

Hukkakauran itävyyden säilyminen lehmän ruoansulatuskanavassa

Heikkilä, T.¹⁾, Saarisalo, E.^{1,5)}, Khalili, H.¹⁾, Jalli, H.²⁾, Köylijärvi, S.³⁾, Poikulainen, J.³⁾, Vallivaara-Pasto, R.³⁾ ja Jaakkola, S.⁴⁾

¹⁾ Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT / Kotieläintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen

²⁾ Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT / Kasvintuotannon tutkimus, Kasvinsuojelu, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

³⁾ Elintarviketurvallisuusvirasto EVIRA, PL 111, 32201 Loimaa, etunimi.sukunimi@evira.fi

⁴⁾ Helsingin yliopisto, Maataloustieteiden laitos, PL 28, 00014 Helsingin yliopisto, etunimi.sukunimi@helsinki.fi

⁵⁾ Nykyinen osoite: Maa- ja metsätalousministeriö, Elintarvike- ja terveystieteiden osasto, PL 30, 00023 Valtioneuvosto, etunimi.sukunimi@mmm.fi

Tiivistelmä

Hukkakaura on erityisesti viljanviljelyä ja siementuotantoa haittaava yksivuotinen, helposti leviävä ja vaikeasti hävitettävä rikkakasvi. Laki hukkakauran torjunnasta (185/2002) määrittelee toimenpiteet, joilla hukkakauraa torjutaan ja estetään sen leviäminen. Hukkakaurayksilöitä sisältävältä alueelta peräisin olevaa kotieläinten lantaa ei saa kuljettaa, säilyttää tai käsitellä siten, että siitä voi aiheutua hukkakauran leviämisen vaara. Tässä tutkimuksessa selvitettiin, voivatko hukkakauran siemenet säilyä itämiskykyisinä lehmän ruoansulatuskanavassa, jolloin lanta aiheuttaisi hukkakauran leviämiskäsitteen.

Vuosina 2005 - 2007 kerätyt hukkakauran siemenet yhdistettiin yhdeksi eräksi, josta määritettiin itävyys. Ruokintakoe tehtiin MTT:n koe-eläintallilla Jokioisilla neljällä Ay-lehmällä, joiden keskimääräinen maitotuotos oli 27,3 kg/pv. Lehmät saivat vapaasti esikuivattua timotei-nurminadan ensimmäisestä sadosta muurahaishappopohjaisella säilöntäaineella tehtyä pyöröpaalisäilörehua ja 13 kg/pv rakeistettua väkirehua (ohra-melassileike-rypsipuriste-kivennäinen). Hukkakauran siemeniä annettiin 200 g kullekin lehmälle kerta-annoksena väkirehun seassa aamuruokinnan yhteydessä. Sen jälkeen kerättiin ja punnittiin jokaiselta lehmältä erikseen kaikki sonta seitsemän päivän aikana 12 tunnin erinä alkaen hukkakauran antamisesta. Sonta pestiin vesisuihkulla tiheän (Ø 1 mm) seulan päällä, jonka jälkeen pestyä sontaa laitettiin veteen pienissä erissä ja etsittiin hukkakauran siemenet. Hukkakauran siementen annettiin kuivua avoimella alustalla huoneenlämmössä ennen itävyyttä määritystä. Itävyyttä määritykset tehtiin Eviran Tutkimus- ja analytiikkaosaston Kasvianalytiikkayksikön laboratorioissa Loimaalla ja rehujen koostumus- ja laatuanalyysit MTT:n Eläinravitsemusryhmän sekä maitoanalyysit MTT:n biotekniikka- ja elintarviketutkimuksen laboratorioissa Jokioisilla.

