



Hukkakaura

Kirjallisuuskatsaus

Heikki Jalli ja Riina Paju



MTT:n selvityksiä 8
30 s.

Hukkakaura

Kirjallisuuskatsaus

Heikki Jalli ja Riina Paju

ISBN 951-729-682-7 (Painettu)
ISBN 951-729-683-5 (Verkkajulkaisu)
ISSN 1458-509X (Painettu)
ISSN 1458-5103 (Verkkajulkaisu)

www.mtt.fi/mts

Copyright

MTT

Heikki Jalli ja Riina Paju

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

Julkaisuvuosi

2002

Kannen kuvat

Jukka Salonen ja Heikki Jalli

Hukkakaura

Heikki Jalli¹⁾ ja Riina Paju¹⁾

¹⁾MTT, Kasvintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen, heikki.jalli@mtt.fi, riina.paju@mtt.fi

Tiivistelmä

Hukkakaura on lauhkeiden alueiden erityisesti viljoilla kasvava heinämäinen kertarikka-kasvi. Seuraavien vuosien saastunnat perustuvat variseviin maassa hyvin säilyviin siemeniin.

Siementen pitkä itämislepo ja siementen monet leviämistavat tekevät hukkakaurasta vaarallisen rikkakasvin. Ilman ennakoivia ja välittömästi havaitsemisen jälkeen tehtäviä torjuntatoimia hukkakaura lisääntyy nopeasti ja viljelyksen puhdistamiseen kuluu helposti useita kasvukausia.

Tämä selostus on katsaus tehdyistä hukkakauratutkimuksista ja käytäntöön sovellettavista tutkimustuloksista. 1950-luvulta lähtien on tukittu hukkakauran biologiaa, siementen itämislepon kestoja ja maan siemenvaraston kehittymistä ajan kuluessa. Viimeisimmissä tutkimuksissa taas etsitään edullisimpia torjuntamenetelmiä kemiallisten- ja viljelytekni- sten menetelmien yhdistelmistä. Suomen ulkopuolella ennemminkin siedetään kuin pyritään pääsemään eroon hukkakaurasta.

Suomalainen hukkakauratutkimus nojaa Britt Pessalan 1970- ja 1980-luvulla tekemään työhön, jonka jälkeen on keskitytty vain uusien herbisidien biologisen tehon määrittämi- seen.

Avainsanat: rikkakasvit, torjunta, hukkakaura, herbisidit, integroitu torjunta



Alkusanat

”Joka heittää toisen peltoon hukkakauraa, kieruruohoa, taskuheinää tahi muuta mitä tahansa, jotta siitä kasvaisi rikkaruohoa menettäköön kunniansa, korvatkoon kaiken vahingon ja vedettäköön sakkoa viisikymmentä taalaria jokaisesta pellostä, jonka hän on näin koettanut turmella”, sanoo Ruotsi-Suomen vuoden 1734 valtiopäivillä säädetty laki.

Sisällysluettelo

1	Haitallisuus	6
2	Tunnistaminen	7
2.1	Siemen	7
2.2	Oras.....	8
2.3	Röyhyllinen yksilö.....	9
3	Leviäminen Suomeen	9
4	Hukkakauran leviäminen.....	13
4.1	Kylvösiemen	13
4.2	Rehuvilja.....	13
4.3	Olkikuivikkeet ja palamaton karjanlanta.....	13
4.4	Lietelanta ja säilörehu.....	14
4.5	Lajittelujätteet.....	14
4.6	Peittämättömät vilja-, heinä- ja olkikuljetukset.....	14
4.7	Heinät ja oljet.....	14
4.8	Koneet, leikkuupuimurit, säkit ja kuljetuskalusto	14
4.9	Eläimet ja linnut sekä ihminen	15
4.10	Ojat ja vesireitit.....	15
4.11	Maansiirrot.....	15
4.12	Tuuli.....	15
5	Elinkyky.....	16
5.1	Siemenen itämislepo.....	17
5.2	Siementen säilyminen maassa	18
5.3	Siementen itäminen ja taimettuminen	19
6	Torjunta	20
6.1	Viljelytekniinen torjunta	21
6.1.1	Viljelykasvin valinta.....	21
6.1.2	Myöhästetty kylvö	21
6.1.3	Kesanto	21
6.1.4	Olkien polttaminen ja muokkaus	22
6.1.5	Suorakylvö.....	22
6.1.6	Kyntö	22
6.1.7	Kitkentä.....	23
6.1.8	Biologinen torjunta	23
6.2	Kemiallinen torjunta	24
6.2.1	Viljapellot	24
6.2.2	Leveälehtiset viljelykasvit	25
6.2.3	Kesanto	25
6.3	Epäonnistuneen torjunnan seuraukset.....	26
7	Kirjallisuus.....	27

1 Haitallisuus

Hukkakaura on lauhkeilla alueilla kasvava vaikea erityisesti viljojen yksivuotinen rikkakasvi. Se itää kevätiljojen kylvön jälkeen ja hyötyy samoista olosuhteista kuin viljat. Hukkakaura varistaa osan siemenistään ennen viljan korjuuta ja näin maahan joutuu useita vuosia itämiskykyisinä säilyviä siemeniä. (Thurston 1961, Banting 1966, Thurston 1966, Pessala 1978a, b, Wilson 1981). Seuraavien vuosien saastunnat perustuvat maassa olevin siemeniin. Hukkakauran hävittäminen edellyttää suunniteltua monivuotista torjuntaa. Tärkeintä hukkakauran torjunnassa on havaita sen leviäminen uusille alueille mahdollisimman varhain ja estää uusien siementen variseminen maahan.

Hukkakaura on hyvin kilpailukykyinen viljelyskasveja vastaan ja se pienentää satoa valtaamalla kasvutilaa näiltä. Se kuluttaa osan pellon ravinteista ja vedestä sekä osan pelolle tulevasta auringon energiasta. Heikkokortisena hukkakaura lakoutuu helposti ja lakoonnuttaa viljelykasvinkin. Näin sadonkorjuu hankaloituu, mikä lisää korjuukustannuksia ja korjuutappioita. Viljelykasvin tuleentuminen on epätasaista ja korjattava kasvusto kosteaa. Puimuriin joutuvat siemenet voivat tukkia seulastoja ja niitä on vaikea lajitella pois sadosta ja näin siemensaastunta säilyy (Thurston 1963).

Chancellor ja Peters (1976) toteavat ohran olevan paras kilpailija hukkakauran kanssa. Vehnä, kaura ja ruis ovat samantasoisia ja paljon ohraa heikompia. Pavut ja pellava ovat huonoja kilpailijoita. Vanhat pystyt ohralajikkeet sietävät Thurstonin (1970) mukaan hukkakauraa hyvin ja kilpailullaan haittaavat sen kasvua. Jopa 100 hukkakauraa/m² ei vaikuta ohran satoon, mutta tutkija ei uskalla luvata, että ohran kasvukyky olisi aina näin hyvä.

Suurimman haitan hukkakaura tuottaa siemenviljelyksillä, sillä hukkakauraa sisältävän kylvösiemenen myynti on kielletty. Laatua heikentävät myös hukkakauran mahdolliset taudit ja tuholaiset. Sadon laatu huononee, kun jyvien joukossa on hukkakauran siemeniä. Hukkakauran ja viljelyskasvin suhteellinen orastumisaika, viljelykasvin laji ja kasvutiheys sekä lannoitus vaikuttavat satotappioiden määrään (Seppä 1986, Kottila 1986a).

Koneiden vuokraus ja yhteiskoneiden käyttö saattavat vaikeutua, mikäli alueen joillakin tiloilla on hukkakauraa. Myös pellon vuokrauksessa voi tulla ongelmia, jos vuokraajan omilla mailla jo kasvaa hukkakauraa.

Hukkakauran torjunta liittyy hyvään viljelytapaan, joka on kansallisten ja EU:n kokonaan rahoittamien tukien maksamisen ehtona. Hukkakauran torjunnan laiminlyönnistä seurauksena voi olla tukien pieneminen (Salonen 2002).

2 Tunnistaminen

Hukkakaura (*Avena fatua* L.) ja Suomessa viljelty kaura (*Avena sativa* L.) ovat lähisukulaisia, jotka periytyvät samasta villikauralajista (*Avena sterilis*). Hukkakaurat ovat yleensä itsepölytteisiä, mutta risteytyminen viljellyn kauran kanssa ei ole mahdotonta (Thurston 1957) (Taulukko 1.). Hukkakaura eroaa viljeltävästä kaurasta kuitenkin sekä ulkonäöltään että elintavoiltaan (Kottila 1986b). Oma hukkakaura-alalajisa *Avena ludoviciana* Dur. on pääsääntöisesti syysitoinen (Thurston 1953). *A. ludoviciana* ei esiinny Suomessa (Hämet-Ahti ym. 1998).

Ilmastotekijöiden, kuten hiilidioksidipitoisuuden, maan kosteuden tai lämpötilan muutokset vaikuttavat suoraan hukkakauran kasvuun, kehitykseen ja todennäköisesti myös lajin populaatiodynamiikkaan (O'Donnell & Adkins 2001).

Vuonna 1959 Thurston luettelee Rothamstediin ulkomailta tunnistettavaksi tulleita hukkakauroja: *A. ludoviciana* Kreikasta, *A. sterilis* Algeriasta, *A. sterilis* var. *Scabriscula* Maltalta, *A. sterilis* subsp. *Trichophylla* var. *Clavescens* Arabiasta ja *A. barbarata* Maltalta.

Taulukko 1. Thurston (1957) jakoi *A. fatuan* useaan eri ryhmään siemenen ominaisuuksien mukaan taulukko

Ryhmä	Kaleen väri	Kaleen karvaisuus	Tyven karvat	Vihneen karvaisuus
fA	ruskea	erittäin	pitkä, ruskea	karhea
fB	harmaa	kohtalaisesti	pitkä, hopeinen	karhea
fC	keltainen	paljas	pitkä, hopeinen	karhea
fD	vaalean harmaa	erittäin	pitkä, kultainen	karhea
fD	keltainen	kohtalaisesti	lyhyt, hopeinen	karhea
fE	ruskea	erittäin paitsi juuri tyven yläpuolella	lyhyt, hopeinen	karhea
fG	harmaa	kohtalaisesti	lyhyt, hopeinen	karhea
fH	harmaa	yksi tai kaksi karvaa vihneen tyvellä	lyhyt, hopeisesta vaalean keltaiseen	karhea
fI	tumman ruskea	melkein tai täydellisesti paljas	pitkä, ruskea	karhea
fK	keltainen	erittäin	pitkä, kultainen	karhea
fL	keltainen	karvainen vain vihneen tyvellä	pitkä, kultainen	karhea
fM	ruskea	erittäin	pitkä, ruskea	karhea

2.1 Siemen

Hukkakauran siemenen tärkein tuntomerkki on soikionmuotoinen maljamainen jyvän kanta. Viljellyllä kauralla jyvän tyvi on kapea ja jyrkästi päättyvä. Hukkakauran jyvä on yleensä karvainen, joskus kuitenkin melkein kalju. Liisteessä ja tyvellä karvaisuus on runsainta. Tuleentunut hukkakauran siemen on väriltään musta, ruskea tai vaaleanharmaa. Thurstonin (1952) kokeissa jyvien kuorten väri oli sama kuin emokasvin siemenessä. Jyvä on muodoltaan pitkä, kapea ja litteä, viljellyn kauran jyvää ohuempi (Salonen 1998).

