

Säilöntäaineen ja –ajan vaikutus hukkakauran itävyyteen jyväsäilönnässä

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

Viljan tuoresäilöntämenetelmät, jyvä- ja murskesäilöntä ovat varteenotettavia vaihtoehtoja kuivatuk-
selle öljyn hinnan kallistuessa. Jyväsäilöittäessä vilja puidaan myöhemmin kuin kokoviljasäilörehua
korjattaessa ja itävien hukkakauran (*Avena fatua* L.) siementen riski on suurempi. Tuoresäilönnässä
vältetään kuivurin kautta tuleva hukkakauran leviämiskahva. Tässä tutkimuksessa selvitettiin, säilyykö
hukkakauran siementen itävyys propionihapolla, urealla tai ilmatiiviisti ilman säilöntäainetta jyväsäi-
lötysssä viljassa.

Hukkakaura kerättiin yksityiseltä tilalta hukkakauran saastuttamasta ohrakasvustosta ennen oh-
ran puintia varisemisen estämiseksi. Hukkakauran jälkituleentuminen tapahtui huoneenlämmössä.
Säilönnässä käytetty ohra puitiin jyväkosteuden ollessa 25 % MTT:n pellolta Jokioisilla ja säilöttiin
hukkakauran siementen kanssa pieniin koesiiloihin. Kokeessa oli kolme säilöntäainekäsittelyä (ilman
säilöntäainetta, propionihappo ja urea), kaksi siilon sulkemistapaa (avoin normaalin jyväsäilönnän
tapaan ja tiiviisti suljettu siilo) sekä kaksi säilöntäaikaa (3 ja 12 viikkoa). Kullakin käsittelyllä tehtiin
kolme rinnakkaissiiloa eli yhteensä 36 siiloa. Kutakin säilöntäainekäsittelyä varten sekoitettiin 100 g
hukkakauran siemeniä ja 900 g ohran jyviä, joihin levitettiin säilöntäaineet: 99-prosenttista propioni-
happoa 1 % tai ureaa 2,5 % viljan tuorepainosta. Urea levitettiin vesiliuoksena. Hukkakauran sieme-
niä säilöttiin ohran jyvien seassa 300-400 siementä/siilo. Lisäksi säilöntäainetta käsitellyistä eristä
erotettiin noin 50 hukkakauran siementä pintanäytteeksi avoimiin siiloihin. Hukkakauran siementen
itävyys määritettiin Eviran Tutkimus- ja analytiikkaosaston Kasvianalytiikkayksikön laboratorioissa
Loimaalla ja säilöntälaatuanalyysit tehtiin MTT:n Eläinravitsemusryhmän laboratorioissa Jokioisilla.

Hukkakauran itävyys oli säilöittäessä 61 %. Kaikissa propionihapolla ja urealla säilötyissä sulje-
tuissa ilmatiiviissä siiloissa hukkakauran itävyys oli hävinnyt kolmessa viikossa. Avoimien siilojen
pintaosassa parin sentin syvyydessä itävyys säilyi osassa siemeniä, mutta syvemmillä olleiden siemen-
ten itävyys oli tuhoutunut. Propionihapolla säilötyjen avoimien siilojen pinnassa oli itäviä hukka-
kauran siemeniä 3 viikon säilönnän jälkeen, mutta ei enää 12 viikon jälkeen. Urealla säilöittäessä pin-
nassa oli vielä 12 viikon säilönnän jälkeen yksi itävä siemen. Ilman säilöntäainetta jyväsäilötty hukka-
kaura ei menettänyt itävyyttään avoimessa eikä ilmatiiviisti suljetussa siilossa 3 viikon eikä 12 viikon
säilönnän jälkeen, mutta itävyys väheni suljetussa ilmatiiviissä siilossa 16 prosenttiin 12 viikossa.
Pidempää säilytystä ei tutkittu.