Lehmille syötettyjen hukkakauran siementen itävyys oli 87 %. Sonnassa erittyneiden hukkakauran siementen määrä ja itävien siementen osuus väheni sitä mukaa, mitä kauemmin ne viipyivät lehmän ruoansulatuskanavassa. Ruokinnan jälkeen ensimmäisen vuorokauden aikana hukkakauran siemeniä erittyi sonnassa 17 % koko viikon aikana löytyneestä kokonaismäärästä ja niiden itävyys oli 34 %. Kahden vuorokauden (0-48 tuntia) aikana ruokinnasta oli erittynyt jo 71 % hukkakauran siemenistä, joiden itävyys oli 15 %. Kahden vuorokauden jälkeen ruokinnasta hukkakauran siementen itävyys oli hävinnyt lukuun ottamatta yhtä lehmää, jolta erittyi yksi itävä siemen vielä neljännen vuorokauden aikana. Hukkakauran itävyys väheni 87 % kulkiessaan lehmän ruoansulatuskanavan läpi. Sonnassa erittyi 14 % syödystä hukkakauran siemenien määrästä ja itävistä siemenistä 1,8 %. Viikon aikana neljän lehmän sonnasta (1,3 tonnia) löytyi hukkakauran siemeniä yhteensä 4604 kappaletta, joista itäviä oli 504 kpl eli 11 %. Lanta aiheuttaa siten selvän hukkakauran leviämiskäsitteen, jos rehu sisältää itäviä hukkakauran siemeniä. Tilojen välisessä rehukaupassa sekä lantaa vastaanotettaessa on syytä varmistaa tilan/lohkon hukkakaurattomuus. Ennaltaehkäisy on ensiarvoisen tärkeää hukkakauran leviämisen estämisessä uusille alueille.

Asiasanat: Hukkakaura, *Avena fatua*, itävyys, lehmä, ruoansulatus, sonta

Johdanto

Hukkakauran (*Avena fatua* L.) jyvä on väriltään ruskea tai harmaa, tyvestä maljamainen ja karvainen ja jokaisessa tuleentuneessa jyvässä on voimakas kierteinen, polveikas vihne (Evira 2009a). Tähkylässä on kahdesta kolmeen siementä. Yksi hukkakaurayksilö voi tuottaa 10-1000 siementä (Pessala 1983). Hukkakaura on erityisesti viljanviljelyä ja siementuotantoa haittaava yksivuotinen, helposti leviävä ja vaikeasti hävitettävä rikkakasvi (MMM 2007, Evira 2009b). Sitä on kulkeutunut Suomeen ulkomailta tuodussa rehu-, mylly- ja siemenviljassa ainakin vuodesta 1921, ja vuodesta 1923 lähtien Valtion siementarkastuslaitos on todennut hukkakauraa myös kotimaisissa siemennäytteissä (Hilli 1959). Tällä hetkellä hukkakauran saastuttama peltopinta-ala on noin 14,5 % koko pelto-alasta eli yli 328 000 hehtaaria (Evira 2009b). Hukkakaura vie elinvoimaa muilta kasveilta ja alentaa satoa (MMM 2007, Evira 2009b). Hukkakauran torjunta lisäsi kevätehnäsatoa 9-15 % (445-700 kg) käsittelemättömään kasvustoon verrattuna (Junnila 2008). Hukkakauran jyvät ovat vahvakuorisia ja keveitä, jonka vuoksi niillä ei ole suurta arvoa karjanrehuna (Hilli 1959).

Laki hukkakauran torjunnasta (185/2002) ja sen nojalla annettu Maa- ja metsätalousministeriön asetus (326/2002) määrittelevät toimenpiteet, joilla torjutaan hukkakauraa ja estetään sen leviäminen. Laissa todetaan muun muassa, että hukkakaurayksilöitä sisältävältä alueelta peräisin olevaa viljaa, siemeniä, heinää, kasvijätettä, akanoita, viljan ja siemenien puhdistus- ja lajittelujätteitä, kotieläinten lantaa, maa-ainesta ja maanparannusaineita ei saa kuljettaa, säilyttää tai käsitellä siten, että siitä voi aiheutua hukkakauran leviämisen vaaraa.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin, voivatko hukkakauran siemenet säilyä itämiskykyisinä kuljettaen lehmän ruoansulatuskanavan läpi, jolloin lanta voi aiheuttaa hukkakauran leviämiskin. Tieto on oleellinen hukkakauran leviämiskin arvioinnissa ja leviämisen ehkäisemisessä.