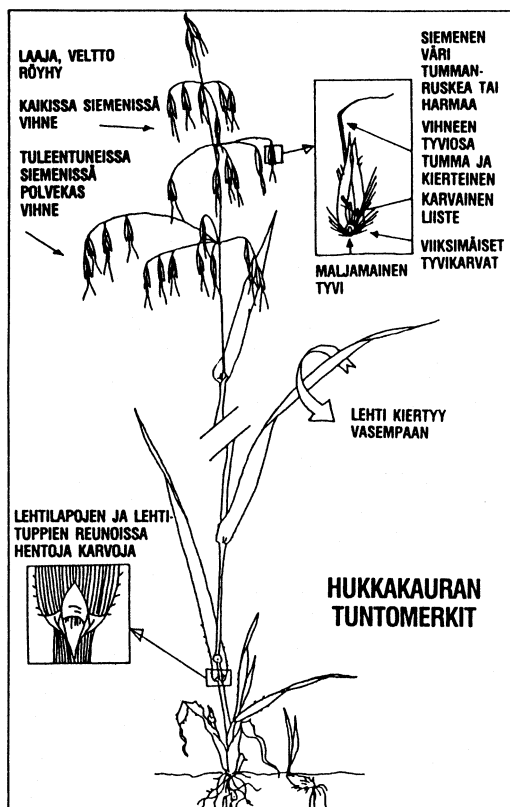
Jokaisessa jyvässä on tanakka kierteinen vihne, joka tummuu ja koukistuu polvimaisesti jyvän tuleentussa. Monilla viljellyillä kauralajikkeillakin on vihneellisiä jyviä. Kasvukauden sääolot vaikuttavat kauraan kehittyvien vihneiden määrään. Viljellyssä kaurassa vihneitä on vain tähkylän uloimmassa jyvässä (Salonen 1998).

Hukkakauran siemenen rakenne on kuin suunniteltu kulkeutumaan ja säilymään elinkykyisenä maassa. Siemenellä on itsekaivautumisominaisuus. Kastuessaan ja kuivuuessaan vihne koukistuu ja oikenee, työntäen siementä maanpintaa pitkin. Hitaasti kulkiessaan siemen voi pudota maan halkeamiin tai kaivautua kiven alle tai pehmeään maan pintaan. Itsekaivautuminen on hidasta ja epävarmaa (Cussans 1975). Siemen kulkema matka voi olla muutamasta sentistä muutamaan kymmeneen senttiin parissa viikossa (Auranen 1993).

2.2 Oras

Hukkakaura (*A. fatua*) on yksivuotinen kevätitoinen kasvi (Thurston 1953). Erivärisistä siemenistä taimettuneiden kasvien välillä ei ollut Thurstonin (1952) kokeissa huomattavia eroja eivätkä erot olleet yhteydessä siementen väritykseen. Niinpä tutkija epäili hukkakauran jakoa alalajeihin siementen värityksen perusteella. Myöskään ruskeasiemenisen *Avena ludoviciana* taimi ei eronnut hukkakaurasta ennen kukkimista. Sen sijaan kolme harmaasiemenistä *A ludoviciana* erosivat muista; niillä oli kapeammat ja riippuvammat lehdet, enemmän versoja ja ne tulivat röyhylle aikaisemmin.

Orasasteella olevasta viljapellosta hukkakauran löytää helpoimmin kylvörivien välistä. Hukkakauran (Kuva 2.) lehdet kiertyvät vastapäivään eli vasemmalle kuten viljellynkin kauran. Muiden viljalajien lehdet kiertyvät oikealle. Hukkakauran alimpien lehtien tyvellä



Kuva 2. Hukkakauran tuntomerkit.

on yleensä karvoja lehden reunassa ja lehtitupessa. Viljellyn kauran lehtien reunassa saat-
taa olla muutama karva lehtilavan tyvellä, mutta lehtitupet ovat aina kaljut (Salonen 1998).

2.3 Röyhyllinen yksilö

Hukkakaura on varsin pitkäkortinen ja kasvaa yleensä viljakasvustoa korkeammaksi. Hukkakaura saavuttaa täyden pituutensa myöhemmin kuin vilja, ja hukkakauraröyhyt kohoavat viljapellosta normaalisti vasta heinäkuun puolivälissä. Hukkakauran röyhy on laaja ja harva, ja sen sivuhaarat ovat veltoja. Tähkylässä on 2-3 vihneellistä jyvää, jotka tuleentuvat nopeasti ja varisevat herkästi parin viikon kuluttua röyhylle tulosta.

Kanadalaisen tutkimuksen mukaan jyvien varisemista kuvaa hyvin ($R^2=99$) sigmoidinen funktio, siementen irtoaminen alkaa hitaasti lisääntyä nopeasti ja kahden viikon aikana valtaosa siemenistä irtoaa. Röyhyn jää lopulta Shirtliffen ja Entzin (2000) mukaan 9 % siemenistä. Parhaiten siementen irtoamista kuvaa 0-astetta perustana käyttävä lämpötilasumma, jolloin nopean siementen variseminen tapahtuu välillä 1470-1850.

Wilsonin (1970) tutkimuksissa siementen variseminen oli yhteydessä viljelykasvin valmistumiseen niin, että aikaisin tuleentuvien viljojen joukossa variseminen alkoi aikaisemmin kuin myöhäisten lajikkeiden seassa kasvaessaan. Alettuaan hukkakauran siementen irtoaminen kesti 3-4 viikkoa.

Heikkokortinen hukkakaura lakoutuu helposti. Hukkakauralla saattaa olla useita sivuversoja, ja niitä kehittyy nopeasti lisää, jos kasvi niitetään, kitketään huolimattomasti tai jos kemiallinen torjunta ajoitetaan väärin. Tällä tavoin kehittyneet versot saattavat jäädä hyvin lyhytkasvuiseksi, ja niitä on vaikea erottaa kasvustosta (Salonen 1998).

3 Leviäminen Suomeen

Hukkakaurat ovat yleensä itsepölytteisiä, mutta risteytyminen viljellyn kauran kanssa ei ole mahdotonta (Thurston 1957). Risteyneet yksilöt perivät ominaisuuksia molemmilta vanhemmiltaan. Viljellystä kaurasta voi perinnöllisten häiriöiden seurauksena syntyä hukkakauraa muistuttavia yksilöitä, joita kutsutaan fatuoideiksi. Perinnöllisten muutosten seurauksena saattaa syntyä myös viljeltyä kauraa rotevampia ja korkeampia jättikauroja (Salonen 1998).

Hukkakauraa on kuljetunut Suomeen ulkomailta tuodussa siemen- ja rehuviljassa ainakin vuodesta 1921. Vuodesta 1923 lähtien Valtion siementarkastuslaitos on todennut hukkakauraa myös kotimaisista siemennäytteistä. Valtion siementarkastuslaitokseen oli lähetetty 1919–1958 välisenä aikana hukkakaurapitoisia siemennäytteitä 82 eri kunnasta. Yhtenäisemmät leviämiskeskukset sijaitsivat Varsinais-Suomessa (Turun seutu), Satakunnassa ja Etelä-Hämeessä (Kokemäenjoen laakso), Etelä-Pohjanmaalla (Kyrönjokilaakso) sekä Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla (Kalajokilaakso) (Hilli 1959).

Maataloushallitus antoi 1957 määräyksen, että hukkakauraa ei saa esiintyä lainkaan kaup-
paan tulevassa ulkomaisessa eikä kotimaisessa siementavarassa ja että maassamme myytä-

vässä rehuviljassa saa olla hukkakauraa korkeintaan 5 kpl kilossa, muutoin sen myynti on sallittu ainoastaan hienoksi jauhettuna (Hilli 1959).

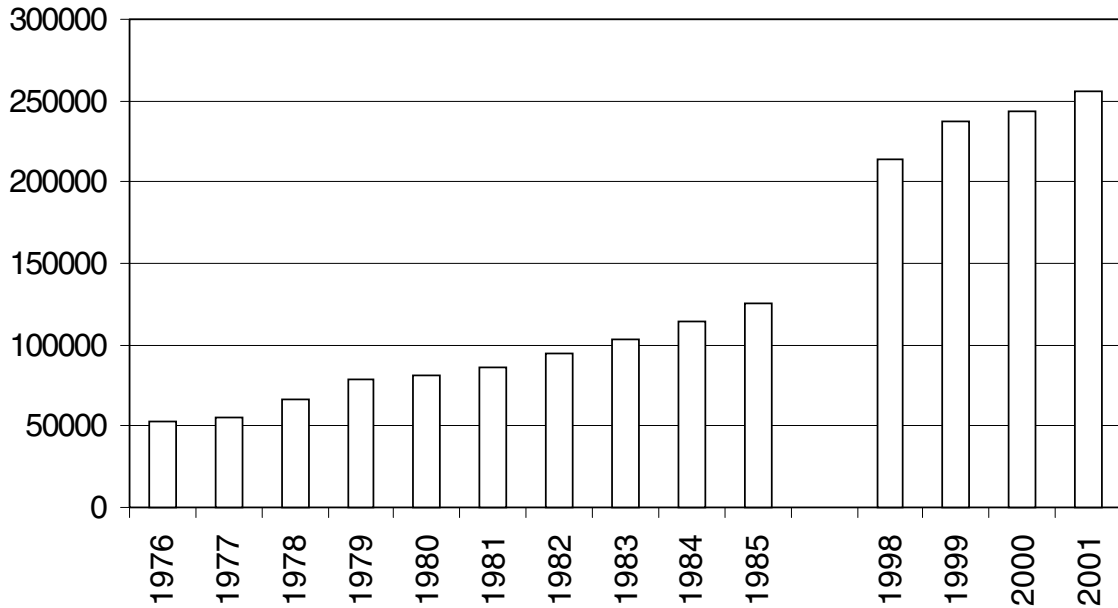
Voimassa olleiden määräysten mukaan syksyyn 1962 saakka hukkakauran saastuttamat siemen'erät päästettiin kauppaan vain siinä tapauksessa, että ne oli lajiteltu uudelleen ja että uudet, virallisesti otetut näytteet olivat tutkittaessa osoittautuneet hukkakaurasta täysin vapaiksi. Kauppaan tarjottiin enemmän kotimaisia kuin ulkomaisia hukkakauraa sisältäviä siemen'erää. Yleisesti ulkomaiset erät olivat kooltaan suurempia, joten niiden kilomäärä ja aiheuttama tartuntavaara oli myös suurempi (Hilli 1963).

Poikkeuksellisen vaikean kylvösiementilanteen vuoksi tehtiin maataloushallituksen hukka-kauramääräykseen syksyllä 1962 muutos, että tarkastusvuonna 1962–1963 aikana hukka-kauraa sallitaan kaikessa siementavarassa korkeintaan neljä kappaletta kiloa kohti. Tällaisia poikkeusmääräyksen perusteella hyväksytyjä siemen'erää hyväksyttiin kauppaan ulko-maisia 104 ja kotimaisia 27. Ulkomailta tuodut hukkakauraa sisältävät siemen'erät olivat lähinnä kevätvehnää ja ohraa, sen lisäksi muutamia eriä kauraa, pellavaa, virnaa ja puna-apilaa. Kotimaisista siemen'eristä olivat kevätvehnä ja kaura yleisimmin ja pahimmin hukka-kauran tartuttamia. Vuoteen 1963 mennessä hukkakauran tartuttamia siemen'erää oli Valtion siementarkastuslaitokselle lähetetty yhteensä 123 kunnan alueelta (Hilli 1963).

Vuosina 1957–1978 on yleensä todettu hukkakauran yleistyneen ainakin tietyissä osissa maata. Valtion siementarkastuslaitokselle hukkakauran saastuttamia näytteitä oli kuitenkin tullut vähemmän. Tämä selittyy sillä, että viljelystarkastuksen yleistymisen myötä hukka-kauraa sisältävät erät entistä varmemmin karsiutuvat pois ennen tarkastukseen tuloa.

