotilaksi. Skandinaviassa juurakon kasvua eivät pysäytä myöskään korkeat lämpötilat.

Pitkät juurakonpalat pysyvät hengissä ja kasvattavat enemmän maanpäällisiä versoja kuin 4 cm pituiset juurakonpalat. Lyhyet (4–12 cm) palat muodostavat matalaan (2,5–7,0 cm) haudattuina silmumääräänsä nähden enemmän versoja kuin pitkät juurakonpalat. Kun lyhyet juurakon osat haudataan 10 tai 15 cm syvyyteen, versonmuodostuskyky heikkenee (Håkansson 1968a). Lyhyistä (4–8 cm) juurakon pätkistä kasvoi vain muutama verso 10–15 cm:n syvyydestä. Pitkät (32 cm) juurakon pätkät voivat muodostaa versoja jopa 30 cm:n syvyydestä, vaikka niidenkin kasvukyky heikkenee hyvin nopeasti haudattaessa syvemmälle kuin 15 cm:iin (Håkansson 1968b). Jäykällä savilla juolavehnä taimettuu syvältä paremmin kuin hietamailla (Håkansson 1968b).

Juurakon hautaamissyvyyden samoin kuin juurakon massan ja taimettuneiden versojen lukumäärän välistä suhdetta kuvaa sigmoidinen käyrä (Kuva 7) (Håkansson 1968b).



Kuva 7. Mitä syvempään juolavehnän juurakon palaset haudataan, sitä harvempi palanen jaksaa kasvattaa lehdellisen verson. Versojen kasvaminen on heikkoa myös aivan maan pinnan tuntumassa. (Periaatepiirros, Håkanssonia 1968b mukaillen).

Kun juurakonpala on maassa vaakatasoon nähden vinossa, kärkikasvupiste ylöspäin, syntyy enemmän versoja, kuin jos kärkikasvupiste olisi alhaalla. Vaakatasoon nähden vinossa olevista juurakon osista syntyy enemmän versoja kuin vaakatasossa olevista (Håkansson 1968b). Jos kärjettömästä juurakon palasta poistetaan silmut yhtä lukuunottamatta, on syntyvä verso keskimääräistä voimakasvasvuisempi. Lisäksi juurakko kasvaa normaalia enemmän (Håkansson 1968a).

## 2.3 Kasvuolosuhteet

### *Pelto-ohdake*

Pelto-ohdake viihtyy kaikkialla lauhkean ilmastovyöhykkeen alueella, jossa kesän maksimilämpötilat jäävät kohtuullisiksi (Holm ym. 1977). Suomessa kasvustot ovat runsaimpia maan lounais- ja eteläosissa (Raatikainen 1991, Salonen ym. 2001a). Syvän juuristonsa takia pelto-ohdake kestää hyvin kuivuutta ja saattaa kärsiä, jos kasvupaikan pohjaveden pinta tai kosteus nousee liian korkeaksi. Optimaalinen sademäärä on 450–900 mm/vuosi. Kasvi on kuitenkin hyvä mukautumaan erilaisiin kosteusoloihin (Holm ym. 1977).

Parhaiten pelto-ohdake kasvaa savipitoisilla ja viljavilla kivennäismailla. Se ei ole niin yleinen kevyillä ja kuivilla maalajeilla. Kasvi ei myöskään viihdy tiivistyneessä ja märässä maassa. Tiivistymät haittaavat kasvullista uusiutumista. Peltto-ohdaketta esiintyy yleisesti viljojen joukossa, perunassa, juurikasmailla, laitumissa ja ensimmäisen vuoden nurmissa (Holm ym. 1977, Raatikainen 1991).

Pelto-ohdakkeen suhteellinen kilpailukyky viljelykasvin kanssa saattaa olla paras alhaisilla typpitasoilla. Peltto-ohdake tosin hyötyy maan korkeasta typpipitoisuudesta ja kasvattaa tällaisissa oloissa runsaasti niin juuristoa kuin maanpäällisiäkin osia (Hamdoun 1970, Nadeau & Vanden Born 1990). Korkea typpitaso kuitenkin lisää viljelykasvin (kokeissa ohran) kilpailukykyä niin, että pelto-ohdakkeen kasvu jää heikommaksi kuin alhaisemmalla typpitasolla. Tämä tarjoaa keinon pelto-ohdakkeen integroituun torjuntaan (Kolo & Froud-Williams 1993).

### *Peltovalvatti*

Aivan kuten pelto-ohdake, myös peltovalvatti kasvaa kaikkialla maapallon lauhkean ilmastovyöhykkeen alueella (Holm ym. 1997). Suomessa peltovalvatti on hieman pelto-ohdaketta yleisempi rikkakasvi, viimeisimmän rikkakasvilaskennan mukaan peltovalvattia esiintyy kaikkialla Etelä- ja Keski-Suomessa (Salonen ym. 2001a). Kasvi ei siedä kovin korkeita eikä matalia kasvulämpötiloja, kokeissa peltovalvatti on kasvanut parhaiten 20/15 °C päivä/yö-lämpötilassa (Zollinger & Kells 1991).

Valon määrä ja laatu ovat tärkeitä kasvutekijöitä. Varsinkin nuori valvatti kärsii varjostuksesta. Zollingerin ja Kellsin (1991) mukaan täydessä valon voimakkuudessa ( $1015 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , näkee tehdä tarkkaa käsityötä) kasvavat valvatit tuottavat enemmän lehtiä ja neljä kertaa niin paljon kukkia kasvia kohti kuin  $285 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ :n (tavallinen luokan valaistus) voimakkuudessa kasvavat. Lehtiruusuksen halkaisija puolestaan on hämärämmässä kasvavilla valvateilla suurempi kuin täyden valon voimakkuudessa kasvavilla. Lisäksi alhainen valon voimakkuus viivästyttää valvatin kukintaa neljällä viikolla. Pituuskasvu on nopeinta voimakkaassa valossa kasvun ensimmäiset 8 viikkoa, minkä jälkeen erot eri valon voimakkuuksien välillä tasaantuvat (Zollinger & Kells 1991).

Valon puutteesta kärsivä valvatti ei kykene keräämään vararavintoa juuriin. Kasvaessaan täyttä valoa ( $1015 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) hämärämmässä ( $580 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) valvatin juurien ja versojen kuivapaino ja lehtien lukumäärä jää pienemmäksi, mutta kasvavat lehdet ovat suurempia. Valon edelleen heiketessä ( $285 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) valvatti turvaa valon saantia panostamalla yhä enemmän lehtien kasvattamiseen juurten ja varren kustannuksella. Yhteyttäminen, transpiraatio ja vedenkäytön tehokkuus heikkenevät valonvoimakkuuden pienentyessä (Zollinger & Kells 1991).

Peltovalvatti hyötyy, jos lohkon ojitus toimii heikosti; se viihtyy kosteassa ja vaatii selvästi märemmät kasvuolot kuin pelto-ohdake. Kokeissa peltovalvatin kasvu oli parhainta, kun maa oli vedellä kyllästynyt (vesipotentiaali 0 bar). Vesipotentiaalilaskiessa -1 bar:iin peltovalvatin kasvu väheni 70 %. Maan edelleen kuivuessa vesipotentiaalilaskiessa -2 tai -5 bar:iin valvatin kukinta myöhästyi 5 viikkoa verrattuna kenttäkapasiteettiin (tässä tutkimuksessa -1/3 bar), jolloin makrohuokokset ovat tyhjiä, eikä maassa ole irtovettä (Zollinger & Kells 1991).

Peltovalvatti suosii saves- ja kaliumpitoisia maita (Holm ym. 1997). Hiesusavi on parempi kasvualusta kuin jäykkä savi tai karkeat kivennäismaat. Maan riittävä kosteus on kuitenkin maalajia tärkeämpi kasvutekijä (Lemna & Messersmith 1990). Suomessa lajia tavataan myös hyvin multavilla mailla. Peltovalvatti kasvaa parhaiten maan pH:n ollessa neutraali tai lievästi emäksinen (Lemna & Messersmith 1990). Kasvihuonekokeissa peltovalvatti tuotti noin 30 % vähemmän biomassaa kun maan pH laski 6,2:sta 5,2:een (Zollinger & Kells 1991). Peltovalvatti on kuitenkin melko kilpailukykyinen viljojen kanssa myös alhaisilla pH-tasoilla.

Peltovalvatti ottaa tehokkaasti maasta kaikkia pääravinteita ja kalsiumia sekä magnesiumia. Näiden pitoisuus peltovalvatissa saattaa olla yli kaksinkertainen vehnän tai ohran ravinnepitoisuuksiin nähden (Holm ym. 1997). Vaikka peltovalvatti kasvaakin parhaiten runsastyyppisessä maassa, sen kilpailukyky on todettu heikkenevän ohran kanssa, kun maan typpipitoisuutta lisätään (Håkansson & Wallgren 1972b). Pelto-ohdakkeen lailla peltovalvatti on Suomessa yleinen viljoissa, perunassa, juurikasmailla ja ensimmäisen vuoden nurmissa (Raatikainen 1991).

### *Juolavehnä*

Juolavehnän versot (Majek ym. 1984) ja juurakko kehittyvät parhaiten leudossa lämpötilassa (Harker & Dekker 1988). Maanpäällisten osien ja koko kasvin kuivapainon kehitys on nopeinta pitkän päivän oloissa lämpötilassa 25–30 °C. Juurakon lämpötilan päiväoptimi on maanpäällisiä osia matalampi 20–(25) °C (Håkansson 1969c, Harker & Dekker 1988) ja yölämpötila 15 °C (Harker & Dekker 1988). Juolavehnän suhteellinen kilpailukyky on parhaimmillaan alueilla, joiden kesälämpötila on alhainen tai kohtuullinen, lämpimimmän kesäkuukauden keskilämpötila 12–20 °C. Ilmaston on myös oltava kostea, kuten Pohjois- ja Luoteis-Euroopassa, jossa juolavehnä on tärkeä rikkakasvi kaikilla viljelykasveilla. Etelä- ja Kaakkois-Euroopassa, jossa on ajoittain kuivaa, juolavehnän merkitys on pieni, paitsi viileämmillä yläkö-alueilla (Håkansson 1975). Ruotsalaisessa tutkimuksessa eri puolilta maata kerätyt juolavehnäkloonit eivät eronneet kasvussaan toisista (Håkansson 1967). Suomessa juolavehnä on Inarin Lappia lukuunottamatta yleinen kasvi (Hämet-Ahti ym. 1998).

Matalissa lämpötiloissa juolavehnän juurakon kasvu lisääntyy suhteessa maanpäällisiin versoihin ja korkeissa lämpötiloissa kasvin maanpäällisten osien suhteellinen kasvu lisääntyy (Håkansson 1969c). Juolavehnän lehdet kasvavat viileässä lyhyemmiksi kuin lämpimässä (Håkansson 1967).

Lyhyt päivä ja korkeat lämpötilat vaikuttavat voimakkaammin juurakon kehittymiseen kuin maanpäällisten osien kasvamiseen (Håkansson 1969c). Majek ym. (1984) tutkivat juolavehnän juurakon kasvua 10, 21 ja 32 °C lämpötilassa, päivänpituuden ollessa 8, 10, 12, 14 tai 16 tuntia. Juurakon kärkisilmut alkoivat kasvaa ylöspäin ja maanpinnan yläpuolelle lämpötilan laskettua 10 asteeseen tai noustua 32 asteeseen tai valoisan ajan ollessa 14 tai alle 10 tuntia. Juurakon kärkisilmut kasvoivat maan alla lämpötilan ollessa 21 °C ja päivän pituuden ollessa 12 tai 16 tuntia. Havainnoidut lämpötila- ja valotasot ja -ajat ja niiden vaikutus juolavehnän juurakon kasvuun vastaavat havaintoja luonnossa (Majek ym. 1984). Pysyvä lämpötila 35°C on juolavehnälle hyvin vahingollinen ja lämpötilassa 40 °C ei tapahdu kasvua (Håkansson 1969c).

Valon vähentyessä juolavehnän maanpäällisten versojen kasvu lisääntyy suhteessa juurakon kasvuun (Håkansson 1969c, Skuterud 1977). Varjossa juolavehnän maavarret ohenevat ja solmuväliä sekä silmujen välimatkaa pidentämällä kasvi pyrkii turvaamaan kullekin silmulle mahdollisimman hyvät kasvuolot (Skuterud 1977).

Juolavehnä kasvaa kevyillä ja läpäisevillä kivennäismailla paremmin kuin raskailla savilla, ja sen juurakko kasvaa läpäisevillä mailla syvemmälle kuin tiiviillä mailla. Kuivissa oloissa juolavehnä kasvaa parhaiten hyvin vettä pidättävillä mailla kuten turve- ja savimailla. Kosteaa sää ja korkeat lannoitustasot mahdollistavat juolavehnän hyvän kasvun maalajista riippumatta (Leuchovius 1972) ja se hyötyykin nykyaikaiseen viljelyyn kuuluvasta lannoituksesta ja kalkituksesta (Håkansson 1975, Holm ym. 1977).

Juurakko kestää muokkauksien yhteydessä pilkkoutumista ja maalla peittymistä (Håkansson 1975). Juurakko kesti ruotsalaisissa kokeissa neljä viikkoa pienin vaurioin maan lakastumisrajalla olevaa kosteutta. Juolavehnän juurakon kosteus on 60–80 % ja se kuolee kosteuden laskiessa 16 prosenttiin. Vanhat tummuneet juurakon osat kestävät kuivuutta paremmin kuin uudet, vielä kehittyvät pätkät (Håkansson & Jonsson 1970).

### **3 Taloudelliset merkitykset**

Rikkakasvit vaikuttavat viljelyn taloudelliseen tulokseen. Suurin ja selkeimmin mitattavissa oleva haitta on vaikutus viljelykasvien satoon. Pelto-ohdake, peltovalvatti ja juolavehnä ovat laajajuurisia, kookkaita ja monivuotisia rikkakasveja, jotka valloilleen päästyään aiheuttavat nopeasti satotappioita. Mu-

kula (1974) pitääkin peltovalvattia ja juolavehnää kilpailukykyisimpinä rikkakasveina.

Muita kestorikkakasvien aiheuttamia ongelmia ovat vaikeutunut sadonkorjuu, lisääntynyt viljan lajittelu- ja kuivaustarve, rikkakasveja sisältävän rehun alentunut sulavuus, lisääntynyt maanmuokkaustarve, ravinteiden ja kosteuden kulutus sekä ko. rikkakasvien allelopaattiset ominaisuudet. Näiden vaikutusten rahaksi muuttaminen on hankalampaa kuin satoa alentavien vaikutusten.

### 3.1 Pelto-ohdake ja -valvatti

Pelto-ohdake ja peltovalvatti voidaan nykyään melko helposti torjua kemiallisesti viljojen joukosta. Muualta niiden torjuminen on kallista. Luonnonmukaisessa tuotannossa kemikaalien käyttö ei ole sallittua, vaan rikkakasvien torjunta on hoidettava viljelykierron ja mekaanisten menetelmien avulla. Näiden teho ei ole aina riittävä. Suomessa pelto-ohdakkeen ja -valvatin tiheys ja biomassa ovatkin luomuviljelyssä moninkertaisia tavanomaisesti viljeltyihin ruiskutettuihin peltoihin verrattuina. Luomuviljelyssä nämä rikkakasvit ovat yleistyneet aikavälillä 80-luvun puolivälistä 90-luvun loppuun (Marttila 2000, Salonen ym. 2001a).

Salosen ym. (2001b) tutkimuksessa viljanviljelijät pitivät juolavehnää runsaimpana ja pahimpana kestorikkakasvinaan. Peltovalvatti päihitti niukasti pelto-ohdakkeen yleisyydessä (Salonen ym. 2001b). Ruotsissa tehdyn viljelijähaastattelun mukaan suurin osa luomuviljelijöistä piti pelto-ohdaketta tai juolavehnää hankalimpana rikkakasvina. Moni koki pelto-ohdakkeen koko luomuviljelyn suurimpana ongelmana (Löf 1994). Myös ruotsalaiset luomuneuvojat näkivät pelto-ohdakkeen, juolavehnän ja peltovalvatin aiheuttavan suuria ongelmia luomuviljelyssä. Pelto-ohdaketta pidettiin vaikeimpana luomuviljelyn rikkakasvina ja sen todettiin aiheuttavan mittavia sadonmenetyksiä vuosittain (Lundkvist 1998).

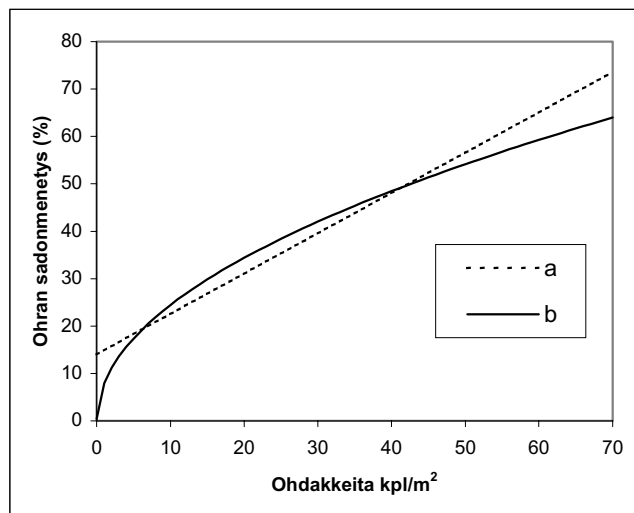
Suomessa peltovalvatti on pelto-ohdaketta yleisempi rikkakasvi (Salonen ym. 2001c). Muissa maissa on tehty selvästi enemmän pelto-ohdaketta käsitteleviä tutkimuksia, joten pelto-ohdakkeen voi päätellä olevan peltovalvattia yleisempi rikkakasvi tai aiheuttavan enemmän haittoja viljelylle.

#### *Pelto-ohdake*

Amerikkalaisessa tutkimuksessa kolme pelto-ohdakkeen versoa neliömetrillä pienensi kevätvehnän satoa noin 15 % verrattuna rikkakasvittomaan kasvuun. 10 kpl/m<sup>2</sup> vähensi satoa noin 25 % ja 30 kpl/m<sup>2</sup> vastaavasti noin 60 %. Välillä 0–2 pelto-ohdaketta neliömetrillä vehnän sadonalennus oli jyrkempää kuin suuremmilla ohdaketiheyksillä, koska ohdakkeet olivat tällöin elinvoimaisempia ja isompia kuin tiheimmin kasvaessaan (Hodgson 1968).

Syysvehnällä kanadalaiset ovat havainneet hieman pienempiä sadonmenetyksiä: 11 pelto-ohdakkeen versoa/m<sup>2</sup> vähensi satoa 17 % ja 38 kpl/m<sup>2</sup> vähensi satoa 49 %. Epälineaarinen sadonennustusmalli näytti toimivan tässäkin lineaarista paremmin: pienillä ohdaketiheyksillä sadonalentuma oli nopeampaa kuin suurilla ohdaketiheyksillä. Kanadan preerioilla syysvehnää pidetään rukiin jälkeen toiseksi parhaana kilpailijana rikkakasveja vastaan, esim. kevätiljat eivät ole yhtä hyviä hitaan alkukehityksensä takia. Vehnällä pelto-ohdake vaikuttaa eniten muodostuvien tähkien määrään ja sitä kautta satoon (McLennan ym. 1991). O’Sullivanin ym. (1982) mukaan pelto-ohdake on 3,4 kertaa hukkakauraa kilpailukykyisempi ohran seassa kasvaessaan.

O’Sullivan ym. (1982) tutkivat Kanadassa eri ohdaketiheyksien vaikutusta ohran satoon. Eri ohdaketiheydet saatiin ottamalla näytteitä ohrapelloilla kasvavien ohdakelaikkujen reunoilta (pienin tiheys) ja keskeltä (suurin tiheys). Laskentojen perusteella muodostettiin malleja, joiden avulla viljelijät voivat helposti määrittää pelto-ohdakkeen torjunnan kannattavuuden omilla lohkoillaan. Epälineaarinen satotappiomalli (neliöjuuri) toimi paremmin pienillä ( $\leq 5$  kpl/m<sup>2</sup>) ohdaketiheyksillä ja lineaarinen suuremmilla tiheyksillä (5–45 kpl/m<sup>2</sup>) (Kuva 8). Ohdakeversojen tiheys (kpl/m<sup>2</sup>) ennusti satotappiota paremmin kuin ohdakkeiden kuivapaino, kukkivien ohdakkeiden määrä tai yli 50 cm korkeiden ohdakkeiden määrä. Mallin mukaan viisi pelto-ohdakkeen versoa/m<sup>2</sup> alensi ohran satoa 18 %, ja 45 kpl/m<sup>2</sup> vastaavasti 52 %. Luvut ovat suurin piirtein samaa luokkaa kuin Hodgsonin (1968) kevätvehnällä havaitsemat satotappiot, varsinkin kun huomioidaan ennustemallien melko suuret virhemarginaalit.



Kuva 8. Ohdakeversojen lukumäärän vaikutus ohran satoon. Käyrä b ( $y=0.42+7.6\sqrt{x}$ ) ennustaa satoa paremmin, kun ohdaketiheys on pieni ( $\leq 5$  kpl/m<sup>2</sup>). Käyrä a ( $y=14.03+0.85x$ ) toimii paremmin, kun ohdaketiheys on suuri (5–45 kpl/m<sup>2</sup>) (O’Sullivan ym. 1982).



Pelto-ohdakkeen rapsilla aiheuttamat satotappiot olivat Kanadassa pienempiä kuin viljoilla. Kymmenen ohdakeyksilöä/m<sup>2</sup> alensi rapsin satoa keskimäärin 10 % ja 30 kpl/m<sup>2</sup> vastaavasti 40 %. Vaihtelu on kuitenkin lohkon sisällä suurta. Useimmissa tapauksissa ohdakkeen versot pitäisi laskea vähintään 10 eri paikasta riittävän edustavuuden varmistamiseksi. (O'Sullivan ym. 1985)

Hallgren (1990) tutki ohrassa kasvavien rikkakasvien vaikutusta viljan puintiin. Tulosten mukaan nykyaikaiset puimurit sietävät melko suuren määrän rikkakasveja viljan joukossa. Kokeessa puimureiden tappiot eivät nousseet sanottavasti eikä puintiteho laskenut, vaikka rikkakasvien tuorepaino oli yli 5000 kg/ha (500 g/m<sup>2</sup>). Kun rikkakasveja oli 20 000 kg/ha, jouduttiin puimurilla pysähtelemään, ja tappiot lisääntyivät selvästi. Myös jyvät olivat kosteampia. Pelto-ohdake, matarat ja juolavehänä näyttivät olevan erityisen haitallisia, sillä jo 2000 kg/ha näitä lisäsi puintiin kuluva aikaa ja puintitappioita.

### *Peltovalvatti*

Peltovalvatin satovaikutuksista on olemassa melko vähän tutkimustietoa. Peltovalvattipopulaatio 3–15 kasvia/m<sup>2</sup> alensi huomattavasti vehnän versojen tyyppipitoisuutta ja vehnäsatoa 4,5–27 %. Kauran sato alentui 25 %, kun valvatinversoja oli 70 kpl/m<sup>2</sup>. Havainto tehtiin Manitobassa, Kanadassa (Peschken 1981). Kanadalaisen tutkimuksen mukaan viisi valvatin versoa/m<sup>2</sup> alensi rapsin satoa peräti 27 % ja 10 kpl/m<sup>2</sup> vastaavasti 40 %. Peltovalvatti alentaa rapsin satoa hyvällä lohkolla ja suotuisana vuonna todennäköisesti enemmän kuin huonolla lohkolla ja säältään kehnona vuonna (Peschken ym. 1983). Shashkov'in ym. (1977) mukaan vehnän sato laski Kazakstanissa 4,5 % kun peltovalvatteja oli kolme kpl/m<sup>2</sup> ja 27 % kun valvatteja oli 15 yksilöä/m<sup>2</sup>. Myös vehnän tyyppipitoisuus aleni selvästi.

Erviön ym. (1991) kevätiljoilla tekemässä tutkimuksessa yksi yksivuotinen rikkakasvi/m<sup>2</sup> aiheutti keskimäärin 1,8 kg/ha sadonalennuksen. Jallin ym. (2000) tutkimuksessa syysvehnässä kasvoi keskimäärin 210 rikkakasvia/m<sup>2</sup>. Nämä olivat enimmäkseen yksivuotisia lajeja. Kemiallisella torjunnalla saatiin keskimäärin sadonlisää 300 kg/ha eli 7 %. Pelto-ohdakkeen ja -valvatin aiheuttamat sadonmenetykset/rikkakasviyksilö ovat siis moninkertaisesti suurempia kuin mitä ovat yksivuotisten rikkakasvien aiheuttamat satotappiot. Ohdakkeen ja valvatin torjuntaan ja niiden leviämisen estämiseen kannattaa siis panostaa, mikäli niitä esiintyy peltolohkolla. Torjunnan laiminlyöminen kostautuu seuraavien vuosien kasvustoissa näiden rikkakasvien monivuotisuudesta johtuen (Ansalehto 2001).

## 3.2 Juolavehnä

Juolavehnä on yleistynyt ja runsastunut suomalaisilla kevätiljapelloilla. Se tuottaa puolet tavanomaisesti viljeltyjen peltojen ja neljäsosan luomupeltojen rikkakasvimassasta. Vuosina 1997–1999 tehdyssä kevätiljapeltojen kasvillisuuskartoituksessa juolavehnää kasvoi noin 66 prosentilla tutkituista 690 kevätiljapellosta. Luomupelloilla juolavehnä oli keskimääräistä yleisempi, eli sitä tavattiin 81 prosentilla tutkituista 165 pellosta (Salonen ym. 2001d).

Samassa Salosen ym. (2001d) tutkimuksessa juolavehnan versomäärä oli tavanomaisesti viljellyillä kevätiljapelloilla keskimäärin 23 kpl/m<sup>2</sup> ja luomupelloilla 49 kpl/m<sup>2</sup>. Biomassaa juolavehnä tuotti tavanomaisesti viljellyillä pelloilla 92 kiloa hehtaarilta ja luomupelloilla 178 kiloa hehtaarilta. Juolavehnää kasvoi kevätiljapelloilla runsaammin kuin 1980-luvun alussa (Erviö & Salonen 1987), jolloin juolavehnä tuotti tavanomaisesti viljellyillä pelloilla keskimäärin 64 kiloa ilmakeivää massaa hehtaarilta.

### *Juolavehnan vaikutukset sadon laatuun ja määrään*

Juolavehnä varjostaa ja hidastaa kasvuston kuivumista, joten viljasadon *Fusarium*-sienten toksiinien määrä on sitä suurempi, mitä enemmän juolavehnää viljan seassa kasvaa. Kasvuston juolavehnäisyys yleensä lisää sadon puintikosteutta ja roskapitoisuutta ja alentaa hehtolitrapainoa (Hallgren & Fischer 1992). Vuosina, jolloin viljan kääpiökasvuvirusta esiintyy paikallisesti, virustautiset laikut ovat usein lähellä juolavehnälaikkuja (Kuva 9) ja juolavehnäisiä pientareita (Kurppa 1990).



Kuva 9. Juolavehnästä johtuvien satotappioiden määrittystä vaikeuttaa usein juolavehnan laikuttainen kasvu. (Kuva: Heikki Jalli)

Kevätviljojen suhteellinen sato ja sadon määrän pieneneminen ovat hyvin kiinteästi yhteydessä juolavehnätiheyteen (Hallgren 1988b). Juolavehnan torjunnasta on eniten hyötyä, kun rikkakasveja on paljon, ja torjunnasta saatava suhteellinen hyöty suurenee satotason pienentyessä. Monissa tutkimuksissa on yhden neliömetrillä kasvavan juolavehnan laskettu pienentävän ohrasatoa 0,093–0,2 % (Cussans 1970, Hallgren & Fischer 1992, Melander 1994, Harker & O’Sullivan 1993). Ruotsalaisen tutkimuksen mukaan kevätvehnä ja kaura hyötyvät juolavehnätorjunnasta enemmän kuin ohra (Hallgren & Fischer 1992).

Juolavehnäversojen lukumäärän avulla ei voi arvioida satotappiota niin tarkasti kuin juolavehnan kuivapainosta, vaikka käytännössä versojen lukumäärän avulla saadaan riittävän tarkkoja arvioita. Juolavehnan biomassan määrittäminen on paljon kasvutiheyden määrittystä työläämpää. Salonen (1992b) sijoitti monivuotisten juolavehnätorjuntakokeiden tulokset kaavaan laskeakseen taloudellisen torjuntakynnyksen:

$$Y = Y_{wf} \{1 - IE / [100(1 + I/A)E]\} \quad (\text{Cousens 1985}),$$

jossa

Y = sato

$Y_{wf}$  = teoreettinen sato ilman rikkakasveja (weed free)

I = satotappio % juolavehnätiheyden lähestyessä nollaa

A = maksimi satotappio % juolavehnätiheyden lähestyessä ääretöntä (=100 %)

E = taloudellinen torjuntakynnys

Jokainen kilo juolavehnan versoja pienensi viljasatoa 0,34–0,39 kg/ha juolavehnettömän viljan sadon ollessa 2500–4000 kg/ha (Salonen 1992b). 1990-luvun alkupuolen viljan ja torjunta-aineiden hinnoilla, 3000 kg/ha sadolla ja 2000 mk/tonni sadon arvolla sekä 600 mk:n torjuntakustannuksella torjuntakynnys oli 40 g tai 40–160 versoa/m<sup>2</sup> (Salonen 1992b). Myös tanskalaisen tutkimuksen (Melander 1995) mukaan viljakasvien sato pienenee suoravii- vaisesti suhteessa juolavehnamäärän suurenemiseen. 20 g juolavehnam<sup>2</sup> (eli 200 kg/ha) pienentää ohrasatoa 210 kg/ha eli juolavehnekiloa kohti ohrasato pienenee hieman yli kilon/ha. Samoin tanskalaisessa tutkimuksessa juolaveh- nätiheys 100 versoa neliömetrillä pienensi rukiin hehtaarisatoa kahdeksan prosenttia (Melander 1994).

Melanderin (1993) mukaan viljakierrossa, jossa juolavehnä ruiskutetaan ennen puintia, torjuntakynnys on viljalajista riippuen 1–10 juolavehnan versoa neliömetrillä. Torjuntakynnys nousee 15–20 juolavehnan versoon neliömet- rillä jos viljelyjärjestelmään kuuluu sänkimuokkaus kemiallisia käsittelyjä täydentämässä (Taulukko 1).

Taulukko 1. Torjuntakynnys ennen korjuuta tehtäville juolavehnän glyfosaatti-ruiskutuksille (Melander 1993).

	Torjuntakynnys verso- ja/m <sup>2</sup>	Käsittelyjä/8 vuotta
<b>Puhdas vehnäkierto</b>		
Vehnä	1	3
" sänkimuokkaus	18–27	2
<b>75 % vehnä + 25 % herne –kierto</b>		
Vehnä	1–3	2
" sänkimuokkaus	1–3	2
<b>Puhdas ohrakierto</b>		
Ohra	5	4
" sänkimuokkaus	13	2
<b>75 % ohra + 25 % herne –kierto</b>		
Ohra	Lisätorjunta tarpeen	2
" sänkimuokkaus	1–5	2
<b>Puhdas ruiskierto</b>		
Ruis	Torjunta kannattamatonta	0
" sänkimuokkaus	Torjunta kannattamatonta	0
<b>75 % ruis + 25 % herne –kierto</b>		
Ruis	1	2
" sänkimuokkaus	Torjunta kannattamatonta	0

### *Rypsi ja herne*

Viljelykasvien kilpailukyky juolavehnää vastaan pienenee järjestyksessä ruis > syysvehnä, kaura > ohra >> rypsi, herne (Permin 1985, Hallgren 1988b, Melander 1994). Rypsi kasvaa voimakkaasti ja pystyy hyödyntämään juolavehnältä vapautuvan tilan. Rypsisato suurenee juolavehnän torjunnan ansiosta suhteellisesti enemmän kuin viljasadot (Hallgren & Fischer 1992). Tanskalaisissa kokeissa 50 juolavehnän versoja neliömetrillä pienensi kevätrypsisatoa 15–25 % verrattuna juolavehnettömään rypsikasvustoon ja juolavehnettömyyden kasvaessa 100 kpl/m<sup>2</sup>:llä suureni satotappio 25–44 %:iin (Melander 1993).

Herneen ja rypsin satokäyrä juolavehnamäärän suhteen on kupera ja juolavehnestä johtuvaa satotappiota kuvaa eksponentiaalinen kaava:

$$Y = Y_{wf} [\exp(-bd_{if})]$$

jossa

Y = sato

$Y_{wf}$  = teoreettinen sato ilman rikkakasveja (weed free)

$b$  = satotappio juolavehnnätiheyden lisääntyessä  $d_i$  tai juolavehnamassan lisääntyessä  $d_f$

ja prosentuaalinen satotappio  $Y_L = 100[1 - \exp(-bd_{if})]$  (Melander 1995).

Juolavehnan torjunta lisää rypsin satoa (Taulukko 2). Rypsi hyötyy valikoivasta juolavehnnätorjunnasta vähiten, 20 %, kasvaessaan hienolla hiedalla. Juolavehnnätorjunnasta saatava hyöty suurenee maan humuspitoisuuden lisääntyessä. Käsittelyn seurauksena myös sadon puhtaus ja öljypitoisuus suurenevät (Hallgren 1995a).

### 3.3 Kestorikkakasvien hyötykäyttö

Joissakin tapauksissa rikkakasveja voidaan hyödyntää rehuna tai ihmisravintona. Pello-ohdakkeen hyötykäytöstä löytyy vain vähän mainintoja. Kotieläimistä ainakin vuohet syövät ohdaketta. Nuoffer (1993) löysi tutkimuksessaan eroja vuohien mieltymyksissä: lypsävät vuohet suosivat merkitsevästi enemmän pello-ohdaketta kuin ei-lypsävät vuohet. Rautavaaran (1976) mukaan ohdaketta on menneinä vuosisatoina käytetty myös ihmisravinnoksi mm. Taalainmaalla.