Aineisto ja menetelmät

Ruokintakokeessa käytettiin yksityisten maatilojen ohrapelloilta vuosina 2005-2006 kokoviljan säilöntäkokeissa (Saarisalo ym. 2008) kerättyjä itävimpiä hukkakauran siemeniä ja 1.8.2007 kerättyjä hukkakauran siemeniä, jotka sekoitettiin yhdeksi eräksi, josta määritettiin itävyys ja koostumus.

Ruokintakoe tehtiin 11.-18.9.2007 MTT:n koe-eläintallilla Jokioisilla neljällä Ay-lehmällä, joista yksi oli yhden kerran ja muut 2-3 kertaa poikineita. Lehmille annettiin vapaasti timoteinurminadan ensimmäisestä sadosta tehtyä esikuivattua pyöröpaalisäilörehua, joka oli säilötty AIV 2 Plus-säilöntä-aineella (76 % muurahaihappoa, 5,5 % ammoniumformiaattia, 18,5 % vettä, Kemira Oyj) 2,8 litraa paalia kohti. Väkirehuna lehmät saivat 13 kg/pv rakeistettua tilaseosta, joka sisälsi 50 % ohraa, 20 % melassileikettä, 28 % Öpex-rypsipuristetta ja 2 % kivennäistä. Rehuista kerättiin näytteet punnituksen yhteydessä ja maidosta neljältä lypsykerralta.

Hukkakauran siemeniä annettiin 200 g kullekin lehmälle kerta-annoksena väkirehun seassa aamuruokinnan yhteydessä klo 6. Sen jälkeen kerättiin ja punnittiin jokaiselta lehmältä erikseen kaikki sonta seitsemän päivän aikana 12 tunnin jaksoissa alkaen hukkakauran antamisesta (klo 6-18 ja 18-6). Sonta pestiin vesisuihkulla tiheän seulan (Ø 1 mm) päällä, jonka jälkeen pestyä sontaa laitettiin pienissä erissä isolle valkealle lautaselle veteen ja etsittiin hukkakaurat. Kultakin lehmältä erittyneet hukkakauran siemenet annettiin kuivua avoimella alustalla huoneenlämmössä ennen itävyysmäärittystä.

Itävyysmääritykset tehtiin Eviran Tutkimus- ja analytiikkaosaston Kasvianalytiikkayksikössä Loimaalla. Rehujen koostumus- ja käymislaatuanalyysit sekä maidon urea tehtiin MTT:n Eläinravitsemusryhmän laboratoriossa sekä maitoanalyysit (rasva, proteiini, laktoosi) MTT:n biotekniikka- ja elintarviketutkimuksen laboratoriossa Jokioisilla.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Rehujen koostumus ja laatu sekä lehmien syönti ja tuotostiedot

Esikuivattu pyöröpaalisäilörehu oli koostumukseltaan ja käymislaadultaan hyvää: kuiva-aine 470 g/kg, tuhka 84 g/kg ka, raakavalkuainen 160 g/kg ka, neutraalidetergenttikuitu (NDF) 559 g/kg ka ja D-arvo eli sulavan orgaanisen aineen määrä 688 g/kg ka. Säilörehu oli vähän käynnyttä: pH 4,61, sokeri 72 g/kg ka, maito-, etikka- ja voi happo 36, 9 ja 0,2 g/kg ka ja ammoniumtypen osuus kokonaistypestä 51 g/kg N. Väkirehussa oli tuhkaa 63 g/kg ka, raakavalkuaista 189 g/kg ka, tärkkelystä 305 g/kg ka ja NDF-kuitua 242 g/kg ka.