Viljelystarkastus tuli pakolliseksi laatuluokkajärjestelmän mukaisille siemenille 1976 ja vastaavasti järjestelmän ulkopuolisille viljan, herneen ja öljykasvien siemenille vuonna 1977. Siementavaran sopimustuotantoa harjoittavat liikkeet olivat suorittaneet omia vilje-lystarkastuksiaan jo aiemminkin. Samalla alettiin kiinnittää entistä enemmän huomiota hukkakauran tunnistamiseen ja sen ilmoittamis- ja torjuntamenettely tuli pakolliseksi. Vuo-sien 1976 ja 1977 tuloksissa näitten toimenpiteitten vaikutus näkyi melko selvänä hukka-kauran vähenemisenä. Hukkakauraa sisältäviä siemen'erää tarjottiin Valtion siementarkas-tuslaitokselle tavallista enemmän kylvösiemeneksi, jos kesä oli ollut sääsuhteiltaan erittäin epäedullinen, koska hukkakauran havaitseminen lakoutuneesta kasvustosta kasvukauden aikana on hyvin vaikeaa (Hanhilahti 1979).

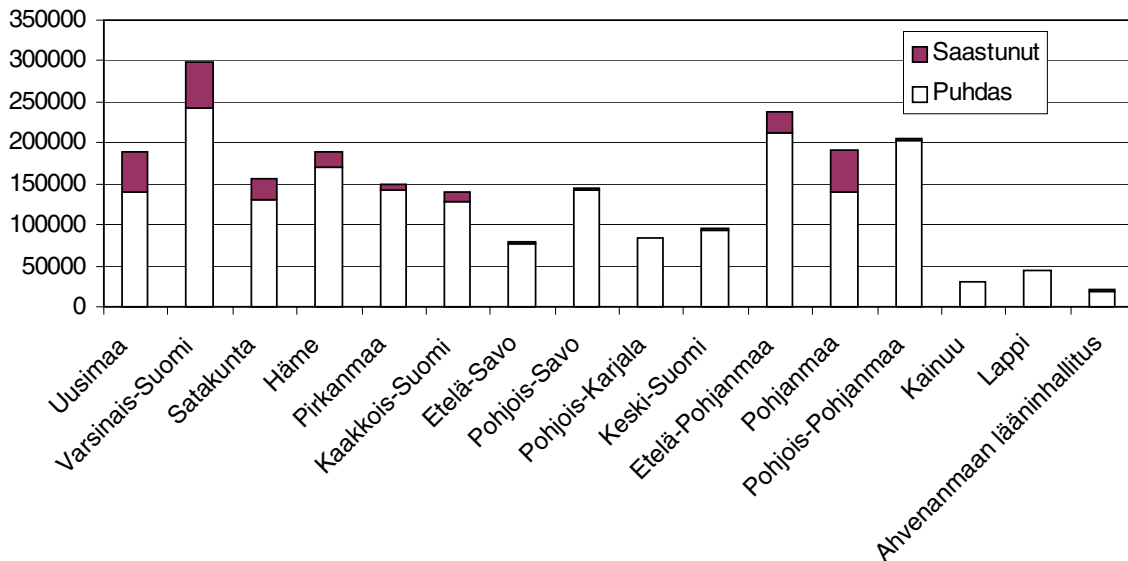
Hukkakauran esiintymisrunsaudessa eri viljalajien kesken oli vuosina 1957–78 selviä eroja. Syysviljoissa esiintyi hukkakauraa selvästi harvemmin kuin kevätviljoissa. Tämä selit-tynee sillä, että syysviljojen ja hukkakauran kehitysrytmi on erilainen ja hukkakaura ei tule puinnissa sadon mukaan. Eniten hukkakauraa oli kauranäytteissä, sitten monitahoisessa ohrassa ja suunnilleen yhtä paljon kevätvehnässä ja 2-tahoisessa ohrassa. Sama järjestys toistui melkein vuosittain. Hukkakauran havaitseminen kasvustossa on vaikeinta kauralla ja sen poistaminen lajittelemalla siitä sekä monitahoisesta ohrasta on vaikeaa, koska jyvät ovat muodoltaan pitkiä ja kapeita muistuttaen hukkakauraa. Sen sijaan 2-tahoisen ohran ja vehnän jyvät ovat muodoltaan pyöreämpiä ja lyhyempiä ja lajittelumahdollisuudet ovat näin paremmat (Hanhilahti 1979).



Kuva 3. Hukkakauran saastuttama peltoala Suomessa. Vuoteen 1985 asti tiedot perustuvat maatalouspiireiltä saatuihin tietoihin ja vuodesta 1998 lähtien viljelijöiden antamiin tietoihin.

Kotimaisessa nurmikasvien siemennäytteissä esiintyi hukkakauraa hyvin harvoin. Ulkomaisissa nurmikasvien siemenissä hukkakauraa esiintyi silloin tällöin. Hukkakaura ei valittavasti läheskään aina tule ilmi siemenerän ensimmäisessä tarkastuksessa, vaan mahdollisesti vasta ylivuotisen erän idätystarkastuksessa tai valvonta- ja jälkitarkastuksessa. Kun näytteen havaitaan sisältävän hukkakauraa, näyte tutkitaan kokonaan ja hukkakaurat lasketaan kappaleina kiloa kohti. Tarkastusvuosina 1957–78 hukkakauraa sisältäneissä kotimaisissa viljanäytteissä oli 3–4 hukkakauraa kiloa kohti. Tällöin on keskiarvoa laskettaessa jätetty pois pahimmin saastuneet erät, joissa oli hukkakauraa useita satoja kilossa. Eri viljalajeilla ei ollut eroja tässä suhteessa (Hanhilahti 1979).

Vuoden 1962 tilanne uusiutui vuonna 1981, kun ulkomailta jouduttiin ostamaan hukkakaurapitoista rehuviljaa. Tilanteesta selvittiin kuitenkin pelkällä säikähdyksellä tehostetun valistus- ja torjuntatoiminnan avulla (Somerla 1986).



Kuva 4. Hukkakaurasaastunutta TE-keskuksittain vuonna 2001. Tilanne perustuu viljelijöiden ilmoittamiin tietoihin.

Yhdistelmätiedot vuodelta 1983 (Kuva 3.) osoittavat, että hukkakaura jatkoi yhä leviämistään jo vuosikausia jatkuneista torjuntatoimista huolimatta. Kaikki viljelijät eivät katsoneet tarpeelliseksi noudattaa vuoden 1976 hukkakauralain määräystä, jonka mukaan hukkakauran esiintymisestä on tehtävä ilmoitus kunnan maatalouslautakunnalle. Ilmoittamisen laiminlyömiseen ovat saattaneet syyllistyä myös valvontaviranomaiset, joiden tulisi ilmoittaa havaittu hukkakauraesiintymä sekä viljelijälle että kunnan maatalouslautakunnalle. Tällaisia viran- ja toimenhaltijoita ovat maatalouslautakunnan edustajat sekä Valtion sementtarkastuslaitoksen valtuuttamat tai hyväksymät viljelystarkastajat, joista osa on maataloudellisten neuvontajärjestöjen toimihenkilöitä ja osa keskusliikkeiden omia viljelystarkastajia (Nakko 1983).

Hukkakaura oli lisääntynyt vuodesta 1982 vuoteen 1983 eniten Seinäjoen, Porin ja Turun maatalouspiirien alueella. Torjuntatoimenpiteiden ansiosta saastunnan voimakkuus eli hukkakaurayksilöiden lukumäärä pinta-alayksikköä kohti on saatujen tietojen mukaan laskenut. Hukkakaura on saastuttanut pahiten juuri parhaat viljelysalueet Uudellamaalla, Varsinais-Suomessa, Satakunnassa ja Pohjanmaalla. Vuotuinen kasvu hukkakauran saastuttamalla alalla on ollut vuodesta 1976 vuoteen 1983 keskimäärin 10,3 %, vaihdellen 3,8 %:sta 19,7 %:iin. Kuntia, joiden peltoalasta yli 20 % on hukkakauran saastuttamaa, oli vuonna 1983 yhteensä 22 ja vuonna 1985 jo 31. Pahimmin saastuneet alueet sijaitsivat Vaasan lähistöllä (Vähäkyrö, Vöyri), Uudenkaupungin itäpuolella (Rauma, Kalanti) sekä Helsingin ja Porvoon ympäristössä (Kirkkonummi, Inkoo, Porvoon mlk) (Nakko 1983 ja Somerla 1986). (Kuva 4.)

Vuodesta 1976 lähtien voimassa ollut laki hukkakauran torjunnasta oli perusteiltaan ajanmukainen. Uudessa hukkakauralain velvoitetaan viljelmän tai sen läheisen alueen haltija ilmoittamaan hukkakaurasta. Samoin tilalla, jolla on todettu hukkakauraa on tehtävä katselmus ja torjuntasuunnitelma. Päävastuullisena valvontavirannomaisena toimisi Kasvintuotannon tarkastuskeskus, joka käyttäisi apunaan TE -keskusten maaseutuosastoja (Heinonen 2001).

4 Hukkakauran leviäminen

Koska hukkakaura on sekä Euroopassa että Amerikassa varsin yleinen rikkakasvi, ei sen leviäminen ulkomaisen viljan mukana ole ollut estettävissä (Somerla 1986).

Avena ludoviciana levinneisyys Brittein saarilla oli 1950-luvulla rajoittunut 130 km:n säteelle Oxfordista (Thurston 1953). Kun levinneisyyttä tutkittiin uudelleen 1972, ei *A. ludoviciana* ollut lisännyt esiintymisaluettaan. *A. fatua* taas oli levinnyt uusille alueille ja lisännyt kasvuaan jo 1951 saastuneilla alueilla.

Halvin ja tehokkain hukkakauran torjuntakeino on estää kasvin tulo tilalle. Tämä vaatii viljelijöiltä huolellisuutta kaikissa viljelytoimissa. Hukkakauran tärkeimmät leviämistiet ovat:

4.1 Kylvösiemen

Kylvösiemen mukana hukkakauran siemenet kulkeutuvat pitkiä matkoja, jopa maasta toiseen tuontisiemenen mukana (Hilli 1959). Siementarkastuksen ulkopuolella tuotettu ns. harmaa siemen aiheuttaa erityisen leviämisvaaran. Jo pieni määrä hukkakauran siementä siemenviljan seassa voi muutamassa vuodessa pahasti saastuttaa pellon, jos ensimmäiset yksilöt saavat kehittyä rauhassa (Pessala 1983a).

4.2 Rehuvilja

Rehuviljaa ei käytetä kylvösiemeneksi, mutta kuljetettavasta rehuerästä voi varista siemeniä, jotka itävät tienvarsilla (Thurston 1952, 1953, Kirk & Courtney 1972). Rehuviljan rouhiminen ei riitä tuhoamaan hukkakauran siemenen elinvoimaa, vaan vasta jauhaminen (2 mm seula, Metzin (1970) mukaan 3 mm:n seula) hävittää itävyyden. Rehun litistämien tuhoaa myös hukkakauran itävyyden (Salonen 1998).