Tulosten perusteella propionihapolla ja urealla jyväsäilötyn hukkakauran itävyys häviää edellyt-
täen, että säilöntä tehdään huolellisesti ja siilo/auma/kasa peitetään tiiviisti. Avoimeen pintaan jäävät
hukkakauran siemenet ovat riski, koska niiden itävyys voi säilyä todennäköisesti pinnan kuivumisen ja
säilöntäaineen haihtumisen vuoksi. Erityinen riski on avoimeen kasaan ilman vaikutuksen alaiseksi
jääneet hukkakauran siemenet, sillä dormanssi (itämislepo) saattaa suojata niitä itämiskykyisinä kauan.

Vilja puidaan jyväsäilönnässä normaalia aiemmin, mutta osa hukkakauran siemenistä on jo saat-
tanut varista. Toisaalta uudet sivuversot ennättävät tuottaa itämiskykyisiä siemeniä. Maahan varisseet
siemenet voivat itää ja tuottaa itäviä siemeniä vielä syksyn aikana, joten hukkakaurainen alue pitää
käsitellä glyfosaattivalmisteella tai muokata mekaanisesti torjuntasuunnitelman mukaan.

Asiasanat: hukkakaura, *Avena fatua*, itävyys, jyväsäilöntä, propionihappo, urea, ilmatiivis säilöntä

Johdanto

Laki velvoittaa torjumaan hukkakauraa (*Avena fatua* L.). Sen esiintymisestä pitää ilmoittaa tukihaun yhteydessä ja sen jälkeenkin kunnan maaseutuelinkeinoviranomaiselle, joka suorittaa katselmuksen ja antaa torjuntaohjeet ja/tai tekee torjuntasuunnitelman (Laki hukkakauran torjunnasta 185/2002 ja Maa- ja metsätalousministeriön asetus hukkakauran torjunnasta 326/2002). Lain täytäntöönpanon ja säännösten noudattamisen valvonnasta vastaa Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Hukkakaura on ensisijaisesti torjuttava kitkemällä, viljelyteknisin keinoin tai kemiallisesti. Jos kasvukauden aikana todetaan hukkakauraa niin runsaasti, ettei sitä pystytä kitkemään ja kemiallista torjuntaa ei ole tehty tai se on epäonnistunut tai viljelytekniikka ei salli sitä, kuten luomutuotannossa, on turvauduttava kasvuston hävittämiseen niittämällä ja sen jälkeen polttamalla tai muuten hävittämällä siten, ettei hukkakaura pääse leviämään. Tuet voidaan evätä tai niitä voidaan leikata, jos lohko on niin hukkakauran saastuttama, että siltä ei voi tuottaa markkinakelpoista tavaraa (Evira 2009). Sadon menetyksestä ja siihen uhratuista panoksista, tukien hylkäämisestä sekä hävityksen aiheuttamista kustannuksista aiheutuva taloudellinen menetys viljelijälle on siten erittäin merkittävä, tuhansia euroja riippuen hukkakauran saastuttamasta pinta-alasta.

Viljelijöiden tietämys hukkakauraongelmasta ja vastuullinen suhtautuminen torjuntatoimenpiteisiin on perusedellytys hukkakauran leviämisen estämiseksi. Yleisessä tukipolitiikassa pitäisi olla myös työkalut hukkakauran torjuntaan kannustamiseen pelkkien sanktioiden sijaan (MMM 2007). Ratkaisu näihin erityistapauksiin, ei yleiseksi torjuntakeinoksi, voisi olla kasvuston korjaaminen kukinnan jälkeen kokoviljasäilörehuksi tai viljan tuoresäilöntä, jolloin sadon korjuuvelvoite täyttyy eikä tukia ja satoa menetetä. Kokoviljasäilörehussa säilötään koko viljakasvi korsineen ja tähkineen taikinatuulentumisvaiheessa nurmirehun tapaan samoilla säilöntäaineilla ja koneilla. Harkerin ym. (2003) mukaan kokoviljan korjuu säilörehuksi voi vähentää hukkakauraa. Toisen kanadalaistutkimuksen mukaan laakasiiloon säilötyn kokoviljaohran sisään (1 m pohjasta, 2,5 m korkeassa siilossa) nailonpusseissa säilötyt hukkakauran siemenet menettivät itävyytensä kahdeksassa viikossa (Blackshaw ja Rode 1991). Suomessa tehdyssä kaksivuotisessa laajassa kokoviljan säilöntätutkimuksessa (Saarisalo ym. 2008) hukkakauran itävyys hävisi kolmen kuukauden säilönnän jälkeen niin laboratoriosiiloissa kuin ohra-kasvustosta tehdyssä pyöröpaalisäilörehussakin. Kolmen viikon säilönnässä itävyys ei vielä hävinnyt, vaan paalien pintaosassa oli paljon itäviä hukkakauran siemeniä, kun rehu oli tehty neljän viikon päästä röyhylle tulosta, taikinatuulentumisen loppuvaiheessa. Hukkakauran siemenet kehittyvät nopeasti ja tuleentuneet siemenet varisevat herkästi, joten korjuu on tehtävä kahden viikon sisällä röyhylle tulosta ja säilöntäajan tulee olla vähintään kolme kuukautta.