Peltovalvattia on mahdollista käyttää hyödyksi usealla eri tavalla. Runsaasti valvattia kasvavia alueita on laidunnettu ja korjattu eläinten ravinnoksi kasvin ollessa nuori (Lemna & Messersmith 1990). Valvatin sulavuus (in vitro) on yhtä hyvä tai parempi kuin sinimailasen (*Medicago sativa*). Lampaille valvatin maittavuus on huonompi kuin sinimailasen tai nurmikasvien. Valvatin kuiva-aineen raakavalkuaispitoisuus on noin 10 % (Lemna & Messersmith 1990). Paahdettuja valvatin juuria on käytetty kahvin korvikkeena tai jatkeena. Nuoria, pehmeitä lehtiä voidaan käyttää ravinnoksi sellaisenaan tai kiehautettuna. Valvatti on mahdollinen öljy- ja hiilivetytuotannon raaka-ainekasvi. Se sisältää myös luonnonkumia, josta suurin osa koostuu öljystä. Lääketeollisuudelle voi olla hyötyä valvatin sisältämistä hiilivedyistä, penta-syklisistä triterpeeneistä (Lemna & Messersmith 1990).

Taulukko 2. Juolavehnnätorjunnan vaikutus rypsisatoon.

Käsittlemätön Juolavehnnää		rypsisato	Käsitelty Satoa lisää		Tutkimus
kpl/m <sup>2</sup>	g/m <sup>2</sup>		prosenttia	kg/ha	
180	320	1350	17–21	230–280	Lundegårdh 1993
210	221	1425	16–18	225–250	Hallgren 1995a
	180		15–20		Salonen 1986
		1970	16	310	Bondesson 1988
100		1630	35	880	Melander 1994

Myös juolavehnää voidaan käyttää eläinten rehuna. Vielä 1930-luvulla se oli merkittävä rehuksvi Lapissa (Pulli 1982). Juolavehnä talvehtii pohjoisessa paremmin kuin esim. timotei. Juolavehnä todettiin 1970- ja 80-lukujen tutkimuksissa talvenkestäväksi, satoisaksi ja kevätadon valkuaispitoisuuden sekä sulavuuden osalta hyvälaatuiseksi (Hakkola 1982, Pulli 1982). Lihanautojen ruokintakokeessa juolavehnällä ruokitut eläimet kuitenkin kasvoivat hitaammin kuin timoteilla tai rehukattaralla ruokitut eläimet (Joki-Tokola 1987). Koska juolavehnä on vaikea hävitettävä, sitä ei voida suositella kuin pitkäikäisiin nurmiin alueilla, joissa tavanomaiset nurmiheinät talvehtivat huonosti (Hakkola 1982, Pulli 1982).

## **4 Kemiallinen torjunta**

### **4.1 Pelto-ohdakkeen ja –valvatin kemiallinen torjunta**

Tavanomaisessa viljelyssä ohdake ja valvatti eivät muodostu ongelmaksi, kun pidetään huoli kasvinvuorotuksesta ja käytetään herbisidejä. Pelto-ohdake ja -valvatti ovat melko helposti torjuttavissa useilla eri kevätiljajerbisideillä. 1970 ja -80 luvuilla näiden rikkakasvien tiheys viljapelloilla vähentyikin hyvin pieneksi (Erviö & Salonen 1987). 1990-luvulla ohdake ja valvatti näyttäisivät hieman lisääntyneen (Salonen ym. 2001a). Syiksi tähän on esitetty mm. ruiskutusten aikaistumista, alennettuja käyttömääriä, pienannosaineita, viljelykierron yksipuolistumista ja muokkausten keventämistä (Håkansson 1995, Marttila 2000).

Yksivuotisten rikkakasvien alkukehitys on nopeaa ja ne suositellaan torjuttaviksi viljojen 2–3 -lehtiasteen ja pensomisen lopun välisenä aikana (Junnila 1988). Viljan kehitysastetta tärkeämpää olisi seurata rikkakasvien taimettumista ja kehitystä. Siemenrikkakasvien taimettumista on tarkkailtava viljan 3-lehtiasteelta lähtien, jolloin voidaan tehdä oikea-aikainen ruiskutus normaalia pienemmällä herbisidiannoksella rikkakasvien ollessa pieniä (Salonen 1994).

Aikaiset herbisidikäsitteilyt eivät tehoa ohdakkeeseen ja valvattiin, koska ohdakkeen taimettuminen siemenistä on keväällä hidasta (Amor & Harris 1975, Holm ym. 1977, Heimann & Cussans 1996) ja myös valvatin siemenet taimettuvat todennäköisimmin loppukevästä (Håkansson & Wallgren 1972a). Myös ohdakkeen ja valvatin talvehtineista juurista kasvavat silmut vaativat maan lämpenemistä ennen kasvun alkamista (Hamdoun 1972, Moore 1975, Kvist & Håkansson 1985).

## *Valikoimattomat torjunta-aineet*

Pelto-ohdakkeen ja -valvatin torjunta on mahdollista glyfosaatilla. Kanadalaisissa tutkimuksissa parhaat tulokset saatiin, kun ohdake käsiteltäessä oli kesän muokkauksien jälkeen ruusukeasteella. Nuppuasteella käsittelyyn verrattuna voidaan ruusukeasteella glyfosaatin käyttömäärä puolittaa, ilman että teho siitä heikkenee (Hunter 1996). Darwent'in ym. (1994) tutkimuksessa viikkoa tai kahta ennen puintia tehtyjen yksittäisten ja vuosittain toistettujen glyfosaattikäsitteilyjen (0,45–1,8 kg/ha) tehot olivat hyvin erilaiset eri kokeissa ja koepaikoilla. Syynä erilaisiin tuloksiin herbisidejä käytettäessä voivat olla ohdakepopulaatioiden perinnölliset erot (Frank & Tworkoski 1994).

Torjunnan onnistuminen edellyttää, että kasvi on hyvässä kasvussa ja vihreitä lehtiä on näkyvissä. Pohjoismaisten ohjeiden mukaan torjunta glyfosaatilla onnistuu parhaiten muokkaamattomilla kesannoilla ja lopetettavilla nurmilla ennen syysviljan kylvöä (Lallukka 1998). Suomalaisessa kokeessa (MTT 1992) ruiskutettiin glyfosaattia 2,16 kg/ha kesannolle elokuun puolivälissä, kun valvatti oli 50–150 cm mittaista. Glyfosaatti vähensi valvattien lukumäärää 94 % ja painoa 86 %. Viljankorjuun jälkeinen ruiskutus on myös mahdollista, mikäli rikkakasvit eivät vielä ole siirtyneet talvilevolle.

Ohdakkeen ja valvatin torjunnassa glyfosaatin suositeltu käyttömäärä on noin kaksinkertainen verrattuna juolavehnan suositukseen. Jos lohkolle ei ole juolavehnan torjuntatarvetta, on ohdakkeen ja valvatin torjunta edullisempaa fenoksiherbisideillä.

Carlsonin ja Donaldin (1988) mukaan glyfosaatti pienentää juurten silmujen kasvukykyä ja uusien versojen muodostumista enemmän kuin juurten massan pienentyminen edellyttäisi. Täyden kukinnan aikaan käsittely (360–720 g/ha) vähensi otavalvatin itämiskykyisten siementen määrää 90–100 %. Kukinnan jälkeen tehdyt käsittelyt eivät vaikuttaneet paljoa siemensatoon tai siemensadon laatuun. Glyfosaatti oli glufosinaattia tehokkaampi (Semb & Skuterud 1996).

## *Valikoivat ohdakkeen ja valvatin torjunta-aineet*

Mikäli kevään rikkakasviruiskutuksissa aiotaan torjua myös pelto-ohdaketta ja -valvattia, on näiden keväällä hitaasti kehittyvien kasvien oltava ruiskutuksen aikaan taimella. Ruiskutushetkeä on siis lykättävä lähelle viljojen korrenkasvun alkua (Salonen 1998).

Torjunta-aineiden teho on Håkanssonin (1995) mukaan paras ohdakkeeseen, kun versojen pituus on 25–30 cm. Fykse (1977) puolestaan sai parhaan tehon ohdakkeen 10-lehtiasteelta siihen saakka kun versot olivat 15 cm mittaisia. Valvattiin Fykse (1977) sai parhaan tehon, kun ruiskutus tehtiin kasvin 12-lehtiasteella tai kun versot olivat 15 cm mittaisia. Kokeessa ei kuitenkaan

tutkittu tätä suurempia kasveja. Torjunta-aineet kulkeutuvat tehokkaimmin valvatin juuriin, kun kasvissa on ainakin 5–7 lehteä (Fykse 1976). Aiemmassa vaiheessa aineet jäävät enimmäkseen kasvin lehtiin (Lemna & Messersmith 1990). Tämä tarkoittaa sitä, että torjunnan optimiajankohta olisi monesti vasta viljan korrenkasvuvaiheessa, jolloin pesäkekäsittely on vielä mahdollista (Salonen 1998).

Pelto-ohdake ja -valvatti ovat melko herkkiä fenoksiherbisideille (esim. MCPA, mekopropi-P) (Holm ym. 1977, Gummesson 1990, Lemna & Messersmith 1990, Junnila 1998a). Näilläkin torjunta on toistettava oikea-aikaisesti vähintään 2–4 vuotena peräkkäin, jotta myös rikkakasvien juuristoa saataisiin tuhottua riittävästi (Holm ym. 1977, Donald 1992). Gummessonin (1990) 12 vuotta kestäneessä viljojen monokulttuurikokeessa ohdake ja valvatti pysyivät hyvin kurissa MCPA:lla, MCPA:n ja diklorproppin yhdistelmällä sekä MCPA:n, diklorproppin, ioksiniilin ja bromoksiiniilin yhdistelmällä (Oxitril 4). Sen sijaan Hallgrenin (1994c) 14 vuotta jatkuneessa ohran monokulttuurikokeessa nämä rikkakasvit lisääntyivät haitallisesti varsinkin Oxitrilin pienennetyillä käyttömäärillä. Peltovalvatti lisääntyi selvästi (ohdaketta enemmän) jopa suurimmalla (2,4 l/ha/v) käyttömäärillä.

Klopyralidilla, jota on pieniä määriä viljoille tarkoitetuissa fenoksihapo-  
poseoksissa (KTTK 2001), saadaan ohdakkeen ruusukeasteella torjuttaessa parempi teho kuin nuppuasteen käsittelyllä (Miller & Lym 1998). Brittiläisten kenttäkokeiden mukaan torjunta klopyralidilla on tehtävä ennen ohdakkeen ja valvatin 6-lehtiastetta, lisäksi kaalivalvatti kesti käsittelyjä hyvin (Clay & Dixon 1998). Suomessa käsittely suositellaan tehtäväksi 6–8 -lehtiasteella (Taulukko 3). Kanadassa saatiin paras ja kestävin teho torjuttaessa ohdake kahdeksan viikon kuluttua maissin tai soijan korjuusta yhdistetyllä glyfosaatti + klopyralidi + 2,4-D -käsittelyllä (Miller & Lym 1998).

Pienannosaine klorsulfuronin (Glean) on todettu useissa kokeissa tehoavan melko hyvin ohdakkeeseen (Donald 1992, Zuris ym. 1987) ja metsulfuronin teho ohdakkeeseen on erinomainen (Sprague ym. 1999). Kasvit tuhoutuvat, jos ne ovat ruiskutusohdalla taimella (Junnila 1983). Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa klorsulfuronin käyttö neljänä peräkkäisenä vuotena vähensi ohdakeversojen ja juurten määrän lähes nollaan. Tribenuron-metyyli (Express) ei ollut yhtä tehokas (Donald 1992), vaikka se (0,015 kg/ha) Dixonin ym. (2000) tutkimuksissa vähensi ohdakkeen kasvua huomattavasti. Valvattiin tribenuroni, pirimisulfuroni ja tribenuroni tehosivat kasvihuonekokeissa yli 70 %:sesti (Sprague ym. 1999).

Junnila (1983) suositti klorsulfuronin ruiskutettaviksi kun viljassa on 2–3 lehteä, mutta myöhempien tutkimusten mukaan ruiskutuksen myöhästymisellä ei ole siemenrikkakasvien torjunnan kannalta merkitystä (Junnila 1988a). Fenoksihapoilla ruiskutettaessa käyttöaika (viljan 2–3 lehtiasteelta



korrenkasvun alkuun) ei vaikuta siemenrikkakasveihin saatavaan tehoon (Junnila 1989).

Tuoreimmissa ohjeissa fenoksihappojen todetaan tehoavan syväjuurisiin rikkakasveihin pienannosaineita paremmin (Matikainen 2001). Pienannosaineet on ruiskutettu monesti liian aikaisin suhteessa ohdakkeen ja valvatin kehitystasoon, mikä saattaa osittain selittää fenoksihappojen parempaa tehoa ohdakkeeseen ja valvattiin.

Ainakin Australiasta on löydetty klorsulfuronin kestäviä kaalivalvatteja (Adkins ym. 1997). Jotta pitkäaikaisessa viljanviljelyssä välttyttäisiin sulfonyyliureoita kestävien rikkakasvikantojen syntymiseltä, Suomessa suositellaan vähintään 3–4 vuoden välein käsittelyä muulla kuin tähän ryhmään kuuluvalla herbisidillä (Junnila 1998b). Turkissa tehdyissä kokeissa pelto-ohdake alkoi 3–4 vuoden käytön jälkeen kestää fenoksiherbisidiäkin (Zengin 2001).

### *Tiivistetyt ohjeet*

Nykyisellä herbisidivalikoimalla (Taulukko 3) pelto-ohdakkeen ja -valvatin kurissapitäminen ei ole mahdoton tehtävä. Tiivistetyt ohjeet ovat: siirrä ruiskutushetki lähelle viljan korrenkasvun alkua, vältä pienannosaineita ja pienennettyjä käyttömääriä ongelmaloikoilla sekä käytä runsaasti vettä, jolloin aineiden joutuminen rikkakasvien lehdille on varmempaa tiheässä kasvustossa. Tehokasta torjuntaa edeltävänä vuonna voi olla viisasta jättää maa kyntämättä, ettei käännetä kestorikkakasvien juuristoa torjunnalta suojaan. Samoin torjuntaa seuraavana syksynä voi olla perusteltua jättää maa kyntämättä, ettei nosteta syvällä olleita versottomia juurakoita pintaan. Maahan hautautuneet ja lepotilassa olevat juuristonpalaset ovat näet suojaassa kemikaaleilta (Junnila 1998a). Ohdakkeen ja valvatin syväjuurisuuden takia niiden hävittäminen on kemikaaleillakin yleensä kolmen vuoden projekti, joten niiden torjunta on pidettävä vuosittain mielessä (Ansalehto 2001).

Taulukko 3. Ohdakkeen ja valvatin torjuntaan soveltuvia tehoaineita. Yhteen-  
veto on kerätty torjunta-aineiden käyttöoppaista.

Tehoaine	Viljelykasvi	Käsittelyaika
MCPA	Kevätviljat, nurmien suojaviljat	Pensomisvaihe ennen korrenkasvun alkua, pesäkekäsittelynä en- nen viljan tähkälletuloa
Mekopropi-P, diklor- proppi-P	Kevätviljat, apilattomien nurmien suojaviljat, nurmikot	Pensomisvaihe ennen korrenkasvun alkua
Klopyralidi	Sokeri-, puna- ja rehu- juurikas	Ohdakkeen ollessa 20 cm ja valvatin ollessa 6– 8 -kasvulehtiasteella
	Lanttu, kevättrypsi ja - rapsi, herukat	Herukat käsitellään ke- vällä
	Mansikka, kukka- ja keräkaali	Mansikka käsitellään sadonkorjuun jälkeen
Florasulami	Syys- ja kevätvehnä	Viimeistään ennen kor- renkasvun alkua
Fluoksipyyri	Perustettavat heinät	2–4 -lehtiasteella
	Nurmet, laitumet	Keväällä/alkukesällä
	Kevätviljat	Pensomisen loppuun mennessä
	Syysviljat	Varhain keväällä kasvun alkaessa
Sulfonyyliurea- valmisteet	Kevätviljat, apilattomien nurmien suojaviljat	Viljan 3–4 –lehtiasteelta alkaen korrenkasvun alkuun mennessä
Diflufenikaani	Kevätviljat myös heinän suojavilja	Pesäkekäsittelynä en- nen viljan tähkälletuloa
Diflufenikaani ja gly- fosaatti	Viljelemättömät alueet	Juuri ennen kukintaa tai heti sen jälkeen

## 4.2 Juolavehnan kemiallinen torjunta

Vielä 1950-luvulla juolavehna joutui kilpailemaan kasvutilasta sekä viljely-  
kasvin että muiden rikkakasvien kanssa. Monipuolinen viljelykierto, avo-  
kesannot ja tehokas muokkaus pitivät juolavehnaa kurissa 1950- ja 1960-  
luvulla. Skandinaviassa juolavehnaa alettiin pitää ongelmana 1960-luvun  
puolivälissä (Håkansson 1975). Viljelyn muuttuminen viljavaltaiseksi antoi  
juolavehnälle lisää mahdollisuuksia ja se lisääntyi nurmiviljelyn ja harattavi-

en riviviljelysten vähetessä (Håkansson 1995). Juolavehnän ja muiden monivuotisten rikkakasvien lisääntymisen taustalla voi olla myös muokkaustöissä säästäminen ja syysviljojen viljelyn lisääntyminen (Mikulka & Chodová 1999).

Leveälehtisten rikkakasvien tehokas kemiallinen torjunta on antanut juolavehnälle lisää kasvutilaa. Viljelykiertojen yksipuolistumista, avokesannoista luopumista, typpilannoituksen lisäämistä, kevennettyjen muokkausmenetelmien yleistymistä ja kevätkuokkausten aikaistamista on pidetty juolavehnän runsastumisen syinä. Kasvinjalostajat ovat tuoneet markkinoille yhä lyhytkortisempia viljalajikkeita, joiden varjostavuus ja kilpailukyky juolavehnää vastaan on pitkäkortisia lajikkeita heikompi.

Juolavehnän kemiallisen torjunnan ensimmäiset vaihtoehdot tarjosivat TCA, maleinihydratsidi ja amitroli, joita käytettiin etenkin 1970-luvulla. Vuonna 1976 Suomen markkinoille tullut glyfosaatti ja 1980-luvun alussa tulleet valikoivat herbisidit (alloksidimi-natrium, setoksidiimi, fluatsifoppi-butyyli jne.) valtasivat nopeasti juolavehnän torjunta-ainemarkkinat amitrolin poistuttua markkinoilta 1980-luvun alussa. Ennen puintia tehtävää glyfosaattikäsitteilyä lukuunottamatta juolavehnän torjunta on ollut mahdotonta kasvavasta viljakasvustosta. Vuonna 2001 Suomessa esiteltiin ensimmäinen juolavehnän torjuntaan sopiva viljalla käytettävä valikoiva sulfonyyliurea-valmiste, sulfo-sulfuroni, kauppanimeltään Monitor (Hiltunen 2001). Glyfosaatti on ollut 1990-luvulla myynnin arvoltaan merkittävin tehoaine Suomessa (Hynninen & Blomqvist 1996, Savela ym. 2001).

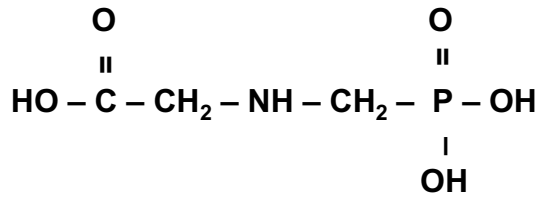
## 4.2.1 Valikoimattomat torjunta-aineet

### *Glyfosaatti*

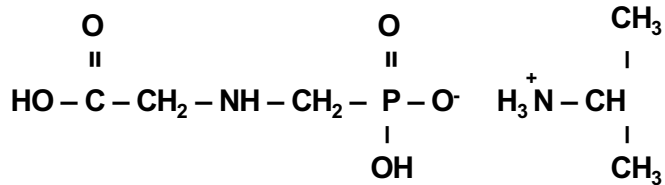
Torjunta-ainerekisterissä on 20 eri glyfosaattiformulaatiota (KTTK 2001).

#### Vaikutustapa

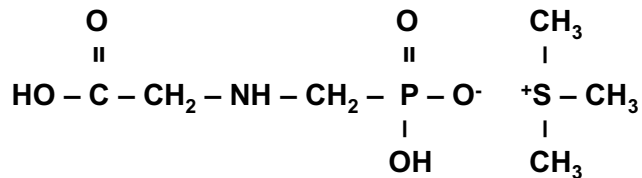
Glyfosaatti (Kuva 10) estää enolipuryvyyli-3-fosfaatin (EPSP) synteesissä tarvittavan entsyymien toiminnan, jonka seurauksena kolmen aromaattisen aminohapon, fenyylialaniinin, tryptofaanin ja tyrosiinin muodostuminen estyy (Cole 1985). Glyfosaattia kulkeutuu nopeasti (Sprankle ym. 1975) ja enemmän (Harker & Dekker 1988) kuin muita herbisidejä lehdistöstä juurakkoon. Lämpötilan nousu vähentää glyfosaatin kulkeutumista juurakkoon. Muista herbisideistä poiketen versoon kertymisen lisääntyessä tehoaineen kertyminen juuriin/juurakkoon samanaikaisesti vähenee (Harker & Dekker



Glyfosaatti



Glyfosaatin isopropyyliaminoasuola



Glyfosaatti-trimesium

Kuva 10. Glyfosaattiyhdisteiden rakennekaavoja.

1988). Kasvin hengitys ja fotosynteesi eivät heikkene ennen kuin vähintään kolmen päivän kuluttua käsittelystä, joten hengitykseen ja fotosynteesiin vaikuttaminen eivät ole hidasta vaikutusta lukuunottamatta glyfosaatin ensisijaisia vaikutusreittejä (Sprankle ym. 1975).

Glyfosaatti kulkeutuu juolavehnässä samaan suuntaan kuin yhteyttämistuotteet (Sprankle ym. 1975), eli juurakoiden kärkiin ja juurakonkärjen läheisiin silmuihin. Koska kasvin juurakoissa on monenikäisiä silmuja, voi käsittelyaikaan olla myös vanhoja silmuja, jotka saavat vain hyvin pieniä määriä glyfosaattia (Shieh ym. 1993). Glyfosaattia ei kannata ruiskuttaa muiden herbisidien kanssa seoksena tai heti muiden herbisidien käytön jälkeen, koska silloin glyfosaatin kulkeutuminen juurakkoon estyy (Sprankle ym. 1975) ja teho heikkenee.

## Käyttöajat ja käyttömäärät

Glyfosaatti tehoa parhaiten, kun juolavehnässä on käsittelyhetkellä 4–6 vihreää lehteä (Ivany 1981) ja juolavehnän juurakko on aloittanut kasvunsa (Håkansson 1967, Williams 1970). Kesannossa saadaan paras teho suomalaisten kokemusten mukaan vasta juolavehnän tähkälletulon jälkeen (Salonen 1998), ja ennen nurmen kyntöä tehty glyfosaattikäsittely tehoa hieman paremmin kuin sänkikäsittely. Paras teho saadaan ruiskutettaessa mahdollisimman hyvissä olosuhteissa kesannolla vapaasti kasvava juolavehnä (Hallgren & Fischer 1992).

Juolavehnän torjunnan on oltava tehokasta ja torjunnasta olisi saatava hyöty jo käsittelyvuotena (Bondesson 1988). Jotta kevät käsittelyllä päästäisiin samoihin tuloksiin kuin syyskäsittelyllä, tarvitaan glyfosaattia kaksinkertaiset annokset (Ivany 1981).

Ennen kylvöä tehty glyfosaattikäsittely voi haitata kasvien taimettumista. Tehtaessä glyfosaattiruiskutus viikko ennen syysrapsin suorakylvöä juolavehnän juurista rapsiin kulkeutunut tehoaine haittasi rapsin kasvua ja taimettumista, mutta vastaavaa vaikutusta ei havaittu ruiskutettaessa päivä ennen rapsin taimettumista (Nilsson & Hallgren 1989b). Hallgrenin ja Nilssonin (1990a) kokeissa glyfosaattikäsittely ja maahan timoteikylvöksen alapuolelle kynnetty juolavehnä ei haitannut timotein taimettumista ja kasvua. Taimettuvan timotein yläpuolella oleva glyfosaatti vahingoitti kasvia, vaikka käsittelystä oli kulunut 15 päivää.

Glyfosaatin suhteellinen teho heikkenee maan multavuuden ja juolavehnän määrän lisääntyessä, ja multamailla sen teho juolavehnään on huonompi kuin muilla maalajeilla (Hallgren & Fischer 1992, Hallgren & Nilsson 1993a). Multamailla kuitenkin saadaan juolavehnän torjunnalla muita maalajeja suuremmat sadonlisäykset (Hallgren & Fischer 1992).

Salosen (1992b) tutkimuksessa paras pitkäaikaisvaikutus yksipuolisessa viljanviljelyssä juolavehnää vastaan saatiin, kun glyfosaatti ruiskutettiin ennen puintia. Ennen korjuuta käytettävän glyfosaatin teho heikkenee, jos juolavehnää on jo aiemmin kasvukaudella torjuttu valikoivalla herbisidillä (Wall & Smith 2000). Ennen korjuuta käsitellyn rypsin siemenistä löytyvät glyfosaatin ja sen hajoamistuotteen AMPAn (aminometyylifosfonihappo) jäämät vähenevät, kun siemenet ovat käsiteltäessä mahdollisimman kuivia ja glyfosaatin käyttömäärä on pieni (Cessna ym. 2000). Ennen korjuuta tehty glyfosaattikäsittely ei nopeuta rypsikasvuston kuivumista, ja sillä on vain pieni vaikutus rypsisatoon, siemenen kokoon, itävyyteen tai lehtivihreäpitoisuuteen, jollei käsittelyä tehdä litujen ollessa vihreitä ja siementen kosteuden ollessa korkeita (Darwent ym. 2000).

Ruotsissa on kokeiltu juolavehnän torjuntaa ohrasta glyfosaatilla sivelylaitteita käyttäen. Torjuntaa haittasi ohran ja juolavehnän pieni korkeusero, eikä juolavehnän torjunnasta huolimatta sato suurentunut (Bondesson 1988). Tulokset puinnin yhteydessä tehdystä sivelykäsittelystä ovat vaihtelevia. Tulosten vaihtelua lisää pieni käyttömäärä. Arvidsonin (1989) tutkimuksessa syyskuun alussa tehtyjä käsittelyjä edeltäneet pakkasyöt mahdollisesti tehostivat sivelykäsittelyn vaikutusta, mutta käsittelyjä seuranneiden pakkasöiden epäillään heikentävän tehoa. Puinti lyhyeen sänkeen tehostaa torjuntaa, koska lyhyeksileikatut juolavehnän versot eivät liu’u torjuntasukan alta ja leikkauspintaan saadaan hyvin torjunta-ainetta. Käytettävän annoksen säätäminen on vaikeaa käytettäessä sivelymenetelmää (Arvidson 1989). Ruiskuttamalla Roundup’ia 3 l/ha saadaan yleensä parempi tulos kuin 1,5 l/ha sivelynä (Hallgren 1994a).

### Ruiskutus puinnin jälkeen

Viljan puintiin yhdistetty ns. puimuriruiskutus (Kuva 11) on tehokkaampi kuin kolme päivää korjuun jälkeen tehty käsittely. Välittömästi puinnin jälkeen tehty glyfosaattiruiskutus tai puimuriruiskutus antavat paremman tuloksen kuin 1–3 vuorokauden kuluttua puinnista tehdyt käsittelyt (Hallgren 1987b, Hallgren & Nilsson 1990b).

Syksyllä glyfosaatti tehoaa paremmin, kun juolavehnässä on käsittelyhetkellä 4–6 vihreää lehteä kuin 3–4 lehtiseen kasviin (Ivany 1981). Puinninjälkeisen käsittelyn vaikutus tehostuu, kun oljet kerätään pois ennen käsittelyä (Hallgren 1987b). Puinninjälkeinen glyfosaattikäsittely vähentää eniten juolavehnän versojen kasvua, kun vilja on puitu 7 cm:n pituuteen ja käsittely tehdään



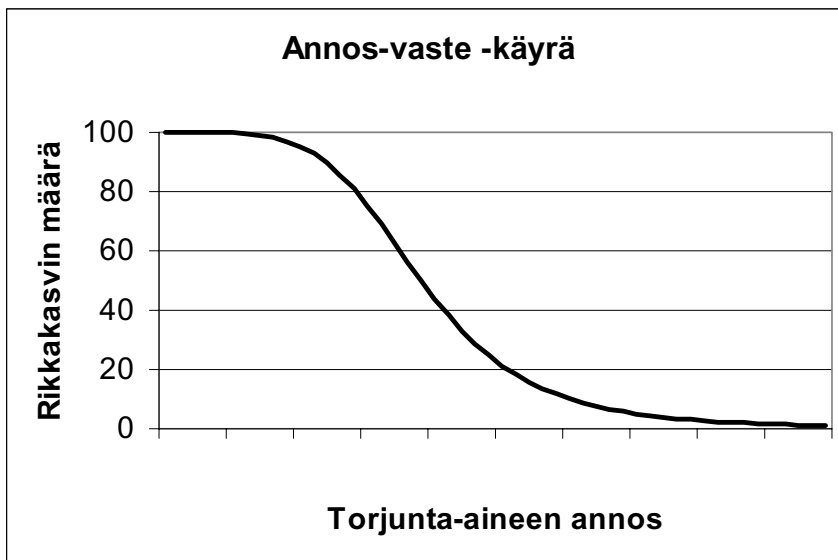
Kuva 11. Puimuriruiskutus. (Kuva: Jukka Salonen)

18 päivän kuluttua puinnista (Hallgren & Nilsson 1989b). Juolavehnän juurakkoon saadaan paras teho käsiteltäessä 14–21 cm korkea sänkeä 18 päivää puinnista (Hallgren & Nilsson 1989b, Hallgren & Nilsson 1990b). Sänkikorkeus, jolla saadaan paras teho juolavehnään vaihtelee tapauksittain, mutta juolavehnän on ehdittävä muodostaa riittävästi yhteyttäviä lehtiä ennen käsittelyä (Hallgren 1994a).

Torjuttaessa juolavehnää viljan sängestä pienillä glyfosaattimäärillä teho on parempi käsittelyn myöhästyessä (Hallgren & Nilsson 1989b), koska tällöin juolavehnä ehtii paremmin palautua puinnissa saamistaan vaurioista. Kuitenkin ruotsalaisissa oloissa lokakuun toisen viikon jälkeen glyfosaatin teho alkoi heiketä (Hallgren & Fischer 1992). Suomessa teho alkanee heiketä syyskuun lopulla.

Mahdollisuuksia pienentää käyttömäärää

Glyfosaatin tehon heikkeneminen tapahtuu vain vähän toisistaan eroavien käyttömäärien välillä eli glyfosaatin annos-vaste -käyrä (dose-response curve) on jyrkkä (Kuva 12). Pienet käyttömäärät lisäävät juolavehnän versojen kasvua vararavinnon kustannuksella (Nilsson & Hallgren 1990a). Ruiskutenesteen määrän pienentäminen tehostaa glyfosaatin tehoa (Nilsson & Hallgren 1990b, Nilsson & Hallgren 1991).



Kuva 12. Periaatekuva annos-vaste -käyrästä rikkakasvien torjunnassa (Streibig 1988).

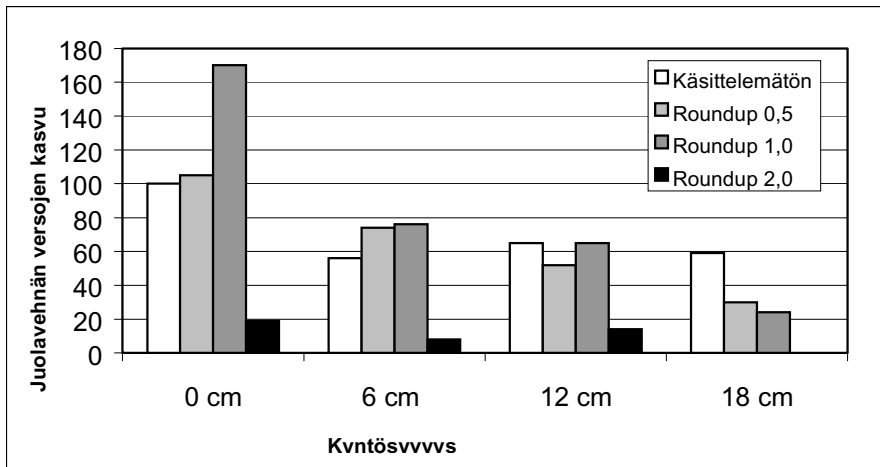
Erviön (1987) pelto-oloissa tehdyissä kokeissa glyfosaattimäärä 0,360 kg/ha ei tehonnut juolavehnään riittävästi. Samassa koesarjassa 0,720 kg/ha eli 2,0 litraa Roundupia hehtaarille oli suhteellisen tehokas varsinkin tarkasteltaessa juolavehnän painoa. Tosin annoksen pienentäminen lisää epäonnistumisen riskiä erilaisissa oloissa. Kasvihuonekokeissa 0,360 kg/ha glyfosaattia lisäsi juolavehnän versojen kasvua käytettäessä 200 tai 400 l pehmenettyä vettä/ha, mutta nestemäärän ollessa 100 l/ha saatiin glyfosaatilla 50 %:n teho versoihin ja vaikutus seuraavanakin vuonna oli hyvä (Nilsson & Hallgren 1990b)

Yhdistämällä torjuntaohjelmaan mekaaninen juolavehnän torjunta voidaan kemiallisesti torjua pienemmillä tehoainemäärillä. Raskaalla lautasäkeellä tehdyn sänkimuokkauksen jälkeen odotetaan kunnes juolavehnässä on 3–4 lehteä. Pienellä glyfosaattimäärällä ruiskutuksen jälkeen on odotettava aineen siirtymistä juurakkoon. Ilman myöhäistä syyskyntöä käsittelyjen teho juolavehnään heikkenee huomattavasti. Kasvihuoneolosuhteissa jo kolmen päivän päästä käsittelystä kyntämällä saadaan myöhäisiä kyntöjä paremmat tulokset (Hallgren & Nilsson 1989c). Toisaalta Hallgren ja Fischer (1992) pitävät syksyn oloja usein liian huonoina, jotta juolavehna ehtisi kasvaa riittävästi muokkauksen jälkeen. Hallgrenin (1994c) tutkimuksissa käsittelyä edeltävä sänkimuokkaus pikemminkin heikensi glyfosaatin tehoa verrattuna pelkkään glyfosaattikäsittelyyn.