4.3 Olkikuivikkeet ja palamaton karjanlanta

Ladoissa ja kuivissa olkikasoissa siemen voi olla hyvinkin pitkäikäinen. Hukkakauran siemenet voivat läpäistä eläinten suoliston ja siirtyä siten lannan mukana takaisin peltoon (Kirk & Courtney 1972). Seitsemän hukkakauran (*A. ludoviciana*) siementä kahdesta tuhannesta vasikalle syötetystä iti 11 kuukauden aikana turvekuivikkeeseen jouduttuaan (Thurston 1952) ja seuraavan vuoden aikana iti turve/lanta seoksesta kolme siementä lisää (Thurston 1953). Lantapatterissa keskellä olevat siemenet palavat ja menettävät itävyytensä, mutta lannan pintakerroksissa (jossa lämpötila voi olla 35–40 °C) ja maata vasten ollessaan (+15–20 °C) ne voivat säilyä itämiskykyisinä. 12 viikon kuluttua lähellä lantapatterin keskustaa olleista siemenistä 5 % oli itämiskykyisiä ja lähellä pintaa olleista 18 % (Kirk & Courtney 1972). Metzin (1970) tutkimuksissa 78 % hukkakauran siemenistä kesti 90 min 110 °C, mutta 90 min 120 °C tai 30 min 140 °C olivat tappavia.

4.4 Lietelanta ja säilörehu

Hukkakauran siemen pysyy elossa liotelannassa ja säilörehussa ainakin 1 – 2 kuukautta (Pessala 1983a). Blackshawn ja Roden (1991) tutkimuksessa hukkakauran siemenet kuolivat oltuaan 2 kuukautta 1,5 metrin syvyydessä ohra kokoviljasäilörehun joukossa. Lisäksi jos naudat ruokinta on väkirehupitoista, ruuansulatusjärjestelmän mikrobitoiminta, hydrolyysiset entsyymit ja alhainen pH tappavat siemenet. Jos naudat on korsiruokinnalla hukkakauran siemenet eivät tuhoudu.

4.5 Lajittelujätteet

Lajittelujätteiden syöttäminen sellaisinaan riistaeläimille on levittänyt hukkakauraa. Hukkakaurainen lajittelujäte on jauhettava hienoksi tai poltettava (Salonen 1998).

4.6 Peittämättömät vilja-, heinä- ja olkikuljetukset

Hukkakauran siemenet ovat kevyempiä kuin viljat jyvät ja siirtyvät siten kuorman pintaan, josta ne helposti joutuvat tuulen kuljettaviksi, jos kuorma on peittämätön (Jones 1976, Salonen 1998).

4.7 Heinät ja oljet

Myöhäisellä kehitysasteella korjattu heinä voi sisältää paljon hukkakauraa. Hukkakauraiselta pellolta kerättyjen olkien joukossa voi olla huomattavan paljon hukkakauran itäviä siemeniä. Hukkakauraisen heinän tai olkien kuljetus ja luovutus muualle levittää helposti hukkakauraa (Pessala 1983a, Wilson 1970). Olkien joukkoon joutuvat siemenet ovat usein viljelykasvia matalammista hukkakaurayksilöistä, jotka tuleentuvat pitkiä hukkakaurajoja hitaammin (Wilson 1970).

4.8 Koneet, leikkuupuimurit, säkit ja kuljetuskalusto

Hukkakauran siemen voi siirtyä traktorin ja työkonoiden pyöriin tarttuneessa mullassa lohkolta toiselle. Viljan kuljetuksen jälkeen lavat on harjattava puhtaaksi (Jones 1976). Puimurin perusteellinen puhdistus on työläs ja vaikea työvaihe, mutta hukkakauraisen pellon puinnin jälkeen välttämätön ja tehtävä ennen pellolta lähtöä. Paras keino on käyttää paineilmaa tai vettä. Esimerkiksi puimurin puhdistukseen imurilla on arvioitu kuluvan 45 min kahdelta hengeltä. Tilusrajoja pitkin puitaessa voi hukkakauran siemeniä lentää myös naapurin puolelle. Siksi kaikki tilusrajan lähellä olevat hukkakaurayksilöt on kitkettävä pois. Vihneelliset hukkakauran siemenet tarttuvat helposti säkkeihin ja kuljetuskaluston koloihin ja rakoihin (Pessala 1983a, Salonen 1998).

4.9 Eläimet ja linnut sekä ihminen

Hukkakauran siemenet tarttuvat helposti eläinten turkkiin (esim. hirvet ja jänikset) ja lintujen höyheniin (Jonesi 1976) Lisäksi siemenet voivat läpäistä eläinten suoliston itävyytään menettämättä tai linnut voivat kuljettaa siemeniä nokassaan pitkiäkin matkoja. Siksi hukkakauraa usein löytyy aluksi sähkö- ja puhelinlankojen alta, jossa linnut usein istuvat. Myös ihmiset levittävät hukkakauraa kengissä, sukissa tai housun lahkeissa (Salonen 1998).

4.10 Ojat ja vesireitit

Tulvivat ojat ja vesireitit levittävät tehokkaasti hukkakauraa. Siemenet kulkeutuvat veden mukana pitkiäkin matkoja saastuttaen ehkä siten joen alajuoksulla tulvan valtaan joutuneet pellot (Salonen 1998).

4.11 Maansiirrot

Mullassa voi olla paljon hukkakauran siemeniä, jotka maansiirtojen yhteydessä kulkeutuvat paikasta toiseen (Salonen 1998). Jopa pellolta tielle renkaissa ja työkoneissa, erityisesti kyntöauroissa, kulkeutuneen maa-aineksen päälle astuminen tai yliajaminen voivat levittää siemeniä (Jones 1976).

4.12 Tuuli

Hukkakauran korsi on yleensä huomattavasti viljelykasvia korkeampi, taipuisa ja ohut, joten se heiluu tuulella huomattavasti. Tuleentuessa siemenet napsahtavat irti emokasvista ja siemenet voivat lentää 1,5 - 2 m:n päähän vallitsevan tuulensuunnan mukaan tai jos tuuli on pyörteistä emokasvin ympärille (Jones 1976). Maalajeilla, jotka eivät ole alttiita halkeamiselle, siemen voi vihneen avulla kulkeutua myös tuulen mukana (Auranen 1993).

Taulukko 2. Hukkakauran leviämisteitä ja leviämisen estäminen

Leviämistie	Leviämisen estäminen
Kylvösiemen	Puhtaan siemenen käyttö
Rehuvilja	Jauhaminen (2 mm seula) tai litistäminen
Karjanlanta ja olkikuivikkeet	Lantapatterin kunnollinen palaminen
Lietelanta ja säilörehu	Pitkä, yli 2 kk säilytysaika
Lajittelujätteet	Jauhaminen (2mm) tai polttaminen
Vilja-, heinä- ja olkikuljetukset	Kuorman peittäminen
Heinät ja oljet	Ei kerätä saastuneilta pelloilta
Koneet, leikkuupuimurit ja kuljetuskalusto	Perusteellinen puhdistus
Tilusrajojen lähellä puiminen	Kitkettävä puhtaaksi ennen puintia
Eläimet ja linnut	Kulku pellolla ja pysähtyminen pellon yläpuolelle estettävä
Ihmiset vaatteissa ja kengissä	Puhdistaminen
Ojat ja vesireitit	Tulvimisen estäminen
Maansiirrot	Ei kuljeteta hukkakauraista maa-ainesta

5 Elinkyky

Hukkakaura on yksivuotinen rikkaheinä, joka keväällä orastuttuaan (Thurston 1953) kasvaa aluksi viljaa hitaammin. Hukkakaura kehittää ensin voimakkaan juuriston, jonka turvin se myöhemmin kasvaa nopeasti viljan seassakin muuta kasvustoa korkeammaksi (Salonen 1998).

Hukkakaura ei ole tyypillinen hedelmällisten ja happamuudeltaan neutraalien maiden kasvi (Kieć 1999). Se ei ole vaateliias maalajin suhteen, mutta maan happamuudelle hukkakaura on jossain määrin arka, vaikka Holm ym. (1977) kertovatkin sen sietävän maan happamuutta pH 4,5. Kasvaessaan happamissa oloissa hukkakaura saa ohraan nähden kilpailuedun ja hukkakaurayksilöt kasvavat isommiksi kuin neutraaleissa oloissa (Thurston 1962b). Multavat kivennäismaat ovat sopivimpia kasvupaikkoja. Kosteus on eduksi hukkakauran kehitykselle, josta johtuen viljelysten kosteat painanteet ovat usein hukkakauran lisääntymiskeskuksia.

Hukkakaura viihtyy multamailla, missä huomattava osa maan pintakerroksen siemenistä orastuu. Siemenessä on riittävästi vararavintoa itämiseen jopa 15–20 cm:n syvyydestä. Tällaiset yksilöt orastuvat tavallisesti muita hukkakaurajoja myöhemmin ja voivat näin välttää kemiallisen torjunnan (Salonen 1998).

Brittein saarilla kevätitoisen *A. fatuan* kasvu liittyy kevyihin maalajeihin ja kevätiljojen viljelyyn, jäykemmällä maalajeilla ja syysviljojen viljelyssä viihtyy syysitoinen *A. ludoviciana* (Thurston 1974).

Hukkakaura menestyy erityisesti kevätiljoissa, vähemmän syysviljoissa (Thurston 1951). Viljeltäessä sekä kevä- että syysviljoja on hukkakauran lisääntyminen hitaampaa kuin

pelkässä kevätiljojen viljelyssä (Phipps & Roebuck 1980). Viljeltäessä niitettäviä nurmia maassa olevat hukkakauran siemenet vähenevät, mutta yllättävän suuri määrä levossa olevia siemeniä säilyy. Seuraavan muokkauksen jälkeisessä viljelykasvissa on tehtävä kaikki mahdolliset toimet hukkakauran uudelleenlisäntymisen estämiseksi (Phipps & Roebuck 1980).

On todennäköistä, että jo ennen tuleentumista varisevat, esimerkiksi maitotuleentumisasteella olevat siemenet ovat itämiskykyisiä. Hukkakauran torjunnan tekee ongelmalliseksi se, että maahan varisseiden siementen määrää ei tiedetä eikä myöskään sitä, kuinka monen vuoden ajan ne säilyvät maassa elinkykyisinä (Auranen 1993).

Hukkakauran tuottamien siementen määrä vaihtelee suuresti ja riippuu röyhylle tulon ajankohdasta ja kasvuston kilpailusta. Hukkakaurayksilö kehittää keskimäärin 80-90 siementä, mutta esim. juurikasmailla se tuottaa 500-800 siementä, kaurapellossa 50-200 siementä ja syysrukiissa aluskasvina vain 5-20 siementä. Yksilöissä, joissa on useampia röyhyjä, voi siemenmäärä edullisissa oloissa nousta jopa yli tuhannen (Hukkakauratyöryhmän mietintö 1986).

5.1 Siemenen itämislepo

Kasvun ja tuleentumisen aikaiset olosuhteet vaikuttavat siemenen lepovaiheen ilmenemiseen (Sexsmith 1967). Petersin (1982) tutkimuksissa viileässä 15 °C lämpötilassa valmistuneiden siementen itävyys syksyllä oli 10 %, kun siementen valmistuessa 20 °C lämpötilassa niiden itävyys oli 30 %. Jos siemenet valmistuivat kuivissa oloissa ja 20 °C lämpötilassa niiden itävyys syksyllä oli 78 %. Kuivissa ja lämpimissä oloissa valmistuneiden siementen itämislepo eli dormanssi on vähäisintä (Peters 1982). Sexsmith (1969) toteaa että, viileissä (17.7 °C) ja kosteissa kasvuoloissa hukkakaura tuottaa paljon siemeniä, joilla on pitkä lepovaihe. Kuumassa (27.7 °C) muodostuvissa siemenissä ei ole pitkää dormanssia ja populaatio alkaa pienetä, jolleivät hukkakaurat, joilla on pidempi lepovaihe lisää osuuttaan populaatiossa.