Lehmät söivät säilörehua keskimäärin 9,5 kg ka ja väkirehua 11,6 kg ka/pv, yhteensä kuiva-ainetta 21,1 kg/pv. Karkearehu-väkirehusuhde oli 45:55. Maitotuotos oli keskimäärin 27,3 kg/pv, jossa

oli rasvaa 40,0, valkuaista 36,8 ja laktoosia 49,6 g/kg sekä ureaa 23,9 mg/100 ml. Lehmien elopaino oli keskimäärin 601 kg vaihdellen välillä 531-673 kg.

Hukkakaura sisälsi hyvään viljeltyyn rehukauraan verrattuna vähemmän tärkkelystä ja enemmän tuhkaa, kuitua ja ligniiniä muistuttaen ravintoarvoltaan hyvin huonoa kauraa, ns. katokauraa (Taulukko 1). Hukkakauran 100 jyvän (n=8) paino oli 2,5 g ja sen perusteella laskien kullekin lehmälle syötettiin 200 grammassa 8000 hukkakauran siementä.

Taulukko 1. Hukkakauran siementen koostumus ruokintakokeessa verrattuna kahteen eri laatuiseen viljeltyyn rehukauraan.

	Tuhka	Raaka- valkuainen	Raaka- rasva	Tärkke- lys	NDF ¹⁾	ADF ²⁾	Ligniini
	-----g/kg ka-----						
Hukkakaura	40	129	73	362	407	191	36
Viljelty rehukaura							
Kaura, 61 kg/hl ³⁾	28	103	72	476	288	123	28
Kaura, 33-43 kg/hl ³⁾	31	123	61	328	434	194	34

¹⁾ NDF = neutraalidetergenttikuitu, ²⁾ ADF = happodetergenttikuitu, ³⁾ MTT:n ”Katoviljakoe”, hyvän kauran valkuaispitoisuus oli poikkeuksellisen pieni vuonna 1987 Jokioisilla (Heikkilä, julkaisematon)

Hukkakauran itävyys

Lehmille syötettyjen hukkakauran siementen itävyys oli 87 % (n=538 siementä). Ensimmäiset hukkakauran siemenet löytyivät sonnasta jo puolen vuorokauden kuluessa ruokinnasta, jolloin niiden itävyys oli suurimmillaan. Sonnassa erittyneiden hukkakauran siementen määrä ja itävien siementen osuus väheni sitä mukaa, mitä kauemmin ne viipyivät lehmän ruoansulatuskanavassa (Taulukko 2 ja Kuvio). Ensimmäisen vuorokauden aikana hukkakauran siemeniä erittyi 17 % koko viikon aikana löydetystä kokonaismäärästä ja niiden itävyys oli 34 %. Kahden vuorokauden (0-48 tuntia) aikana oli erittynyt jo 71 % kaikista erittyneistä hukkakauran siemenistä ja niiden itävyys oli 15 %. Neljäntenä vuorokautena löytyi vielä yksi itävä hukkakauran siemen. Siihen mennessä oli erittynyt 95 % löydetystä hukkakauran siemenistä. Siemeniä erittyi vielä senkin jälkeen vähentyen koko ajan kokeen loppuun saakka, mutta ne eivät olleet itäviä. Ruoansulatusprosessin aikana hukkakauran itävyys väheni 87 % syötetyn itävyydestä. Tämä johtui todennäköisesti ruoansulatusnesteiden ja märehtimisen siemeniä ja alkioita vahingoittavasta vaikutuksesta.