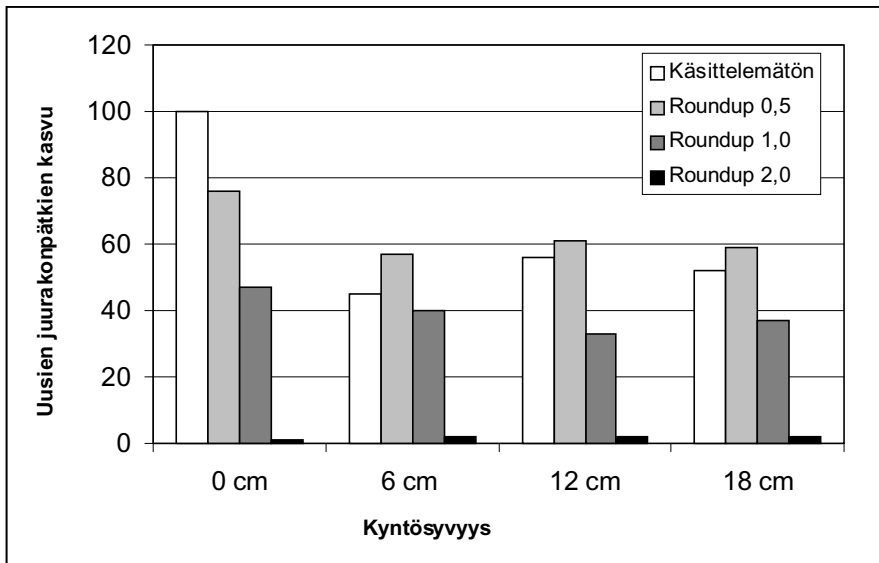
Ennen nurmen kyntöä tehty glyfosaattikäsittely tehoa hieman paremmin kuin sänkikäsittely (Hallgren & Fischer 1992). Kuukauden kuluttua käsittelystä tehty syvä kyntö tehosti kasvihuonekokeissa glyfosaatin torjuntavaikutusta matalaa kyntöä enemmän. Samoin glyfosaattimäärän lisääminen tehosti torjuntavaikutusta (Kuvat 13 ja 14) (Hallgren & Nilsson 1990c). Pieniä glyfosaattimääriä käytettäessä 8 cm syvän kynnön hyvä teho perustuu siihen, että syvällä olevia eläviä juurakonpaloja ei nosteta pintaan, mutta pinnalla olevat glyfosaattia saaneet juurakonpalat mullataan (Nilsson & Hallgren 1990d). Mitä myöhemmin kyntö tehdään, sitä enemmän se tehostaa glyfosaatin vaikutusta (Hallgren & Fischer 1992).

Kun maata ei muokattu Chandlerin ym. (1994) tutkimuksessa, juolavehnän juurakot kertyivät lähelle maan pintaa. Tällöin lähes kaikki juurakon osat kasvattivat maanpäällisen verson, ja populaatiota voitiin pienentää tehokkaasti glyfosaatin avulla.





Kuva 13. Kynnön syventäminen ja glyfosaatin käyttömäärän lisääminen tehostavat torjuntavaikutusta. Kasvusto on kynnety kuukauden kuluttua käsittelystä ja juolavehnnän versojen kasvu on mitattu kahden kuukauden kuluttua kynnöstä (100=2,2 g / 100 juurakonpätkeä) (Hallgren & Nilsson 1990c).



Kuva 14. Glyfosaatin käyttömäärän lisääminen turvaa tehon. Kasvusto on kynnety kuukauden kuluttua käsittelystä ja juolavehnnän uusien juurakonpätkien kasvu on mitattu kahden kuukauden kuluttua kynnöstä (100=11,7 g / 100 juurakonpätkeä) (Hallgren & Nilsson 1990c).

## Lisäaineet ja veden laatu

Pelkkä glyfosaatti ei vaikuta juolavehnan kasvuun ilman pinta-aktiivisia lisäaineita. Kiinnitteen kanssa ruiskutettuna valtaosa glyfosaatista imeytyy kasviin neljän tunnin kuluessa, minkä jälkeen tehoaineen huuhtoutumisvaara pienenee (Sprankle ym. 1975). Ammoniumsulfaatti lisää glyfosaatin tehoa, eikä teho heikkene vaikka ammoniumsulfaatin lisäksi käytetään öljyä. Öljyt yksin eivät tehosta glyfosaatin tehoa niin hyvin kuin ammoniumsulfaatti (Hallgren & Nilsson 1989a). Erviön (1987) kenttäkokeissa ammoniumsulfaatti ja rypsiöljy sekä kationiset kostutteen Sito, Frigate ja MP-tehoste paransivat Roundupin tehoa yhtä paljon.

Ruiskutuksissa käytettävän veden laatu korostuu käytettävän glyfosaattimäärän pienentyessä 0,36–0,4 kg:aan hehtaarilla (Hallgren & Nilsson 1991, Svensson 1992). Glyfosaatin teho heikkenee vähiten ioninvaihtovettä käytettäessä ja pehmenettyäkin vettä käytettäessä saadaan pienillä tehoainemäärillä tavallista vettä paremmat tulokset (Hallgren & Nilsson 1991). Eniten glyfosaatin tehoa heikentävät rauta ja alumiinisulfaatit, kalsium ja sinkkisuolien vaikutus on kohtalaisen voimakas ja mangnesiumin tehoa heikentävä vaikutus on kohtuullinen. Fosforilla ja rikillä ei ole vaikutusta glyfosaatin tehoon (Stahlman & Phillips 1979).

Veden laadun glyfosaatin tehoa heikentäviä vaikutuksia voi poistaa käyttämällä kiinnitteitä ja lisäaineita (Svensson 1992). Parhaat tulokset kalsiumkarbonaatti-pitoisessa vedessä antoi kompleksinmuodostaja ja kostute, Glufomix 1,0 l/ha. Se palautti tehon jopa paremmalle tasolle kuin ioninvaihtovettä käytettäessä. Muiden tutkittujen aineiden (Teamup 2000, ammoniumsulfaatti ja ionittomat kostuteaineet Herbinass ja Exell) vaikutus ylsi lähes tasolle, joka saavutettiin ioninvaihtovettä käytettäessä (Svensson 1992).

Typpilannoitus 30 tai 15 päivää ennen glyfosaattikäsittelyä ei paranna torjunnan tehoa (Ivany 1981). Wall ja Smith (2000) eivät havainneet myöskään ruiskutukseen lisätyn urean/ammoniumnitraatin muuttavan glyfosaatin tehoa juolavehnaan.

## Käsittelyolot

Glyfosaatin tunkeutumiseen kasviin vaikuttavat merkittävästi säatekijät ja ruiskutustekniset tekijät, kuten lämpötila, ilman suhteellisen kosteus, säteily, pisarakoko, lisäainetyypit ja niiden väkevyys ruiskuteliuoksessa (Taulukko 4). Tanskalaisten tutkimusten mukaan voi epäsuotuisissa oloissa käydä niin, ettei suurikaan glyfosaattimäärä lisäaineen kanssa tai ilman tehoa riittävästi. Normaaliannosta pienempi glyfosaattimäärä voi antaa optimaalisissa oloissa hyvän torjuntatuloksen ilman lisäainettakin (Thonke 1984).

#### Taulukko 4. Onnistuneen ja tehokkaan glyfosaattikäsitteilyn edellytykset.

---

##### Juolavehnä

- hyvässä kasvukunnossa
- juurakon uudet kärjet 2–3 cm
- vähintään 3–4 vihreää lehteä ja 10–15 cm korkea, syksyllä 4–6 lehteä

##### Lämpötila

- yli 10 °C, viileällä vaikutus hidastuu
- lievä pakkanen (-2 °C) ennen käsittelyä ei heikennä tehoa, jos kasvusto on sula, mutta lievä pakkanen pian käsittelyn jälkeen heikentää

##### Ilman suhteellinen kosteus

- teho voimistuu korkeissa lämpötiloissa (+21–35 °C) suhteellisen kosteuden suurentuessa ja matalissa lämpötiloissa (+5–20 °C) suhteellisen kosteuden pienentyessä

##### Maan kosteus

- kostea

##### Vuorokauden aika

- tyynellä säällä, kun sadetta ei ole odotettavissa kuuteen tuntiin
- syysruiskutukset keskipäivällä, jolloin viileää ja kuivaa

##### Vuodenaika

- käsittelyä edeltävä kuivuus heikentää tehoa
- syyskäsitteilyt ennen syyskuun loppua

##### Käytettävän veden laatu

- ei rauta- tai alumiinisuoloja tai kalsium- ja sinkkisuoloja

##### Käytettävän veden määrä

- pieni vesimäärä

##### Kasvuston mekaaninen käsittely

- jyrääminen juuri ennen käsittelyä tai heti sen jälkeen vioittaa lehtien pintaa ja tehostaa vaikutusta
- 

Glyfosaatti imeytyy kasviin parhaiten kosteissa oloissa (suhteellinen kosteus 100 %) lämpötilasta riippumatta (Jordan 1977). Ruiskutettaessa 85–90 %:n suhteellisessa ilmankosteudessa glyfosaatin teho on parempi kuin 55 %:n kosteudessa ruiskutettaessa (Caseley ym. 1975, Jordan 1977, Nilsson & Hallgren 1989a). Glyfosaatin teho juolavehnään tehostuu korkeissa lämpötiloissa (+21–35 °C) suhteellisen kosteuden suurentuessa ja matalissa lämpötiloissa (+5–20 °C) suhteellisen kosteuden pienentyessä (Hallgren 1988b). Tämän vuoksi syysruiskutukset kannattanee tehdä keskipäivällä, jolloin suhteellinen kosteus on yleensä alimmillaan. Lämpimissä oloissa imeytynyttä glyfosaattia haihtuu kasvista enemmän kuin viileissä oloissa (22 °C) (Jordan 1977).

Lehtien sade- tai kastekosteus ruiskutettaessa ei alentanut tehoa juolavehnan versoihin mutta juurakkoon kylläkin, kun ruiskutemäärä oli 200 l/ha (Nilsson

& Hallgren 1989a). Caseleyn ym. (1975) tutkimuksissa kastekosteus ennen käsittelyä paransi glyfosaatin tehoa koko kasviin sekä kosteissa että kuivissa oloissa, mutta käsittelyn jälkeinen sade (Taulukko 5), joka ei aiheuttanut valuntaa heikensi kuivissa oloissa glyfosaatin tehoa juurakkoon. Käsittelyä edeltävä kuivuus heikentää glyfosaatin vaikutusta erityisesti käsiteltäessä hyvin lämpimissä oloissa. Valonpuute ei vaikuta glyfosaatin tehoon (Tanpi-pat & Adkins 1992).

Lievä pakkas (-2 °C) ennen glyfosaattikäsittelyä tehostaa torjunnan tehoa, mutta jos ruiskutukseen lisätään ammoniumsulfaattia, pakkasen vaikutus on tehoa alentava. Lievä pakkas muutaman tunnin kuluttua käsittelyn jälkeen heikentää tehoa käytettiin ammoniumsulfaattia tai ei (Nilsson & Hallgren 1987).

### *Glufosinaatti-ammonium*

Glufosinaatti-ammonium (Basta) (KTTK 2001) on valikoimaton kosketus-herbisidi, joka häiritsee kasvin yhteyttämistoimintaa ja ammoniumsynteesiä (Gunnarson 1987, Mukula & Salonen 1990). Glufosinaatti-ammonium tehoaa hyvin sekä yksi- että monivuotisiin rikkakasveihin. Sitä voidaan käyttää rikkakasvihävitteenä ennen viljelykasvien taimettumista (Gunnarson 1987). Suurella käyttömäärällä saadaan teho myös juolavehnään.

### *Dikvatti*

Dikvatin markkinoilla oleva kauppavalmiste on Reglone (KTTK 2001). Kestorikkakasveista dikvatti tuhoaa vain maanpäälliset versot ja heinämäisiin rikkakasveihin sen teho on heikko (Mukula & Salonen 1990). Dikvattia voidaan käyttää juuri- ja vihanneskasvimailla rivinväliruiskutuksiin (Wilson & Cussans 1972) tai ennen viljelykasvin taimettumista esim. aikaisin kasvuun lähteneen juolavehnan hetkelliseen hillitsemiseen.

## **4.2.2 Valikoivat juolavehnätorjunta-aineet**

Seuraavia tehoaineita voidaan käyttää heinämäisten rikkakasvien torjuntaan. Käyttökohteita ovat: rypsi, rapsi, herne, sinappi, tattari, pellava, kumina, sokerijuurikas, peruna, puna-apilan ja punanadan siemenviljelykset, porkkana, punajuurikas, lanttu, parsakaali, kukka-, ja keräkaali, istukas- ja kylvösipuli, purjo, palsternakka, mukulaselleri, hedelmäpuut, herukat, vadelma, karviainen, mansikka, koristepuut ja -pensaat sekä koivun istutusalat (KTTK 2001). Juolavehnä käsitellään 4-6 lehtivaiheessa, jolloin juurakon silmuista on puhkeamassa vaaleita uusia juurakon alkua (Salonen 1998).

Ainakin ruiskutuspäivänä on ilman suhteellisen kosteuden oltava yli 70 %, kuivemmissa oloissa on käsittelyä lykättävä (Salonen 1998). Joidenkin tor-

junta-aineiden käyttö voi haitata juolavehnän torjuntaa. Metributsiini, kaup-  
pavalmiste Senkor (KTTK 2001), vioittaa juolavehnää (Hallgren 1990) niin,  
että juolavehnätorjunta-aineiden teho voi heiketä.

### *Aryylifenoksi-*propionihapot**

Aryylifenoksi-*propionihapot* ovat vahingollisia heinämäisille rikkakasveille  
vapaina happoina ja estereinä. Kasviin jouduttuaan esterit hydrolysoituvat  
nopeasti vapaiksi hapoiksi ja kulkeutuvat ja kerääntyvät nopeasti yhteyttä-  
mistuotteiden kerääntymispaikkoihin. Ne estävät kasveissa auksiinien toi-  
minnan ja estävät rasvahappojen muodostumisessa välttämättömän koent-  
syymin A:n toiminnan. Rasvahappojen puutteen vuoksi kasvit eivät muodosta  
solukalvojen lipidejä. Voittuneiden kasvien lehdet ruskettuvat ja kuolevat  
(Mukula & Salonen 1990).

### *Fluatsifoppi-P-butyyli*

Fluatsifoppi butyyli esiteltiin ensimmäisen kerran 1980 (Plowman ym. 1980).  
Tehoaineen vaikutus yksivuotisiin heiniin on riittämätön, mutta monivuoti-  
siin heiniin aine tehoaa. Viileillä alueilla monivuotisten heinämäisten rikka-  
kasvien torjumiseksi esitettiin 0,5–1,0 kg tehoainetta hehtaarille. Sade tunnin  
kuluttua käsittelystä heikentää tehoa hieman. Finneyn ja Suttonin (1980)  
mukaan tehoaineella saadaan hyvä taloudellinen tulos. Valmisteella on mah-  
dollista käsitellä leveälehtiset viljelykasvit pian taimettumisen jälkeen ja saa-  
da hyöty jo käsittelyvuonna. Tehoaineen vaikutus ei heikkene myöhäisem-  
mässäkään vaiheessa.

Fusilade 2000 on Fluatsifoppi-P-butyyliä sisältävä kauppa-  
valmiste (KTTK 2001). Ruotsissa tehdyissä 217 kokeessa vertailtiin syksyisestä glyfosaattikä-  
sittelystä saatua tehoa ja jälkivaikutusta kesällä tehdyn fluatsifoppikäsitte-  
lystä saatuihin tuloksiin. Sokerijuurikkaasta, syysrapsista, kevätrypsistä,  
herneestä ja perunasta fluatsifopilla torjuttaessa viljelykasvin sato lisääntyi ja  
juolavehnään saatiin hyvä ja pitkäaikainen teho (Erlingson 1988). Fluatsifop-  
pikäsitteilyn teho voi olla parempi ja pidempiaikaisempi kuin myöhään edelli-  
senä syksynä kylmissä oloissa tehdyn glyfosaattikäsitteilyn teho (Rolson  
1991).

### *Kvitsalofoppi-P-etyyli*

Markkinoilla oleva kvitsalofopin tehokasta muotoa, kvitsalofoppi-P-etyyliä  
(Bell 1989) sisältävä valmiste on Targa Super 5 EC (KTTK 2001). Targa on  
perunalle, kevätrypsille ja herneelle sopiva valikoiva juolavehnätorjunta-  
aine. Se tehosi juolavehnään 1980-luvulla kokeissa olleista valmisteista par-  
haiten (Hallgren 1987a). Sadonlisäykset olivat kevätrypsillä 20–25 %, her-  
neellä ja perunalla 10–15 %. Valmiste aikaansaa joissain tapauksissa klo-  
roosia, teräviä keltaisia läikkiä lehden reunoilla (Hallgren 1987a). Norma-

leissa kasvuoloissa kvitsalofoppi on fluatsifoppia tehokkaampi (Harker & O'Sullivan 1993), antaen myös valikoivista herbisideistä parhaan jälkivaikutuksen (Hallgren 1988a). Kvitsalofoppi ja fluatsifoppi tehoavat setoksidiimiä paremmin juolavehnään (Wall & Smith 2000).

#### Propakvitsafoppi

Kauppavalmiste on Agil 100 EC (KTTK 2001). Agil on hyväksytty heinämaisten rikkakasvien torjuntaan monilta leveälehtisiltä kasveilta, omena- ja koristepuilta ja -pensailta sekä kesantokasveilta. Se kulkeutuu nopeasti lehdistä juuristoon ja on sateenkestävä tunnin kuluttua käsittelystä (Ronkainen 1995).

#### Haloksyfoppi-etyyli

Haloksyfoppi-etyyli estää juolavehnän juurakkosilmujen kehitystä tehokkaammin kuin muut heinämaisten rikkakasvien torjuntaan tarkoitettut valikoivat herbisidit (Harker & Dekker 1988). Brysonin (1987) tutkimuksessa sade kahden tunnin kuluttua käsittelystä heikensi huomattavasti itämaittendurran juurimassaa pienentävää tehoa. Tehoainetta sisältävää kauppavalmistetta ei ole Suomen markkinoilla.

#### *Sykloheksenonit*

Sykloheksenonien vaikutus perustuu kuten aryylifenoksipropionihappojenkin teho koentsyymi A:n toiminnan estämiseen ja rasvahappojen muodostumisen loppumiseen (Mukula ja Salonen 1990). Sykloheksenonien juolavehnehdot ovat olleet heikompia kuin aryylifenoksipropionihappojen kvitsalofopin ja fluatsifoppi-P:n tehot (Wall & Smith 2000). Ryhmään kuuluva tralkoksidiimi ei tehoa juolavehnään (Warner ym. 1987), vaan sitä käytetään hukkakauran torjuntaan.

#### Sykloksidiimi

Kauppavalmiste Focus Ultra (KTTK 2001). Sykloksidiimi torjuu useimmat heinämaiset rikkakasvit kevät- ja syysöljykasveista, sokerijuurikkaasta, perunasta, herneestä, pavusta ja vihanneksista. Sykloksidiimi imeytyy nopeasti, käsittely kestää sadetta jo alle tunnin kuluttua ruiskutuksesta (Taulukko 5). Tehoaine vaikuttaa rasvahapposynteesiin ja estää solukalvojen rakentumisen. Heinämäiset kasvit eivät pysty hajottamaan tehoainetta ja kasvu pysähtyy 8 tunnin kuluttua. 4–5 päivän kuluttua käsittelystä alkavat nuoret lehdet kellahtua ja kasvin väri muuttuu antosyaanin ja lakastumisen vaikutuksesta (Birkler 1989).

Maassa oleva sykloksidiimi estää vain heinämaisten kasvien kasvun (Nilsson 1989). Sykloksidiimilla ei ole havaittu olevan haitallisia vaikutuksia maa-

mikrobeihin, se hajoaa maassa valon vaikutuksesta, hapettumalla, konjugoitumalla ja hydroksyloitumalla (Birkler 1989).

## Sulfonyyliureat

Sulfonyyliureat estävät asetolaktaasientsyymin (ALS) muodostumisen, minkä johdosta haaroittuneiden aminohappojen – isoleusiinin, leusiinin ja valiinin – synteesi loppuu (Mukula & Salonen 1990).

### Rimsulfuroni

Rimsulfuroni esiteltiin ensimmäisen kerran 1989. Sillä pystyttiin jo erittäin pienellä käyttömäärällä torjumaan monia rikkakasveja mm. juolavehnä ja pelto-ohdake maissista (Palm ym. 1989). Kauppavalmiste Titus 25 DF (KTTK 2001) torjuu perunasta leveälehtisten rikkakasvien lisäksi 2–4 -lehtiasteella olevan juolavehnän (Hautala 1995).

Taulukko 5. Juolavehnätorjunta-aineiden vaatima sateeton aika käsittelyn jälkeen.

<b>Tehoaine</b>	<b>Tuntia sateetonta käsittelystä</b>	<b>Tutkimus</b>
Glyfosaatti	6 tuntia ennen 2–4 mm sadetta	Kudsk & Kristensen 1989
Glyfosaatti	4 tuntia kiinnitettä käytettäessä	Sprinkle ym. 1975
Glyfosaatti (trimensium)	4 tuntia hyvissä oloissa	Pedersen 1993
Glufosinaatti-ammonium	6 tuntia ennen 2–4 mm sadetta	Kudsk & Kristensen 1989
Glufosinaatti-ammonium	8–24 tuntia	Mathiassen & Kudsk 1993
Fluatsifoppi-P-etyyli	2 tuntia	Bryson 1987, Kudsk & Kristensen 1989
Kvitsalofoppi	1 tunti	Bertilsson 1987
Propakvitsafoppi	1 tunti	Ronkainen 1995
Haloksifoppi-etyyli	2 tuntia ennen 2–4 mm sadetta	Bryson 1987, Kudsk & Kristensen 1989
Setoksidiimi	2 tuntia ennen 2–4 mm sadetta	Bryson 1987, Kudsk & Kristensen 1989
Syksoksidiimi	alle tunti	Birkler 1989

## Sulfosulfuroni

Kauppavalmiste Monitor® on pienannosaine, joka torjuu juolavehnää vehnän joukosta. Valmistetta voi käyttää myös muiden viljalajien torjuntaan vehnäkasvustosta. Lisäämällä muita kuin fenoksihappoherbisidejä saadaan hyvä teho myös leveälehtisiin rikkakasveihin (Hiltunen 2001).

### *Tiivistetyt juolavehnän torjuntaohjeet*

Viljaa viljeltäessä pääasiallinen kemiallisen juolavehnäntorjunnan hetki on viljankorjuun jälkeinen sänkikäsittely. Viljeltäessä aikaisia viljalajeja syyskäsittelyyn on hyvät mahdollisuudet. Jos syksyn sää on kasvulle edullinen ja käsittely voidaan tehdä poutasäällä, voi odottaa hyviä tuloksia. Paras torjuntateho saadaan ennen puintia tehtävällä glyfosaattikäsittelyllä (Salonen 1992b), joskin näin käsitellyn sadon myynti on Suomessa vaikeaa. Puitaessa tehtävällä käsittelyllä saadaan hyviä tuloksia (Hallgren & Nilsson 1990b), mutta työ vaatii erityistä tekniikkaa ja huolellisuutta.

Uusia menetelmiä ovat valikoiva juolavehnäherbisidi vehnällä (Hiltunen 2001) ja ennen kasvin taimettumista tai ennen kylvöä tehtävä glyfosaattikäsittely (Hahl 1999). Nämä menetelmät turvaavat käsittelyvuoden viljelyn onnistumisen ja siirtävät lopullista torjuntaa myöhäisemmäksi.

Uudet viljelymenetelmät kuten suorakylvö tuovat uusia haasteita monivuotisten rikkakasvien – etenkin juolavehnän – torjuntaan (Knaapi 2002). Vuonna 2002 on glyfosaatin käyttö laajentunut ennen ja jälkeen suorakylvön (Jalli & Serenius 2002).

Kun viljelykiertoa rikastutetaan nurmilla, saadaan hyvin rikkakasveja vastaan kilpailevan kasvusto ja lisäksi erinomainen glyfosaatin käyttökohde nurmea lopetettaessa (Hallgren & Fisher 1992). Leveälehtiset viljelykasvit mahdollistavat valikoivien juolavehnäherbisidien käytön. Kesannolta voidaan juolavehnä torjua mekaanisesti, jolloin ollaan enemmän kesän sään armoilla kuin torjuttaessa glyfosaatilla, jolla on kesantokäsittelynä mahdollisuus saada paras teho (Hallgren & Fisher 1992).

Hyvin kasvava ja kilpaileva kasvusto on kaiken rikkakasvien säätelyn perusta. Torjunta-aineiden käyttökertoja voidaan vähentää lisäämällä mekaanista torjuntaa, esimerkiksi käyttämällä kyntöaurojen kuorimia tai esiauroja (Gummesson & Svensson 1973).

Juolavehnää torjuttaessa ei ole syytä pienentää herbisidien käyttömääriä kuin erittäin edullisissa olosuhteissa, jotta torjuntateho pysyisi hyvänä eikä käsittelyä tarvitsisi pian uusia.



## 5 Kemikaaliton torjunta

Kemikaalittomassa viljelyssä käytetään ennakoivaa, rikkakasvien kasvua ehkäisevää torjuntaa, ja suoraa, rikkakasveja poistavaa torjuntaa. Yleensä ennakoivalla torjunnalla selvittää melko pitkälle varsinkin karjatiloilla, mutta tietyillä viljelykasveilla ja yksipuolisissa viljelykierroissa tarvitaan myös suoran torjunnan keinoja. Kestorikkakasvien kemikaalittomat torjuntakeinot kannattaa käyttää hyväksi myös tavanomaisessa viljelyssä. Kemikaaliton torjunta on monen toimenpiteen summa, ja esim. säätekijät vaikuttavat sen onnistumiseen yleensä enemmän kuin kemialliseen torjuntaan.

### 5.1 Leviämisen ennaltaehkäisy

Kestorikkakasvien siementen leviämistä voidaan ehkäistä käyttämällä puhdasta kylvösiementä. Lannassa olevien rikkasiementen itämiskyky heikkenee olennaisesti kompostoinnilla (Tompkins ym. 1998). Siementen leviämisen ennaltaehkäisemiseksi tehokasta on myös kestorikkakasvien niitto ennen siementen tuleentumista, jos niitto viljelykasvin sadon kannalta on mahdollista. Valvatin niitto on tehtävä viikon sisällä kukinnan alkamisesta, sillä siemenet kypsyvät itämiskykyisiksi kukkien oltua auki 8–10 päivää (Derscheid & Wrage 1975). Myös kestorikkakasvien mieluisat kasvualueet, pientareet, kannattaa niittää. Työkoneiden mukana tapahtuvaa siementen kulkeutumista vähennetään koneiden huolellisella puhdistamisella pölystä ja maa-aineksesta.

Kasvullisen leviämisen ehkäisemiseksi on estettävä kasvullisten osien leviäminen ja joutuminen pellolle. Juuret ja juurakot kulkeutuvat helposti lohkolta toiselle siirrettävän maa-aineksen mukana. Tämän vuoksi myös työkoneet kannattaa puhdistaa siirryttäessä lohkolta toiselle. Kestorikkakasvit kannattaa torjua heti ensimmäisten kasviyksilöiden ilmestyttyä pellolle, vaikka pesäkkeittäin.

### 5.2 Viljelytekniinen torjunta

Kemikaalittomassa viljelyssä monipuolinen ja tilan olosuhteisiin sovitettu viljelykierto on ehkä kaikkein tärkein rikkakasvien hallintakeino. Vaihtuva ja kilpailukykyinen viljelykasvusto takaa sen, etteivät olosuhteet ole millekään rikkakasvityypille suotuisat vuodesta toiseen. Muokkaustoimet, viljelykasvin kasvurytmi ja varjostavuus sekä sadonkorjuuajankohdat ovat eri viljelykasveille ja samalla myös rikkakasveille vuosittain erilaiset. Näin ei päästä rikkakasveista kokonaan eroon, mutta niiden määrä kyetään yleensä pitämään siedettävällä tasolla (Gummesson 1992).

Hyvässä viljelykierrossa vuorottelevat yksivuotiset ja monivuotiset kasvit. Yksivuotisia kasveja on viljelytoimenpiteiltään erityyppisiä, kuten kevät- ja syysviljat, viherlannoituskasvit, herne ja peruna. Monivuotisia ovat meidän oloissamme lähinnä pitkäaikaiset nurmet ja viherkesannot. Yksivuotisille viljelykasveille on tyypillistä suuri muokkausvoimakkuus ja -taajuus, mitä eivät esim. voikukka, hierakat tai nurmilauha kestä (Håkansson 1995). Monivuotiset nurmet ovat yleensä tiheitä sekä nopeakasvuisia ja niitä niitetään monta kertaa kesässä, jolloin siemenrikkakasvien lisääntyminen niissä on hankalaa. Myös pelto-ohdake ja -valvatti yleensä vähentyvät pitkäikäisissä nurmissa, jos nurmen niitto ja uudelleenkasvu ovat tehokkaita. Kemikaalittomassa viljelyssä rikkakasvit muodostuvat todennäköisesti ongelmaksi, jos viljellään pelkästään yksivuotisia kasveja (Gummesson 1992, Håkansson 1995).

Kunnollinen ojitus parantaa viljelykasvin kasvua ja siten lisää sen kilpailukykyä rikkakasvien kanssa. Peltovalvatti suosii kosteita kasvupaikkoja, joten ojituksen parantaminen heikentää valvatin elinoloja (Zollinger & Kells 1991). Ohdakkeella tilanne on hieman toinen, sillä se menestyy hyvin myös kuivissa oloissa (Holm ym. 1977). Todennäköisesti viljelykasvin kilpailuasema kohentuu ojituksen myötä kuitenkin enemmän kuin ohdakkeen. Kun avo-ojissa oleva pelto salaojitetaan, poistuu peltolohkolta huomattava määrä pientareita, jotka ovat juolavehjän, pelto-ohdakkeen sekä -valvatin säilymis- ja leviämisaikoja.

Rikkakasvit ovat yleensä sopeutuneet kasvamaan köyhissäkin kasvuoloissa, kun taas monet viljelykasvit ovat kasvuolojen suhteen vaateliaita. Tosin tämä ei ole aivan yksioikoista: vaikka monet rikkakasvit ovat esimerkiksi ravinteiden suhteen vaatimattomia, niin jotkin lajit (esimerkiksi peltovalvatti) ottavat painoonsa nähden enemmän ravinteita kuin viljat (Malicki & Berbeciowa 1986, Bhaskar & Vyas 1988, Salonen 1992a, Ampong-Nyarko & De Datta 1993, Rola & Rola 1993, Jørnsgård ym. 1996, Ladonin 1996, Holm ym. 1997).

Maan kasvukunnon parantaminen (maan rakenne, kalkitus, lannoitus) yleensä lisää viljelykasvien kilpailukykyä rikkakasveihin nähden. Esimerkiksi typen lisääminen maahan lisää pelto-ohdakkeen ja -valvatin kasvua, mutta todennäköisesti viljelykasvin kasvu lisääntyy vielä enemmän (Håkansson & Wallgren 1972b, Kolo & Froud-Williams 1993). Siten näiden rikkakasvien suhteellinen kilpailukyky lienee parhaimmillaan alhaisilla ravinnetasoilla. Peltovalvatti viihtyy parhaiten neutraalissa tai lievästi emäksisessä maassa, mutta kasvaa kohtalaisesti myös monille viljelykasveille liian happamissa oloissa (Zollinger & Kells 1991).

Maalajilla on suuri merkitys rikkakasvien menestymiseen ja siten myös torjuntatarpeeseen. Rikkakasvien siemenet itävät hyvin lähes joka vuosi multavilla mailla ja hikevillä hiedoilla. Sen sijaan savimaat kuivuvat vähäsateisina

keväänä nopeasti pinnasta, jolloin rikkakasveja taimettuu siemenistä vain vähän. Torjuntatarve voi tällaisina kesinä olla savimailla vähäinen. Isosiemensisiä rikkakasveja ja kestorikkakasveja pintakuivuus ei haittaa samassa määrin (Gummesson 1992). Kovassa ja tiivistyneessä savimaassa kestorikkakasvien juurten kasvu on kuitenkin hitaampaa kuin löyhillä maalajeilla.