Thurstonin mukaan (1962a, c) heti hukkakauran siementen valmistuttua niiden itävyys oli kuudesta Euroopan maasta kerätyissä näytteissä alle 10 %. Tanskasta tullut näyte poikkesi siten, että itävyys lisääntyi varastoitaessa joulukuuhun mennessä 50 %:iin. Saksan ja Tanskan oloissa talven ulkona säilytetyistä siemenistä osa kuolee. Siementen erilainen käyttäytyminen saattoi Thurstonin (1962c) mukaan johtua siementyypien eroista.

Siemenen itämislepoon vaikuttavat monesta tekijät, esim. maan lämpötila ja kosteus sekä, miten syvällä siemen on maassa. Syvälle hautaaminen ja rauhaan jättäminen aiheuttavat siemenen lepotilan (Thurstonin 1956). Hukkakauran siemenistä on yleensä yli 90 % itämislepovossa (Thurston 1953). Maassa olevien siementen itämislepo on eriasteista, muutamat siemenet saattavat itää syksyllä maan pinnalla, toiset mahdollisesti seuraavana keväänä tai myöhemminä vuosina, kun siemenet maan muokkauksen jälkeen sattuvat sopivaan kohtaan lähelle maan pintakerrosta (Auranen 1993).

Syvällä savimaassa on kosteaa ja hapetonta, joka saa aikaan siemenen lepotilan. Hayn (1962) kokeissa hapettomissa oloissa kostunut siemen ei lähtenyt kasvamaan, vaikka olot muuttuivatkin happipitoisiksi. Itämistä estävä ominaisuus ei johtunut siemenen kuorista vaan se on alkiossa tai alkiota ympäröivässä solukossa ja dormanssi oli syvempi 25 °C lämpötilassa kuin 7 °C lämmössä.

Ulkoiset ominaisuudet, röyhyn esiintulemisaika ja dormanssi muuttuvat hukkakauran kasvaessa erilaisissa päivänpituusoloissa ja lämpötiloissa (Somody ym. 1984). Hukkakauran saman muodon siementen lepotilojen kestot voivat vaihdella hyvin paljon. Kolmivuotisessa kokeessa hukkakauran eri muotojen (f_A , f_B , f_C kts. Taulukko 1.) taimettumisen ajoittuminen oli samanlaista 2,5 sentin syvyydestä muokkamattomalla maalla (Peters 1991).

5.2 Siementen säilyminen maassa

Wilsonin (1978) mukaan maan hukkakauran siementen varasto koostuu pääosin kahtena, kolmena viime kasvukautena maahan joutuneista siemenistä. Siemenen elinikä maassa on yleensä alle kuusi vuotta (Salonen 1998).

Ensimmäiset kaksi vuotta siemenet säilyivät paremmin savimaassa kuin hiedassa tai multamaassa, jonka jälkeen kolmantena vuonna tapahtui nopea siementen tuhoutuminen. Tämän jälkeen maassa oli elinkykyisiä siemeniä 5–6 % alkuperäisestä määrästä (Pessala 1978b).

Petersin (1991) tutkimuksessa kolmen vuoden jälkeen maassa oli 2,5 sentin syvyyteen haudatuista alkuperäisistä siemenistä 4 % itämiskykyisiä. Jos maata muokattiin siemenvarasto tyhjäksi kolmessa vuodessa. Norjalaisen Fyksen (1970) kokeissa itämiskykyisiä siemeniä oli 3,5 vuoden kuluttua eniten savimaassa.

Ensimmäisenä keväänä 20 % itämissyvyydessä olevista siemenistä kuolee. Eniten (90 % itämiskykyisistä) maan pintaosissa olevista siemenistä kuolee toisena keväänä siementen maahan joutumisesta (Wilson 1981). Lämpötilan vaihtelu pitkällä ajanjaksolla murtaa siemenen lepotilan. Jos itämislepo on loppunut, siemen jatkaa taimettumista, vaikka olisikin hautautunut liian syvälle (Koprac 1966). Wilsonin (1981) mukaan toinen siementen tuhoutumishetki on silloin, kun siemenet itämisen jälkeen eivät pysty taimettumaan.

Saastunnan pieneneminen alkaa nopeana ensimmäisinä vuosina, mutta ajan kuluessa taimettuvien osuus koko siemenvarastosta pienenee (Thurston 1958). Myös Banting (1966) havaitsi siementen elinkyvyn nopean heikkenemisen kahtena ensimmäisenä vuotena hautaamisesta, jonka jälkeen siementen kuoleminen hidastui. Muutamat siemenet olivat hengissä vielä seitsemän vuoden kuluttua. Wilsonin (1981) tutkimuksessa muutama siemen säilyi neljä vuotta muokkaamattomassa maassa. Hänen mukaansa monimuotoisessa hukkakaurakasvustossa osa siemenistä kestää erityisen hyvin hautautuneena muokkamattomaan savimaahan.

Vaikka ohrassa, joka edelsi nelivuotista nurmea, oli vain vähän hukkakauraa, niin syysvehnässä, joka kylvettiin kynnetyn nurmen jälkeen, taimettui keväällä hukkakauraa (Thurston 1951). Englannissa tehdyissä kokeissa hukkakauran siemenistä ensimmäisenä nurmivuonna kuoli 41–86 %. Suuri osuus johtunee siitä, ettei maa ollut vielä tiivistynyt, eikä nurmi kasvanut vielä tiheänä. Nurmi niitettiin niin, ettei maahan joutunut uusia siemeniä. Seuraavan viiden vuoden aikana siementen elinkyky heikkeni hiljalleen, mutta 5 tai 5,5 vuoden kuluttua siemeniä oli vielä niin paljon, että ne pystyivät muodostamaan hukkakaurakasvuston uudelleen. Itämiseen valmis siemen muodostaa taimen syvältäkin (23 cm) eikä vaadi kosteaa maata (Thurston 1966).

5.3 Siementen itäminen ja taimettuminen

Hukkakaura tulee maahan aikaisin ja varistaa herkästi siemenensä maahan. Näistä siemenistä enintään 5 - 10% itää samana syksynä, mutta useimmat säilyvät itämislevossa talven yli (Salonen 1998). Hukkakauran siemen itää ja orastuu hitaasti, mutta varmasti, kun olosuhteet ovat sopivat ja itämiskypsyys on saavutettu (Hilli 1959). Syksyllä orastuvat hukkakaurat eivät talvehdi. Jos peltoa ei muokata syksyllä, tuhoutuu myös osa maan pinnalle jääneistä siemenistä talven aikana, joten suorakylvö auttaa hukkakauran torjunnassa (Phipps & Roebuck 1980, Salonen 1998).

Pessalan (1978a) mukaan käytännössä vuosittain taimettuvien siementen osuus on enemmän riippuvainen siemenen hautaamissyvyydestä kuin esimerkiksi sääoloista. Vuosittaiset suuret erot taimettumismäärissä johtunevat siementen paikan muuttumisesta maata muokattaessa, kuten havaitsivat Gummesson ja Svensson (1973) muokatessaan pintamaata hyvin syvälle.

Vuonna 1974 aloitettu koe osoitti (Pessala 1978b), että eri maalajien välillä ei ollut suuria eroja hukkakauran itävyydellä. Savimaassa elävien siementen lukumäärä väheni hitaammin kuin hietta- ja multamaassa, mikä osaksi selittyy siementen heikommasta orastuvuudesta savimaassa. Hukkakauran siemenet säilyvät jonkin verran kauemmin syvemmällä maassa kuin lähempänä pintaa.

Hukkakaura taimettuu maan pintakerroksista ja jos maata muokataan vain matalaan, valtaosa siemenistä itää maahan joutumistaan seuraavana keväänä, kun varisseiden siemenien itämislepo häviää (Wilson 1981). Jos taimettuvien kasvien ei anneta tehdä uusia siemeniä, toisena keväänä taimettuminen on vielä runsaampaa, jonka jälkeen maassa on enää vähän siemeniä (Wilson 1978).

Eniten hukkakauran siemeniä taimettui kolmen koevuoden aikana savi ja hietamaalta 2,5 cm syvyydestä ja multamaalta 7,5 cm syvyydestä. 2,5–12,5 cm syvyydestä iti kaiken kaikkiaan kolmen vuoden jaksolla savimaalla 11 %, hietamaalla 34 % ja multamaalla 55 %. Maan pinnalla olleista siemenistä savimaalla taimettui 23 %, hietamaalla 24 % ja multamaalla 18 % siemenistä (Pessala 1978a).

Itämiseen valmis siemen muodostaa taimen syvältäkin (23 cm) eikä vaadi kosteaa maata (Thurston 1966). Australialaisessa kokeessa (Quail & Carter 1968) hukkakaura taimettui parhaiten kosteassa maassa ja matalalla (2,5 cm) olevista siemenistä. Syvällä (20 cm) olevista siemenistä vain muutama taimettui kuten Pessalan tutkimuksissa (1978a), eikä kosteusoloilla ollut vaikutusta. Kohout & Pulkrábekin (1977) tutkimuksessa 2 cm syvyydestä taimettui 67 % itäneistä siemenistä ja 22 cm syvyydestä 14 % itäneistä siemenistä.

Päivän pituus vaikuttaa hukkakauran itämiseen. Thurstonin (1964) tutkimuksessa 16 tunnin valojakson vallitessa vain 18 % *A. fatuan* siemenistä taimettui, kun valojakson ollessa 8 tuntia 53 % siemenistä taimettui. Jos itämättömät siemenet kuorittiin, vain viisi siementä jäi itämättä, mutta pitkän valojakson oloissa itämisen estyminen jatkui siemenien käsittelystä huolimatta, ja vain yksi siemen iti.

Thurstonin (1956) kokeessa eri syvyyksiin haudatuista 3000 siemenistä viidentenä vuonna taimettui hukkakauraa eniten ruuduilla, joilla siemenet oli haudattu 15 cm syvyyteen ja myöhemmin vain pintaa muokattu. Seitsemäntenä vuotena taimettui vielä kaksi siementä, jonka jälkeen koe lopetettiin. Koko aikana vain 20 % siemenistä iti, loput hajosivat maassa

ja muutaman söivät kokeen alkuvuosina linnut. Kun maa tutkittiin, löydettiin vain kaksi ehjää hukkakauran siementä, jotka kummatkin olivat tähkylän kolmansia siemeniä (Thurston 1958).

Laitumen kylvöä edeltävä hukkakauratiheys oli 10 taimea/m² ja viiden nurmivuoden jälkeen kyntöä edeltävänä keväänä taimettui 7 taimea/10 m² ja kynnön jälkeen siemenistä iti 8 kappaletta/10 m² (Thurston 1961). Tutkija uskoi, ettei maahan lepotilaan jääneiden siemenien itämiskyky ollut vielä hävinnyt.

Englantilaisessa kokeessa hietasavi, turve hiekka seoksessa kahden hukkakauratyypin (ruskea hyvin karvainen jyvä fB ja harmaa karvainen jyvä fC) siemenien taimettumisessa ei ollut eroja 20 mm syvyydessä. Röyhyn sisimmät jyvät (primary) itivät viiden vuoden aikana 20 mm syvyydessä 93 % ja 100 mm syvyydestä 83 %. Vastaavasti uloimmat (secondary) jyvät itivät 84 ja 61 %. Sisimmäisiä siemenistä taimettui ulommaisista enemmän kokeen alkupuolella. Viiden vuoden aikana sisimmistä jyvistä kasvoi 16 % enemmän taimia kuin uloimmista jyvistä. Kokeen päättyessä 1 % siemenistä jäi maahan itämiskelpoisiksi (Peters 1986). Petersin (1991) toisessa tutkimuksessa muokkaaminen lisäsi erityisesti ulkojyvien ensimmäisen kevään itämistä.