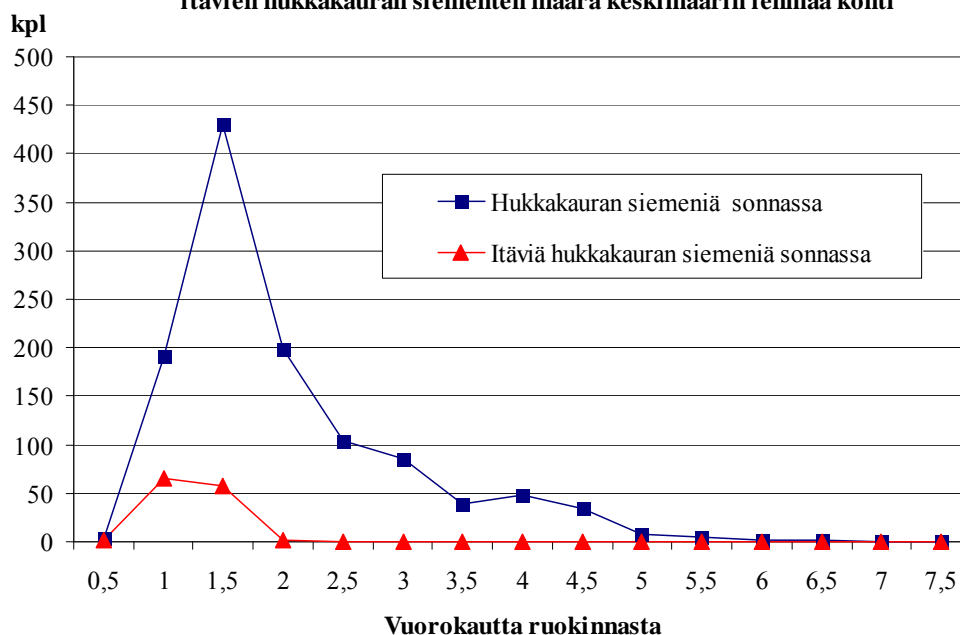
Taulukko 2. Sonnassa erittyneiden hukkakauran siementen määrä ja niiden itävyys viikon aikana puolen vuorokauden jaksoissa yhteensä neljältä lehmältä.

Aika ruokinnasta vrk	Hukkakauran siemeniä sonnassa yhteensä kpl	Hukkakauran siementen itävyys %	Itävyyden väheneminen syötetyn itävyydestä %
0 – 0,5	10	40	54
0,5 – 1,0	767	34	61
1,0 – 1,5	1722	13	85
1,5 – 2,0	792	1	99
2,0 – 2,5	414	0	100
2,5 – 3,0	341	0	100
3,0 – 3,5	158	0	100
3,5 – 4,0	192	0,5	99
4,0 – 4,5	139	0	100
4,5 – 5,0	30	0	”
5,0 – 5,5	19	0	”
5,5 – 6,0	7	0	”
6,0 – 6,5	8	0	”
6,5 – 7,0	3	0	”
7,0 – 7,5	2	0	”

Viikon aikana neljän lehmän sonnasta (1304 kg) löytyi yhteensä 4604 hukkakauran siementä, joista itäviä oli 504 kpl eli 11 %. Keskimäärin lehmää kohti erittyi 1151 hukkakauran siementä viikossa, joista itäviä oli 126 kpl. Annetusta hukkakauramäärästä erittyi sonnassa 14 % ja syötetyistä itävistä siemenistä itäviä oli sonnassa 1,8 %. Lehmien välillä oli eroa hukkakauran siementen erittymismäärissä ja siementen itävyydessä. Itävyys vaihteli 7 ja 15 prosentin välillä. Ensikkolehmällä hukkakauran siemeniä erittyi sonnassa vähiten, mutta niiden itävyys oli korkein.

Lanta aiheuttaa edellä olevien tulosten perusteella hukkakauran leviämisenriskin, jos eläimen rehu sisältää itäviä hukkakauran siemeniä, sillä yksikin itävä siemen ja kehittyvä kasvi voi tuottaa satoja uusia siemeniä. Tässä kokeessa ei tutkittu lannan varastoinnin vaikutusta itävyyden säilymiseen.