Viljan tuoresäilöntämenetelmät, jyvä- ja murskesäilöntä ovat varteenotettavia vaihtoehtoja kuivatukselle öljyn hinnan kallistuessa (Huhtanen 1988, Palva ja Siljander-Rasi 2003, Palva 2005). Jyvässäilönnässä vilja säilötään kokonaisuina jyvänä propionihapolla, urealla tai ilmatiiviisti ilman säilöntäainetta. Propionihappo tai ureasta ureaasientsyymien vaikutuksesta vapautuva ammoniakki tuhoavat ja estävät homeiden ja muiden haitallisten mikrobien kasvua. Säilöntäaineen annostusmäärä riippuu viljan kosteudesta. Ilmatiivis (kaasutiivis) säilöntä perustuu anaerobisiin olosuhteisiin hapen kuluessa loppuun pääosin mikrobien ja osaksi jyvien hengityksen seurauksena hiilidioksidin määrän noustessa samalla. Hapen puutteessa useimpien haitallisten mikrobien toiminta vähenee tai loppuu (Nash 1985). Murskesäilönnässä vilja (kosteus 35-45 %) litistetään valssimyllyllä ja säilötään samoilla muurahais-happohajaisilla säilöntäaineilla kuin nurmirehut tai sokeripitoisella melassilla tai heralla säilymisen perustuessa happamuuteen ja hapettomuuteen. Jyvässäilötty vilja litistetään ennen eläimille syöttöä.

Jyvässäilöittäessä vilja puidaan myöhemmin kuin korjataan kokoviljasäilörehua tehtäessä ja itävi-en hukkakauran siementen riski on suurempi. Tuoresäilönnässä vältetään kuivurin kautta tuleva hukkakauran leviämiskäsi. Kosteaa viljan käsittely propionihapolla on erinomaista rehua eläimille, mutta se ei ole sopiva siemenviljalle, jonka elinkyvyn se tuhoaa. Samoin ilmatiiviissä säilönnässä viljan itävyys vähenee (Nash 1985, Brooker ym. 1992). Urealannoituksen haitallisen vaikutuksen siementen itävyyteen on osoitettu johtuvan ammoniakista, jota muodostuu urean hydrolyysissä ureaasientsyymien vaikutuksesta (Bremner ja Krogmeier 1989).

Hukkakauran säilöntätutkimusten tarkoituksena oli tuottaa tietoa hukkakauran leviämiseen liittyvistä riskeistä, joiden perusteella viranomainen voi tarkentaa hukkakauran torjumiseksi annettavia ohjeita kasvuston korjuusta, säilönnästä ja käytöstä eläinten rehuna. Tässä tutkimuksessa selvitettiin säilyykö hukkakauran siementen itävyys propionihapolla, urealla tai ilmatiiviisti ilman säilöntäainetta jyvässäilöttyssä viljassa.