Kanadalaiset Derksen ja Watson (1998) tutkivat, miten maan siemenpankin tuntemisen kautta voi ennustaa taimettuvat rikkakasvit. Heidän mukaansa saatu tulos on verrannollinen kasvavasta kasvustosta tehtyjen havaintojen ennustearvon kanssa. Hukkakauraa ei löytynyt maasta otetuista siemennäytteistä kuten taimettuneesta kasvustosta. Muokkaus vaikutti hukkakauran taimettumiseen niin, että normaalimuokatusta maassa olevista siemenistä taimettui suurempi osuus kuin viljeltäessä muokkaamatta.

Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa (Friesen & Shebeski 1961) suurin osa hukkakauran siemenistä iti lämpötilassa 15-21 °C, itäminen oli hidasta lämpötilassa 10 °C ja itäminen estyi kokonaan 4,5 °C:n lämpötilassa. Eri alueiden hukkakaurakantojen siemenien itämisominaisuudet eri lämpötiloissa erosivat vain hieman kuten myös eri siementyyppien ominaisuudet (tummanruskea, vaaleanruskea, vaaleankeltainen, vaaleanharmaa ja tummanharmaa).

6 Torjunta

Torjuttaessa hukkakauran täydellinen hävittäminen on tärkeää. Jos kasvi pääsee tuottamaan uusia siemeniä on torjuntatyötä pidennettävä 3–4 vuotta (Pessala 1978a, b).

Hukkakauran torjunta on työtä, jossa on käytettävä kaikkia mahdollisia menetelmiä. Kemiallisen torjunnan apuna voidaan käyttää muokkauksen säätelyä ja hyvin kilpailevien viljelykasvien ja kemiallisen torjunnan yhdistämistä (Tu ym. 1993). Eri menetelmien integroinnilla ei etsitä vain parasta tehoa, vaan estetään myös kestävien hukkakaurakantojen muodostumista. Kanadassa ja Yhdysvaltojen länsiosissa on löytynyt mm. triallaatti-resistenssiä hukkakauraa, joka kestää difentokvattia (Avenge 150 L). Ilmiselvää on, ettei torjunta voi perustua pitkään samalla tavalla tehoaviin torjunta-aineisiin (Thill ym. 1993).

6.1 Viljelytekniinen torjunta

6.1.1 Viljelykasvin valinta

Jos hukkakauran epäillään levinneen tilan peltolohkoille, kannattaa niille kylvää viljelykasveja, joiden kasvustoista hukkakaura on helppo havaita ja torjua. Monivuotinen nurmikasvien viljely ja kasvustojen niitto aina ennen hukkakauran röyhylle tuloa on tehokas torjuntamenetelmä (Salonen 1998). Yhden vuoden nurmi on Thurstonin (1966) mukaan lähes yhtä hyvä hukkakauran torjunnassa kuin pidempi-ikäisetkin. Nurmen lopetuksen jälkeen on kuitenkin oltava erityisen tarkkana, sillä kyntö on voinut kääntää elinkykyisiä hukkakauran siemeniä maan pintakerrokseen. Kasvinviljelytilalla voidaan nurmen sijasta viljellä hernettä, perunaa, sokerijuurikasta tai öljykasveja (Salonen 1998). Useimpina kasvukausina viljojen kilpailukyky on ylivoimainen suhteessa hukkakauran taimiin (Thurston 1963). Viljelykasvin kilpailukykyä lisätään siemenmäärää suurentamalla ja riviväliä pienentämällä (Barton ym. 1992).

Petersin (1991) mukaan hukkakauran vähenee nopeammin kevätiljakierrossa kuin syysviljoja viljeltäessä, edellytyksellä, ettei hukkakaura muodosta uusia siemeniä. Hukkakauran kasvua estävinä kasveina syysvehnä ja ruis ovat yhdenvertaisia, pääasia on, että viljelykasvi kasvaa lohkolle hyvin. Kuitenkaan tiheinkään syysvilja ei Thurstonin (1962b) tutkimuksissa estänyt täysin hukkakauran taimien kasvua. On myös mahdollista, että Rothamstedin oloissa syysviljat kasvullaan pitävät maan niin kuivana, että osa hukkakauran siemenistä ei idäkään, vaan säilyy kolmantena vuotena kylvettävään kevätiljaan.

Thurston (1968) esitti havaitun, että hukkakauran vähenee viljeltäessä kaalia ja että vaikutus olisi useampivuotinen. Kokeissa ei tällaista vaikutusta kuitenkaan havaittu. Selityksenä on ehkä kaalin viljoja myöhäisempi kylvö ja kilpaileva kasvusto, jotka merkitsevät merkitsevät vähemmän hukkakauran taimia ja kilpailun johdosta pieniä kasveja.

Kauran viljelystä on hukkakauratilalla syytä luopua kokonaan, koska hukkakauraa on vaikea havaita kaurakasvustoista ja kemiallinen torjunta ei ole mahdollista (Salonen 1998).

6.1.2 Myöhästetty kylvö

Kevätkosteutensa hyvin säilyttävillä mailla pelto muokataan mahdollisimman varhain keväällä kylvökuntoon. Tavoitteena on saada maan pintakerroksessa sijaitsevat hukkakauran siemenet orastumaan ennen lopullista parin viikon päästä tapahtuvaa matalaa muokkausta, joka hävittää hukkakauran oraat. Tämän jälkeen lohkolle kylvetään varjostava viljelykasvi, esimerkiksi ohra tai vaikkapa peruna. Myöhästetyn kylvön etuna on, että samalla kertaa torjutaan myös muita keväällä itäviä rikkakasveja (Salonen 1998).

Käytännössä myöhästettyä kylvöä hankaloittaa se, että viljelykasvin kannalta paras kylvöaika ohitetaan, mikä vaikeuttaa usein orastumista ja alentaa satoa. Myöhästetty kylvö ei myöskään sovi pelloille, joissa maalajina on savi (Salonen 1998 ja Uoti 1969).

6.1.3 Kesanto

Hukkakaura itää ensisijaisesti keväällä mutta myös syksyllä (Thurston 1951). Vain pieni osa elävistä siemenistä kasvaa taimiksi, joka on ongelmallisten yksivuotisten rikkakasvien

ominaisuus. Muokattava kesanto ei vähennä maan siemenpankkia, jos muokkausten jälkeen ei siemeniä idä. Heti taimettumishuipun jälkeen tai sen aikana tehty muokkaus torjuu hyvin hukkakauraa (Thurston 1961).

Yksivuotinen kesannointi, jossa toistuvien muokkauksin hävitetään maan muokkauskerroksesta orastuvat hukkakaurayksilöt, vähentää hieman maassa olevien hukkakauran siementen määrää. Kuitenkin kuivina kesinä maassa olevat hukkakauran siemenet itävät heikosti, eikä kesannoinnilla muutenkaan saavuteta yhtä hyvää torjuntatehoa kuin esimerkiksi juolavehneä torjuttaessa. Kesannon voi ruiskuttaa myös glyfosaatilla tai glyfosaattitrimesiumilla ennen kuin hukkakaura on tullut röyhylle. Kesannointi on kalleimpia hukkakauran torjuntakeinoja, joten sitä voi suositella vain pelloille, joilla esiintyy runsaasti hukkakauraa tai jos kesannointiin on muitakin syitä (Salonen 1998).

6.1.4 Olkien polttaminen ja muokkaus

Olkien polttaminen tuhoaa vain osan maan pinnalle varisseista hukkakauran siemenistä. Thurstonin (1958) kokeessa olkien poltto kymmenkertaisti hukkakauran taimettumisen, mutta jokaista taimea kohti maahan jäi edelleen kymmenen lepotilaista siementä. Myöskään sänkimuokkaus ei tuhoa hukkakauraa, vaan päinvastoin multaa siemeniä maan sisään, jossa ne säilyvät talven yli paremmin kuin maan pinnalla. Kevätkyntö tai auraton viljely on suositeltavaa hukkakauraisilla lohkoilla, jos se vain maalajin puolesta on mahdollista (Salonen 1998).

Cussans (1975) varoittaa Englannin oloissa syksyllä etenkin olkien polton ja aikaisen muokkauksen ja syysviljan kylvön jälkeen itäneiden ja talvehtivien hukkakauran taimien aiheuttamasta vaarasta. Hänen mielestään aikainen matala syysmuokkaus on hukkakauran lisääntymisen kannalta edullisempi kuin myöhäisempi kyntö.

6.1.5 Suorakylvö

Suorakylvö auttaa hukkakauran torjunnassa, koska maan pinnalla olevat hukkakauran siemenet kuolevat nopeasti (Phipps & Roebuck 1980). Wilson (1981) neuvoikin hukkakauran torjunnan varmentamiseksi jatkamaan viljelyä suorakylvönä tai jos se ei ole mahdollista käyttämään perusmuokkauksessa enemmän kultivaattoria kuin kyntöauraa.

6.1.6 Kyntö

Gummesson ja Svensson (1973) eivät pidä kyntöä tehokkaana hukkakauran torjunnassa. Heidän tutkimuksissaan kevätkyntö millä hyvänsä kyntöauralla vähensi taimettuvien yksilöiden määrää. Erityisellä kaksikerrosauralla tehty syvä kyntö oli tehokkaampi torjuja kuin normaali kyntö.

Jos hukkauran siementen jouduttua maahan pelto muokataan matalaan, hukkakaurakasvustosta tulee tiheämpi kuin kynnetyissä maassa. Seuraavan kasvukautena uudelleen kynnetäessä maan pintaan tulee dormantteja siemeniä ja matalaan muokkausta jatkettaessa taimettuu kyntöä vähemmän hukkakauraa (Wilson 1981).

Kyntö ja siementen syvälle hautaaminen pidentävät siementen säilymistä (Thurston 1961, Banting 1966, Wilson 1981, Pessala 1978b). Ilman kemiallista torjuntaa hukkakaurakasvusto kehittyy nopeammin kevyesti muokatussa maassa kuin kynnetyssä maassa (Wilson 1978), toisaalta Wilsonin (1981) mukaan kynnettäessä hukkakaura vähenee hitaammin kuin matalaan muokattaessa.

Hukkakaura lisääntyy eniten, kun maa muokataan syksyllä heti puinnin jälkeen ja lisääntyminen on pienintä, kun sänki on käsittelemätön ja tehdään myöhäinen muokkaus. Siementen keväistä itämisen jaksottaisuutta eivät muuta muokkaus aika tai -tapa tai sängen polttaminen. Kynnön korvaaminen matalammalla muokkauksella vähentää hukkakauran maassa olevaa siemenvarastoa (Cussans 1975, Wilson & Cussans 1975, Wilson 1981).

Yhdistämällä (Tu ym. 1993) matala kyntö ja maavaikutteinen herbisidi päästiin 60–80 % tehoon, viljelemällä hyvin kilpailevaa kasvia ja yhdistämällä kemiallinen torjunta voi teho olla yli 95 %.

6.1.7 Kitkentä

Hukkakauran kitkentä täydentää kaikkea muuta torjuntaa. Yksinomaisena torjuntakeinona kitkentä tulee kysymykseen estettäessä ensimmäisten viljelmällä havaittujen hukkakaurayksilöiden siementuotanto ja hävitettäessä pieniä pesäkkeitä. Monivuotisen suunnitelmallisen torjunnan loppuvaiheessa saatetaan tulla toimeen pelkästään kitkennällä.

Kitkentätyötä vaikeuttaa se, että osa hukkakauraroista on viljaa lyhyempiä. 1950-luvun lopun lajikkeet olivat nykyajikkeita pidempikortisia ja tällöin vain 50 % hukkakauran versoista kasvoi viljaa korkeammaksi (Thurston 1962b).