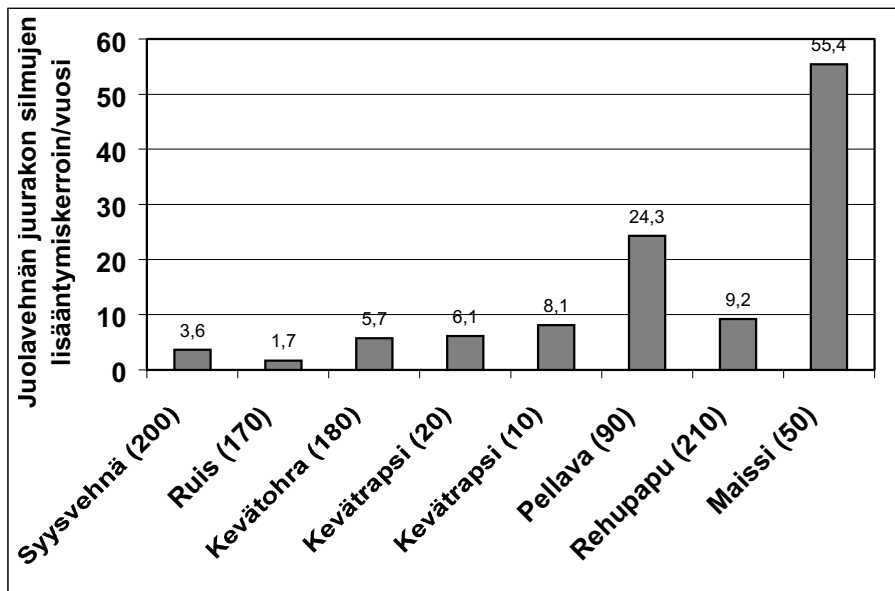
Säännöllinen, 1–2 kertaa kesässä tapahtuva pientareiden niitto kuuluu luomutilan ennakoivaan rikkakasvintorjuntaan. Samalla estetään myös ojen ja pientareiden pusikoituminen. Niitto on syytä tehdä viimeistään rikkakasvien kukkimisvaiheessa. Muutoin esim. pelto-ohdake ja -valvatti voivat levittää huomattavia määriä tuulen mukana kulkeutuvia siemeniään pellolle (Heimann & Cussans 1996, Wilson & Kachman 1999). Ohdake, valvatti ja juolavehna voivat levitä pientareilta pelloille myös kasvullisesti. Tämän hidastamiseksi pientareet tulisi niittää 2–3 kertaa kesässä ja jo aikaisessa nappuvaiheessa (Dock Gustavsson 1994a).

### *Viljelykasvin kilpailukyky*

Ihanteellinen viljelykasvi muodostaa tasaisen ja tiheän kasvuston, kehittyy nopeasti, varjostaa rikkakasveja, sallii suoran torjunnan käytön kasvustossa ja kilpailee tehokkaasti resursseista rikkakasvien kanssa. Kestorikkakasveja voidaan yrittää saada kuriin lisäämällä viljan kylvötiheyttä. Tiheämpään kylvetyssä viljassa ainakin yksivuotiset rikkakasvit jäävät pienemmiksi kuin normaaliin tiheyteen kylvetyssä viljassa (Erviö 1972, Gummesson 1982, Andersson 1987, Håkansson 1988, Jalli 1998, Simojoki ym. 1992).

Kylvösiemenmäärän lisääminen normaalista esim. 10–20 % voi siis olla kemikaalittomassa viljelyssä aiheellista. Tätäkin suuremmilla kylvösiemenmäärillä saattaa olla rikkakasveja vähentävä vaikutus, mutta ylitys ei monesti kannata, koska tuolloin viljelykasviyksilöt alkavat kilpailla liiaksi keskenään sekä siemenkustannus nousee (Håkansson 1995, Jalli 1998).

Kasvilajin ja -lajikkeen valinnalla voidaan vaikuttaa paljon kasvuston kilpailukykyyn. Viljalajikkeet, joilla on aikainen korrenkasvu ja pitkä korsi, ja jotka peittävät nopeasti rikkakasvit, ovat kilpailukykyisiä (Christensen 1993). Ruista pidetään kilpailukykyisimpänä viljana, koska se tulee toimeen vähillä ravinteilla, kehittyy keväällä nopeasti ja kasvaa pitkäksi. Perminin (1982) nelivuotisessa tutkimuksessa syysviljat ja etenkin ruis vähensivät juolavehnan juuriston lisääntymistä huomattavasti kevätiljoja ja rapsia enemmän (Kuva 15). Spelttivehna on pitkäkortinen ja kasvaa niukoilla ravinteilla, joten se voi olla hyvä vaihtoehto syysvehnälle, mikäli talvehtiminen onnistuu (Kontturi 1998).



Kuva 15. Eri viljelykasvien vaikutus juolavehnan juurakon silmujen lisääntymiskertoimeen nelivuotisen kokeen keskiarvona. Viljelykasvien kylvömäärä, kg/ha on ilmoitettu suluissa (Permin 1982).

Häkanssonin (1995) mielestä ohra ja kaura ovat suunnilleen yhtä kilpailukykyisiä. Perminin (1982) ja Melanderin (1988) mukaan kevätiljojen kyky kilpailla juolavehnan kanssa ei eroa paljoa, mutta lopullinen järjestys on Perminin (1982) mukaan kaura-ohra-kevätvehnä. Luomuviljelyssä ohra kärsii monesti ravinteiden puutteesta ja kasvitaudeista, jolloin kaura voi olla selvästi parempi ja ohraa helpommin viljeltävä. Monitahoiset ohralajikkeet ovat yleensä kaksitahoisia kilpailukykyisempiä. Kevätvehnyä pidetään viljoistamme huonoimpana kilpailijana (Koskimies ym. 1999).

Mukulan (1974) mukaan juolavehnyä ja valvatti (*Sonchus* spp.) kestävät tiheänkin viljakasvuston kilpailua paremmin kuin muut monivuotiset rikkakasvit.

Vanhat hernelajikkeet olivat hyviä kilpailemaan varsinkin siemenrikkakasvien kanssa. Nykyiset ruokahernelajikkeet ovat niin matalia ja vähälehtisiä, että niiden kilpailukyky on heikko. Virnojen ongelma on hidas alkukehitys, mutta keski- ja loppukesällä ne kasvavat tehokkaasti. Luomuviljelyssä herneiden ja virnojen viljely onnistuukin monesti parhaiten sekakasvustoina viljojen tai heinien kanssa.

Monivuotiset nurmet ovat yleensä erinomaisia kilpailijoita, mikäli niiden perustaminen ja talvehtiminen onnistuu tasaisesti. Niissäkin sekakasvustot

(esim. apila-timotei) kilpailevat yleensä puhdaskasvustoja tehokkaammin (Gummesson 1992).

## **5.3 Perusmuokkaus**

### **5.3.1 Vaikutukset ympäristöoloihin**

Maanmuokkauksen tavoitteena on mm. kasvijätteiden multaus, rikkakasvien torjunta, maan kuohkeuttaminen sekä sopivien lämpö- ja kosteusolojen luominen viljelykasveille. Peltojen perusmuokkaus on pitkään aikaa tehty maata voimakkaasti sekoittavalla ja kääntävällä kyntöauralla, jolla muokkauksen tavoitteet täyttyvätkin varsin hyvin. Kyntäminen on kuitenkin paljon energiaa, kalustoa ja työaikaa kuluttava muokkaustapa. Sen katsotaan myös lisäävän eroosiota ja ravinteiden huuhtoutumista. Näiden syiden takia on kehitetty ja otettu käyttöön kyntöä kevyempiä muokkaustapoja, kuten kultivointi ja lautasaestys. Ääritapauksena on varsinkin Pohjois-Amerikassa yleistynyt viljelymuoto, jossa kylvö tehdään suorakylvönä täysin muokkaamattomaan maahan (Lötjönen ym. 1999).

Kynnetty maa routaantuu hieman syvemmälle ja sen lämpötilanvaihtelut ovat suurempia kuin kyntämättömän maan (Kivisaari 1979, Schimming & Messersmith 1988). Ero on selvin kynnöksen ja muokkaamattoman sängän välillä. Kyntämättömän maan pystyssä oleva sänki kerää lunta, joka toimii eristeenä pakkasta vastaan. Kynnetty maa on löyhää, jolloin pakkanen pääsee tunkeutumaan viilujen välissä syvälle. Tästä johtuen olosuhteet kestorikkakasvien maanalaisten osien säilymiselle saattavat olla edullisemmat kyntämättömässä kuin kynnetyssä maassa (Kivisaari 1979, Schimming & Messersmith 1988).

Mitä enemmän juolavehnan juurakkoa katkotaan ja muuten häiritään, sitä enemmän juurakon silmuja alkaa kasvaa (Chancellor 1974). Kyntämättä viljelyssä kestorikkakasvien juurten pilkkoutuminen vähenee, mikä vähentää juurenpalasista muodostuvien uusien, itsenäisten kasviyksilöiden syntyä (Håkansson 1995). Lisäksi kynnöstä luovuttaessa maan mekaaninen vastus kasvaa, kosteus lisääntyy ja kesäajan lämpötila laskee (Pitkänen 1988). Näiden seikkojen voisi olettaa heikentävän kestorikkakasvien menestymistä aurattomassa viljelyssä, mutta tästä on kirjallisuudessa vain hyvin vähän mainintoja.

### **5.3.2 Kyntö**

Kynnöllä voidaan hidastaa rikkakasvien kehitystä ja antaa viljelykasville parempi kilpailuasema. Huolellisen kynnön seurauksena suurin osa rikkakasvien siemenistä joutuu niin syvälle, etteivät ne pysty nousemaan elinvoimaisina maan pinnalle. Myös maan pintakerroksissa viihtyvät juolavehnan juu-

rakot yleensä kärsivät kynnöstä, varsinkin raskailla maalajeilla. Kevyillä mailla juolavehnän juurakot kasvavat syvemmillä ja pystyvät tunkeutuman nopeasti kyntöviilujen läpi. Kyntö pelkästään ei riitä kovinkaan monen rikkakasvilajin kurissa pitämiseen, vaan sen tueksi tarvitaan muita viljelytekniisiä toimia ja suoraa torjuntaa.

Kyntö voi nostaa maan pintaan vanhoja, elinkelpoisia rikkakasvien siemeniä ja juurakon/juuriston palasia. Peltovalvatin ja varsinkin -ohdakkeen juuristot kasvavat niin syvällä, että kyntö tuo niitä monesti maan pintaa kohti. Nämä kasvit ja juolavehna luokitellaankin hyvin muokkausta kestäviksi (Håkansson 1995, Junnila 1998a, Lundkvist & Fogelfors 1999).

Syvä kyntö torjuu juolavehnaa (Hallgren & Nilsson 1990c). Hallgren (1987b) arvioi juuri syyskynnön torjuvan juolavehnaa niin, että tavanomaisesti viljeltäessä pellolla on juolavehnaa paljon suorakylvettyjen peltojen juolavehnamäärää vähemmän. Juurakon pilkkominen ja syvälle hautaaminen on hyvin tehokas torjuntakeino. Kuitenkin harvoin juurakot pilkkoutuvat niin hyvin ja tasaisesti, että vaikutusta juolavehnan kasvuun saataisiin ilman viljelykasvin kilpailua (Håkansson 1968a). Syyskynnön jälkeen juolavehnan juurakoita jää maan pinnalle talvisen sään armoille (Chandler ym. 1994).

### *Kyntötekniikka*

Kyntötekniikka vaikuttaa kestorikkakasvien selviytymiseen pellolla. Tekniikan vaikutus kertaantuu ja tulee selvemmin näkyviin, kun menetelmää käytetään useana vuotena peräjälkeen. Tutkimuksissa kyntö neljänä perättäisenä vuotena esiauroilla varustetulla auralla vähensi juolavehnan määrää 30 % ja erityisellä kaksikerrosauralla juolavehna väheni 80 %. Tutkijat suosittelevat kumpaakin auraa juolavehnan torjuntavälineeksi (Gummesson & Svensson 1973).

Kestorikkakasvien torjunnan kannalta on tärkeää, että viilut sulkeutuvat tiiviisti, eivätkä jää kyljelleen. Auran säädöt sekä aloituksen ja lopetuksen teko kannattaa opetella huolella, jotta kynnöksestä tulee tasaista, eikä peltoon jää kyntämättömiä kohtia. Samoin päisteet kannattaa pitää tasaisina, jotta niiden kyntö onnistuu kunnolla. Hyvin kynnetyssä maassa on mahdollisimman vähän paikkoja, joissa kestorikkakasvit ovat säilyneet koskemattomina (Elonen & Kovanen 1986).

Kyntämällä saadaan rikkakasvien maanpäälliset osat ja siemenet haudattua tehokkaasti pois näkyvistä. Tosin kynnössäkään kaikki maanpäällinen materiaali ei haudaudu kyntösyvyyteen, sillä viilut asettuvat toisiaan vasten noin 45 asteen kulmaan. Tällöin osa rikkakasvien siemenistä ja kasvullisista lisääntymiselimistä jää hyvin lähelle maan pintaa (Kuva 16). Oikein säädettyjen kuorimien ja varsinkin esiaurojen käytöllä voidaan vähentää tätä haittaa (Elonen & Kovanen 1986, Fogelfors & Boström 1998).



Kuva 16. Juolavehna kasvaa viilujen välistä, kun kyntö on onnistunut vaillinaisesti. (Kuva: Sanna Kakriainen-Rouhiainen)

Ruotsalaiset kehittivät 1980-luvulla kyntöauran, jolla maa (viilut) kääntyy 180 astetta (parallelliplogen). Tällöin maan pinnalla olevat kasvustonjätteet hautautuvat kokonaan kyntösyvyyteen. Mitään hittituotetta aurasta ei tullut, ilmeisesti tukkeutumisalttiutensa ja kalliin hintansa takia. Pitäisi kuitenkin selvittää, mikä merkitys tällä muokkaustavalla on rikkakasvien torjunnan kannalta. Nyttemmin keksintö on tuotu uudestaan markkinoille tuotenimelle Blaxta-kultivaattoriaura (Koivisto 2001).

### 5.3.3 Kyntämättä viljely

Kyntämättä viljelyssä kestorikkakasvien juuristoa häiritään ja pilkkotaan vähemmän kuin kyntöviljelyssä, joten riski kestorikkakasvien lisääntymiselle on olemassa (Donald & Khan 1992, Håkansson 1995). Muokkauksen keventäminen suosii monivuotisia ja tuulen avulla leviäviä rikkakasveja. Toisaalta se voi vähentää niiden rikkakasvilajien yleisyyttä, joiden menestymisen edellytyksenä on juurten/juurakoiden pilkkominen ja repiminen tai ilmava, syvälle muokattu maa. Eniten muokkauksen vähentymisestä hyötyy juolavehna, mutta myös pelto-ohdake on lisääntynyt paikoin (Froud-Williams ym. 1981, Swanton ym. 1993, Lötjönen ym. 1999). Lisäksi tuulilevintäiset monivuotiset rikkakasvit, kuten peltovalvatti, leskenlehti ja voikukka, voivat levitä kevennetyn muokkauksen myötä sellaisille alueille, joissa niitä ei ole aikaisemmin ollut. Amerikassa muokkauksen keventämisen on todettu lisäävän pelto-ohdakkeen, -valvatin ja voikukan esiintymistä (Blackshaw ym. 1994, Buhler ym. 1994).

Kotimaisessa 13 vuotta kestäneessä jatkuvan viljanviljelyn koesarjassa todettiin juolavehnan lisääntyvän kyntämättä viljelyyn siirryttäessä, varsinkin kevyillä mailla (Pitkänen 1994). Savi- ja hiesumailla juolavehna pysyi paremmin kurissa. Sänkimuokkaus syksyllä esti juolavehnan lisääntymistä paremmin kuin keväällä tehty sänkimuokkaus. Pelto-ohdakkeen ja valvatin esiintymisestä ei ole mainintoja, joten ne eivät ilmeisesti olleet kovin suuri ongelma. Ruudut ruiskutettiin säännöllisesti kevätiljajerbisideillä, mikä lienee estänyt ohdakkeen ja valvatin yleistymisen. Juolavehna lisääntyi kyntämättä viljelyn seurauksena myös Rydbergin (1992) pitkäaikaisessa ruotsalaisessa kokeessa. Tässä kevennetty muokkaus tehtiin pääasiassa lautasäkeellä.

Aurattomaan viljelyyn siirtyminen lisää kestorikkakasvien runsastumisen riskiä, mikäli torjunta-aineita ei voida käyttää. Varsinkin keveillä maalajeilla riski on ilmeinen. Kuitenkin Suomessa on muutama vihanneskasvien luomuviljelijä, jotka eivät kynnä peltojaan. Tätä he perustelevat siemenrikkakasvien torjunnan helpottumisella. Kyntämättä viljely nimittäin keskittää rikkakasvien siemenet maan pintaan, josta ne ovat nopeammin hävitettävissä kuin pakusta kyntökerroksesta (Lötjönen ym. 1999). Kestorikkakasvien torjunnan nämä viljelijät hoitavat muilla viljelyteknisillä keinoilla.

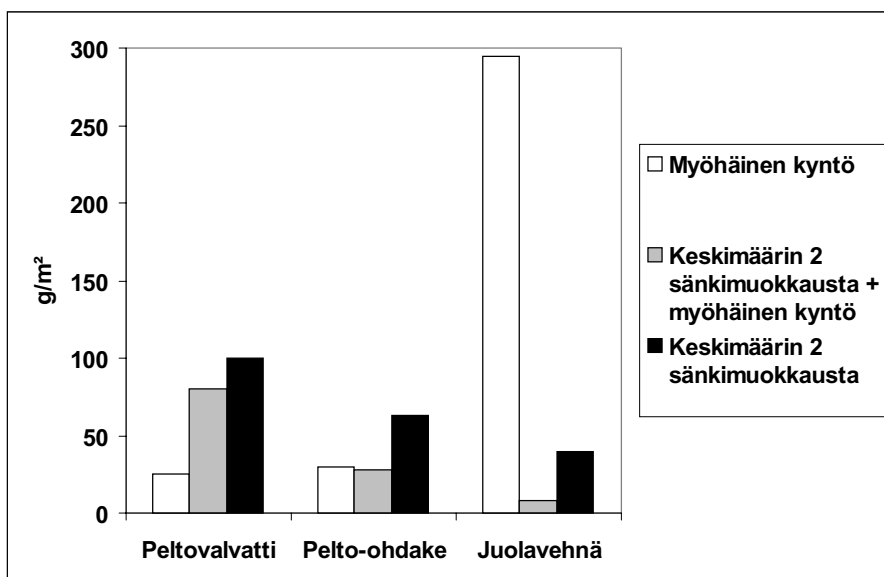
### **5.3.4 Perusmuokkauksen torjuntavaikutuksen tehostaminen**

#### *Sänkimuokkauksen ja kynnön yhdistäminen*

Pohjoisissa oloissa lämpimät ja kuivat kaudet ovat syksyllä harvinaisia ja lyhytaikaisia, joten muokkaamalla tapahtuva torjunta ei voi perustua juurten/juurakoiden kuivumiseen maan pinnalla. Parempia tuloksia saadaan ja suositeltavampi tapa on muokkauksin kuluttaa juuriston/juurakon voimat loppuun ja kyntää heikentyneet juuret/juurakot syvälle (Håkansson 1974, Håkansson 1977).

Fogelfors ja Boström (1998) vertasivat kynnön ja sänkimuokkauksen eri yhdistelmien vaikutusta rikkakasveihin Etelä- ja Keski-Ruotsissa. Parhaiten kestorikkakasvien yleistymistä hillitsi sänkimuokkauksen ja myöhäisen kynnön yhdistelmä (Kuva 17). Myöhäinen kyntö hillitsi ohdakkeen ja valvatin kasvua paremmin kuin pelkkä kahteen kertaan suoritettu sänkimuokkaus. Toisaalta juolavehänä yleistyi selvästi eniten pelkässä myöhäisessä kynnössä ilman sänkimuokkausta. Kaksi sänkimuokkausta ilman kyntöä piti juolavehän aika hyvin aisoissa. Syynä saattaa olla Ruotsin pitkä ja lämmin syksy, jolloin juolavehänä ehti vahvistua liikaa ennen kyntöä. Tämän takia kyntöä edeltävä sänkimuokkaus on Ruotsin oloissa tärkeää. Tutkijoiden mielestä muokkausstrategiaa pitäisi välillä vaihtaa, ettei mikään rikkakasviryhmä pääse yleistymään liikaa.





Kuva 17. Monivuotisten rikkakasvien määrät eri syysmuokkausmenetelmissä. Kasvina oli jatkuvasti kevätilja ja koe kesti 8 vuotta. (Fogelfors & Boström 1998).

Arvidssonin ym. (1997) tutkimuksessa Ruotsissa viljeltiin kuusi vuotta kevätiljoja ilman juolavehnän kemiallista torjuntaa. Tehokkaimmin juolavehnän määrä väheni tässäkin tutkimuksessa syyssänkimuokkauksen ja -kynnön yhdistelmällä. Menetelmä lähes hävitti juolavehnän kuudessa vuodessa. Kolme syyskultivointia tuotti liki saman tuloksen. Kaksi kultivointia syksyllä vähensi juolavehettä yhtä tehokkaasti kuin pelkkä syyskynä. Kokeessa ei ollut mukana jäsentä, joka olisi kultivoitu vain kerran. Maalajit olivat melko raskaita.

Kultivoinnin hyvä torjuntateho Arvidssonin ym. (1997) tutkimuksessa johtuu juolavehnän juurakoiden kertymisestä lähelle maan pintaa, jolloin ne ovat alttiita ympäristövaikutuksille. Kuivaa kasvukautta 1995 seurasi kylmä ja vähäluminen talvi. Täten pinnassa olevat juolavehnän juurakot paleltuivat, kun taas kynnössä syvemmälle haudatut säilyivät elävinä. Osassa Suomea talvi on myös melko vähäluminen, joten mekanismi voisi toimia joinakin vuosina täälläkin.



Kuva 18. Sänkimuokkauksen ja kynnön yhdistelmä on tutkimusten mukaan vähentänyt juolavehettä kuivina syksyinä. (Kuvat: Timo Lötjönen)

Gummessonin (1990), Arvidssonin ym. (1997) sekä Fogelforsin ja Boströmin (1998) tutkimuksissa kyntöä edeltävä sänkimuokkaus (Kuva 18) torjui varsinakin juolavehettä. Sadonkorjuun jälkeen juolavehän annetaan kasvaa toivuvasti kompensatiopisteeseen, jonka jälkeen pelto muokataan. Jos sänkimuokkauksia tehdään useita, on tärkeää, että ensimmäisen kerran muokataan heti sadonkorjuun jälkeen. Lisämuokkaukset on tehtävä viimeistään kun juolavehässä on kolme uutta lehteä (Gummesson 1992).

Köylijärven (1974) mukaan sänkimuokkauksella on kaksi tehtävää. Ensinnäkin se torjuu juolavehettä ja toiseksi sekoittaa maahan runsaan olkimäärän. Mietoisissa sänkimuokkaukset eivät antaneet lupaavia tuloksia, keskimäärin kevätiljasato pienentyi 230 kg/ha. Salosen (1992b) tutkimuksissa mätät olot estivät sänkimuokkauksen kahtena syksynä kuudesta. Kokeissa kyntöä edeltävä sänkimuokkaus torjui peräti 80 % juolavehnestä, kun käsittely toistettiin kahtena peräkkäisenä kuivana syksynä. Sänkimuokkausta ei kannata tehdä turhan rajusti, jotta kyntö viimeisenä toimenä onnistuisi. Kyntöä edeltävään sänkimuokkaukseen sopii parhaiten lapiorullaäes tai pintaan säädetty (5–10 cm) kultivaattori. Pessalan (1977) tutkimuksissa sänkimuokkauksilla saatu teho juolavehän versoihin ja juurakoihin oli huono, 20–30 %. Hänen mukaansa Suomessa vilja korjataan myöhään syksyllä, joka muuttuu talveksi. Aikaa sänkimuokkaukselle on vähän ja pilkotuilla juurakoilla ei ole riittävästi aikaa kasvaa.

Pian puinnin jälkeen tehty sänkimuokkaus ja kyntö pienentävät seuraavan vuoden juolavehän kasvua 40–60 % enemmän kuin pelkkä kyntö (Häkansson 1977, Hallgren 1994b). Kyntöä edeltävän sänkimuokkauksen teho oli Cussansin ja Ayresin (1975) tutkimuksissa 86–96 %. Jos korjuutyöt ja muokkaus tehdään aikaisin on mahdollista uusia muokkaus ennen kyntöä, kun

juolavehnässä on 2–3 lehteä. Keski-Ruotsissa kynnetään lokakuussa ja etelässä marraskuussa (Håkansson 1977).

Eroja sänkimuokkaustuloksissa selittävät erot muokkausvälineissä, maala-jeissa, maan kosteusoloissa ja kyntötyössä (Hallgren 1994b). Etelä- ja Keski-Ruotsissa elokuussa korjatulla viljapellolla juolavehnän juurakko lisääntyy 100 % jos mitään torjuntatoimia ei tehdä ja pohjoisimmillakin alueilla lisäkasvu voi olla 45 %. Juolavehnän syyskasvu on hyvin riippuvainen syksyn säiden lisäksi korjuuta edeltävistä sääoloista. On tärkeää aloittaa muokkauksella heti puinnin jälkeen, jotta saataisiin riittävästi aikaa jatkotoimille. Aikaisin korjatun heinänummen sängellä toteutettuna sänkimuokkauksilla ja kynnöllä saadaan paremmat tulokset kuin ohran jälkeen tehdyillä käsittelyillä (Håkansson 1977).

### *Hautaamissyvyys*

Hautaamissyvyys vaikuttaa kestorikkakasvien toipumismahdollisuuksiin. Juolavehnän juurakot kasvavat sitä nopeammin ja niistä syntyy sitä useampia versoja, mitä matalammalle ne on haudattu (Hallgren & Nilsson 1993b). Juolavehnän juurakot kasvavat parhaiten, jos ne mullataan 2,5–5 (–7) cm syvyyteen (Håkansson 1968b). Versot nousevat hiekkamaalla 2–8 cm syvyydestä nopeammin kuin multamaalla, mutta versosato on suurempi multamaalla. Syvältä, 16–28 cm, juolavehnän versot kasvavat nopeammin multamaalla kuin hiekkalla. Juurakon osien kehitys on vähäistä yli 16 cm syvyydessä (Hallgren & Nilsson 1993b). Uusittaessa multaus ja hautaaminen 7,5 cm syvyyteen viikon tai kahden viikon välein saadaan erinomainen teho juolavehnään. Teho heikkenee hieman muokkausväliajan pidetessä kuukauteen (Håkansson 1969a). Valvatin juurista pääosa kasvaa alle 10 cm:n syvyydessä (Holm ym. 1997). Juurien hautaaminen tätä syvemmälle edellyttäisi kyntämistä 30 cm:n syvyyteen. Ohdakkeen juurista suuri osa kasvaa kyntökerrosta syvemmällä.

Myös aurattomassa viljelyssä muokkauksen tehoa mm. juolavehnään voidaan parantaa työsyvyyttä ja ajokertoja lisäämällä. Rydbergin (1992) tutkimuksessa kultivointi syvään (n. 25 cm) torjui juolavehnää paremmin kuin normaali-kultivointi (10–15 cm). Arvidssonin ym. (1997) tutkimuksessa syyskultivointikertojen lisääminen kahdesta kolmeen paransi juolavehnän torjuntatehoa selvästi. Kultivaattorin järeydellä ja terätyypillä on myös vaikutuksensa. Mitä paremmin piikit pysyvät säädetyssä työsyvyydessä ja mitä tehokkaampaa on maan leikkaantuminen ja kääntäminen, sitä suurempi vaikutus muokkauksella todennäköisesti on kestorikkakasveihin.

### *Muokkauksen ajoitus*

Syysmuokkauksen on todettu torjuvan kestorikkakasveja tehokkaammin kuin kevätmuokkauksen, olipa sitten kyseessä kyntö tai muu muokkaus (Chandler

ym. 1994, Pitkänen 1994, Skuterud ym. 1996). Håkanssonin (1967) mukaan otollisin muokkaus aika on juolavehnän ollessa 12–15 cm korkeaa ja, kun siinä on 3–4 lehteä.

Jos syksyllä ei tehdä mitään muokkausta, varsinkin juolavehnällä on aikaa lisääntyä ja vahvistua ennen talvea, ja keväällä se aloittaa kasvunsa ennen kuin päästään muokkaamaan (Pitkänen 1994). Juolavehnän juurakon kuivapaino voi Etelä- ja Keski-Ruotsissa jopa kaksinkertaistua aikaisen sadonkorjuun jälkeen (Håkansson 1967, Håkansson 1969b, Håkansson 1974). Tanskalaisessa koesarjassa juolavehnä lisääntyi 1,5 kertaisesti puintihetkeen verrattuna, jos kyntöä viivytettiin marraskuulle, jolloin juolavehnän kasvu loppui (Permin 1982). Myös kuivuuden ja pakkasen vaikutus jää sänkimaassa vähäiseksi, koska juolavehnän juurakot ovat maanpinnan alla suojassa.

Pelto-ohdakkeeseen ja -valvattiin syksyinen muokkaus tehoa heikommin kuin juolavehnään. Näistä varsinkin valvattiin asetettu talvilepoon jo melko aikaisin syksyllä, joten juuriston elinvoiman kuluttaminen syysmuokkausten avulla onnistuu huonosti. Juuriston pilkkominen ja palasten hautaaminen kuitenkin heikentää jonkin verran näiden kasvien kilpailukykyä seuraavana kasvukautena (Gummesson 1992, Håkansson 1995).

### *Myöhästetty kylvä*

Myöhästetty kylvä torjuu melko tehokkaasti monia siemenrikkakasveja. Menetelmässä maa äestetään kevyesti normaaliin kevätmuokkaus aikaan, jonka jälkeen rikkakasvien annetaan taimettua parin viikon ajan. Sitten maa kylvömuokataan normaalisti ja kylvetään, jolloin itäneet rikkakasvintaimet saadaan tuhottua muokkauksella. Voi olla, että myös kestorikkakasvien kasvullisia taimia saadaan jonkin verran häiritettyä, mutta luultavasti ne kasvavat kylvön jälkeen nopeasti uudelleen. Menetelmän haittana on sadon valmistumisen viivästyminen ja sopimattomuus nopeasti kuivuville savimaille. (Gummesson 1992).

## **5.4 Viherkesanto ja nurmet**

Luomuviljelyssä viherkesannon tehtävänä on kerätä ja sitoa maahan ravinteita, erityisesti typpeä, seuraavaa satoa varten ja vähentää rikkakasvien määrää. Nurmet puolestaan toimivat laitumina tai niittonurmina. Vaikka viherkesannot ovat monesti lyhytikäisempiä ja voivat sisältää eri kasveja kuin rehunurmet, niin tässä luvussa näitä kahta nurmityyppiä käsitellään yhdessä.

Hyvin talvehtineen nurmen etuna verrattuna yksivuotisiin viljelykasveihin on nopea kasvuunlähtö keväällä, suuri kasvutiheys (kpl/m<sup>2</sup>), tehokas ravinteiden ja veden käyttö sekä nopea uudelleenkasvu niiton jälkeen. Tästä syystä nurmet kilpailevat hyvin rikkakasvien kanssa. Siemenrikkakasvien on vaikea

taimettua tiheään ja varjostavan nurmen alta, varsinkin kun maata ei muokata moneen vuoteen. Kestorikkakasvien, kuten pelto-ohdakkeen ja -valvatin on hankala sopeutua monta kertaa kesässä toistuvaan niittoon tai laidunnukseen (Gummesson 1992, Håkansson 1995). Myös juolavehnan versojen ja juurakoiden kasvu vähenee lisääessä leikkuukertoja ja leikattaessa lyhyempään sänkeen (Håkansson 1969a, Nilsson & Hallgren 1990c). Käytännössä harvoin niitetään niin usein, että se torjuisi tehokkaasti juolavehnan, mutta nurmien kilpailu tehostaa niittojen torjuntavaikutusta (Håkanssonin 1969a). Jos viljelykiertoon ei kuulu monivuotisia nurmia, ohdakkeen ja valvatin kurissapito on hankalaa ilman kemikaaleja (Gummesson 1992, Håkansson 1995).

Rikkakasvit voivat yleistyä myös nurmissa. Erityisesti tämä koskee ilman suojaviljaa perustettuja ensimmäisen vuoden nurmia, koska niiden kylvönjälkeinen kehitys on yleensä hidasta. Näillä saattaa olla tarpeen 1–2 pitkään sänkeen tehtyä niittoa viimeistään ennen rikkakasvien kukkimista. Myös talvihuhoista syntyneet paljaat laikut tai harventuneet kohdat voivat rikkaruohottua ja ilman paikkauskylvöä voi niihin levitä niin yksi- kuin monivuotisiakin rikkakasvilajeja. Nurmi vanhentuessa niiden kilpailukyky heikkenee. Tällöin niihin voi tulla valoa suosivia ja niittoa melko hyvin kestäviä kestorikkakasveja, kuten voikukka, hierakat, nurmilauha ja niittyleinikki. Aukkoisen ja rikkaruohottunut nurmi kannattaa useimmiten rikkoa ja uusia kokonaan ennemmin, kuin yrittää kohdistaa siihen suoran torjunnan toimia. (Håkansson 1995).

Laitumien hylkylaikkujen puhdistusniitot ovat tärkeä osa nurmien rikkakasvien torjuntaa (Gummesson 1992). Niitto on syytä tehdä viimeistään, kun laikuissa kasvaviin rikkakasveihin alkaa tulla kukkia, mikä tarkoittaa 2–3 kertaa kesän aikana. Samalla saadaan myös kestorikkakasvien vararavintovaroja köyhdytettyä (Dock Gustavsson 1994a).

Suomessa, varsinkin karjattomilla luomutiloilla, on viime vuosina yleistynyt yksivuotisten viherlannoituskasvien käyttö, jolloin monivuotisten nurmien määrä viljelykiertoissa on vähentynyt. Tähän on tietysti selvät syynsä: karjattomilla tiloilla nurmirehulle ei ole käyttöä, kiertoon pyritään sisällyttämään mahdollisimman paljon ns. rahakasveja ja yksivuotisia nurmia viljelemällä vältetään talvihuhojen riskit. Yksivuotisilla viherlannoituskasveilla saadaankin yleensä sidottua maahan riittävästi typpeä. Koska niiden alkukehitys on hidasta ja kasvuaikaa on vain yksi kesä, näitä viherlannoituskasveja ei yleensä haluta niittää ennen syksyä. Ongelmana on, että yksivuotiset viherlannoituskasvit muistuttavat viljelytavaltaan paljon kevätviljoja. Tällöin viljelykiertoon ei tule riittävä vaihtelua, jolloin kestorikkakasvien elinot pysyvät vuodesta toiseen muuttumattomina ja riski niiden lisääntymiselle on olemassa.