Kuvio **Sonnassa viikon aikana erittyneiden hukkakauran siementen kokonaismäärä ja itävien hukkakauran siementen määrä keskimäärin lehmää kohti**



Tutkimustuloksia muualta

Syötetyn hukkakauran siementen elinkyky ja itävyys vaikuttavat itävyyden säilymiseen sen läpäistessä ruoansulatuskanavan. Atkesonin ym. (1934) tutkimuksissa lehmillä sinimailasheinä-viljaruokinnalla hukkakauran itävyyden ollessa ruokittaessa 43 %, oli itävyys 47 tunnin jälkeen sonnassa vain 0,25 %. Kun syötetyn hukkakauran itävyys oli 74 %, oli sonnassa erittyneiden hukkakauran siementen itävyys 10 %. Sen sijaan ruoansulatuksen (47 h) + sonnan kolmen kuukauden varastoinnin jälkeen olkilantana hukkakauran itävyys oli hävinnyt. Tutkittuja siemeniä oli kuitenkin vain 25, joten tulosta ei voi pitää luotettavana. Vasikalle syötetystä kahdesta tuhannesta hukkakauran siemenestä taimettui seitsemän siementä turvelannassa 11 kuukauden aikana kasvihuoneessa kasvatettaessa (Thurston 1952) ja seuraavana vuonna itä vielä kolme siementä lisää (Thurston 1953). Kirk ja Courtney (1972) tutkivat härillä normaalien ehjien ja naarmutettujen sekä kuorittujen hukkakaurajien itävyyden säilymistä ruoansulatuskanavassa. Suurin osa hukkakauran siemenistä erittyi kolmen vuorokauden aikana, jonka jälkeen ei enää löytynyt itäviä siemeniä. Eniten erittyi kuorittuja siemeniä ja vähiten ehjiä, mutta niiden itävyydessä ei ollut merkittävää eroa. Kaikkiaan syötetyistä hukkakauran siemenistä erittyi sonnassa 15 %, joista 22-28 % oli itäviä. Koko syötetystä hukkakauramäärästä erittyi itävinä sonnassa maksimissaan 12 %. Härkien karsinaan sisällä siroteltujen hukkakauran siementen itävyys oli neljän viikon jälkeen 27 %, mutta 13 viikon päästä ei löytynyt enää itäviä hukkakaurajia. Ulkona olevan lantakan keskellä hukkakauran siemenet menettivät nopeammin itävyytensä, mutta kasan pohjalla ja reunoilla oli itäviä siemeniä vielä 12 viikon jälkeen, mutta 21 viikossa itävyys oli hävinnyt. Kirkin (1975) mukaan hukkakauran siemenistä menetti elinkykynsä 90-100 % kulkiessaan ruoansulatuskanavan läpi, ja enimmillään siemenet pysyivät elossa 51 vuorokautta naudon lietelannassa matalassa lämpötilassa (7,5 °C). Hukkakauran siemenet kuolivat sian lietteessä kuudessa viikossa, mutta lihanaudan kuivemmassa lietelannassa oli vielä muutama itämiskykyinen siemen sen jälkeen (Courtney 1973).

Riederin (1966) tutkimusten mukaan hukkakaura osoittautui vastustuskykyiseksi, eikä sen siemenet menettäneet itävyyttään lietelannassa 40 päivässä, mutta 3-4 kuukauden varastoinnin jälkeen itämis-kykyisiä siemeniä ei löytenyt yhtään tai vain hyvin vähän. Itävyyden häviämisen syynä hän piti lietelannan ammoniakkin toksista vaikutusta, sillä siemenien käsittely puhtaalla vastaavan väkevyydellä ammoniakkiliuoksella tuhosi hukkakauran siementen itävyyden.

Johtopäätökset

Tutkimus vahvisti aiemmat havainnot, että hukkakauran siemenet voivat läpäistä naudan ruoansulatuskanavan itävinä, joskin ne menettävät suurimman osan itävyydestään. Tässä tutkimuksessa hukkakauran itävyys väheni 87 % rehunsulatuksen aikana lehmän ruoansulatuskanavassa. Vaikka sonnassa erittyvien hukkakauran siementen itävyys oli vain 11 %, muodosti lanta kuitenkin selvän hukkakauran leviämiseriskin. Yksikin itävä hukkakauran siemen voi saastuttaa puhtaan alueen, jos siitä kasvavaa kasvia ei havaita ajoissa. Tilojen välisessä rehukaupassa sekä lantaa vastaanotettaessa ja lannanlevitys-sopimuksia tehtäessä on syytä varmistaa tilan/lohkon hukkakaurattomuus. Hukkakauran leviämisen estämisessä on ensiarvoisen tärkeää ennaltaehkäistä uusien alueiden saastunta. Jo saastuneen hukkakaura-alueen torjunta tuottaa aina ylimääräistä työtä, kustannuksia ja taloudellisia menetyksiä.