Hukkakaurat kitketään, kun niiden röyhyt ovat vielä vihreitä. Kasvit kiskotaan varovasti juurineen maasta, kerätään tiiviisiin muovisäkkeihin ja poltetaan. Jos sivuversoja jää maahan, ne kehittävät nopeasti uusia röyhyjä (Pessala 1983a). Hukkakauran siemenet varisevat helposti, joten röyhyllisiä kasveja ei saa kuljettaa kädessä (Salonen 1998).

Pelto on kitkettävä kaksi kolme kertaa kesässä viikon välein. Uusia röyhyllisiä hukkakauraroja ilmaantuu kasvustoon jatkuvasti loppukesällä. Yksikin peltoon jäänyt yksilö voi tuottaa satoja uusia siemeniä, jotka varistessaan peltoon jatkavat torjuntatarvetta vuosiksi eteenpäin (Salonen 1998).

6.1.8 Biologinen torjunta

Johnston ym. (2000) uskoivat rengasruoosteen, *Puccinia coronata* f.sp. *avenae* mahdollisuuksiin torjua kahta hukkakauralajia, jotka esiintyvät rajoitetulla alueella San Clementen saarella. Kaksi viikkoa ennen luonnon rengasruoosteen puhkeamista tehty keinosäätö pienensi kasveja ja vähensi siemenväärää huomattavasti (Carsten ym. 2000).

6.2 Kemiallinen torjunta

Phipps & Roebuckin (1980) tutkimuksissa kemiallista torjuntaa piti jatkaa enemmän kuin neljänä vuotena peräkkäin, jotta hukkakaura häviämään pelloilta. Saastuneen pellon kemiallinen käsittely on tarpeen myös nurmen jälkeisessä viljelyksessä.

Taloudellisesti parhaan tuloksen saisi ehkä, kuten Bartonin ym (1992) kokeissa lisäämällä viljelykasvin siemenmäärää ja torjumalla hukkakaura kemiallisesti täydellä tai puolella annoksella. Yhdysvaltojen Idahon kuivissa oloissa taloudellinen tulos oli paras, kun kemiallista torjuntaa ei tehty, jolloin torjuntakustannus jäi pois.

Viljelytekniisiin menetelmiin yhdistetty monivuotinen kemiallinen torjunta on tehokkaasti vähentänyt hukkakauran kasvutiheyttä pelloilla.

6.2.1 Viljapelot

Hukkakauraa voidaan torjua kemiallisesti ruis, ruisvehnä, syysvehnä, kevätvehnä- ja ohrapelloilta. Markkinoilla on tähän tarkoitukseen hyväksytty fenoksaproppi-P-etyyli (Puma Extra). Flamproppi-isopropyylä (Barnon Plus) ja tralkoksidiimiä (Grasp SC) voidaan käyttää kevätvehnä ja ohraviljelyksillä. Syys- ja kevätvehnäviljelyksiltä hukkakauraa voi torjua myös sulfosulfuronilla (Monitor).

Viljapelloilla hukkakauran kemiallinen torjunta ajoitetaan viljan kehitysasteen mukaan, joskin oikeampi tapa olisi ajoittaa ruiskutus hukkakauran kasvuasteiden mukaan; hukkakaura tulisi torjua viimeistään pensomisvaiheessa. Kullakin valmisteella on tarkoin rajattu käyttöaikansa, jolloin torjuntateho on toivotunlainen. Hyvissä sääoloissa viljan kasvu on nopeaa, ja oikea ruiskutusaika on varsin lyhyt.

Barnon Plus ruiskutetaan viljan pensomisen loppuvaiheessa tai korrenkasvun alkaessa. Barnon Plus ei yleensä aiheuta näkyviä vioituksia ohraan tai kevätvehnään. Myöhäiseen kasvuvaiheeseen ajoittuvissa ruiskutuksissa voi tehoaine toimia kasvunsäteen tavoin ja lyhentää hieman viljan korrenpituutta.

Grasp SC - ja Puma Extra -valmisteiden käyttö ajoittuu viljan pensomisen loppuvaiheeseen tai korrenkasvun alkuun. Valmisteiden käyttömäärää nostetaan myöhäisissä ruiskutuksissa. Kumpikin valmiste saattaa kellastuttaa etenkin ohran lehtiä ohimenevästi. Vehnän Monitor -käsittely tehdään hukkakauran 1-3 -lehtivaiheessa. Käsittelyn voi tehdä myös jaettuna hukkakauran 1-3 -lehtivaiheessa ja noin 10 päivän kuluttua, kun uudet hukkakaurat ovat orastuneet.

Hukkakauran torjunta-aineiden käyttöön liittyy valmistekohtaisia ohjeita esim. muiden torjunta-aineiden sekoitusmahdollisuudesta ja toisaalta rajoituksia muiden valmisteiden käyttöajankohdista. Näihin ohjeisiin tutustuminen ja ohjeiden noudattaminen on onnistuneen hukkakauran torjunnan edellytys. Ohjeiden laiminlyönti aiheuttaa torjuntatehon heikkenemistä ja/tai viljan vioitusten lisääntymistä. Valmisteiden käyttöön liittyy myös ympäristöhaittojen ehkäisyä koskevia ohjeita.

Kauranviljely hukkakauratilalla on myös ongelma. Viljelyvuonna siementen määrä pellossa yleensä lisääntyy, koska torjunta-aineita kauralla ei voida käyttää eikä käsinkitkennässä kaikkia yksilöitä löydetä (Pessala 1983b).

6.2.2 Leveälehtiset viljelykasvit

Hukkakauraa voidaan torjua kemiallisesti mm. herne-, peruna-, sokerijuurikas- ja öljykasviviljelyksiltä. Myös monet muut pelto- ja puutarhakasvit ovat hyväksytyjä käyttökohteita. Markkinoilla olevien valmisteiden hyväksytyissä käyttökohteissa on hieman eroja.

Heinämaisten rikkakasvien torjuntaan tarkoitettut fluatsifoppi-P-butyyl (Fusilade 2000 ja Max), kvitsalofoppi-etyyli (Targa Super 5 EC), propakvitsafoppi (Agil 100 EC) ja sykloksidiimi (Focus Ultra) tehoavat hukkakauraan erinomaisesti.

Oikea ruiskutusaika määräytyy hukkakauran kehitysasteen mukaan, eli kasvustot ruiskutetaan hukkakauran pensomisvaiheessa. Paras torjuntatuloks saadaan lämpimän kosteissa oloissa, kun ilman kosteus on vähintään 70 %. Vesimäärä n. 150 l/ha on suositeltavin. Valmisteet tehoavat pääasiassa lehtien kautta, joten kasvustojen multausta ja harausta on vältettävä ennen ja jälkeen ruiskutuksen (Salonen 1998).

6.2.3 Kesanto

Muokkamattomalta kesannolta voi hukkakauraa torjua glyfosaatilla. Käyttömäärä voi olla vähän pienempi kuin juolavehettä käsiteltäessä. Käsittely tehdään viimeistään hukkakauran tullessa röyhylle.

Shuman ym. (1995) tutkimuksen tulokset osoittivat käsittelyajan ja käyttömäärän suuren vaikutuksen hukkakauraa glyfosaatilla torjuttaessa. Tulokset olivat yhteneviä käytännön kokemusten kanssa. Kasvihuonekokeissa viisi päivää pääverson tähkälletulon jälkeen tehty glyfosaattikäsittely (0,88 kg/ha) esti vielä itävien siementen syntymisen. Myöhemmin käsiteltäessä vain suurella käyttömäärällä (1,76 kg/ha) saatiin pienennettyä itävien siementen määrää.

Taulukko2. Tehoaineita hukkakauran kemialliseen torjuntaan

Tehoaine	Kauppa- valmiste	Käyttötarkoitus	Vaarallisuus- luokitus
Fenoksapropi-P-etyyli 75 g/l	Puma Extra	Hukkakauran ja luhon torjunta ohra-,vehnä-, ruis- ja ruisvehnäviljelyksiltä	Haitallinen
Flamproppi-isopropyyli 200 g/l	Barnon Plus	Hukkakauran torjunta kevätheinä- ja ohra- ja viljelyksiltä	Haitallinen
Fluatsifoppi-P-butyyni 125 g/l	Fusilade 2000	Heinämaiden rikkakasvien torjuntaan	Ärsyttävä
Kvitsalofoppi-P-etyyli 50 g/l	Targa Super 5 EC	Heinämaiden rikkakasvien torjuntaan leveälehtisestä kasvustosta	Ärsyttävä
Propakvitsafoppi 100 g/l	Agil 100 EC	Heinämaiden rikkakasvien torjuntaan	Haitallinen
Sulfosulfuroni 800 g/kg	Monitor	Juolavehnan, hukkakauran, luohon ja leveälehtisten rikkakasvien torjuntaansyys- ja kevätheinäviljelyksiltä	Ei luokiteltu
Sykloksiidiimi 100 g/l	Focus Ultra	Heinämaiden rikkakasvien torjuntaan	Haitallinen
Tralkoksiidiimi 800 g/kg	Grasp 80 WG	Hukkakauran ja luhon torjuntaan ohra- ja vehnäviljelyksiltä	Haitallinen
Tralkoksiidiimi 250 g/l	Grasp SC	Hukkakauran ja luhon torjuntaan ohra- ja vehnäviljelyksiltä	Ärsyttävä
Glyfosaatti	useita eri valmisteita	Hukkakauran torjuntaan muokkaamattomilta kesannoilta ja viljelemättömiltä alueilta ennen hukkakauran röyhylle tuloa	Ei luokiteltu

6.3 Epäonnistuneen torjunnan seuraukset

Epäonnistunut torjunta-aineruiskutus voi lisätä huomattavasti hukkakauran siementen määrää pellossa. Liian aikaisen tai myöhäisen ruiskutuksen jälkeen hukkakaurayksilö pystyy nopeasti kehittämään uusia sivuversoja ja röyhyjä. Samoin käy, mikäli nurmea ei jatkuvasti niitetä ennen hukkakauran röyhylle tuloa tai huolimattoman käsinkitkennän jälkeen, jos kasvia ei nyhdetä juurineen maasta (Pessala 1983a).

Heikoin lenkki hukkakauran torjuntaketjussa on usein torjuntapuolella. Mikäli uusia siemeniä ei pääsisi varisemaan peltoon, tilanne olisi 4 - 5 vuoden kuluttua jo hallinnassa. Yhtään väli vuotta ei torjunnassa pidä pitää, koska jokainen vuosi, jonka aikana hukkakauran siemeniä pääsee varisemaan peltoon, merkitsee 3 - 4 vuotta tehostettua torjuntaa (Pessala 1983b).

7 Kirjallisuus

Auranen, M. 1993. Hukkakaura sopeutumisen ja lisääntymisen mestari. Maaseudun Tulevaisuus 58: 2. ISSN 0355-3787

Banting, J.D. 1966. Studies on the persistence of *Avena fatua*. Canadian journal of plant science. 46: 129–140. ISSN 0008-4220

Barton, D.L., Thill, D.C. & Shafii, B. 1992. Integrated wild oat (*Avena fatua*) management affects spring barley (*Hordeum vulgare*) yield and economics. Weed technology 6: 129–135. ISSN 0890-037X.

Blackshaw, R.E. & Rode, L.M. 1991. Effect of ensiling and rumen digestion by cattle on weed seed viability. Weed Science. 39: 104–108. ISSN 0043-1745

Carsten, L.D., Johnston, M.R., Douglas, L. & Sands, D.C. 2000 A field trial of crown rust (*Puccinia coronata* f.sp *avenae*) as a biocontrol agent of wild oats on San Clemente Island. Bio control 19:2, 175–181. ISSN 1049-9644

Chancellor, R.J. & Peters, N.C.B. 1976. Competition between wild oats and crops. In: Jones, D.P. ed. 1976. Wild oats in world agriculture. London: Agricultural research council. p. 99–112. ISBN 0 7084 00 18 3

Cussans, G.W. 1975. Weed control in reduced cultivation and direct drilling systems. Outlook on agriculture. 8: Special number 240–242.