### 5.4.1 Niitto ja sen ajoitus

Tuotantonurmissa viljeltävät kasvilajit ja sadon käyttötarkoitus (laidun/säilörehu/kuivaheinä) määräävät nurmen niittoajankohdat ja -tiheyden. Viherkesannoissa niittoajankohdat voidaan valita vapaammin tavoitteena maksimaalinen typpisaalis tai mahdollisimman hyvä rikkakasvien torjuntavaikutus. Nämä tavoitteet tukevat osittain toisiaan, sillä esim. vanhentuneen apila-timoteinurmen niittäminen yleensä käynnistää nurmen uudelleen kasvun (Leinonen 2000).

Usein niitettävien sekä monivuotisten nurmien tiedetään vähentävän selkeästi pelto-ohdaketta ja -valvattia (Amor & Harris 1977, Dock Gustavsson 1992, Aquilina & Clarke 1994, Håkansson 1995, Lauringson ym. 1999). Juolavehneään vaikutukset eivät ole olleet yhtä selkeitä, vaikka sekin usein kärsii toistuvasta lehtien ja varsien menetyksestä (Håkansson 1995). Joissakin kokeissa juolavehneä on lisääntynyt viljelykierrossa olevasta niitonurmesta huolimatta (Lauringson ym. 1999). Vanhoissa, liian harvoissa nurmissa juolavehneä saattaa ollakin valtakasvi.

#### *Niittotekniikat ja -koneet*

Niittotekniikoiden eroista pelto-ohdakkeen ja -valvatin torjuntatehoon ei ole tehty tutkimuksia. Voidaan kuitenkin päätellä, että sängen pituudella ja muodostuvan karhon paksuudella on suurempi merkitys kuin sillä, että niitetäänkö kasvusto sormipalkki-, lautas-, lieriö- tai kelaniittokoneella (Kuva 19). Kelaniittokoneen leikkuupinta on kuitenkin revitympi kuin muilla konetyypeillä. Saattaa olla, että revitty leikkuupinta nopeuttaa jonkin verran kasvin kuivumista ja altistaa sitä taudeille.

Sormipalkki- ja kelaniittokoneilla on mahdollista niittää lyhyempään sänkeen kuin muilla konetyypeillä. Tässä on kuitenkin löydettävä kompromissi torjuntatehon ja nurmen uudelleenkasvun välillä. Lyhyt sänki kurittaa tehokkaasti rikkakasveja, mutta niin myös nurmikasveja. Apilaa sisältävillä nurmilla ei liene syytä niittää 5–10 cm:ä lyhyempään sänkeen, syyskesästä sängenpituutta saatetaan joutua lisäämään tästäkin (esim. 15 cm:iin). Jos nurmea kasvatetaan pelkästään viherlannoitustarkoituksessa, on huolehdittava, ettei niitosta muodostuva karho tukahduta odelmaa alleen. Tässä mielessä kelaniittokone on hyvä, sillä se silppuaa kasvuston ja levittää sen laajalle alalle. Toisaalta liian rajua silppuamista on typpitappioiden minimoimiseksi vältettävä (Leinonen 2000).



Kuva 19. Kelaniittokone on tehokas väline viherkesannon hoitoon. (Kuva: Timo Lötjönen)

### *Ohdakkeen niitto*

Ruotsalaisessa kokeessa tutkittiin nurmen niittokertojen vaikutusta pelto-ohdakkeeseen. Koepaikka oli Upsalan lähellä ja niittovuonna siinä kasvoi kolmannen vuoden puna-apilanurmi, johon ohdake oli juurtunut vahvasti. Syksyllä nurmi kynnettiin ja seuraavana keväänä siihen kylvettiin kevätvehnä, josta mitattiin ohdakkeen määrät elokuussa. Parhaiten ohdaketta oli vähentänyt neljän viikon välein tehty niitto (5 kertaa kesässä). Tätä tiheimmät niitot tuottivat myös hyviä tuloksia, mutta ne häiritsivät jo apilanurmen kasvua, jolloin sen kilpailuvaikutus pieneni. Melko hyvin ohdakkeen määrää vähensi myös niitto kuuden viikon välein (3 kertaa kesässä) (Dock Gustavsson 1992, Dock Gustavsson 1994b).

Tulosten mukaan ensimmäinen niitto olisi tehtävä jo kesäkuun alussa tai viimeistään silloin, kun pisimmät pelto-ohdakkeen versot saavuttavat nappuasteen. Ohdakekasvusto on tällöin pääosin kompensatiopisteessä, eli herkimmillään häirinnälle. Hieman liian aikainen niitto on tehokkaampi kuin vähänkin liian myöhäinen. Kun ohdakekasvusto oli nuorta ja vielä heikkoa, riitti jo kaksi niittoa kesässä hyvään torjuntatulokseen vahvassa puna-apilakasvustossa (Dock Gustavsson 1994b).

Dock Gustavsson (1994b) painottaa kilpailukykyisen kasvuston merkitystä niittotorjunnassa. Yksin kasvaessaan pelto-ohdake on tuottanut jopa 5-6 kertaa enemmän maanpäällisiä versoja kuin kilpailutilanteessa puna-apilan kans-

sa. Juuret ovat kasvaneet vielä tätäkin paremmin ilman kilpailua ja häirintää. Vaikka toistuva nurmen niittäminen onkin kohtalaisen tehokas ohdakkeen torjuntakeino, niin yleensä parempia tuloksia saavutetaan onnistuneella avokesannoinnilla, jota seuraa tehokkaasti kilpaileva kasvusto.

Myös englantilaisten Aquilinan ja Clarken (1994) tutkimuksessa pelto-ohdakkeen niitto aikaisessa nuppuvaiheessa tuotti yleensä paremman torjuntatuloksen kuin niitto myöhäisemmissä vaiheissa. Tavallisesti 2–3 viherkesannon niittokertaa kesässä torjui ohdaketta tehokkaammin kuin vain yksi niittokerta. Aina näin ei kuitenkaan käynyt. Tutkijat korostavat, että ilman kilpailukykyistä viljelykasvustoa kestorikkakasvien mekaaninen torjunta ei tuota toivottua tulosta. Kokeen viherkesantokasvuston tiheyksissä ja uudelleen kasvukyvyssä oli vaihtelua, joten joillakin koepaikoilla toistuvat niitot saattoivat heikentää viherkesantokasvustoa niin paljon, että ohdake sai ylivallan.

Australiassa niitto kahdesti kesässä torjui ohdaketta paremmin kuin vain kerran kesässä suoritettu niitto. Ohdakkeen torjunta laitumista onnistui parhaiten herbisideillä, mutta myös niitoilla saatiin melko hyvä torjuntateho. Tässä tutkimuksessa pelto-ohdakkeen huomattiin vähenevän kolmen vuoden aikana itsestäänkin, mikä saattoi johtua ohdakelaikun keskustan luontaisesta taantumasta (Amor & Harris 1977).

Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa viherkesanto niitettiin kolmena vuonna kahdesti kesässä, kesä- ja elokuun puolivälissä. Lisäksi tutkittiin monivuotisten nurmiheinien ja ohdakkeen välistä kilpailutilannetta. Kaksi niittoa tuhosi yleensä vähintään 50 % ohdakkeesta ja oli lähes yhtä tehokas kuin kasvustoon levitetty klopypuralidi. Pelkkä monivuotisten nurmiheinien kilpailu oli myös hyvin tehokasta. Tähän vaikutti paljon se, kuinka hyvin nurmen perustaminen (itäminen) oli onnistunut (Wilson & Kachman 1999).

### *Valvatin niitto*

Peltovalvatin niittoa on tutkittu vähemmän kuin ohdakkeen niittoa. Ruotsalainen Håkansson (1969d) selvitti valvatin herkkyyttä muokkauksille ja niitoille astia- ja kasvihuonekokeissa. Toistuvat kasvukauden aikaiset muokkaukset tappoivat valvatin melko varmasti, mutta myös niitoilla saatiin melko hyvä teho. Valvatti oli viisainta niittää kompensatiopisteessä eli 4–6 lehtiasteella (katso myös Kuva 21 avokesannoinnin yhteydessä), mikä tappoi kasvin yleensä kasvukauden loppuun mennessä. Tämä tarkoittaa 3–4 niittokertaa kesässä. Jos niitto tehtiin vasta 8-lehtiasteella, valvatin maanalaiset osat eivät yleensä kuolleet. Tätä myöhemmät (harvemmat) niitot mahdollistivat kasvin juuriston uusiutumisen ja kehittymisen. On huomattava, että tässä kokeessa kasvusto niitettiin hyvin läheltä maan pintaa ja valvatti kasvoi kokeessa puhdaskasvustona, ilman viljelykasvin kilpailua. Käytännössä näin on



harvoin, koska niitot kohdistetaan yleensä nurmeen, jolloin sänkeä on jätettävä 5–10 cm uudelleenkasvun varmentamiseksi.

Englantilaisten Aquilinan ja Clarken (1994) tutkimuksessa yksi viherkesannon myöhäinen niitto torjui peltovalvattia tehokkaammin kuin yksi aikainen niitto. Aikaisella tarkoitetaan tässä aikaista nuppuvaihetta ja myöhäisellä kasvin siemenastetta. Valvatti käyttäytyi tässä suhteessa eri tavoin kuin peltoohdake. Myös 2–3 niittokerran yhdistelmä oli tehokas, yleensä 50–100 % valvateista tuhoutui. Myöhäisen niiton tehokkuus on ristiriidassa Håkanssonin (1969d) tulosten kanssa. Saattaisi olla jatkotutkimuksen paikka selvittää, mistä ero johtuu. Englantilaisessa tutkimuksessa valvattikasvustot olivat muodostuneet luontaisesti viherkesantopelloille, kun taas ruotsalaisessa tutkimuksessa valvattikasvustot olivat istutettuja ja melko nuoria, sekä ilman viherkesannon kilpailua.

### *Juolavehnän niitto*

Juolavehnän versojen ja juurakoiden kasvu vähenee lisääessä niittoja ja leikattaessa lyhyempään sänkeen (Håkansson 1969a, Nilsson & Hallgren 1990c). Teho on hyvä 1–3 cm sänkeen leikattaessa ja leikattaessa aina kasvin muodostettua 1–2 uutta lehteä (Nilsson & Hallgren 1990c). Vaikka jo 5 cm pitkäksi ehtinyt juolavehnäkasvusto niitettäisiin, teho ei ole varma ja kestäisi monta niittokertaa ennen kuin juolavehnä kuolisi (Håkansson 1969a).

Käytännössä ei yleensä niitetä niin usein, että niitto torjuisi juolavehnää tehokkaasti, mutta nurmien muiden kasvilajien kilpailu tehostaa niittojen vaikutusta. Puhtaissa juolavehnäkasvustoissa niittojen väli ei saa olla 2–4 viikkoa pidempi, jos juolavehnän juurakkoa halutaan heikentää. Nurmien niitovälin voi viljelykasvien kilpailun ansiosta pidentää kahdeksaan viikkoon (Courtney 1980). Niittämällä saadaan juolavehnään huonompi teho kuin muokkauksilla. Juolavehnä hyötyy niiton laiminlyönnistä tai epätasaisuudesta.

## **5.4.2 Nurmen päättäminen ja seuraava kasvi**

Nurmi on syytä rikkoa ja kylvää seuraava viljelykasvi jo ennen nurmen kasvun taantumaa ja harventumista. Tällöin rikkakasvit eivät pääse hyötymään vähentyneestä kilpailusta ja lisäksi nurmen maahan tuottama ravinnemäärä on suurimmillaan. Apilapitoisilla nurmilla 2–3 varsinaista viljelyvuotta on monesti riittävä nurmen ikä. Toisaalta pelto-ohdakkeen ja valvatin juurten on arveltu voivan elää 2–4 -vuotiaiksi, joten hyväkasvuinen, pitkäikäinen nurmi tuottaa varmimman torjuntatuloksen (Håkansson 1969d, Koskimies ym. 1999).

Nurmen rikkakasvien torjuntavaikutuksen parantamiseksi voi olla viisasta rikkoo nurmi viimeisenä tuotantovuonna jo ensimmäisen säilörehun- tai kuivaneheinänteon jälkeen. Menetelmää kutsutaan puolikesannoinniksi. Kesäheinäkuussa tehdyn kynnön jälkeen maata muokataan normaalin avokesanon tapaan. Säästä riippuen voidaan käyttää joko kuivatus- tai väsytystaktiikkaa (ks. kpl. Avokesanto). Sääolojen ollessa sopivat menetelmän teho voi olla hyvä jopa juolavehnään ja pelto-ohdakkeeseen. Nurmiriktoon olisi hyvä kylvää kilpailukykyinen kasvusto jo syksyllä ravinnetappioiden ja eroosion välttämiseksi. Ruis ja syysvehnä ovat tässä mielessä hyviä ja varsinkin ruis varjostaa rikkakasveja tehokkaasti vielä seuraavanakin kesänä. Myös jonkin nopeakasvuisen “siepparikasvin” käyttö voi olla perusteltua (Häkansson 1995).

## 5.5 Avokesanto

Avokesannointia on perinteisesti käytetty kestorikkakasvien torjuntaan. Mikäli viljelykierrossa ei ole tarpeeksi pitkäaikaisia nurmia, saattaakin tämä torjuntatapa olla kemikaalittomassa viljelyssä väistämätön. Avokesannointia on kuitenkin syytä yrittää välttää, sillä se yleensä heikentää maan rakennetta sekä lisää ravinnetappio- ja eroosioriskiä. Lisäksi toistuvista muokkauksista koituu kustannuksia ja viljelymaa on yhden kasvukauden pois tuotannosta. Kuitenkin avokesannointi on onnistuessaan tehokkain kemikaalittomassa viljelyssä käytössä olevista torjuntakeinoista. Jos avokesannointiin päädytään, kannattaa se hoitaa siten, että saatava hyöty on maksimaalinen (Gummesson 1992).

Siemenrikkakasveihin avokesannoinnin teho on monesti vajavainen, koska näiden siemenet joutuvat helposti itämislepoon, jolloin muokkaukset eivät tapa niitä. Sen sijaan juuren tai juurakon avulla leviäviin kestorikkakasveihin teho on yleensä parempi (Gummesson 1992). Kesannointiin voidaan käyttää kahta taktiikkaa, joita ovat 1) väsytystaktiikka kompensatiopisteessä tapahtuvilla muokkauksilla ja 2) kuivatustaktiikka, jossa kestorikkakasvien juuret/juurakot vedetään toistuvilla äestyksillä pellon pinnalle kuivumaan. Näistä väsytystaktiikka toimii kosteina kesinä paremmin ja siinä selvittää yleensä vähemmillä muokkauksilla kuin kuivatustaktiikassa.

### *Väsytystaktiikka*

Avokesannointi on yleensä viisasta aloittaa jo edellisvuoden syksyllä sänki-muokkauksella, jota seuraa normaali syyskyntö. Mikäli käytetään väsytystaktiikkaa, tehdään keväällä ensimmäiseksi suhteellisen syvä ja hienontava muokkaus esim. jyrsimellä tai lautasäkeellä. Savimaalla on kuitenkin varottava, ettei maa kuivu muokkauksen seurauksena liian syvälle. Aloitusermuokkauksen tavoitteena on pilkkoa juuret/juurakot mahdollisimman lyhyiksi, jolloin palaset alkavat jokainen kasvattaa uutta versoaa. (Häkansson 1995,

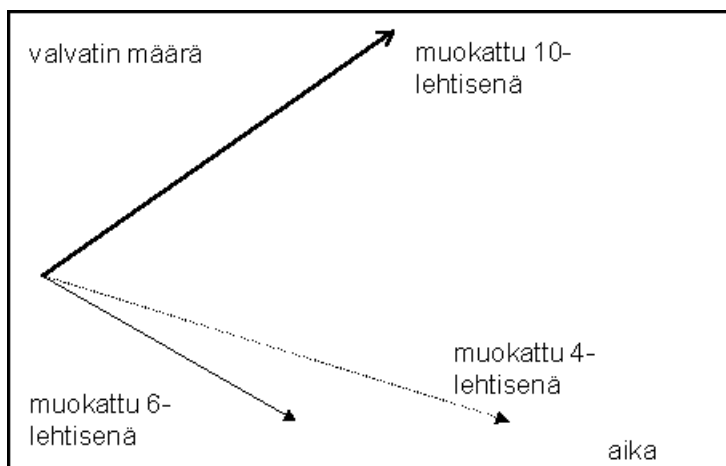


Kuva 20. Ristiinajo S-piikkiäkeellä parantaa torjuntatehoa avokesannossa. (Kuva: Timo Lötjönen)

Koskimies ym. 1999). Myös seuraavien muokkausten tarkoituksena on kesto-rikkakasvien yhteyttämistoiminnan lopettaminen ja juuriston/juurakon saaminen uuteen kasvuun tuhoamalla lehdet, sekä lisääntymisyksiköiden kuten juurakoiden silmujen hävittäminen kuivumalla, nälkiinnyttämällä tai hajottamalla kasvun alkamisen jälkeen (Evans & Hughes 1977) (Kuva 20).

Ensimmäisen torjuntamuokkauksen aika on, kun torjunnan kohteena oleva kestorikkakasvi on saavuttanut kompensatiopisteensä. Kompensatiopiste on juolavehnällä 3–4 -lehtiaste, pelto-ohdakkeella 7–8 ja peltovalvatilla 5–7 -lehtiaste (Håkansson 1967, Håkansson 1969d, Håkansson 1995, Dock Gustavsson 1997). Seuraava muokkaus tehdään, kun uudet versot saavuttavat kompensatiopisteen ja näin jatketaan läpi kesän (Håkansson 1995).

Mikäli kesannossa on ongelmana eri kestorikkakasvilajeja, voi muokkausajankohdasta päättäminen tuottaa hankaluuksia, sillä juolavehna, ohdake ja valvatti saavuttavat kompensatiopisteen eri aikoihin. Juolavehnan torjumiseksi on todennäköisesti muokattava tiheämmin kuin muiden vuoksi on tarpeen. Päätös on tehtävä yleisimmän tai nopeimmin kehittyvän rikkakasvilajin mukaan. Muokkauksen myöhästyminen optimiajankohdasta on yleensä haitallisempaa kuin liian aikainen muokkaus (Kuva 21).



Kuva 21. On tärkeää, että kesannon muokkaukset ja muu torjunta tehdään viimeistään kompensatiopisteessä, kun rikkakasvin juuriston/juurakon vararavinto on pienimmillään. Jos torjunta myöhästyy, ehtivät rikkakasvit kasvat-  
taa juuriaan/juurakoitaan, eikä ongelma suinkaan vähene. Piirros perustuu Håkanssonin (1969d) tuloksiin.

Seuraavien muokkausten ei tarvitse olla enää niin hienontavia kuin aloitusmuokkauksen, pääasia on, ettei maahan jää muokkaamattomia kohtia. Jos kompensatiopisteessä olevia rikkakasveja jää muokkauksen jäljiltä pystyy, ne ehtivät tarpeettomasti vahvistaa juuristoaan/juurakkoaan seuraavaan muokkaukseen mennessä. S-piikkiäkeet sopivat tehtävään hyvin. Tiheä piikkijako tai terälappujen korvaaminen hanhenjalkaterillä edesauttavat koko muokkauksenerroksen muokkautumista kerta-ajolla. Äkeen puutteita voi osin korvata samana päivänä tehtävällä toisella, edelliseen ajokertaan nähden viistolla äestyksellä.

### *Kuivatustaktiikka*

Mikäli sää muuttuu pitkäksi aikaa poutaiseksi, heikkenee kestorikkakasvien juurakoiden/juuriston versominen. Tällöin kannattaa siirtyä kuivatustaktiikkaan, jossa parin päivän välein toistuvilla äestyksillä vedetään rikkakasvien juuret/juurakot maan pinnalle kuivumaan. S-piikkiäkeellä tai kultivaattorilla nousevat maan pinnalle parhaiten juolavehnän juurakot, koska ne ovat pitkiä ja sitkeitä. Edellytyksenä on, ettei äkeen perässä käytetä jälkiäestä tai varpa-jyrää. Saksassa on kehitetty ulosottokäyttöinen tappijyrsintä muistuttava juolavehännostin, joka nopeuttaa kesannointia huomattavasti (Schepel 2000).

Pelto-ohdakkeen ja -valvatin juuret ovat juolavehnän juurakoita hauraampia ja paksumpia, jolloin ne katkeilevat helposti ja jäävät pinnan alle. Valvatin juuret ovat arkoja kuivuudelle ja kuolevat pinnalle jouduttuaan muutamassa päivässä (Petersen 1944, Kakriainen 2001). On kuitenkin vaikea kehittää sellaista tekniikkaa, jolla riittävä määrä valvatin juuria saataisiin nostettua

pellon pinnalle kuivumaan, joten parempia tuloksia saadaan käyttämällä väsytystaktiikkaa (Håkansson & Wallgren 1972b).

### *Muokkaussyvyys*

Kesannon muokkaussyvyys määräytyy ongelmana olevan kestorikkakasvin juuriston/juurakon kasvussyvyyden mukaan. Juolavehnälle riittää useimmiten 10–15 cm:n äestussyvyys, mikä on saavutettavissa kynnyssä maassa normaaleilla S-piikkiäkeillä.

Syväjuurisen pelto-ohdakkeen kesannoinnissa voidaan käyttää väsytystaktiikkaa, jossa ensimmäiset muokkaukset tehdään melko pintaan, minkä jälkeen muokkaussyvyyttä lisätään asteittain. Muokkauksissa käytetään leveäreistä kultivaattoria, jolla syvältä nousevat ohdakkeen versot voidaan aina kaikki katkaista. Kesannon kyntö voi olla perusteltua kesän puolivälissä, jotta uusia kestorikkakasvien juuria/juurakoita saadaan käännettyä maan pintaosiin taimettumaan (Koskimies ym. 1999). Dock Gustavsson (1997) toteaa, että viisas pelto-ohdakkeen torjuntataktiikka saattaa olla juurten pilkkominen ensin pieniksi ja sitten hautaaminen syvälle esim. 20 cm:iin.

On myös esitetty, että juolavehnän juurakon matalan kasvutavan vuoksi pitkään muokkaamatta olleen kasvuston voisi huolellisella ja syvällä kynnöllä saada hautautumaan syvälle. Teho olisi vieläkin parempi, jos kyntöön voisi yhdistää juurakkoa pilkkova muokkaus. Tämän jälkeen maa kannattaisi jättää vuodeksi, pariaksi kyntämättä, ettei nostettaisi maanpinnalle vanhoja kasvukykyisiä juurakon osia (Håkansson 1969b).

Mitä enemmän muokkaus vahingoittaa juolavehnän maanalaisia osia, sitä enemmän silmuja lähtee kasvamaan (Chancellor 1974), ja sitä nopeammin kasvien ravintovarat loppuvat (Håkansson 1977). Aina 2–3 lehtiasteella muokkaamalla juurakon vararavinto vähitellen loppuu ja lopulta tarkka kyntö hautaa heikentyneet juurakon palaset niin syvälle etteivät ne enää jaksaa kasvaa (Fischer 1992). Kuivuus voi haitata mekaanisen torjunnan tehoa, sillä juurakot voivat säilyä hengissä kuukaudenkin kuivassa maassa, jonka kosteus on lähellä lakastumisrajaa (Håkansson 1977). Fischerin (1991) tutkimuksessa kesantoa muokattiin noin kahden viikon välein kevästä juhannukseen lautasäkeellä, hanhenjalkäkeellä tai kultivaattorilla, mikä vähensi seuraavan vuoden juolavehnamäärää 57–93 %. Tulos oli kuitenkin hyvin vaihteleva verrattuna glyfosaatilla (Roundup 4,0 l/ha) saatuun 96–100 %:n tehoon.

### *Pikakesanto ja kesannon päättäminen*

Aina ei ole tarpeen avokesannoida koko kasvukautta, vaan esim. juhannukseen päättyvä tai siitä alkava puoli- tai pikakesanto saattaa olla riittävän tehokas. Muokkausten on oltava silloin voimakkaampia kuin koko kesän kestävässä kesannoinnissa. Maan rakenteen, ravinnetilan ja ympäristön kannalta

lyhyemmät avokesannot ovat toivottavia (Koskimies ym. 1999). Pellon pinta olisi saatava kasvuston peittoon ennen syysateiden alkua. Nurmi ja ruis ovat hyviä avokesannon lopetuskasveja. Ne kilpailevat tehokkaasti rikkakasvien kanssa kesantovuotta seuraavana vuonna. Varsinkin valvatin torjunnassa alkukesä on tehokkaampaa kesannointiaikaa kuin loppukesä, sillä valvatin juuret vetäytyvät aikaisin syksyllä lepotilaan (Håkansson 1969d, Håkansson & Wallgren 1972a).

Mitä syvempi kyntö muokkausten päätteeksi tehdään sitä parempi teho juola-vehnään saadaan. Kyntösyvyyden kasvattaminen ei kuitenkaan muuten ole toivottavaa. Huolellisella kynöllä voidaan ohjata pintamaan uudet kasvukykiset juurakon versot riittävän syvälle (Håkansson 1974). Muokkausten päättäminen syvään kyntöön saattaa kannattaa myös valvatin torjunnassa, mutta syväjuurisen ohdakkeen torjunnassa siitä tuskin on hyötyä.

## 5.6 Torjunta viljakasvustosta

Kemikaalittomassa viljelyssä eivät aina ennakoivat rikkakasvien torjuntatoimet riitä, vaan tarvitaan myös viljelykasvustoon kohdistuvaa suoraa torjuntaa. Heikosti kilpailevilla sokerijuurikkaalla ja vihanneskasveilla suoraa torjuntaa tarvitaan aina. Nurmivaltaisilla karjataloilla suoran torjunnan tarve saattaa olla hyvin vähäinen, mutta karjattomilla viljataloilla se on pitkäikäisten nurmien puuttuessa tarpeellisempaa. Suora torjunta voi olla myös keino välttää avokesannointi.

Rikkakasviäestys pitkäpiikkiäkeellä on luomutiloilla yleisesti käytössä oleva viljojen yksivuotisten rikkakasvien torjuntamenetelmä. Jos äes säädetään oikein ja käsittely(t) suoritetaan optimiajankohtana, teho yksivuotisiin rikkakasveihin on yleensä hyvä. Rikkakasviäkeiden piikit ovat kuitenkin niin hennot, että käsittelyllä ei juurikaan voida torjua vahvajuurisia kestorikkakasveja. Ainoastaan näiden nuoriin siementaimiin voi odottaa jonkinlaista torjuntavaikutusta (Mattsson & Sandström 1994).

### *Haraus*

Riviväliharausta (Kuva 22) on pitkään käytetty sokerijuurikkaan ja vihanneskasvien rikkakasvintorjuntaan. Viime vuosikymmenellä sitä on alettu soveltaa myös viljoille kemikaalittomassa viljelytavassa. Kehitystyötä on tehty erityisesti Pohjoismaissa (Johansson 1998, Jørgensen ym. 1999, Lötjönen & Mikkola 2000). Riviväliharauksen etuna rikkakasviäestykseen nähden on pidempi optimikäsittelyaika ja jonkinlainen teho myös kestorikkakasveihin. Haittapuolena on suurempi työnmenekki ja se, että harausta varten viljan riviväliä on kasvatettava normaalista 12,5 cm:stä esim. 18 tai 25 cm:iin (Lötjönen & Mikkola 1997).



Kuva 22. 18 cm:n rivivälein kylvetyn öljypellavan riviväliharausta MTT/ Vako-  
lan kehittämällä haralla. (Kuva: Timo Lötjönen)

Mikäli riviväliharauksella pyritään vähentämään kestorikkakasveja, on haraukset aloitettava jo ennen kasvien kompensatiopistettä. Harauskäsittelyjä on toistettava 2–3 kertaa kasvukauden mittaan, koska maasta irronneet kestorikkakasvit juurtuvat helposti uudelleen. Haran terät on pidettävä terävinä. Parin päivän helle ja kuivuus ennen sekä jälkeen harauksen parantaa käsittelyn tehoa. Haraus ei torju viljelykasviriveissä kasvavia rikkakasveja. Riveistä rikkakasveja torjuu vain siirtyvän maa-aineksen peittovaikutus ja viljan kilpailu. Nämä eivät yleensä riitä tukahduttamaan kestorikkakasveja ja riveissä kasvavat rikkakasvit voivat levittyä myöhemmin kesällä myös puhtaiden rivivälien kasvutilaan. Tämän takia haraamaton rivinkohta on säädettävä mahdollisimman kapeaksi, esim. 7 cm:iin. Vaatimus edellyttää tarkkuutta haran ohjaukselta, mikä on käynnistänyt konenäköön ja sähköhydrauliikkaan perustuvien ohjausjärjestelmien kehittämisen (Lötjönen & Mikkola 1997, Lötjönen & Mikkola 2000).

### *Pesäkekäsittely ja nyhtö*

Pelto-ohdake ja -valvatti kasvavat pellolla alkuvaiheessa pesäkkeissä, jotka on syytä torjua mahdollisimman aikaisessa vaiheessa muokkauksin, niittämällä tai nyhtämällä. Kun pesäkkeitä on harvassa, nyhtö käsin tai niitto siimaleikkurilla lienee järkevintä. Koneellinen niitto voidaan tehdä viljakasvuston yläpuolelta, jolloin saadaan ohdakkeen ja valvatin siemenlevintää estettyä. Tehokkaampi tapa on muokata kasvusto tai niittää se pesäkkeen

kohdalta lyhyeen sänkeen useamman kerran kesässä. Tällöin tietysti menetetään pesäkkeen kohdalla kasvanut viljasato (Schepel 2000).

Ruotsalaiset ovat kehittäneet pelto-ohdakkeen ja -valvatin nyhtöön sopivia koneita. Nyhtö on siinä mielessä niittoa parempi, että nyhdössä kasvi saattaa katketa alemmalla kuin niitossa. Niittokoneeseen he ovat lisänneet puhallinruiskuista tutun ilma-avusteisuuden, jolla viljakasvustoa voidaan taivuttaa niittokoneen edessä ja tällöin päästään katkaisemaan kestorikkakasvin varsi alhaalta aiheuttamatta vaurioita viljalle (Sundell & Tunón 1999).

Suomessa nostolaitekiinnitteistä pellavannyhtökoneita on kokeiltu hyvällä menestyksellä ohdakkeen ja valvatin nyhtämiseen (Schepel 2000). Viljasadon kannalta olisi tärkeää, että kasvustoa sotkettaisiin mahdollisimman vähän heinä-elokuulle ajoittuvan niiton tai nyhdön aikana. Riviväliharauksen edellyttämät ajourat mahdollistavat hyvin myös myöhemmät kasvustonhoitotoimet, joten haraus ja niitto tai nyhtö sopivat hyvin tehtäväksi samalla loholla (Lötjönen & Mikkola 1997).

Juolavehnän pesäkkeisiin nyhtö ja niitto tuskin tehoavat riittävästi. Aivan ensimmäiset juolavehnät voidaan poistaa käsityönä, suurempiin pesäkkeisiin voidaan käyttää paikallista avokesannointia.

### *Peruna viljelykierrossa*

Perunaa on perinteisesti pidetty kasvina, jonka rikkakasvintorjunta on suhteellisen helppoa. Sitä jopa suositellaan lisättäväksi viljelykiertoon, mikäli arvellaan, että juolavehnä ei muuten pysy kurissa (Koskimies ym. 1999). Perunan taimettumisaika on suhteellisen pitkä ja penkkeihin voidaan kohdistaa tehokkaita muokkaustoimia. Peruna ei yleensä kärsi voimakkaastakaan multauksesta. Perunasta voidaan juolavehnää torjua hyvin mekaanisesti. Haraukset ja äestykset on tehtävä huolellisesti esimerkiksi viikon kuluttua istutuksesta, juuri ennen perunan taimettumista ja perunan ollessa 5–10 ja 20 cm korkeaa. Mekaanisella torjunnalla päästään usein hyvään tulokseen ja sadon määrän lisääntymiseen, mutta kemiallisella torjunnalla päästään joskus parempiin tuloksiin (Fischer 1992).

Yleisesti luomuviljelijät käsittelevät perunapenkit traktorin perään poikittain kytketyillä lumiketjuilla ennen perunan taimettumista. Tämä "äes" mukailee hyvin penkkejä ja käsittelee pellon koko pinnan. Käsitteily voidaan vielä toistaa, kun ensimmäiset perunanlehdet ovat jo pinnalla. Myöhempiin multauksiin käytetään esim. aura- tai lautasmultainta. Normaalityönteissä kahden tehokkaan multauksen pitäisi riittää rikkakasvien kurissapitämiseen, mutta jos kestorikkakasveja on paljon, voivat lisämultaukset olla tarpeen. Viimeinen multaus tehdään ennen riviväliden umpeutumista (Schepel 2000).



## 5.7 Talven vaikutus

Talvella kasveja uhkaavat pakkanen, talvituhosienet, jääpolte ja rouste (Nissinen 1998). Myös kestorikkakasvit ovat alttiita näille vaikutuksille, vaikka ne ovatkin yleensä nurmiheiniä ja syysviljoja kestävämpiä. Pakkanen aiheuttaa nurmikasvien paleltumista lähinnä Etelä-Suomen vähälumisilla seuduilla ja rannikkoalueella. Jääpolteen vauriot keskittyvät samoille alueille, mutta voivat olla leutoina talvina koko maan vitsaus. Siinä lumi sulaa lammikoksi talven aikana tai syksyllä muodostunut lammikko jäätyy, jolloin muodostuu pellon peittävä jääkansi. Kasvit joko kuolevat hapenpuutteeseen ja hengityskaasuihinsa, tai paleltuvat kuoliaiksi eristekerroksen heikentymisen takia. Talvituhosienet puolestaan ovat yleisempiä Itä- ja Pohjois-Suomen paksu- ja pitkälumisilla alueilla. Rouste on keväinen ilmiö, jossa lumeton maan pintakerros sulaa ja jäätyy vuorokausivaihtelun mukana, mistä seuraa kasvien juurten katkeilua (Nissinen 1998).