Kirjallisuus

- Atkeson, F.W., Hulbert, H.W. & Warren, T.R.** 1934. Effect of bovine digestion and of manure storage on the viability of weed seeds. *Journal of the American Society of Agronomy* 26: 390-397.
- Courtney, A. D.** 1973. Wild oat seed – its survival in bedding, farmyard manure and slurry. *Agriculture in Northern Ireland* 47: 435-436.
- Evira 2009a.** Hukkakauran havaitseminen kasvustosta. Viitattu 27.11.2009.
http://www.evira.fi/portal/fi/kasvintuotanto_ja_rehut/siemenet/hukkakaura/havaitseminen_ja_tunnistaminen/
- Evira 2009b.** Hukkakauran torjunta on rahanarvoinen ratkaisu. Viitattu 27.11.2009.
http://www.evira.fi/attachments/kasvintuotanto_ja_rehut/siemenet/siemenohjeet/hukkakauran_torjunta_on_rahanarvoinen_ratkaisu_uusin.pdf
- Hilli, A.** 1959. Hukkakauran (*Avena fatua* L.) esiintymisestä Suomessa. Suomen maataloustieteellisen seuran julkaisu, *Acta Agralia Fennica* 94: 299-315.
- Junnila, S.** 2008. Herbicides in cereals : Control of *Avena fatua* and *Elymus repens* in cereals : Evaluation of Axial 50 EC in tank mix with BLW herbicides in wheat, Kylmäkoski. In: Edited by Tellervo Ruoho and Leena Ruokonen. Trial Report, Herbicides, MTT Agrifood Research Finland, Jokioinen 2008, p. 55-68.
- Kirk, J. & Courtney, A.D.** 1972. A study on the survival of wild oats (*Avena fatua*) seeds buried in farm yard manure and fed to bullocks. In: Proceedings 11th British Weed Control Conference. p. 226-233.
- Kirk, J.** 1975. The survival and transport of seeds of wild oat (*Avena fatua* L.) in agricultural situations. Thesis, Queen's University Belfast. UK. Abstract.
- Laki hukkakauran torjunnasta** 185/2002. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2002/20020185>
- MMM** 2007. Selvitys hukkakauralainsäädännön vaikutuksista 2007. Työryhmämuistio mmm 2007:18. 12 s. Helsinki 2007. ISBN 978-952-453-350-8, ISSN 0781-6723.
http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/tyoryhmuistiot/2007/5tFetMb8q/trm2007_18_Hukkakauraselvitys_lopullinen_versio.pdf
- MMM asetus hukkakauran torjunnasta** 326/2002. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2002/20020185>
- Pessala, B.** 1983. Kaikin keinoin hukkakauraa vastaan. Käytännön Maamies 6: 22-24.
- Rieder, R.** 1966. Der Einfluss des Schwemmes auf die Unkrautverbreitung und die Anwendung der Tetrazolium-Methode bei Unkrautsamen. Dissertation. Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim. 119 p.
- Thurston, J.M.** 1952. Biology of wild oats. Report for 1951, Rothamsted experimental station. p. 67-68.
- Thurston, J.M.** 1953. Biology of wild oats. Report for 1952, Rothamsted experimental station. p. 68-69.
- Saarisalo, E., Heikkilä, T., Jalli, H., Poikulainen, J., Köylijärvi, S. & Jaakkola, S.** 2008. Hukkakauran siementen itävyyden säilyminen kokoviljasäilörehussa. Teoksessa: Anneli Hopponen (toim.). Maataloustieteen Päivät 10.-11.1.2008, Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 23: 6 s.
http://www.smts.fi/mpol2008/index_tiedostot/Esitelmat/es085.pdf