Derksen, D.A. & Watson, P.R. 1998. Weed community composition in seedbanks, seedling, and mature plant communities in a multi-year trial in western Canada. In: (eds.) Champion, G.T., Grundy, A.C., Jones, N.E., Marshall, E.J.P. & Froud-Williams, R.J. Weed seedbanks: determination, dynamics & manipulation. Association of applied biologists at St. Catherine's College, England on the 23 and 24 March 1988. Warwick, UK: Association of applied biologists. p. 249–254.

Friesen, G & Shebeski, L.H. 1961. The influence of temperature on the germination of wild oat seeds. Weeds 9: 634–638.

Fykse, H. 1970. Studium vedkomande spring, dormans og levetid for frø av floghavre. Meldinger fra Norges Landbrugshøgskole. 49:(15)1–120.

Gummesson, G & Svensson, K. 1973. Tvåskiktsplog och plog med förplog vid bekämpning av flyghavre och kvickrot. Lantbrukshögskolans meddelanden. Serie A 202. Teknik 13. p. 1–32.

Kohout, V. & Pulkrábek, J. 1977. Příspěvek ke studiu dormance a vzházivosti obilok ovsá hluchého. Sb. Vys. Sk. Zemed., Praze, Faculta agronomica. 155–164.

Kropac, Z. 1966. Estimation of weed seeds in arable soils. Pedobiologia. 6: 105–128. ISSN 0031-4056

Hanhilahti, A. 1979. Hukkakauran esiintyminen siemennäytteissä. Koetoiminta ja käytäntö. 3: 9.

Hay, R.J. 1962. Experiments on the mechanism of induced dormancy in wild oats, *Avena fatua* L. Canadian journal of botany 40: 191–202.

Heinonen, K. 2001. Uusi hukkakauralaki vihdoinkin valmisteilla. Kylvösiemen. 2: 17–18. ISSN 0355-0435

Hilli, A. 1959. Hukkakauran (*Avena fatua* L.) esiintymisestä Suomessa. Suomen maataloustieteellisen seuran julkaisuja, Acta Agralia Fennica. 94: 299–315.

- 1963. Hukkakauratilanne vaikeutunut. Koetoiminta ja käytäntö. 6: 17.

Holm, L.R.G., Plucknett, D.L., Pancho, J.V & Herberger, J.P. 1977. The world's worst weeds. Honolulu: The University press of Hawaii. 609 p. ISBN 0-8248-0295-0.

Hukkakauratyöryhmän mietintö 1986. 1986. Maatilahallitus 9.6.1986. Helsinki: Valtionpainatuskeskus. ISBN 951-46-9574-7.

Hämet-Ahti, L., Suominen, J., Ulvinen, T. & Uotila, P. (toim.). 1998. Retkeilykasvio (Field Flora of Finland). Helsinki: Luonnontieteellinen keskusmuseo, Kasvimuseo. 4th ed. 656 s. ISBN 951-45-8166-0.

Johnston, M.R., Carsten, L.D., Douglas, L. & Sands, D.C. 2000 Epidemic development and virulence in 1995 – 1998 of *Puccinia coronata*, a potential biocontrol agent of wild oats on San Clemente Island. *Bio control* 17:3, 250–257. ISSN 1049-9644

Jones, D.P. ed. 1976. Wild oats in world agriculture. London: Agricultural research council. 296. ISBN 0 7084 00 18 3.

Kieć, J. 1999. *Avena fatua* L. – is already not a typical plant to fertile soils. In: Proceedings 11th EWRS (European weed research society) symposium 1999. Basel: European weed research society. 33.

Kirk, J. & Courtney, A.D. 1972. A study on the survival of wild oats (*Avena fatua*) seeds buried in farmyard manure and fed to bulldocks. In: Proceedings 11th British weed control conference. p. 226–233.

Kottila, M-R. 1986a. Hukkakaura on vahva vaan ei voittamaton vastustaja. *Karjatalous* 4: 60–62. ISSN 0047-3251

- 1986b. Hukkakaura - suvun musta lammas. *Kylvösiemen* 1: 20-22. ISSN 0355-0435

Metz, R. 1970. Die Weiterverbreitung der Karyopsen von Wildhafer (*Avena fatua*) sowie Möglichkeiten der Hofhygiene zur Vernichtung und Beseitigung der Wildhaferfrüchte. *Nachrichtenblatt des deutschen Pflanzenschutzdienst*. 24: 85–88. ISSN 0027-7479

Nakko, T. 1983. Hukkakaura leviää yhä – torjuntaa tehostettava. *Kylvösiemen*. 6: 28–30. ISSN 0355-0435

O'Donnell, C.C. & Adkins, S.W. 2001. Wild oat and climate change: The effect of CO₂ concentration, temperature, and water deficit on the growth and development of wild oat in monoculture. *Weed Science*. 49: 694–702. ISSN 0043-1745

Pessala, B. 1978a. Longvity of *Avena fatua* seeds in the field. In *Weeds and weed control*. 1 Reports. 19th Swedish weed conference, Upsala 1-3 February 1978. UpsalaSveriges lantbrukuniversitetet. C15–24. ISBN 91-7088-856-6

- 1978b. Hukkakauran siementen säilyvyys maassa. *Koetoiminta ja käytäntö* 6: 22. ISSN 0355-0990

- 1983a. Kaikin keinoin hukkakauraa vastaan. *Käytännön Maamies* 6: 22–24.

- 1983b. Hukkakauran torjunta. *Koetoiminta ja käytäntö* 8: 42. ISSN 0355-0990

Peters. N.C.B . 1982. The dormancy of wild oat seed (*Avena fatua* L.) from plants grown under various temperature and soil moisture conditions. *Weed Research* 22: 205–212. ISSN 0043-1737

- 1986. Factors affecting seedling emergence of different strains of *Avena fatua* L. *Weed Research*. 26: 29–38. ISSN: 0043-1737.

- 1991. Seed dormancy and seedling emergence studies in *Avena fatua* L. *Weed Research* 31: 107–116. ISSN: 0043-1737.

- Phipps, P. & Roebuck, J.F. 1980. Agricultural development and advisory service/weed research organization *Avena fatua* case studies. In: Proceedings 1989 British Crop Protection Conference-Weeds. p. 407–414.
- Quail, P.H. & Carter, O.G. 1968. Survival and seasonal germination of *Avena fatua* and *A. ludoviciana*. Australian journal of agricultural research. 19: 721–729. ISSN: 0004-9409
- Salonen, S. 2002. Hukkakaura porskuttaa. Maatilan Pirkka 2: 38.
- Seppä, L. 1986. Lainsuojaton hukkakaura. Maataloushallinnon aikakauskirja 1: 18–20.
- Sexsmith, J.J. 1967 Varietal differences in seed dormancy of wild oats. Weeds 15: 252–255.
- 1969. Dormancy of wild oat seed produced under various temperature and moisture conditions. Weed Science 17: 405–407.
- Shuma, J.M., Quick, W.A., Raju, M.V.S. & Hsiao, A.I. 1995. Germination of seeds from plants of *Avena fatua* L. treated with glyphosate. Weed Research 35: 249–255. ISSN 0043-1737.
- Somerla, J. 1986. Hukkakaura leviää yhä. Kylvösiemen 1: 23–24. ISSN 0355-0435
- Somody, C.N., Nalewaja, J.D. & Miller, S.D. 1983 The response of wild oat (*Avena fatua*) and *Avena sterilis* accessions to photoperiod and temperature. Weed Science 32: 206–213. ISSN 0043-1745.
- Shirliffe, S.J. & Entz, M.H. 2000. *Avena fatua* development and seed shatter as related to thermal time. Weed Science. 48:555–560. ISSN 0043-1745.
- Thill, D.C., O'Donovan, J.T. & Mallory-Smith C.A. 1993. Integrated weed management strategies for delaying herbicide resistance in wild oats. In: herbicide resistance workshop, Edmonton, Alberta, Canada, 9–10 December 1993. Phytoprotection 75 . Supplement, p. 61–70. ISSN 0031-9511.
- Thurston, J.M. 1951. Some experiments and field observations on the germination of wild oat (*Avena fatua* and *Avena ludoviciana*) seeds in soil and the emergence of seedlings. Annals of applied biology; 38: 821–832.
- 1952. Biology of wild oats. Report for 1951, Rothamsted experimental station. 67–69.
- 1953. Biology of wild oats. Report of the Rothamsted experimental station for 1952. 68–71.
- 1956. Wild oats. Report of the Rothamsted experimental station for 1955. 73–74.
- 1957. Morphological and physiological variation in wild oats (*Avena fatua* L. and *A. ludoviciana* Dur.) and hybrids between wild and cultivated oats. The journal of agricultural science. 49: 259–274.
- 1958. Wild oats. Report of the Rothamsted experimental station for 1957. 95–93.
- 1959. Wild oats. Report of the Rothamsted experimental station for 1957. 83–84.
- 1961. Wild oats. Report of the Rothamsted experimental station for 1959. 102–103.
- 1962a. Wild oats. Report of the Rothamsted experimental station for 1961. 81–83.
- 1962b. The effect of competition from cereal crops on the germination and growth of *Avena fatua* L. in naturally infested field Weed Research 2:129–207.
- 1962c. An international experiment on the effect of age and storage conditions on viability and dormancy of *Avena fatua* seeds. Weed research 2: 122–129

- 1963. Biology and control of wild oats. Report of the Rothamsted experimental station for 1962. 236–253.
 - 1964. Wild oats. Report of the Rothamsted experimental station for 1963. 90–91.
 - 1966. Survival of seeds of wild oats (*Avena fatua* L. and *Avena ludoviciana* Dur.) and charlock (*Sinapis Arvensis* L.) in soil under leys. *Weed research* 6: 67–80. ISSN 0043-1737.
 - 1970. Wild oats. Report of the Rothamsted experimental station for 1969. Part 1. 120–121
 - 1974. Spread of *Avena fatua* and *A ludoviciana* (wild oats) in the West Midlands. Report of the Rothamsted experimental station for 1973. Part 1. 106–107.
- Tu, H. Qiu, X., Xin, C. & Guo, Q. 1993. A study on key techniques of integrated control over wild oat on farmland. *Scientia Agricultura Sinica*. 26; 4, 49–56.
- Uoti, J. 1969. Hukkakauran torjuntatutkimuksista. *Koetoiminta ja käytäntö* 11–12: 37.
- Wilson, B.J. & Cussans, G.W. 1975. A study of the population dynamics of *Avena fatua* L. as influenced by straw burning, shedding and cultivations. *Weed Research* 15: 249–258. ISSN 0043-1737.
- Wilson, B.J. 1970. Studies of the seed of *Avena fatua* in various cereal crops and the presence of this seed in the harvested material. In: *Proceedings 10th British weed control conference 1970 vol 2*. ARC Weed research organisation, Nottingham p. 831–836.
- Wilson, B.J. 1978. The long term decline of a population of *Avena fatua* L. with different cultivations associated with spring barley cropping. *Weed Research* 18: 25–31. ISSN 0043-1737.
- 1981. The influence of reduced cultivations and direct drilling on the long-term decline of a population of *Avena fatua* L. in spring barley. *Weed Research* 21: 23–28. ISSN 0043-1

MTT:n selvityksiä 8

MTT:n selvityksiä 8