### *Pakkanen*

Monien rikkakasvien juurten/juurakon pakkasenkeston tiedetään parantuvan syksyn edetessä lokakuulta joulukuulle (Dexter 1937). Tällaisia ovat mm. juolavehnä ja peltokierto. Peltto-ohdakkeen talvenkesto koheni Dexterin (1937) kokeessa vain vähän. Laboratoriokokeessa 8 tunnin  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n pakkasjakso tappoi ohdakkeen juuret kokonaan ja jo  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  aiheutti vakavia vaurioita. Juolavehnälle aiheutui vaurioita  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ :ssa ja lähes kaikki kuolivat  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ :ssa. Hamdounin (1967) kokeessa ohdakkeen juurten pitäminen 1 päivän verran  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ :ssa riitti tappamaan ne, mutta juuret selviytyivät 5 viikon jakson  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ :ssa.

Schimmingin ja Messersmithin (1988) mukaan talvehtivat kasvit pyrkivät 1) välttelemään pakkasta ja 2) kehittämään keinoja sietää sitä. Lumipeite ja juurten kasvu syvällä maassa ovat välttelyn keinoja. Nämä eivät kuitenkaan aina riitä, vaan useimpien talvehtivien kasvien juuret ovat kehittyneet pakkasta hyvin kestäviksi.

Schimming ja Messersmith (1988) tutkivat kestorikkakasvien juurten pakkasen kestoa laboratoriossa kahtena talvena. Materiaali kaivettiin alkutalvesta pelloilta Pohjois-Dakotasta 0–30 cm syvyydestä. Kokeessa pakastimen lämpötilaa laskettiin  $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{h}$  ja lämpö pidettiin tavoitearvossaan 2 h. Tämän jälkeen juuristomateriaali sulatettiin hitaasti ja pantiin taimettumaan kasvihuoneeseen. Juolavehnan pakkasenkesto vaihteli vuosittain paljon. Lämpötilat, jotka tarvittiin tappamaan puolet juuristosta olivat:

- peltto-ohdake  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$
- peltovalvatti  $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$
- juolavehnä: kylmempää kuin  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Juolavehnää lukuunottamatta kestorikkakasvit käyttäytyivät molempina koevuosina liki samanlaisesti. Lämpötila  $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$  riitti tappamaan kaikki ohdakkeen juuret, mutta valvatille tarvittiin hieman yli  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  ja juolavehnälle reilusti yli  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ohdakkeen vaakasuorat juuret, jotka ovat herkimpiä pakkaselle, löytyvät normaalisti 20–30 cm:n syvyydestä, kun taas valvatin juuret ja juolavehnän juurakko kasvavat normaalisti 5–10 cm:n syvyydessä. Juurten herkkyys pakkaselle näyttää siis olevan verrannollinen niiden normaaliin talvehtimissyvyyteen (Schimming & Messersmith 1988).

Juolavehnän sitkeyttä lisää vielä se, että vaikka sen juurakot saisivat lieviä paleltumia, niistä voi vielä kehittyä versoja. Ohdakkeen ja valvatin juuret kuolevat yleensä kerralla. Kestorikkakasvien pakkasvauriot ovat todennäköisempiä alueilla, joilla lumi ei kerry eristeeksi. Muokkaamattomassa maassa kasvuston sänki kerää lunta paremmin kuin paljas maa. Osaksi tästä syystä muokkaamaton maa on muokattua lämpimämpi (esim. Pohjois-Dakotassa  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$  vs.  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  2,5 cm:n syvyydessä). Tämä saattaa olla osasy siihen, että kestorikkakasvit ovat muokkaamattomassa maassa elinvoimaisempia (Schimming & Messersmith 1988).

Schimmingin ja Messersmithin (1988) kokeessa pelto-ohdake ja juolavehnä kestivät paremmin pakkasta kuin aiemmissa kokeissa (Dexter 1937, Hamdoun 1967). Selvää syytä tähän ei tiedetä. Kestorikkakasvien pakkasenkesto saattaa kuitenkin olla erilaista laboratorio-oloissa kuin pellolla. Schimmingin ja Messersmithin (1988) kokeessa rikkakasvien juuria pidettiin pakkasessa suhteellisen lyhyen aikaa, mikä on kokeen suurin puute. Käytännössä pakkanen voi pysyä lähes muuttumattomana viikkokausia, jolloin vähempikin kylmyys voi olla tappavaa. Hallgrenin (1995b) tutkimuksessa juolavehnän juurakot, joita pidettiin kuukauden ajan  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ :ssa, menettivät kasvukykynsä lähes kokonaan.

Valvatin pakkasenkestävyyttä lisää pystysuorissa juurissa olevien silmujen jälleenkasvukyky (Schimming & Messersmith 1988). Tällöin silmut ovat maanpinnansuuntaisia juuria syvemmällä maassa, jonne kova pakkanen harvoin yltää.

Etelä-Suomessa 1970-luvun alussa tehtyjen mittausten mukaan 5 cm:n syvyydessä voi olla pakkasta  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  ja 12,5 cm:n syvyydessä  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Täysin muokkaamaton maa oli pari astetta lämpimämpi kuin kynnetty maa (Kivisaari 1979). Jos lämpötila maassa on näin korkea, on epätodennäköistä, että pakkasen Suomen normaalioloissa tuhoaisi kestorikkakasvien juuria/juurakoita merkittävästi. Lumen ja olkipeitteen paksuus sekä maan löyhyys vaikuttavat huomattavasti pakkasen tunkeutumiskykyyn. Pohjois-Dakotan vähälumisilla alueilla pakkasta saattaakin kylminä talvina olla 10 cm:n syvyydessä  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Schimming & Messersmith 1988). Ruotsalaisessa tutkimuksessa kylmä ja vähäluminen talvi 1996 tappoi pintaan kultivoimalla keskitetyt juolavehnän juurakot (Arvidsson ym. 1997).

## *Lumen suojaava vaikutus*

Miten siis saisimme tehostettua talven vaikutusta? Ei ole täysin selvää, kummassa muokkausmenetelmässä, kynnössä vai kevytmuokkauksessa, kestorikkakasvit pysyvät paremmin kurissa. Kyntäminen kuohkeuttaa maata ja maahan muodostuu viiluista voileipämäinen rakenne. Myös sänki häviää, jolloin tuiskulumen kertyminen pellon pintaan on vähäisempää kuin sänkipellossa (Schimming & Messersmith 1988). Näin pakkasen pääsee tunkeutumaan syvemmälle. Toisaalta kultivointi tehdään yleensä kyntöä matalampaan ja siinä maata käännetään vähemmän, jolloin kestorikkakasvien juuret saattavat keskittyä kasvamaan pinnemmassa kuin kyntöviljelyssä ja ovat alttiina pakkasen vaikutuksille (Chandler ym. 1994, Arvidsson ym. 1997).

## *Jääpolte*

Vähälumisilla alueilla jääpoltteen keinotekoinen luominen lopetettavalle nurmelle tai viljan sängelle saattaa joinakin vuosina onnistua. Muutama viljelijä onkin kokeillut menetelmää (Vuori 2000). Siinä sohjolumi tallataan jyrällä tiiviiksi mielellään jo alkutalvesta (Kuva 23). Sängin on oltava yht-



Kuva 23. Jääpoltteen vaikutusta voi yrittää tehostaa lumen jyräyksellä. (Kuva: Timo Lötjönen)

tä. Pakkasten tultua pellon pinnalle muodostuu tiivis jääkansi, joka tappaa alla olevia kasveja hapenpuutteeseen ja mahdollistaa pakkasen paremman tunkeutumisen maahan. Jääkannen tulisi pysyä pellon pinnalla pitkälle kevääseen. Menetelmä on tehonnut viljelijöiden mukaan ainakin juolavehnään ja valvattiin. Selvää on, ettei joka vuosi saada sopivia olosuhteita. Länsi- ja Etelä-Suomessa onnistuminen on lumen vähyden takia todennäköisempää kuin muualla maassa. Menetelmän hyödyntämistä ja optimointia olisi tutkittava (Vuori 2000).

Keinotekoisien jääpoltteen menetelmässä kannattaa hyödyntää loppusyksyn ja alkutalven pakkaset. Silloin kestorikkakasvien juuret ovat todennäköisesti arempia kylmyydelle kuin myöhemmin talvella (Dexter 1937). Paksulumi-silla alueilla saattaisi tulla kysymykseen lumen poisto kestorikkakasvipesäkkeiden päältä, kun säätiedotus ennustaa pitkää sateetonta pakkaskautta. Otol-lisin ajankohta tälle voisi olla tammi-helmikuu. Menetelmän toimivuus pitäisi tutkia. Talvituhosienien, rousteen ja keväisen kuivumisen vaikutuksista kestorikkakasveihin on hyvin vähän tietoa. Ainoastaan lumihomeen tiedetään joskus tuhonneen peltovalvattia, kun se on jäänyt lumen alle rehevän raiheinäkasvuston kanssa (Vuori 2000).

## 5.8 Biologiset torjuntaeliöt

Rikkakasvien biologinen torjunta hyödyntää kasvien luontaisia vihollisia. Enimmäkseen kokeillut eliöt ovat olleet hyönteisiä, sieniä, viruksia ja bakteereita, mutta myös joitakin nisäkkäitä on kokeiltu. Biologista torjuntaa on tutkittu jo ainakin vuosisadan ajan ja joitakin käytännön sovellutuksia onkin syntynyt, kuten mäntypistiäisen monisärmiövirus, vihannespunkin petopunkki ja juurikäävän torjunta sienivalmisteen avulla. Rikkakasvien torjunnan sovellutukset ovat vielä toistaiseksi vähäisiä, mutta tulevaisuuden odotukset ovat tältä alalta suuria.

Biologinen torjunta voidaan luokitella kolmeen päätyyppiin tai strategiaan. Klassisessa torjunnassa (1) antagonistinen organismi on ekosysteemissä valmiina ja toivotaan, että torjunnan kohteen lisääntytyä myös antagonistit alkavat lisääntyä ja levitä. Tällöin syntyy pysyvä tasapaino torjunnan kohteen ja antagonistin välille, jolloin torjuntavaikutus on pitkäaikainen. Bioherbisidimetelmässä (2) torjuntaorganismia kasvatetaan esim. laboratorioissa tai kasvihuoneessa, jonka jälkeen se levitetään kantoaineeseen sidottuna ekosysteemiin kasvinsuojeluruiskun tai lannoitteenlevittimen avulla. Täydellinen kasvustontorjunta (3) voidaan toteuttaa esim. kotieläinten avulla siten, että naudat tai siat laiduntavat rikkakasvista aluetta voimakkaasti (Löf 1994).

Biologisessakin torjunnassa on tärkeää, että torjuntaeliö on valikoiva, eli tuhoaa vain kohteena olevaa rikkakasvia, mutta ei vaurioita viljelykasvia. Koska pelto-ohdake näyttää olevan maailman mittakaavassa haitallisempi

kuin peltovalvatti, on myös pelto-ohdakkeen biologista torjuntaa tutkittu enemmän.

## *Ohdake*

Hyönteisistä on eniten kokeiltu *Ceutorhynchus litura* -kärsäkästä, jonka toukat syövät ohdakkeen lehtiä ja varsia. Kärsäkäs esiintyy luontaisesti mm. Keski-Euroopassa ja Skandinavian eteläosissa (Löf 1994). Tulokset hyönteisen vaikutuksesta ovat vaihtelevia. Yhdysvaltalaisen kokeiden mukaan kärsäkäs vähensi selvästi talvehtivien ohdakkeiden määrää (Rees 1990). Toisaalta kanadalaiset huomasivat vain vähäistä ja ohimenevää elinvoiman heikentymistä ohdakkeissa (Peschken & Derby 1992). Toinen kokeiltu hyönteinen on orakärpänen (*Urophora cardui*) mutta sekin on ollut kokeissa melko tehoton (Peschken & Derby 1992).

Ohdakkeen biologisessa torjunnassa lupaavin sienitauti on *Puccinia punctiformis* eli ohdakeruoste (Kuva 24). Sienitautia esiintyy pelloilla luontaisestikin, mutta tartuntaa voidaan tehostaa levittämällä sientä keinotekoisesti. Jos tartunta tapahtuu kunnolla, on versojen kuolleisuus korkea. Ongelmana on sienen heikko infektoimiskyky (tarttuminen). Mm. ohdakkeen mekaanista vioittamista ja sienen kasvua parantavien aineiden lisäämistä on kokeiltu. Kaupalliset sovellutukset kuitenkin puuttuvat vielä (Löf 1994, Slonovschi ym. 1999).

Thomas ym. (1994) havaitsivat kokeissaan, että 5–15 °C lämpötilassa *Puccinia punctiformis* -sieni tartuttaa ohdaketta paremmin kuin 20–30 °C:ssa. Tutkijoiden mielestä sientä voidaan kasvattaa hyvin kasvihuoneessa levittämällä tauti ensin pelkkiin ohdakkeen juuriin ja sitten kasvattamalla näistä saastuneita ohdakekasveja.

Toinen paljon tutkittu sienitauti on *Sclerotinia sclerotiorum*, eli pahkahome. Home ilmenee ensin märkänä mätänä kasvissa, ja muuttuu myöhemmin valkoiseksi ja puuvillamaiseksi rihmastoksi. Tauti ei ole yhtä valikoiva kuin *Puccinia punctiformis*. Sieni voi myös tartuttaa viljelykasveja, mm. valkoapilaa, öljykasveja, hernettä, perunaa ja vihanneksia, joten sienen käytöllä on rajoituksensa (Löf 1994), vaikka Rolston (1994) ehdottaakin juuri pahkahomeen käyttöä ohdakkeen torjuntaan valkoapila/raiheinä laitimilla. Yleensä *Sclerotinia sclerotiorum* on ollut melko tehokas ohdakkeen torjunnassa, esim. 20–80 % ohdakeversoista on kuollut (Brosten & Sands 1986). Sienestä on mahdollisesti tulossa kaupallinen sovellus (Jong ym. 1999). Muita tutkittuja, mutta vähemmän lupaavia sieniä ovat mm. *Fusarium*-, *Pythium*- ja *Erwinia*-sienet (Löf 1994).



Kuva 24. Ohdakeruoste on lupaavin sienitauti ohdakkeen biologiseen torjuntaan. (Kuva: Jukka Salonen)

### *Valvatti*

Peltovalvatin biologista torjuntaa on tutkittu myös jonkin verran, mutta mahdollisuudet näyttävät vähäisemmiltä kuin pelto-ohdakkeella. Euroopassa elää lukuisia hyönteisiä, jotka ruokailevat valvatissa, mutta niistä vain harvat aiheuttavat selviä vaurioita kasville. Mm. *Tephritis dilacerata* - hyönteinen estää syömiensä kukkien siementen kehittymisen, mutta ei todennäköisesti kykene olemassa olevien valvattikasvustojen pienentämiseen. Monien sienien, virusten ja bakteerien tiedetään käyttävän valvattia isäntäkasvinaan, mutta niistä aiheutuneet tuhot ovat olleet yleensä vähäisiä. Valvatilla voi olla merkitystä näiden antagonistien säilyttäjänä ja levittäjänä viljelykasveihin (Lemna & Messersmith 1990).

Euroopassa on löydetty kuusi valvatille ominaista tuohyönteislajia. Niistä neljä, kaikki *Diptera*-heimoon kuuluvia, elää kasvin nupuissa, yksi *Homoptera*-heimon laji lehden ja varren solukon pintaosissa ja yksi *Diptera*-heimon laji lehden solukon sisäosissa (DeClerk & Steeves 1988, Lemna & Messersmith 1990). Shorthousen (1980) mukaan toukat kannattaa huomioida mahdollisena valvatin biologisena torjuntakeinona.

Valvatin juuresta on löydetty kolme eri sukkulamatosukua: *Meloidogyne incognita* -äkämäankeroinen (Eesti), *Heterodera sonchophila* - kysta-ankeroinen (Yhdysvallat) ja *Pratylenchus penetrans* -haava-ankeroinen (Yhdysvallat). Valvatin kasvuun ne eivät vaikuta, mutta *Heterodera* on haitallinen loinen peltokasvien siementaimille. *Pratylenchus* on löydetty mansikkapellolta ja sen tiedetään vioittavan mansikan lisäksi mm. tupakan ja kirsikan juuria (Lemna & Messersmith 1990).

Kasvitaudeista valvatilla on sienitauteja, jotka näkyvät laikkuina kasvin lehdistä, mm. *Marssonina sonchi* -mustalaikku, *Septoria sonchiarvensis* ja *Alternaria sonchi* (Lemna & Messersmith 1990). Valvatti saattaa toimia myös perunan virus N:n isäntäkasvina talven ajan. Ainakin Eestissä virus on patogeeninen perunalle ja vihanneksille. Perunan vaarallinen karanteenituholainen *Pseudomonas solanacearum*, perunan tumma rengasmätä, saattaa säilyä pellolla valvatissa (Lemna & Messersmith 1990).

### *Juolavehnä*

Juolavehnän biologista torjuntaa käsitteleviä julkaisuja ei kirjallisuudessa löytynyt. USDA-ARS (2000) toteaaakin, ettei ongelmallisten heinämaisten rikkakasvien torjumiseksi ole biologisen torjunnan ohjelmia. Sen sijaan Yhdysvalloissa listatuista 39 haitallisimmista leveälehtisestä rikkakasvista tällaisia ohjelmia oli 25:lle (USDA-ARS 2000).

Juolavehnän biologista torjuntaa rajoittaa se, että monet kasvitaudit ovat yhteisiä juolavehnälle ja viljoille. Juolavehnä on mm. ohran kääpiökasvuviruksen (BYDV) (Kurppa ym. 1989, Rauhala 1998) ja mustatytven (*Gaeumannomyces graminis*) (Mathre 1982, Yarham 1981) isäntäkasvi. Juolavehnällä on tosin omiakin kasvitauteja, kuten rukiin korsinoen sukuinen *Tubercinia agropyri* (Pohjakallio 1963). Juolavehnä näyttää olevan toisinaan hyvin arka härmälle (Aulis Ansalehto, Hämeen maaseutukeskus, 22.11.2001, kirjallinen tiedonanto). Tämän hyödyntämismahdollisuudet juolavehnän torjunnassa kannattaisi selvittää.

## 6 Yhteenveto

Pelto-ohdakkeen, peltovalvatin ja juolavehnän menestyminen viljapelloilla perustuu voimakkaaseen kasvulliseen lisääntymiseen juurten/juurakoiden avulla, menestyksekkääseen kilpailuun kasvutilasta, sekä kykyyn sietää muokkausta ja leviämiseen muokkausvälineiden mukana (Taulukko 6).

Näistä kasveista pelto-ohdakkeen vaakasuora juuristo kasvaa syvimmällä, pääosin 10–50 cm:n syvyydessä. Peltovalvatin vaakajuuristo kasvaa lähempänä pintaa kuin ohdake, yleensä 10–20 cm:n syvyydessä. Myös juolavehnän juurakko kasvaa kyntökerroksessa, 5–20 cm:n syvyydessä (Granström 1976).

Kestorikkakasvit ovat viljapelloilla harvalukuisempia kuin siemenrikkakasvit (Hyvönen ym. 2001), mutta niiden aiheuttamat sadonmenetykset rikkakasviyksilöä kohti ovat selvästi suurempia kuin siemenrikkakasveilla. Kestorikkakasvit kilpailevat tehokkaasti viljelykasvien kanssa. Lisäksi kestorikkakasveista aiheutunut haitta on monivuotinen, jollei torjunta ole tehokasta ja viljelykierto tuo muita torjuntatoimia.

### *Kemiallinen torjunta*

Juolavehnän, pelto-ohdakkeen ja peltovalvatin kemialliseen torjuntaan on olemassa tehokkaita torjunta-aineita, joten torjunnan pitäisi periaatteessa olla helppoa. Fenoksihapot tehoavat tunnetusti pelto-ohdakkeeseen ja -valvattiin. Juolavehnän torjuntaan on käytettävissä valikoivien herbisidien lisäksi valikoimaton glyfosaatti.

Torjunnassa tapahtuneet epäonnistumiset osoittavat sen, että ainevalintaan ja ruiskutusajankohtaan on kiinnitettävä huomiota. Monesti ruiskutusta ei ole tehty tai se on tehty pelto-ohdakkeen ja peltovalvatin torjunnan kannalta liian aikaisin. Ruiskun on levitettävä tasaisesti ja kuljettajan on huolehdittava, ettei pellolle jää käsittelemättömiä pesäkkeitä esimerkiksi ajovirheiden takia. Kemiallinen torjunta kannattaa yleensä ajoittaa kompensatiopisteeseen (Ivany 1981, Clay & Dixon 1998) tai sen jälkeen, jolloin torjunta-aineet kulkeutuvat paremmin lehdistä maanalaisiin kasvinosiin.



Taulukko 6. Kooste eräistä pelto-ohdakkeen, peltovalvatin ja juolavehnan piirteistä.

	<b>Pelto-ohdake</b>	<b>Peltovalvatti</b>	<b>Juolavehänä</b>
Tieteellinen nimi	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	<i>Sonchus arvensis</i> L.	<i>Elymus repens</i> (L.) Gould; <i>Agropyron repens</i> (L.) Beauv.
Kasvullinen leviäin	juuri	juuri	juurakko (maavarsi)
Juuren/juurakon kasvusyvyyys	10–50 cm	0–25 cm	5–20 cm
Kasvin korkeus	40–120 cm	40–150 cm	30–100 cm
Kukinnan väri	violetti	keltainen	vihreä
Tuhannen siemenen paino	1,1 g	0,5 g	3,9 g
Otollisin maalaji	savipitoiset ja viljavat kivennäismaat	savi- ja kaliumpitoiset maat	ei erityisiä vaatimuksia
Kosteusvaatimukset	viihtyy kuivassa	viihtyy kosteassa	
Millaiset viljelykierrot / mitkä viljelykasvit suosivat	viljat, peruna, juurikkaat, laitumet, 1. vuoden nurmet	viljat, peruna, juurikkaat, 1. vuoden nurmet	vilja- ja nurmi-kierrot
Kasvuunlähtö keväällä	kun keskilämpötila kohoaa +5 °C:een	huhti-toukokuun vaihteessa (Upsala)	maan sulaessa
Kasvu päättyy (talvilepo)	myöhemmin kuin valvatti	syys-lokakuussa (Upsala)	maan jäätyessä
Lyhytaikaisen pakkasen kestävyys	-7 °C	- 17 °C	kylmempi kuin -20 °C
Hieman pidempiaikaisen pakkasen kestävyys	-2 ... -6 °C	(ei tietoa)	-4 ... -8 °C
Kuinka pitkä patkä juurta/juurakkoa kykenee alkamaan kasvun	jopa vain 1 cm	alle 2,5 cm	4 cm
Kompensaatiopiste	8 lehteä	5-7 lehteä	3-4 lehteä

## *Kemikaaliton torjunta*

Kemikaalittoman torjunnan kulmakivi on kunnollinen viljelykierto, jossa on mukana monivuotinen, usein niitettävä nurmi. Tällöin pelto-ohdake ja –valvatti eivät yleensä pääse lisääntymään haitallisesti. Yksinkertaisemmissa viljelykierroissa tarvitaan usein myös suoran torjunnan keinoja. Juolavehnan kurissapitäminen saattaa edellyttää suoraa torjuntaa monivuotisesta nurmesta huolimatta.

Ensimmäiset kestorikkakasvien pesäkkeet tulee torjua mahdollisimman aikaisessa vaiheessa muokkauksin, niittämällä tai nyhtämällä.

Viljelykasvin hyvä kilpailukyky on oleellinen osa torjuntaa. Varsinkin ohdakkeen ja valvatin siementaimet tarvitsevat runsaasti valoa (Holm ym. 1977, Zollinger & Kells 1991), joten tiheä ja varjostava viljelykasvi rajoittaa niiden kasvua.

Huolellinen kyntö kuorumien tai esiaurojen täydentämänä hautaa kestorikkakasvien maanpäälliset osat ja hidastaa rikkakasvien kehitystä sekä antaa viljelykasville paremman kilpailuaseman. Myös syyskultivoinnilla voidaan päästä hyviin tuloksiin. Kestorikkakasvien ei saa antaa vahvistua sadonkorjuun jälkeen, vaan niitä on muokattava jo varhain syksyllä. Paras yhdistelmä on aikaisen sadonkorjuun jälkeinen sänkimuokkaus, joka pilkkoo juuria/juurakoita ja yllyttää ne kuluttamaan vararavintoja uuteen kasvuun. Myöhäinen kyntö hautaa sitten heikentyneet juuret/juurakot. Syyssänkimuokkaus tehoa kuitenkin huonosti valvattiin, jonka juuret vetäytyvät jo varhain lepotalaan. Muokkaustavan (esim. uusi Blaxta-kultivaattoriaura) merkitystä rikkakasvien torjunnassa pitäisi edelleen selvittää.

Nurmia ja viherkesantoja niitettäessä on sängin pituudessa löydettävä kompromissi torjuntatehon, nurmen uudelleenkasvun ja rehun puhtauden välillä. Kestorikkakasvien kemikaaliton torjunta on tehokkainta, kun niitto tai muokkaus tehdään kasvin juurten/juurakoiden ollessa heikoimmillaan, ns. kompensatiopisteessä. Tässä vaiheessa juuriston/juurakon vararavintoa on kuluttettu kasvuun ja lehtien yhteyttämä ravinnon määrä on vielä melko pieni. Valvatti on heikoimmillaan, kun siinä on 6 (5–7) lehteä; ohdake, kun kasvis- sa on 8 lehteä; juolavehna, kun siinä on 3–4 lehteä. Kompensatiopisteen ajoittuminen vaihtelee hieman sen mukaan, minkä kokoisesta juurenpalasta kasvi lähtee kasvuun.

Avokesannointiin voidaan käyttää joko väsytystaktiikkaa kompensatiopisteessä tapahtuvilla muokkauksilla tai kuivatustaktiikkaa, jossa kestorikkakasvien juuret vedetään pinnalle kuivumaan. Väsytystaktiikka on Suomen oloissa yleensä varmempi vaihtoehto.

Rikkakasveja voidaan torjua viljan riviväleistä myös harauksella. Mikäli riviväliharauksella pyritään vähentämään kestorikkakasveja, on haraukset aloitettava jo ennen kasvien kompensatiopistettä. Harauksäsittelyjä on toistettava 2–3 kertaa kasvukauden mittaan, koska maasta irronneet kestorikkakasvit juurtuvat helposti uudelleen. Haran terät on pidettävä terävinä. Parin päivän helle ja kuivuus ennen sekä jälkeen harauksen parantaa käsittelyn tehoa. Haraus ei kuitenkaan torju viljelykasviriveissä kasvavia rikkakasveja.

Suomessa kannattaisi panostaa talven vaikutusten tutkimiseen kestorikkakasvien torjunnassa. Tähänastiset kokemukset ovat lähinnä ”puolivahingossa” tapahtuneita onnistumisia. Lisäksi tutkimista kaippaa pelto-ohdakkeen ja –valvatin juuriston eliniän selvittäminen. Tiedosta olisi hyötyä, kun suunnitellaan viljelykierron monivuotisen nurmen elinikää.

Biologisen torjunnan mahdollisuudet näyttävät olevan parhaat ohdakkeen torjunnassa. Pääasiassa kasvitauteja aiheuttaviin sieniin perustuva torjunta saattaa johtaa myös kaupallisiin sovelluksiin. Juolavehnan taudeista suuri osa vaivaa myös viljoja, mikä rajoittaa juolavehnan biologisen torjunnan kehittämistä.

### *Tutkimustarpeita*

Tähänastisesta tutkimuksesta huolimatta tietämyksessä kestorikkakasvien biologiasta ja torjunnasta on vielä paljon aukkoja.

Torjunnan suunnittelun pohjaksi kaivattaisiin biologista tietoa mm. siemenlevinnän merkityksestä kestorikkakasvien leviämisessä ja siemenlevinnän rajoittamismahdollisuuksista, viljelykasvin kilpailun vaikutuksesta kestorikkakasvien kompensatiopisteen ajoittumiseen, eri lajien juurten / juurakon lepotilan ajoittumisesta erityyppisissä viljelykasvustoissa (esim. kevätviljat, syysviljat nurmet), varsinkin valvatin kasvun päättymisestä syksyllä riippuen siitä kasvaako kasvi vapaasti vai niitetäänkö tai muokataanko sitä. Myöskin tiedot juurten/juurakoiden elinajasta (erikseen sekä versoa kasvattavat että kasvittomat juuren / juurakon pätökät) ovat yhä puutteelliset. Kestorikkakasvilajien kasvukyvystä eri maalajeilla ei ole Pohjolan oloissa tutkittua tietoa.

Sekä kemiallisen että kemikaalittoman torjunnan tutkimusta tarvitaan. Molempien osalta kaivataan edelleen täsmennystä siihen, mikä kussakin tapauksessa on otollisin torjunta-ajankohta. Kemiallisen torjunnan osalta keskeisiä kysymyksiä ovat sekä vanhempien että aivan uusien tehoaineiden väliset erot eri kestorikkakasvien torjuntatehossa, ja säätelijöiden sekä käsittelyajan (mm. rikkakasvien kehitysvaiheen suhteen) vaikutus aineiden tehoon.

Kemikaalittoman torjunnan osalta kysymykset painottuvat toisaalta kilpailun tehostamiseen, toisaalta muokkauksen hyödyntämiseen. Kestorikkakasvien pitämiseksi kurissa tarvitaan tietoa parhaiten ja tehokkaimmin kilpailevista

viljelykasvilajeista ja -lajikkeista, viljan aluskasvien mahdollisesta kilpailutehosta kestorikkakasveja vastaan, sekä viljelykasvien kilpailukyvyn ja -aseman parantamisesta eri (viljely)toimenpitein. Pitäisi selvittää, mikä merkitys muokkaustavalla on rikkakasvien torjunnan kannalta sekä kehittää muokkaus- ja muita (torjunta)koneita myös kestorikkakasvien torjuntaa silmällä pitäen. Pidemmällä tähtäyksellä myös biologisen torjunnan mahdollisuuksia tulisi pyrkiä hyödyntämään.

Erilaisten torjuntatoimien synergiaetuja ja pitkäaikaisvaikutuksia tulisi hyödyntää kestorikkakasveja kurissa pitävien viljelykiertojen suunnittelulla. Biologisen ja torjuntatutkimuksen tulokset tulisi ennemmin tai myöhemmin koota tieteellisiksi ja neuvonnallisiksi, sekä tutkimusta että päätöksentekoa tukeviksi malleiksi. Tällaisia olisivat mm. säätekijöihin ja viljelytoimenpiteisiin perustuvat kestorikkakasvien taimettumis- ja kasvumallit, viljely- ja rikkakasvien kilpailumallit, sekä torjunnan tarvetta ja tehoa ennakoivat torjuntamallit.

Yhteenvetona voidaan todeta, että kestorikkakasviongelman voittaminen edellyttää määrätietoista panostamista torjunnan mahdollistavaan viljelykiertoon, viljelytekniesten keinojen sekä käytettävissä olevien torjuntakeinojen hyödyntämistä ja torjunnan oikea-aikaisuutta. Onnistuessaankin tämä tavallisesti vaatii useamman vuoden torjuntaohjelman.

## 7 Kirjallisuus

- Adkins, S.W., Wills, D., Boersma, M., Walker, S.R., Robinson, G. McLeod, R.J. & Einam, J.P. 1997. Weeds resistant to chlorsulfuron and atrazine from the north-east grain region of Australia. *Weed Research* 37:343–349.
- Amor, R.L. & Harris, R.V. 1975. Seedling establishment and vegetative spread of *Cirsium arvense* (L.) Scop. in Victoria, Australia. *Weed Research* 15: 407–411.
- Amor, R.L. & Harris, R.V. 1977. Control of *Cirsium arvense* (L.) Scop. by herbicides and mowing. *Weed Research* 17: 303–309.
- Ampong-Nyarko, K. & De Datta, S.K. 1993. Effects of nitrogen application on growth, nitrogen use efficiency and rice-weed interaction. *Weed Research* 33: 269–276.
- Andersen, R.N. 1968. Germination and establishment of weeds for experimental purposes. Geneva, New York: Weed Science Society of America; 236 s.
- Andersson, B. 1987. Utsädesmängder i vårsäd med och utan ogräsbekämpning. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtodling. Rapport

174. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. 52 s. ISBN 91-576-3146-8. ISSN 0348-1034.

Ansalehto, A. 2001. Ongelmarikkakasvit. Teoksessa: Jalli, H. (toim.). Kasvinsuojelun teemapäivä, Jokioinen, 23.1.2001, Jokioinen: Kasvinsuojeluseura ry. s. 9–10. ISSN 0784-3860.

Aquillina, M. & Clarke, J.H. 1994. Effect of cutting date and frequency on perennial broad-leaved weeds on set-aside. Arable farming under CAP reform. Aspects of applied biology 40: 541–546.

Arvidson, T. 1989. Verkan av Roundup på kvickrot vid applicering med tröskavstrykare i samband med skörden. Teoksessa: 30:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 1–2 februari 1989. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 21–27.

Arvidsson, J., Elmquist, H., Gunnarsson, S., Johansson, D., Rydberg, T., Salomon, E. & Stenberg, M. 1997. Kvickrotsreglering i plöjningsfri odling. Sveriges lantbruksuniversitet. Jordbearbetnings-avdelningens årsrapport 1996. Nr. 90. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. 80 s. ISSN 0348-0976.

Bell, A.R. 1989. UBI C4874, a new postemergence herbicide for control of annual and perennial grasses. Teoksessa: Brighton crop protection conference - Weeds, Brighton, England, November 20–23 1989. Farnham: The British Crop Protection Council. s. 65–70. ISBN 0-948404-36-1.

Bertilsson, B. 1987. Targa® - ny selektiv gräsherbicid i tvåhjärtbladiga grödor. Teoksessa: 28:e svenska ogräskonferensen. Uppsala, 28-29 januari 1987. 1. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 19-30. ISBN 91-567-2919-6.

Bhaskar, A. & Vyas, K. G. 1988. Studies on competition between wheat and *Chenopodium album* L. Weed Research 28: 53–58.

Birkler, H. 1989. Focus® - en ny gräsherbicid för tvåhjärtbladiga grödor. Teoksessa: 30:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 1–2 februari 1989. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 28–36.

Blackshaw, R.E., Larney, F.O., Lindwall, C.W. & Kozub, G.C. 1994. Crop rotation and tillage effects on weed populations on the semi-arid Canadian prairies. Weed Technology 8: 231–237.

Bondesson, J. 1988. Avstyrkning med glyfosat. Resultat från växthus och fältförsök. Teoksessa: 29:e svenska ogräskonferensen. Uppsala, 27–28 januari 1988. 1. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. 170–178. ISBN 91-567-3278-2.

- Brosten, B.S. & Sands, D.C. 1986. Field trials of *Sclerotinia sclerotiorum* to control Canada thistle (*Cirsium arvense*). *Weed Science* 34: 377–380.
- Bryson, C.T. 1987. Effects of rainfall on foliar herbicides applied to rhizome johnsongrass. *Weed Science* 35: 115–119.
- Buhler, D.D., Stoltenberg, D.E., Becker, R.L. & Gunsolus, J.L. 1994. Perennial weed populations after 14 years of variable tillage and cropping practices. *Weed Science* 42: 205–209.
- Carlson, S.J. & Donald, W.W. 1988. Glyphosate effects on Canada thistle (*Cirsium arvense*) roots, root buds and shoots. *Weed Research* 28: 37–45.
- Caseley, J.C., Coupland, D. & Simmons, R.C. 1975. The effect of precipitation on the control of *Agropyron repens* with glyphosate. Teoksessa: Symposium on status, biology and control of grassweeds in Europe, Paris, 2–3 December 1975. Volume 1. Wageningen: European Weed Research Society. s. 124–130.
- Cessna, A.J., Darwent, A.L., Townley-Smith, L., Harker, K.N. & Kirkland, K.J. 2000. Residues of glyphosate and its metabolite AMPA in canola seed following preharvest applications. *Canadian journal of plant science* 80: 425–431.
- Chancellor, R.J. 1974. The development of dominance amongst shoots arising from fragments of *Agropyron repens* rhizomes. *Weed Research* 13: 29–38.
- Chancellor, R.J. 1975. Further shoot regrowth from rhizome fragments of *Agropyron repens* after loss of the dominant shoot. Teoksessa: Symposium on status, biology and control of grassweeds in Europe, Paris, 2–3 December 1975. Volume 1. Wageningen: European Weed Research Society. s. 69–76.
- Chandler, K., Murphy, S.D. & Swanton, C.J. 1994. Effect of tillage and glyphosate on control of quackgrass (*Elytrigia repens*). *Weed Technology* 8: 450–456.
- Christensen, S. 1993. Weed suppression on cereal varieties. Ph.D. dissertation. SP rapport 1. Lyngby: Statens Planteavlforsøg. 104 s. ISSN 0908-2581.
- Clay, D.V. & Dixon, F.L. 1998. The susceptibility of compositae weed species to clopyralid. *Tests of agrochemicals and cultivars* 19: 32–33.
- Cole, D.J. 1985. Mode of action of glyphosate – a literature analysis. Teoksessa: Grossbard, E. & Atkinson, D. (toim.). *The herbicide glyphosate*. London: Butterworths. s. 48–74. ISBN 0-408-11153-4.

- Courtney, A.D. 1980. A comparative study of management factors likely to influence rhizome production by *Agropyron repens* and *Agrostis gigantea* in perennial ryegrass swards. Teoksessa: British crop protection conference - Weeds, Brighton, England, 17–20 November 1980. Croydon: The British Crop Protection Council. s. 469–474. ISBN 0 901436 64X. ISSN 0144-1604.
- Cousens, R. 1985. A simple model relating yield loss to weed density. *Annals of Applied Biology* 107: 239–252.
- Cussans, G.W. 1970. A study of the competition between *Agropyron repens* (L.) Beauv. and spring sown barley, wheat and field beans. Teoksessa: Proceedings 10th British weed control conference, Brighton, 16th – 19th November 1970. Farnham: The British Crop Protection Council. s. 337–351.
- Cussans, G.W. & Ayres, P. 1975. The influence of chemical treatments and autumn cover crops of *Brassicae*, following spring barley, upon the growth of *Agropyron repens* (L.) Beauv. Teoksessa: Symposium on status, biology and control of grassweeds in Europe, Paris, 2–3 December 1975. Volume 1. Wageningen: European Weed Research Society. s. 314–321.
- Darwent, A.L., Kirkland, K.J., Baig, M.N. & Lefkovitch, L.P. 1994. Preharvest applications of glyphosate for Canada thistle (*Cirsium arvense*) control. *Weed Technology* 8: 477–482
- Darwent, A.L., Kirkland, K.J., Townley-Smith, L., Harker, K.N. & Cessna, A.J. 2000. Effect of preharvest applications of glyphosate on the drying, yield and quality of canola. *Canadian journal of plant science* 80: 433–439.
- DeClerk, R.A. & Steeves, T.A. 1988. Oviposition of the gall midge *Cystiphora sonchi* (Bremer) (*Diptera: Cecidomyiidae*) via the stomata of perennial sowthistle (*Sonchus arvensis* L.). *Canadian Entomologist* 120: 2, 189–193.
- Derscheid, L.A. & Wrage, L.J. 1975. Thistles: Canada thistle perennial sowthistle. Brookings, S.D.: South Dakota State University. Cooperative Extension Service. 450, rev. 4 s.
- Dexter, S.T. 1937. The winterhardiness of weeds. *Journal – American Society of Agronomy* 29: 507–528.
- Dixon, F.L., Clay, D.V. & Willoughby, I. 2000. Herbicide programmes for the control of creeping thistle *Cirsium arvense* in farm woodland. Teoksessa: Boatman, N.D. ym. (toim.). Vegetation management in changing landscapes. *Aspects of Applied Biology* 58. Cambridge: Association of Applied Biologists. s. 47-54. ISSN 0265-1491.

- Dock Gustavsson, A-M. 1992. Fältförsök med åkertistel. Teoksessa: 33:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 29-30 januari 1992. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. s. 73–77.
- Dock Gustavsson, A-M. 1994a. Åkertistelns förekomst och biologi. Växtskyddsnotiser 58: 79–84. ISSN 0042-2169.
- Dock Gustavsson, A-M. 1994b. Åkertistelns reaktion på avslagning, omgrävning och konkurrens. Sveriges lantbruksuniversitet, Fakta Mark-växter Nr. 13. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. 4 s. ISSN 0280-7106.
- Dock Gustavsson, A-M. 1997. Growth and regenerative capacity of plants of *Cirsium arvense*. Weed Research 37: 229–236.
- Donald, W.W. 1992. Herbicidal control of *Cirsium arvense* (L.) Scop. roots and shoots in no-till spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Weed Research 32: 259–266.
- Donald, W.W. 2000. A degree-day model of *Cirsium arvense* shoot emergence from adventitious root buds in spring. Weed Science 48: 33-341.
- Donald, W.W. & Khan, M. 1992. Yield loss assessment for spring wheat (*Triticum aestivum*) infested with Canada thistle (*Cirsium arvense*). Weed Science 40: 590–598.
- Elonen, P. & Kovanen, P. 1986. Maan muokkauksen tavoitteet. Kyntö. Teoksessa: Poutiainen, E. ym. (toim.). Maan muokkaus. Maatalouskeskusten Liiton Julkaisuja nro 732. Tieto Tuottamaan nro 39. Helsinki: Maatalouskeskusten Liitto. 107 s.
- Erkamo, M. 2001. Rikkakasviopas. Kasvinsuojeluseuran julkaisu n:o 94. Helsinki: Kasvinsuojeluseura ry. 110 s. ISBN 952-5272-49-4.
- Erlingson, M. 1988. Fusilade - en bekämpningsstrategi mot kvickrot. Teoksessa: 29:e svenska ogräskonferensen. Uppsala, 27–28 januari 1988. 1. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 179–187. ISBN 91-567-3278-2.
- Erviö, L-R. 1972. Growth of weeds in cereal populations. Journal of scientific agricultural society of Finland 44: 19-28.
- Erviö, L-R. 1987. Glyfosaattiannoksen pienentäminen tehosteaineita käyttäen. Teoksessa: Rikkakasvipäivä Viikissä, 6.1.1987. Helsinki: Kasvinsuojeluseura. s. 44–49. ISSN 0782-100X.
- Erviö, L-R., & Salonen, J. 1987. Changes in the weed population of spring cereals in Finland. Annales Agriculturae Fenniae 26: 201–226.
- Erviö, L-R., Tanskanen, T. & Salonen, J. 1991. Profitability of chemical weed control in spring cereals. Annales Agriculturae Fenniae 30: 199–206.



- Evans, S.A. & Hughes, R.G. 1977. System control - *Agropyron repens* and *Agrostis gigantea*. Teoksessa: Symposium on the different methods of weed control and their integration, Uppsala, 2–3 August 1977. Uppsala: European Weed Research Society. s. 187–193.
- Finney, J.R. & Sutton, P.B. 1980. Planned grass weed control with fluatzifop-butyl in broad-leaved crops. Teoksessa: British crop protection conference - Weeds, Brighton, England, 17-20 November 1980. Croydon: The British Crop Protection Council. s. 429-436. ISBN 0 901436 64X. ISSN 0144-1604.
- Fischer, A. 1991. Trädä med kvickrot. Teoksessa: 32:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 30–31 januari 1991. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 193–197.
- Fischer, A. 1992. Mekanisk och kemisk bekämpning av kvickrot i potatis. Teoksessa: 33:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 29–30 januari 1992. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 213–217.
- Fogelfors, H. & Boström, U. 1998. Anpassa höstbearbetningen efter ogräsflo-  
ran. Fakta Jordbruk. Nr. 8/1998. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. 4 s.
- Frank, J.R. & Tworkoski, T.J. 1994. Response of Canada thistle (*Cirsium arvense*) and leafy spurge (*Euphorbia esula*) clones to chlorsulfuron, clopyralid and glyphosate. Weed Technology 8: 565–571.
- Froud-Williams, R., Chancellor, R. & Drennan D. 1981. Potential changes in weed floras associated with reduced-cultivation systems for cereal production in temperate regions. Weed Research 21: 99–109.
- Fykse, H. 1976. Untersuchungen über *Sonchus arvensis* L. III. Metabolismus von MCPA. Weed Research 16: 309–316.
- Fykse, H. 1977. Versuche zur Beleuchtung der Grundlagen für den besten Termin der chemischen Bekämpfung einiger mehrjährigen Unkräuter. Teoksessa: Symposium on the different methods of weed control and their integration, Uppsala, 2 – 3 August 1977. Uppsala: European Weed Research Society. Vol. 1. s. 71–78.
- Granström, B. 1976. Trädgårdens ogräs. Stockholm: LTs förlag. 96 s. ISBN 91-36-00523-1.
- Gummesson, G. 1982. Kemiallinen rikkakasvien torjunta - vaihtoehdot ja kustannukset. Teoksessa: 17. Rikkakasvipäivä. Helsinki: Kasvinsuojeluseura ry. s. 39-52.
- Gummesson, G. 1990. Resultat från en långliggande försöksserie med kemisk och icke kemisk ogräsbekämpning. Teoksessa: 31:a svenska växt-

- skyddskonferensen. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 135–146.
- Gummesson, G. 1992. Ogräsbekämpning i olika odlingsystem. Aktuellt från lantbruksuniversitetet 404. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. 22 s. ISBN 91-576-4555-8.
- Gummesson, G. & Svensson, K. 1973. Tvåskiktsplog och plog med förplog vid bekämpning av flyghavre och kvickrot. Lantbrugshögskolans meddelanden. Serie A 202. Teknik 13. Mark-Växter 68. Uppsala: Lantbrugshögskolan. 31 s.
- Gunnarson, B. 1987. Basta® - ny icke selektiv kontaktherbisid. Teoksessa: 28:e svenska ogräskonferensen. Uppsala, 28–29 januari 1987. 1. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 92–97. ISBN 91-567-2919-6.
- Hahl, J. 1999. Keväällä juolavehnan kimppuun. Leipä leveämmäksi 3: 3.
- Hakkola, H. 1982. Juolavehna rehuksvina. Koetoiminta ja käytäntö 39(23.11.1982): 58–59.
- Hallgren, E. 1987a. Selektiva gräsherbisider, särskilt Targa (quizalofop-etyl), mot kvickrot (*Elymus repens*) i olika grödor. Teoksessa: 28:e svenska ogräskonferensen. Uppsala, 28-29 januari 1987. 1. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 31–37. ISBN 91-567-2919-6.
- Hallgren, E. 1987b. Bekämpning av kvickrot (*Elymus repens*) och örto gräs dels vid skörd (tröksprutning), dels kort tid därefter. Jämförelse direct-sådd - konventionell sådd. Teoksessa: 28:e svenska ogräskonferensen. Uppsala, 28–29 januari 1987. 1. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 154–159. ISBN 91-567-2919-6.
- Hallgren, E. 1988a. Selektiva gräsherbisider mot kvickrot (*Elymus repens*) i tvåhjärtbladiga grödor. Biologisk värdeprövning. Teoksessa: 29:e svenska ogräskonferensen. Uppsala, 27–28 januari 1988. 1. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 144–153. ISBN 91-567-3278-2.
- Hallgren, E. 1988b. Inverkan av temperatur och luftfuktighet vid behandlingstillfället på effekten av Roundup-behandling mot kvickrot (*Elymus repens*) i stråsådesstubb. Teoksessa: 29:e svenska ogräskonferensen. Uppsala, 27-28 januari 1988. 1. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 154–169. ISBN 91-567-3278-2.
- Hallgren, E. 1990. Control of weeds in potatoes using different doses of Sencor (metribuzin) with and without additive. Teoksessa: 31:a svenska växtskyddskonferensen. Ogräs och ogräsbekämpning. Uppsala, 31 Januari, 1990. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. Del 2, s. 11–19.

- Hallgren, E. 1994a. Bekämpning av kvickrot (*Elymus repens* L. Gould) med Roundup (glyfosat) tillfört med olika tröskavstrykare och genom sprutning. Teoksessa: 35:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 26–27 januari 1994. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter och tabeller. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 37–48.
- Hallgren, E. 1994b. Kombinationer av mekanisk och kemisk kvickrotsbekämpning. Teoksessa: 35:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 26–27 januari 1994. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter och tabeller. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 25–34.
- Hallgren, E. 1994c. Minimerad ogräsbekämpning i ensidig kornodling. Ett fältförsök Teoksessa: 35:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 26–27 januari 1994. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter och tabeller. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 71–83.
- Hallgren, E. 1995a. Setoxidimprepatat (Expand Plus) eller cykloimidpreparat (Focus Ultra) mot kvickrot, *Elymus repens* i tvåhjärtbladiga grödor? Teoksessa: 36:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 25-26 januari 1995. Jordbruk. Skadedjur, växtsjukdomar och ogräs. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 361–369.
- Hallgren, E. 1995b. Rhizom från kvickrot (*Elymus repens*) och deras känslighet för kyla och uttorkning. Teoksessa: 36:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 25-26 januari 1995. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter och tabeller. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 17–23.
- Hallgren, E. 1996. Do the weed flora and effect of a herbicide change with time? Teoksessa: Brown, H. ym. (toim.). Proceedings of the second international weed control congress, Copenhagen, 25–28 June 1996. Slagelse: Department of Weed Control and Pesticide Ecology. s.1355–1368. ISBN 87-984996-1-0
- Hallgren, E. & Fischer, A. 1992. Olika faktorers inflytande på effekten av Roundup mot kvickrot i stubbåker, i vall före vallbrott och på trädä. Teoksessa: 33:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 29–30 januari 1992. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 121–141.
- Hallgren, E. & Nilsson, H. 1989a. Bekämpning av kvickrot (*Elymus repens*) med Roundup (glyfosat) och tillsatsmedel. Resultat från ett växthusförsök. Teoksessa: 30:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 1–2 februari 1989. Ogräs och ogräsbekämpning. 1. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 248–266.
- Hallgren, E. & Nilsson, H. 1989b. Bekämpning av kvickrot (*Elymus repens*) med Roundup (glyfosat) vid olika stubbhöjder. Ett växthusförsök. Teoksessa: 30:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 1–2 februari 1989. Ogräs och ogräsbekämpning. 1. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 267–256.

- Hallgren, E. & Nilsson, H. 1989c. Behandling av kvickrot (*Elymus repens*) med Roundup (glyfosat) följd av imiterad nerplöjning vid olika tidpunkter. Ett växthusförsök. Teoksessa: 30:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 1–2 februari 1989. Ogräs och ogräsbekämpning. 1. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 281–286.
- Hallgren, E. & Nilsson, H. 1990a. Skador på timotej (*Phleum pratense*) vid sådd i jord behandlad med Roundup (glyfosat) och i jord med kvickrot (*Elymus repens*) behandlad med Roundup. Ett växthusförsök. Teoksessa: 31:a svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 31 januari–1 februari 1990. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 265–272.
- Hallgren, E. & Nilsson, H. 1990b. Roundup (glyfosat) mot kvickrot (*Elymus repens*). Sargning av kvickrot i kombination med olika stubbhöjder och herbicidbehandling vid olika tidpunkter efter nerklippning. Ett växthusförsök. Teoksessa: 31:a svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 31 januari–1 februari 1990. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 193–207.
- Hallgren, E. & Nilsson, H. 1990c. Effekten av djup eller grund imiterad plöjning efter behandling av grund samplanterad kvickrot (*Elymus repens*) med Roundup. Ett växthusförsök. Teoksessa: 31:a svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 31 januari–1 februari 1990. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 177–185.
- Hallgren, E. & Nilsson, H. 1991. Verkan av sargning eller klämning i samband med behandling av kvickrot (*Elymus repens*) med Roundup (glyfosat). Två växthusförsök. Teoksessa: 32:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 30–31 januari 1991. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 237–248.
- Hallgren, E. & Nilsson, H. 1993a. Bekämpning av kvickrot (*Elymus repens*) med Roundup i sandjord och mulljord. Ett växthusförsök. Teoksessa: 34:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 27–28 januari 1993. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 121–127.
- Hallgren, E. & Nilsson, H. 1993b. Uppkomst av kvickrot (*Elymus repens*) från olika djup på sandjord och mulljord. Två växthusförsök. Teoksessa: 34:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 27–28 januari 1993. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 169–176.
- Hamdoun, A. 1967. A study of the life history, regenerative capacity, and response to herbicide of *Cirsium arvense*. Master of philosophy thesis. Reading: University of Reading. 226 s.

- Hamdoun, A.M. 1970. The effects of different levels of nitrogen upon *Cirsium arvense* (L.) Scop. plants grown from seeds and root fragments. *Weed Research* 10: 121–125.
- Hamdoun, A.M. 1972. Regenerative capacity of root fragments of *Cirsium arvense* (L.) scop. *Weed Research* 12: 128–136.
- Harker, N.K. & Dekker, J. 1988. Temperature effects on translocation patterns of several herbicides within quackgrass (*Agropyron repens*). *Weed Science* 36: 545–552.
- Harker, N.K. & O’Sullivan, A.P. 1993. Herbicide comparisons on quackgrass (*Elytrigia repens*) within different crop competition and tillage conditions. *Weed Science* 41: 94–99.
- Hautala, J. 1995. Titus 20 DF - gramma-aine perunan rikkakasvien torjuntaan. Teoksessa: Kasvinsuojelun teemapäivä, Jokioinen, 10.1.1995. Jokioinen: Kasvinsuojeluseura ry. s. 30. ISSN 0784-3860.
- Heimann, B. & Cussans, G.W. 1996. The importance of seeds and sexual reproduction in the population biology of *Cirsium arvense* - a literature review. *Weed Research* 36: 493–503.
- Hiltunen, T. 2001. Kasvata vehnää, älä juolavehnää. Teoksessa: Jalli, H. (toim.). Kasvinsuojelun teemapäivä, Jokioinen, 23.1.2001. Jokioinen: Kasvinsuojeluseura ry. s. 37. ISSN 0784-3860.
- Hodgson, J.M. 1968. The nature, ecology and control of Canada thistle. United States Department of Agriculture Technical bulletin 1386. Washington, D.C: Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture. 32 s.
- Holm, L., Doll, J., Holm, E., Pancho, J. & Herberger, J. 1997. World weeds. Natural histories and distribution. New York: John Wiley & Sons. 1129 s. ISBN 0-471-04701-5.
- Holm, L., Plucknett, D., Pancho, J. & Herberger, J. 1977. The world’s worst weeds. Distribution and biology. Honolulu: The University Press of Hawaii. 609 s. ISBN 0-8248-0295-0.
- Hunter, J.H. 1996. Control of Canada thistle (*Cirsium arvense*) with glyphosate applied at the bud vs rosette stage. *Weed Science* 44: 934–938.
- Hynninen, E-L. & Blomqvist, H. 1996. Pesticide sales in Finland in 1995. *Kemia-Kemi* 23: 485–488.
- Hyvönen, T., Salonen, J. & Jalli, H. 2001. Valtakunnallinen rikkakasvikartoitus. Teoksessa: Jalli, H. (toim.). Kasvinsuojelun teemapäivä, Jokioinen, 23.1.2001. Jokioinen: Kasvinsuojeluseura ry. s. 6–8. ISSN 0784-3860.

- Håkansson, S. 1967. Experiments with *Agropyron repens* (L.) Beauv. I. Development and growth, and the response to burial at different developmental stages. Lantbrukshögskolans annaler 33: 823–873.
- Håkansson, S. 1968a. Experiments with *Agropyron repens* (L.) Beauv. II. Production from rhizome pieces of different sizes and from seeds. Various environmental conditions compared. Lantbrukshögskolans annaler 34: 3–29.
- Håkansson, S. 1968b. Experiments with *Agropyron repens* (L.) Beauv. III. Production of aerial and underground shoots after planting rhizome pieces of different lengths at varying depths. Lantbrukshögskolans annaler 34: 33–51.
- Håkansson, S. 1969a. Experiments with *Agropyron repens* (L.) Beauv. IV. Response to burial and defoliation repeated with different intervals. Lantbrukshögskolans annaler 35: 61–78.
- Håkansson, S. 1969b. Experiments with *Agropyron repens* (L.) Beauv. VI. Rhizome orientation and life length of broken rhizomes in the soil, and reproductive capacity of different underground shoot parts. Lantbrukshögskolans annaler 35: 869–894.
- Håkansson, S. 1969c. Experiments with *Agropyron repens* (L.) Beauv. VII. Temperature and light effects on development and growth. Lantbrukshögskolans annaler 35: 953–987.
- Håkansson, S. 1969d. Experiments with *Sonchus arvensis* L. 1. Development and growth, and the response to burial and defoliation in different developmental stages. Lantbrukshögskolans annaler 35: 989–1030.
- Håkansson, S. 1974. Kvickrot och kvickrotsbekämpning på åker. Lantbrukshögskolans meddelanden B 21: 1–82. ISBN 91-7088-027-1.
- Håkansson, S. 1975. Perennial grass weeds in Europe. Teoksessa: Symposium on status, biology and control of grassweeds in Europe. Volume 2. Paris, 2–3 December 1975. Wageningen: European Weed Research Society. s. 71–83.
- Håkansson, S. 1977. Control of some perennial weeds by tillage. Teoksessa: Symposium on the different methods of weed control and their integration, Uppsala, 2–3 August 1977. Uppsala: European Weed Research Society. s. 47–55.
- Håkansson, S. 1988. Growth in plant stands of different density. VIIème colloque international sur la biologie, l'écologie et la systematique des mauvaises herbes. ANPP annales 3, s. 1631-1639.

- Håkansson, S. 1995. Ogräs och odling på åker. Aktuellt från lantbruksuniversitetet nro 437/438 Mark-växter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. 70 s. ISBN 91-576-5028-4, ISSN 0347-9293.
- Håkansson, S. & Jonsson, E. 1970. Experiments with *Agropyron repens* (L.) Beauv. VIII. Responses of the plant to TCA and low moisture contents in the soil. Lantbrukshögskolans annaler 36: 135-151.
- Håkansson, S. & Wallgren, B. 1972a. Experiments with *Sonchus arvensis* L. 2. Reproduction, plant development and response to mechanical disturbance. Swedish journal of agricultural research. 2: 3-14.
- Håkansson, S. & Wallgren, B. 1972b. Experiments with *Sonchus arvensis* L. 3. The development from reproductive roots cut into different lengths and planted at different depths, with and without competition from barley. Swedish journal of agricultural research. 2: 15-26.
- Häfliger, E. & Brun-Hool, J. 1975. *Compositae*, composites (3rd part). Teoksessa: Ciba-Geigy weed tables. A synoptic presentation of the flora accompanying agricultural crops. (Kokoelma rikkakasvitauluja.)
- Hämet-Ahti, L., Suominen, J., Ulvinen, T. & Uotila, P. (toim.). 1998. Retkeilykasvio (Field Flora of Finland). Helsinki: Luonnontieteellinen keskusmuseo, Kasvimuseo. 4. painos. 656 s. ISBN 951-45-8166-0.
- Ivany, J.A. 1981. Quackgrass (*Agropyron repens*) control in potatoes (*Solanum tuberosum*) with fluazifop. Weed Science 36: 363-366.
- Jalli, H. 1998. Tiheä viljakasvusto torjuu rikkakasveja. Kasvinsuojelulehti 31: 50-51.
- Jalli, H., Laine, A. & Junnila, S. 2000. Syysvehnän rikkakasvien torjunta ja kasvunsaäteet ruisvehnän viljelyssä. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 69. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 27 s. ISBN 951-729-560-X.
- Jalli, H. & Serenius, M. 2002. Kasvinsuojeluongelmat aitosuorakylvössä. Teoksessa: Jalli, H. (toim.). Kasvinsuojelun teemapäivä 2002, Jokioinen, 22.1.2002. Jokioinen: Kasvinsuojeluseura ry. s.10-13. ISSN 0784-3860.
- Jensen, R.K., Archer, D. & Forcella, F. 2002. Model til forudsigelse af ager-tidslers fremspiring på baggrund af temperaturgrader. Teoksessa: 19. Danske Planteværnskonference 2002. Ukrudt, sygdomme og skadedyr. DJF rapport 64. Tjele: Danmarks JordbrugsForskning. s. 129-135. ISSN 1397-9884.
- Johansson, D. 1998. Radhackning med och utan efterredskap i stråså. Slutrapport för fältförsök 1995-1997. Institutionen för markvetenskap. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen nr. 94. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. 49 s. ISSN 0348-0976.

- Johnson, B.G. & Buchholtz, K.P. 1962. The natural dormancy of vegetative buds on the rhizomes of quackgrass. *Weeds* 10: 53–57.
- Joki-Tokola, E. 1987. Juolavehnä, rehukattara ja timotei lihanautojen ruokin-takokeessa. *Koetoiminta ja käytäntö* 44(10.11.1987): 49.
- Jong, M.D. de, Scheepens, P.C. & Bourdôt, G.W. 1999. Native fungi in weed control: recent successes. Teoksessa: *Proceedings 11<sup>th</sup> EWRS Symposium 1999, Basel, 28 June – 1 July 1999.* s. 83.
- Jordan, T.N. 1977. Effects of temperature and relative humidity on the toxicity of glyphosate to bermudagrass (*Cynodon dactylon*). *Weed Science* 25: 448–451.
- Junnila, S. 1983. Uutuus kevätiljojen rikkakasvien torjuntaan. *Koetoiminta ja käytäntö* 40(17.5.1983): 44.
- Junnila, S. 1988. Pienannosaineet kevätiljoilla – Glean 20 DF, Ally 20 DF ja Logran 29 WG. Starane M kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. Kamilon B ja Kamilon D kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. Kevätviljaherbisidit Rikkahävite KH 10/77, KH 2/83 ja Ipactril. Tiedote 4/88. Jokioinen: Maa-talouden tutkimuskeskus. 31 s. ISSN 0359-7652.
- Junnila, S. 1989. Ruiskutusaika kevätiljojen torjunnassa. *Koetoiminta ja käytäntö* 46(23.5.1989): 42.
- Junnila, S. 1998a. Ohdake ja valvatti peltojen kiusana - tunne vastustajasi, niin voit voittaa. *Kasvinsuojelulehti* 2/98: 45–46.
- Junnila, S. 1998b. Rikkakasvit – lakoutuminen. Teoksessa: Markkula I. (toim.). *Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita. Kasvinsuojeluseuran julkaisuja N:o 91.* Jokioinen: Kasvinsuojeluseura ry. s. 49–51. ISBN 951-9029-47-8.
- Jørgensen, M.H., Melander, B., Petersen, J. (toim.), Jensen, R.K., Olsen, H.J., Rasmussen, K.J., Schjøning, P. & Søgaard, H.T. 1999. Perspekti-ver for dyrkning af korn, raps og bælg-sæd efter et rækkedyrkningskon-cept. DJF rapport. Markbrug, nr. 16. Tjele: Danmarks JordbrugsForskning. 74 s. ISSN 1397-9884.
- Jørnsgård, B., Rasmussen, K., Hill, J. & Christiansen, J. L. 1996. Influence of nitrogen on competition between cereals and their natural weed popula-tions. *Weed Research* 36: 461-470.
- Kakriainen, S. 2001. Alkuperäisen juurenpituuden ja hautaamissyvyyden vaikutus peltovalvatin (*Sonchus arvensis* (L.)) kasvuun ja kehitysrytmiin. Pro gradu –tutkielma. Helsingin yliopisto, Soveltavan biologian laitos, Rik-kakasvitiede. 57 s.



- Kivisaari, S. 1979. Effect of moisture and freezing on some physical properties of clay soils from plough layer. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 51: 239–326.
- Knaapi, J. 2002. Juolavehnä kuriin ennen kylvöä. *Koneviesti* 50(10): 5–7.
- Koivisto, H. 2001. Uusi kultivaattoriaura möyhii koko kyntökerroksen paikallaan ympäri. *Koneviesti* 15/2001: 10–13.
- Kolo, M.G.M. & Froud-Williams, R.J. 1993. Competition between *Cirsium arvense* (L.) Scop. and spring barley. Teoksessa: Brighton crop protection conference, weeds. 2. Farnham: The British Crop Protection Council. s. 637–638. ISSN 1-948404-72-8.
- Kontturi, M. 1998. Speltti-vehnä. Teoksessa: Pihala, M. (toim.). Koulutuspäivä luomuviljailoille, Jokioinen, 26.11.1998. Jokioinen: Agropolis Oy, Maatalouden tutkimuskeskus. s. 20–21.
- Koskimies, H., Knuutila, J. & Vanhala, P. 1999. Viljelykasvin kilpailukyky. Rikkakasvien ennakoiva torjunta. Rikkakasvien suora torjunta. Teoksessa: Koskimies, H., Ahlfors, K. & Teräväinen, H. (toim.). Luomupellon kasvin-suojelu. Tieto tuottamaan 84. Helsinki: Maaseutukeskusten liitto. s. 86–122. ISSN 0357-7295. ISBN 951-808-077-1.
- KTTK 2001. Torjunta-aineet 2001. Helsinki: Kasvintuotannon tarkastuskeskus, Torjunta-aineiden toimiala. 123 s. ISSN 0784-1043.
- Kudsk, P., & Kristensen, J. 1989. Herbicidens regnfashed. Teoksessa: 6. Danske Planteværnskonference. Pesticider og miljø. Ukrudt. 28. februar 1989. København: Statens Planteavlsforsøg. s. 196–203. ISBN 87-88976-08-4.
- Kurppa, A. 1990. Juolavehnä kasvitautien isäntänä. Teoksessa: Kasvinsuojelupäivät 1990, Viikki, 9.–10.1.1990. Helsinki: Kasvinsuojeluseura ry. s. 12–13. ISSN 0784-3860.
- Kurppa, A., Kurppa, S. & Hassi, A. 1989. Importance of perennial grasses and winter cereals as hosts of barley yellow dwarf virus (BYDV) related to fluctuations of vector aphid population. *Annales Agriculturae Fenniae. Seria Phytopathologia* 109: 309–315.
- Kvist, M. & Håkansson, S. 1985. Rytm och viloperioder i vegetativ utveckling och tillväxt hos några fleråriga ogräs. Rapport 156. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet, Institution för växtodling. 110 s. ISSN 0348-1034.
- Köyljärvi, J. 1974. Hyötyä vai haittaa sänkimuokkauksesta. *Pellervo* 75(12); 9.
- Ladonin, F. F. 1996. Use of <sup>15</sup>N in studying competition between barley and *Raphanus raphanistrum* L. for fertilizer and soil. Teoksessa: Xe colloque

- international sur la biologie des mauvaises herbes, Dijon, 11-13 septembre 1996. Paris: Association nationale pour la protection des plantes. s. 127–130.
- Lallukka, R. 1998. Kesannon rikkakasvien torjunta. Teoksessa: Markkula, I. (toim.). Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita. Jokioinen: Kasvinsuojeluseura ry. s. 23–24. ISBN 951-9029-47-8.
- Lauringson, E., Kuill, T. & Talgre, L. 1999. Effects of crop rotation and tillage on control of some perennial weed species. 11th EWRS symposium 1999 Basel, Switzerland, 28 June - 1 July 1999. Waedenswil: European Weed Research Society. s. 110.
- Leinonen, P. 2000. Lannoitus luomuviljan viljelyssä. Teoksessa: Kuusinen, R. ym. (toim.). Luomuviljan tuotanto. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja n:o 947. Tieto tuottamaan 86. Jyväskylä: Maaseutukeskusten Liitto. s. 40–55 ISSN 0357-7295. ISBN 951-808-078-X.
- Lemna, W.K. & Messersmith, C.G. 1990. The biology of Canadian weeds. 94. *Sonchus arvensis* L. Canadian Journal of Plant Science 70: 509–532.
- Leuchovius, J.O. 1972. Inventering gällande förekomsten av olika gräsarter som ogräs i stråsäd och oljeväxter i Skaraborgs län. Examarbeten 584. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtodling. 13 s.
- Lundegårdh, B. 1993. Agil, nytt preparat mot kvickrot i tvåhjärtbladiga grödor. Teoksessa: 34:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 27-28 januari 1993. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 87–96.
- Lundkvist, A. 1998. Ogräsreglering i ekologisk odling - en enkätundersökning. Växtskyddsnotiser 62: 23–26.
- Lundkvist, A. & Fogelfors, H. 1999. Ogräsreglering på åkermark. Rapport 1. Institutionen för ekologi och växtproduktionslära. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. 266 s.
- Lötjönen, T. & Mikkola, H. 1997. Rikkakasvien torjunta viljoista riviväliharauksella. Maatalouden tutkimuskeskus. Vakolan tiedote 74/97. Vihti: Maatalousteknologian tutkimuslaitos. 22 s.
- Lötjönen, T. & Mikkola, H. 2000. Three mechanical weed control techniques in spring cereals. Agricultural and Food Science in Finland 9: 269–278.
- Lötjönen, T., Pitkänen, J., Vanhala, P., Jalli, M. & Mikkola, H. 1999. Kyntämättä viljelyn vaikutus rikkakasveihin ja kasvitauteihin. Kirjallisuuskatsaus. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 59. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 37 s.

- Lööf, P.-J. 1994. Biologisk bekämpning av åkertistel (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) Seminarier och examensarbeten 909. Uppsala: SLU, Institutionen för växtodlingslära. 14 s. ISSN 1100-6757.
- Magnusson, M.U., Wyse, D.L. & Spitzmueller, J.M. 1987. Canada thistle (*Cirsium arvense*) propagation from stem sections. *Weed Science* 35: 637–639.
- Majek, B.A., Erickson, C. & Duke, W.B. 1984. Tillage effects and environmental influences on quackgrass (*Agropyron repens*) rhizome growth. *Weed Science* 32: 376–381.
- Malicki, L. & Berbeciowa, C. 1986. Uptake of more important mineral components by common weeds in loess soils. *Acta agrobotanica* 39: 129–141.
- Marttila, P. 2000. Pelto-ohdakkeen ja peltovalvatin esiintyminen ja torjunta kevätiljapelloilla luonnonmukaisessa ja tavanomaisessa viljelyssä. *Mustiala: Hämeen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.* 59 s.
- Mathiassen, S.K. & Kudsk, P. 1993. Basta - inflydelse af klima og additiver. Teoksessa: 10. Danske Planteværnskonference. Tidsskrift for Planteavl's Specialserie, S-2236. København: Statens Planteavlsforsøg. s. 225–234. ISBN 87-88976-25-4. ISSN 0109-3142.
- Mathre, D.E. 1982. Compendium of barley disease. St. Paul, MN: The American Phytopathological Society. 78 s. ISBN 0-89054-180-9.
- Matikainen, L. 2001. Viljakasvien rikkakasviruiskutusten ajoittaminen. Teoksessa: Jalli, H. (toim.). Kasvinsuojelun teemapäivä. Jokioinen: Kasvinsuojeluseura ry. s.11–12. ISSN 0784-3860.
- Mattsson, B. & Sandström, M. 1994. Icke-kemisk bekämpning i stråsåd och oljevaxter. *Aktuellt från lantbruksuniversitetet* 423. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. 23 s. ISSN 0347-9293.
- McLennan, B.R., Ashford, R. & Devine, M.D. 1991. *Cirsium arvense* (L.) Scop. competition with winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Weed Research* 31: 409–415.
- Melander, B. 1988. Spredning og etablering af alm. kvik (*Elymus repens*) geniemi frø. Teoksessa: 5. Danske Planteværnskonference, 1. marts 1988. København: Statens Planteavlsforsøg. s. 122–130. ISBN 87-88979-06-8.
- Melander, B. 1993. Skadetærskel for kvikbekæmpelse i forskellige sædskifter. Teoksessa: 10. Danske Planteværnskonference. Tidsskrift for Planteavl's Specialserie, S-2236. København: Statens Planteavlsforsøg. s. 83–96. ISBN 87-88976-25-4. ISSN 0109-3142.

- Melander, B. 1994. Modelling the effects of *Elymus repens* (L.) Gould competition on yield of cereals, peas and oilseed rape. *Weed Research* 34: 99–108.
- Melander, B. 1995. Pre-harvest assessments of *Elymus repens* (L.) Gould interference in five arable crops. *Acta Agriculturae Scandinavica* 45: 188–196.
- Mikulka, J. & Chodová, D. 1999. Long-term changes in weed societies in Czech Republic. Teoksessa: Proceedings 11th symposium, Basel, Switzerland, 28 June - 1 July 1999. Wageningen: European Weed Research Society. s. 34.
- Miller, B.R. & Lym, R.G. 1998. Using the rosette technique for Canada thistle (*Cirsium arvense*) control in row crops. *Weed Technology* 12: 699–706.
- Moore, R.J. 1975. The biology of Canadian weeds. 13. *Cirsium arvense* (L.) Scop. *Canadian Journal of Plant Science*. 55: 1033–1048.
- MTT 1992. Valvatin torjunta kesannosta - Control of *Sonchus arvensis* in fallow, 75/92. Teoksessa: Herbisidit ja kasvunsäätet. Koetulokset 1992. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. s. 42.
- Mukula, J. 1974. Weed competition in spring cereal fields in Finland. *Forskning og forsøk i landbruket* 25: 585–592.
- Mukula, J., Raatikainen, M., Lallukka, R. & Raatikainen, T. 1969. Composition of weed flora in spring cereals in Finland. *Annales Agriculturae Fenniae* 8: 59–109.
- Mukula, J. & Salonen, J. 1990. Rikkakasvien kemiallinen torjunta. Kasvinsuojeluseuran julkaisuja n:o 81. Jokioinen; Kasvinsuojeluseura. 79 s. ISBN 951-9029-37-0. ISSN 0355-0850.
- Nadeau, L.B. & Vanden Born, W.H. 1990. The effects of supplemental nitrogen on shoot production and root bud dormancy of Canada thistle (*Cirsium arvense*) under field conditions. *Weed Science* 38: 379–384.
- Nilsson, H. 1989. Kulturväxters känslighet för herbicider i jord. Teoksessa: 30:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 1–2 februari 1989. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 301–307.
- Nilsson, H. & Hallgren, E. 1987. Inverkan av lindrig frost före eller efter behandling med Roundup (glyfosat) på effekten mot kvickrot (*Elymus repens*). Klimatkammar- och växthusförsök. Teoksessa: 28:e svenska ogräskonferensen. Uppsala, 28–29 januari 1987. 1. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 197–202.

- Nilsson, H. & Hallgren, E. 1989a. Försök med Roundup (glyfosat) mot kvickrot (*Elymus repens*) vid olika relativa luftfruktigheter och med torra och våta kvickrotbestånd vid herbicidbehandlingen. Ett växthusförsök. Teoksessa: 30:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 1–2 februari 1989. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 287–293.
- Nilsson, H. & Hallgren, E. 1989b. Direktsådd av höstraps i jord med kvickrot (*Elymus repens*) efter behandling med Roundup (glyfosat). Ett växthusförsök. Teoksessa: 30:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 1–2 februari 1989. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 294–300.
- Nilsson, H. & Hallgren, E. 1990a. Dose-responsekurva för glyfosat mot kvickrot (*Elymus repens*). Ett växthusförsök. Teoksessa: 31:a svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 31 januari–1 februari 1990. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 221–226.
- Nilsson, H. & Hallgren, E. 1990b. Effekten mot kvickrot (*Elymus repens*) av Roundup (glyfosat) i olika koncentrationer (olika vätskevolymer). Ett växthusförsök. Teoksessa: 31:a svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 31 januari–1 februari 1990. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 215–220.
- Nilsson, H. & Hallgren, E. 1990c. Bekämpning av kvickrot (*Elymus repens*) genom upprepade nerklippningar till olika stubbhöjder. Ett växthusförsök. Teoksessa: 31:a svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 31 januari–1 februari 1990. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 209–220.
- Nilsson, H. & Hallgren, E. 1990d. Effekten av djup eller grund imiterad plöjning efter behandling av djup och grund samplanterad kvickrot (*Elymus repens*) med Roundup. Ett växthusförsök. Teoksessa: 31:a svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 31 januari–1 februari 1990. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 187–192.
- Nilsson, H. & Hallgren, E. 1991. Verkan av Roundup (glyfosat) mot kvickrot (*Elymus repens*) vid olika vätskevolymer. Ett växthusförsök. Teoksessa: 32:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 30–31 januari 1991. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 229–235.
- Nissinen, O. 1998. Talvehtimisen varmistaminen. Teoksessa: Hakkola, H. ym. Nurmenviljely. Maaseutokeskusten Liiton julkaisuja nro 920. Tieto tuottamaan nro 77. Helsinki: Maaseutokeskusten Liitto. 107 s. ISSN 0357-7295.

- Nuoffer, G.G. 1993. Biological weed control with goats. Teoksessa: Thomas, J-M. (toim.). Maitrise des adventices par voie non chimique. Non chemical weed control. Communications of the fourth international conference I.F.O.A.M. Dijon, France, July 5th–9th 1993. Quétigny: ENITA. s. 197–201.
- O'Sullivan, P.A., Kossatz, V.C., Weiss, G.M. & Dew, D.A. 1982. An approach to estimating yield loss of barley due to Canada thistle. Canadian journal of plant science 62: 725–731.
- O'Sullivan, P.A., Weiss, G.M. & Kossatz, V.C. 1985. Indices of competition for estimating rapeseed yield loss due to Canada thistle. Canadian journal of plant science 65: 145–149.
- Palm, H.L., Liang, P.H., Fuesler, T.P., Leek, G.L., Strachan, S.D., Wittenbach, V.A. & Swinchatt, M.T. 1989. New low-rate sulfonylureas for post-emergence weed control in corn. Teoksessa: Brighton Crop Protection Conference - Weeds, Brighton, England, November 20–23 1989. Farnham: The British Crop Protection Council. s. 23–29. ISBN 0-948404-36-1.
- Pedersen, F.K. 1993. Touchdown® - et nyt totalherbicide til bekæmpelse af bl.a. kvik (*Elymus repens*) før høst og i stubmarker. Teoksessa: 10. Danske Planteværnskonference. Tidsskrift for Planteavl Specialserie, S-2236. København: Statens Planteavlsforsøg. s. 167–175. ISBN 87-88976-25-4. ISSN 0109-3142.
- Pegtel, D. M. 1976. On the ecology of two varieties of *Sonchus arvensis* L. Groningen: VRB Drukkerijen. 148 s.
- Permin, O. 1982. Produktion af underjordiske udløbere hos alm. kvik (*Agropyron repens* (L.) Beauv.) ved vækst i konkurrence med byg og andre landbrugsafgrøder. Tidsskrift for planteavl 86: 65–77.
- Permin, O. 1985. Production of rhizomes from *Elymus repens* (L.) Gould growing in competition with barley and other agricultural crops. Teoksessa: Proceedings international symposium on the long-term control of *Elymus (Agropyron) repens*. London, 13–15 November 1985. London: ICI. s. 26–39.
- Peschken, D.P. 1981. *Sonchus arvensis* L., perennial sow-thistle, *S. oleraceus* L., annual sow-thistle and *S. asper* (L.) Hill. spiny annual sow-thistle (*Compositae*). Teoksessa: Kelleher J.S. & Hulme M.A. (toim.). Biological control programmes against insects and weeds in Canada 1969–1980. Slough, U.K: Commonwealth Agricultural Bureaux. s. 205–209. ISBN 085198536X
- Peschken, D.P., & Derby, J.L. 1992. Effect of *Urophora cardui* (L.) (*Diptera: Tephritidae*) and *Ceutorhynchus litura* (F.) (*Coleoptera: Curculionidae*) on the weed Canada thistle, *Cirsium arvense* (L.) Scop. The Canadian entomologist 124: 145–150.

- Peschken, D.P., Thomas, A.G. & Wise, R.F. 1983. Loss in yield of rapeseed (*Brassica napus*, *Brassica campestris*) caused by perennial sowthistle (*Sonchus arvensis*) in Saskatchewan and Manitoba. *Weed Science* 31: 740–744.
- Pessala, B. 1977. Control of *Agropyron repens* (L.) Beauv. in some field experiments. Teoksessa: Symposium on the different methods of weed control and their integration. Uppsala, 2–3 August 1977. Uppsala: European Weed Research Society. s. 213–220.
- Petersen, H. 1944. Unkrudtsundersogelser ved Statens ukrudtsforsog i Aarene 1918–1928. *Tidskrift for planteavl* 48: 655–688.
- Pitkänen, J. 1988. Aurattoman viljelyn vaikutukset maan fysikaalisiin ominaisuuksiin ja maan viljavuuteen. *MTTK:n tiedote* 21/88. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. s. 62–162.
- Pitkänen, J. 1994. A long-term comparison of ploughing and shallow tillage on the yield of spring cereals in Finland. Teoksessa: Jensen, H.E. ym. (toim.). Soil tillage for crop production and the protection of environment. Proceedings of the 13th international conference of the international soil tillage research organization, Aalborg, Denmark, 24–29.7.1994. Aalborg: The royal veterinary and agricultural university and the Danish institute of plant and soil science. s. 709–715.
- Plowman, R.E., Stonebridge, W.C. & Hawtree, J.N. 1980. Fluatzifop butyl - a new selective herbicide for the control of annual and perennial grass weeds. Teoksessa: British crop protection conference - Weeds, Brighton, England, 17–20 November 1980. Croydon: The British Crop Protection Council. s. 29–37. ISBN 0 901436 64X. ISSN 0144-1604.
- Pohjakallio, O. 1963. Kasvipatologia II. Tarttuvat kasvitaudit. Porvoo: WSOY. 375 s.
- Pulli, S. 1982. Juolavehnä hyötykasvina. *Koetoiminta ja käytäntö* 39(23.11.1982): 59.
- Raatikainen, M. 1991. Rikkakasvikuvasto. (toim. Sillanpää, J.) Kasvinsuojeluseuran julkaisuja n:o 82. Jokioinen: Kasvinsuojeluseura ry. 136 s. ISBN 951-9029-38-9.
- Raatikainen, M., & Raatikainen, T. 1975. Heinänurmien sato, kasvilajikoostumus ja sen muutokset. Summary: Yield, composition and dynamics of flora in grassland for hay in Finland. *Annales Agriculturae Fenniae* 14: 57–191.
- Raatikainen, M., Raatikainen, T. & Mukula, J. 1978. Weed species, frequencies and densities in winter cereals in Finland. *Annales Agriculturae Fenniae* 17: 115–142.

- Rauhala, E. 1998. Rikkakasvit kasvitautilien isäntinä. *Kasvinsuojelulehti* 31(2): 55–56.
- Rautavaara, T. 1976. *Mihin kasvimme kelpaavat*. Porvoo: WSOY. 230 s. ISBN 951-0-07683-X.
- Rees, N.E. 1990. Establishment, dispersal and influence of *Ceutorhynchus litura* on Canada thistle (*Cirsium arvense*) in the Gallatin Valley of Montana. *Weed Science* 38: 198–200.
- Rola, H. & Rola, J. 1993. Die Konkurrenz von *Chenopodium album* und *Echinochloa crus-galli* auf mais. Teoksessa: 8th EWRS symposium. quantitative approaches in weed and herbicide research and their practical application, Braunschweig, 14–16 June 1993. Braunschweig: European Weed Research Society. s. 101–106.
- Rolson, E. 1991. Herbicider mot kvickrot (*Elymus repens*) i stubb, vårraps och sockerbetor. Långtidsverkan. Teoksessa: 32:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 30–31 januari 1991. Ogräs och ogräsbekämpning. Rapporter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. 199–207.
- Rolston, M.P. 1994. Weed control of herbage seed crops. Newsletter - International Herbage Seed Production Research-Group 21: 4–6.
- Ronkainen, P. 1995 Agil 100 EC - uutuus juolavehnan ja hukkakauran valikoivaan torjuntaan. Teoksessa: Kasvinsuojelun teemapäivä, Jokioinen, 10.1.1995. Jokioinen: Kasvinsuojeluseura ry. s. 25. ISSN 0784-3860.
- Rydberg, T. 1992. Ploughless tillage in Sweden. Results and experiences from 15 years of field trials. *Soil & Tillage Research* 22: 253–264.
- Rydberg, N.T. & Milberg, P. 2000. A survey of weeds in organic farming in Sweden. *Biological Agriculture and Horticulture* 18: 175–185.
- Salonen, J. 1986. Selektiva gräsherbicider mot kvickrot – effekt och lönsamhet i Finland. *Aktuellt fra statens fagtjenste for landbruket* 8: 273–276.
- Salonen, J. 1992a. Distribution of nitrogen between crop and weeds in spring cereals. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science*. 42: 218-223.
- Salonen, J. 1992b. Propagation, impact and management of *Elymus repens* in continuous cereal cultivation. Teoksessa: Richardson, R.G. (toim.). Proceedings of the first international weed control congress, Melbourne, 17–21 February 1992. Volume 2. Melbourne: The Weed Science Society of Victoria Inc. s. 454–456. ISBN 0-9599210-4-4.
- Salonen, J. 1994. Harkitse herbisidiannoksen vähentämistä kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. *Koetoiminta ja käytäntö* 51(24.5.1994): 18.



- Salonen, J. 1998. Tärkeimpien kestorikkakasvien torjunta. Teoksessa: Markkula, I. (toim.). Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita, Kasvinsuojeluseuran julkaisuja n:o 91. 13. painos. Jokioinen; Kasvinsuojeluseura. s. 13–23. ISBN 951-9029-47-8.
- Salonen, J., Hyvönen, T. & Jalli, H. 2001a. Weeds in spring cereal fields in Finland – a third survey. *Agricultural and Food Science in Finland* 10: 347–367.
- Salonen, J., Hyvönen, T. & Jalli, H. 2001b. Weed flora in organically grown spring cereals in Finland. *Agricultural and Food Science in Finland* 10: 231–242.
- Salonen, J., Hyvönen, T. & Jalli, H. 2001c. Kestorikkakasvit yleistyvät kevätilviljapelloilla. *Koetoiminta ja käytäntö* 2(4.6.2001): 11.
- Salonen, J., Hyvönen, T. & Paju, R. 2001d. Juolavehänä valtaa kevätilviljapelot. *Koetoiminta ja käytäntö* 2(4.6.2001): 12.
- Savela, M-L., Hynninen, E-L. & Blomqvist, H. 2001. Pesticide sales in Finland in 2000. *Kemia-Kemi* 28: 484–486.
- Schepel, I. 2000. Luomun koneet ja laitteet. Julkaisuja nro 67. Mikkeli: Helsingin yliopisto. Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus. 252 s. ISBN 951-45-8308-6, ISSN 0786-8367.
- Schimming, W.K. & Messersmith, C.G. 1988. Freezing resistance of overwintering buds of four perennial weeds. *Weed Science* 36: 568-573.
- Semb, K. & Skuterud, R. 1996. Effect on the production of weed seeds in a reduced tillage system by autumn spraying: a pot experiment. Teoksessa: Brown, H. ym. (toim.). Proceedings of the second international weed control congress, Copenhagen, 25–28 June 1996. Slagelse: Department of Weed Control and Pesticide Ecology. s. 1031–1036. ISBN 87-984996-1-0.
- Shashkov, V.P., Kolmakov, P.P., Volkov, E.D. & Trifonova, L.F. 1977. The influence of rhizomatous weeds in spring wheat crops on the utilization of nitrogen, phosphorus and potassium. *Agrokimiya* 14: 57–59. [Abstract 3373 in *Weed Abstracts* 26(11): 364. ISSN 0043-1729]
- Shieh, W-J., Geiger, D.R. & Buczynski, S.R. 1993. Distribution of imported glyphosate in quackgrass (*Elytrigia repens*) rhizomes in relation to assimilate accumulation. *Weed Science* 41: 7–11.
- Shorthouse, J. D. 1980. Modification of the flower heads of *Sonchus arvensis* (family *Compositae*) by the gall former *Tephritis dilacerata* (order *Diptera*, family *Tephritidae*). *Canadian Journal of Botany*. 58: 1534–1540.
- Silverton, J., Franco M., Pisanty, I. & Mendoza, A. 1993. Comparative plant demography – relative importance of life-cycle components to finite rate of

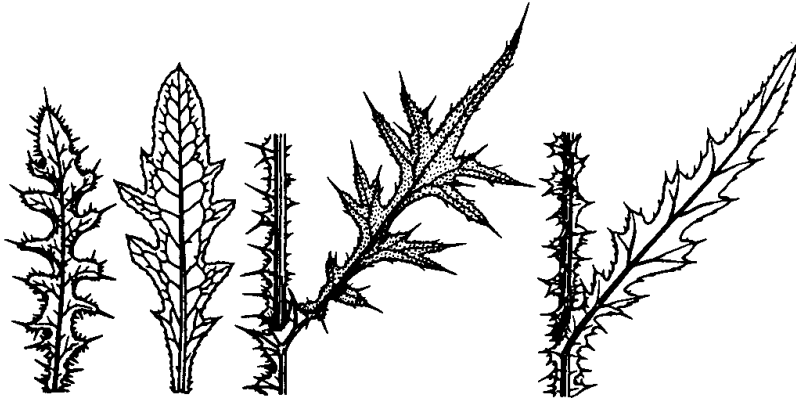
- increase in woody and herbaceous perennials. *Journal of Ecology* 81: 465–476.
- Simojoki, P., Mehto-Hämäläinen, U., Laitinen, V. & Rökköläinen, M. 1992. Rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. *Tiedote* 11/92. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 37 s.
- Skuterud, R. 1977. Growth of *Agropyron repens* (L.) Beauv. at different light intensities in cereals. Teoksessa: Symposium on the different methods of weed control and their integration. Uppsala, 2–3 August 1977. Uppsala: European Weed Research Society. s. 37–45.
- Skuterud, R., Semb, K., Saur, J. & Mygland, S. 1996. Impact of reduced tillage on the weed flora in spring cereals. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* 10: 519–532.
- Slonovschi, V., Zamfirache, M-M., Aiftimie, A. & Chirija, N. 1999. Relationship between the host plant *Cirsium arvense* and the parasite *Puccinia punctiformis*. Teoksessa: Proceedings 11th EWRS symposium 1999, Basel, Swizerland, 28 June - 1 July 1999. Wageningen: European Weed Research Society. s. 93.
- Sprague, C.L., Frasier, A.L. & Penner, I. 1999. Identifying acetilactate synthase inhibitors for potential control of quackgrass (*Elytrigia repens*) and Canada thistle (*Cirsium arvense*) in corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 13: 54–58.
- Sprankle, P., Meggitt, W.F. & Penner, D. 1975. Absorption, action, and translocation of glyphosate. *Weed Science* 23: 235–240.
- Stahlman, P.W. & Phillips, W.M. 1979. Effects of water quality and spray volume on glyphosate phytotoxicity. *Weed Science* 27: 38–41.
- Stevens O.A. 1924. Perennial sow thistle growth and reproduction. North Dakota Agricultural Experiment Station Bulletin 181. Fargo, N.D.: The Station. 44s.
- Streibig, J.C. 1988. Herbicide bioassay. *Weed Research* 28: 479-484.
- Sundell, B. & Tunón, C. (toim.). 1999. Mekanisk och elektrisk bekämpning av åkertistel. Teoksessa: Aktuellt från jordbrukstekniska institutet: verksamhetsberättelse 1998. Uppsala: Jordbrukstekniska institutet. 64 s. ISBN: 91-7072-124-6.
- Svensson, J. 1992 Vattenkvalitet - Roundup - Additiv. Teoksessa: 33:e svenska växtskyddskonferensen. Uppsala, 29–30 januari 1992. Rapport. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. s. 321–330.

- Swanton, C., Clements, D. & Derksen, D. 1993. Weed succession under conservation tillage: A hierarchical framework for research and management. *Weed Technology* 7: 286–297.
- Tanpipat, S. & Adkins, S. 1992. Effect of environmental conditions on glyphosate activity applied to *Urochloa panicoides*. Teoksessa: Richardson, R.G. (toim.). Proceedings of the first international weed control congress, Melbourne, 17–21 February 1992. Volume 2. Melbourne: The Weed Science Society of Victoria Inc. s. 512. ISBN 0-9599210-4-4.
- Thomas, R.F., Tworowski, T. J., French, R.C. & Leather, G.R. 1994. *Puccinia punctiformis* affects growth and reproduction of Canada thistle (*Cirsium arvense*). *Weed Technology* 8: 488–493.
- Thonke, K.E. 1984. Virkning af Roundup tilsat additiver. Teoksessa: 1. Danske Planteværnkonferense/Ukrudt, Nyborg Strand, 6. marts 1984. Lyngby: Statens Planteavlfsforsog. s. 67–77. ISSN 0109-3142.
- Tompkins, D.K., Chaw, D. & Abiola, A.T. 1998. Effect of windrow composting on weed seed germination and viability. *Compost Science & Utilization* 6(1): 30–34.
- Toole, E.H. & Brown, E. 1946. Final results of the Duval buried seed experiment. *Journal of agricultural research* 72: 201–210.
- USDA-ARS 2000. Noxious weeds lists useful for prioritizing targets. Northern Plain Facts July / August 2000. Viitattu 16.11.2001. Saatavissa internetistä: [http://listserver.sidney.ars.usda.gov/jul\\_aug\\_2000.html](http://listserver.sidney.ars.usda.gov/jul_aug_2000.html).
- Vuori, E. 2000. Kestorikkaongelmaan uudenlainen ratkaisu. *Puutarha & kauppa* 46: 17.
- Wall, D.A. & Smith, M.A.H. 2000. Quackgrass (*Elytrigia repens*) management in flax (*Linum usitatissimum*). *Canadian journal of plant science* 80: 411–417.
- Warner, R.B., Watson, G., Bird, G., Farrell, G.M., Spinks, C.A., McClellan, W.D & Kowalczyk, B. 1987. Tralkoxydim - a new post-emergence cereal selective graminicide. Teoksessa: British crop protection conference – Weeds. Brighton, England, 18-21 November 1987. Vol. 1. Surrey: The British Crop Protection Council. s. 19–24. ISBN 0-948404-16-7.
- Welton, F.A., Morris, V.H. & Hartzler, A.J. 1929. Organic food reserves in relation to the eradication of *Canada thistles*. Ohio Agricultural Experiment Station Bulletin 441. Wooster, Ohio: Ohio Agricultural Experiment Station. 25 s.
- Williams, E.D. 1970. Studies on the growth of seedlings of *Agropyron repens* (L.) Beauv. and *Agrostis gigantea* Roth. *Weed Research* 10: 321–330.

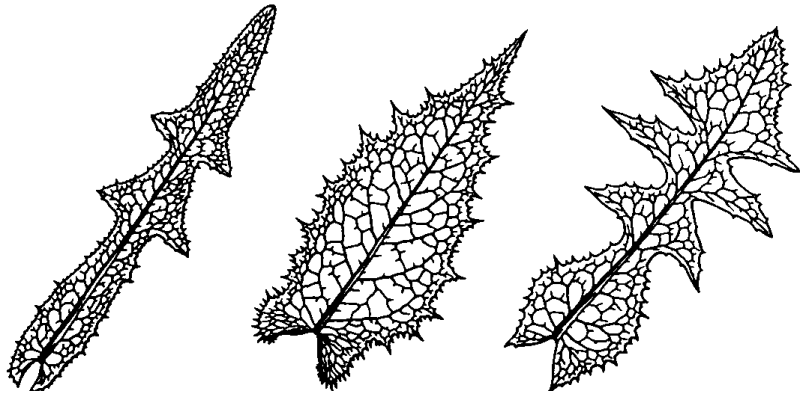
- Williams, E.D. 1973. Variation in growth of seedlings and clones of *Agropyron repens* (L.) Beauv. *Weed Research* 13: 24–41.
- Wilson, B.J.; & Cussans, G.W. 1972. Control of grass weeds in field beans (*Vicia faba*); the possibilities for inter-row treatment. Teoksessa: Proceedings of the 11th British weed control conference. Oxford: ARC Weed Research Organization. Vol. 2. s. 573-577.
- Wilson, R.G. & Kachman, S.D. 1999. Effect of perennial grasses on Canada thistle (*Cirsium arvense*) control. *Weed Technology* 13: 83–87.
- Yarham, D.J. 1981. Practical aspects of epidemiology and control. Teoksessa: Asher, M.J.C. & Shipton, P.J. (toim.). *Biology and control of take-all*. London: Academic Press. s. 353–384. ISBN 0-12-065320-6.
- Zengin, H. 2001. Changes in weed response to 2,4-D application with 5 repeated applications in spring wheat. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 25(1): 31–36.
- Zollinger, R.K. & Kells, J.J. 1991. Effect of soil pH, soil water, light intensity, and temperature on perennial sowthistle (*Sonchus arvensis* L.). *Weed Science* 39: 376–384.
- Zuris, N.K., Wilson, R.G. & Nelson, L.A. 1987. Effects of plant growth stage on chlorsulfuron suppression of Canada thistle (*Cirsium arvense*) shoots and roots. *Weed Technology* 1: 10–13.

## 8 Liite

Joidenkin ohdake- ja valvattilajien tuntomerkkejä (Häfliger & Brun-Hool 1975, Hämet-Ahti ym. 1998). (Kuvat: Häfliger & Brun-Hool 1975)



	<b>Pelto-ohdake</b> <i>Cirsium arvense</i>	<b>Piikkiohdake</b> <i>Cirsium vulgare</i>	<b>Suo-ohdake</b> <i>Cirsium palustre</i>
Koko	40–130 cm	60–150 cm	60–150 cm
Varsi	latvasta runsashaarainen, palteeton, kalju	latvasta usein runsashaarainen, tiheäkarvainen, siipipalteinen	haaraton tai ylhäältä haarova, harvakseltaan seittikarvainen, siipipalteinen
Lehdet	vuorottaiset, päältä kaljut, alta karvaiset tai kaljut	vuorottaiset, päältä piikkiset, alta harmaakarvaiset	vuorottaiset, päältä harvakarvaiset, suonet alta karvaiset
Ylimmät lehdet	ruodittomat	puolittain johteiset	ruoti leveästi siipipalteinen
Alimmat lehdet	lyhytruotiset	johteiset seuraavaan lehteen	johteiset seuraavaan lehteen



	<b>Peltovalvatti</b> <i>Sonchus arvensis</i>	<b>Otavalvatti</b> <i>Sonchus asper</i>	<b>Kaalivalvatti</b> <i>Sonchus oleraceus</i>
Koko	40–150 cm	30–100 cm	30–100 cm
Varsi	haaraton tai haarallinen	isot yksilöt haarovia, kalju	tyveltä haarainen, kalju tai päältä kankeakarvainen
Lehdet	vuorottaiset, kaljut, vihreät	vuorottaiset, kaljut, piikkiotaiset, tummanvihreät, alta vaaleamat	vuorottaiset, kaljut, pehmeät, vihreät
Ylimmät lehdet	korvakkeet pyöreät	korvakkeet pyöreät	korvakkeet terävät
Alimmat lehdet	ruodillisia		

## Maa- ja elintarviketalous -sarjassa ilmestyneet julkaisut

### Kasvintuotanto

- 9 Kestorikkakasvit kevätiljantuotannon uhkana. Pelto-ohdake, peltovalvatti ja juolavehnä. Kirjallisuuskatsaus. *Löjtönen ym.* 115 s. Hinta 25,00 euroa.
- 10 Biotorjunta osana ekologista kasvinsuojelua. *Tiilikkala (toim.)*. 78 s. (verkkojulkaisu osoitteessa: <http://www.mtt.fi/met/pdf/met10.pdf>).
- 3 Uuden perunaruton epidemiologia ja kemiallinen torjunta. *Kurppa & Segerstedt (toim.)*. 66 s. Hinta 20,00 euroa.
- 1 Ruokohelven viljely ja korjuu energian tuotantoa varten. *Pahkala ym.* 20 s. Hinta 15,00 euroa.

### Teknologia

- 4 Digitaalikuivauksen ja vesiherkän paperin käyttö perunan ruiskutustutkimuksessa. *Suomi & Haapala*. 70 s. Hinta 20,00 euroa.

### Ympäristö

- 12 Luonnonmukaisen ja tavanomaisen viljelyn typpi- ja fosforihuuhtoumat. Kirjallisuuskatsaus. *Ylivainio ym.* 74 s. Hinta 20,00 euroa.
- 5 Agri-environmental and rural development indicators: a prosal. *Yli-Viikari ym.* 102 s. Hinta 25,00 euroa.
- 2 Luonnonmukaisen ja tavanomaisen viljelyn vaikutukset maaperään. *Palojärvi ym.* 88 s. Hinta 20,00 euroa.

### Talous

- 11 Franchisingsopimukset sikatalouden hintariskien hallinnassa. *Uusitalo & Pietola*. 35 s. Hinta 15,00 euroa

### Esitelmät

- 13 Tutkittu maa – turvalliset elintarvikkeet. Viljavuustutkimus 50 vuotta – juhlaseminaari, Jokioinen, 24.9.2002. *Uusitalo & Salo (toim.)*. 61 s. Hinta 20,00 euroa.
- 7 Suurenevien tilojen haasteet, Ylistaro, 7.-8.8.2002. *Heikkilä & Salo (toim.)*. 103 s. Hinta 15,00 euroa.