Aineisto ja menetelmät

Hukkakaura kerättiin yksityiseltä maatilalta hukkakauran saastuttamasta ohrakasvustosta 1.8.2007 ennen ohran puintia varisemisen estämiseksi. Koko kasvi irrotettiin maasta ja juuriosa leikattiin pois hävitettäväksi. Kasviin jätettiin mahdollisimman paljon kortta hukkakauran siementen jälkituleentumisen edistämiseksi. Hukkakaurakasvit levitettiin kuivumaan muovin päälle betonilattialle huoneeseen, jonka lämpötila vaihteli välillä 18-22 °C ja suhteellinen kosteus 62-85 %. Hukkakauran siemenet varisteltiin röyhyistä ennen säilöntää ja niistä otettiin näytteet itävyys- ja koostumusanalyysiin. Itävyys määritettiin 400 siemenestä. Säilönnässä käytetyn ohran (kaksitahoinen Annabell-lajike) kuiva-aineen kehitystä seurattiin Wile-kosteusmittarilla. Ohra puitiin 25 %:n kosteudessa MTT:n pelloilta Jokioisilla 16.8.2007 ja säilöttiin hukkakauran siementen kanssa pieniin koesiiloihin (120 ml:n lasipullo). Koeksessa oli kolme säilöntäainekäsittelyä (ilman säilöntäainetta, propionihappo ja urea), kaksi siilon sulkemistapaa (avoin normaalin jyväsäilönnän tapaan ja tiiviisti korkilla suljettu siilo) sekä kaksi säilöntäaikaa (3 ja 12 viikkoa). Kullakin koekäsittelyllä tehtiin kolme rinnakkaissiiloa, yhteensä 36 siiloa. Kutakin kolmea säilöntäainekäsittelyä varten sekoitettiin 100 g hukkakauran siemeniä ja 900 g ohran jyviä, joihin levitettiin säilöntäaineet: 99-prosenttista propionihappoa 1 % tai ureaa 2,5 % viljan tuorepainosta. Urea liuotettiin ensin kuumaan veteen (2/5 ureaa ja 3/5 vettä) ja levitettiin vesiliuoksena. Hukkakauran siemeniä säilöttiin ohran jyvien seassa 300-400 siementä/siilo. Lisäksi säilöntäaineella käsitellyistä eristä erotettiin noin 50 hukkakauran siementä pintanäytteeksi avoimiin siiloihin parin sentin paksuudelta ja päälle kerros ohran jyviä. Siilot varastoitiin pimeässä (peitettynä) samassa huonetilassa kuin hukkakaurat ennen säilöntää. Siilot tyhjennettiin 21 ja 84 vuorokauden kuluttua säilönnästä. Hukkakauran siemenet erotettiin itävyysmääritykseen, pinnassa olevat hukkakaurat erikseen. Loppuosasta eli ohran jyvistä tehtiin typpi- ja säilöntälaatuanalyysit: pH, haihtuvat rasvahapot (VFA), pelkistävät sokerit ja ammoniumtyppi sekä urealla säilötyistä urea.

Hukkakauran siementen itävyys määritettiin Eviran Tutkimus- ja analytiikkaosaston Kasvianalytiikkayksikön laboratorioissa Loimaalla. Koostumus- ja säilöntälaatuanalyysit tehtiin MTT:n Eläinravitsemusryhmän laboratorioissa Jokioisilla.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Hukkakauran itävyys ja koostumus säilöittäessä

Hukkakauran siementen itävyys oli säilöittäessä 61 % ja 100 siemenen paino oli 2,5 g (n=6). Säilötyssä erässä oli erikokoisia ja -värisiä hukkakauran siemeniä tuleentumisasteesta riippuen. Niistä pienet vaaleat hukkakauran siemenet, joiden 100 siemenen paino oli vain 0,9 g, itivät kuitenkin yhtä hyvin (53 %) kuin isot vaaleat (52 %). Tummiin siementen itävyys oli paras (71 %). Pienissä hukkakauran siemenissä oli enemmän kuorta, kuitua ja ligniiniä ja vielä vähemmän tärkkelystä kuin säilötyssä hukkakauraaerässä keskimäärin ja se oli huonompaa ravintoarvoltaan kuin huono katokaura (Taulukko 1). Ohran kuiva-ainepitoisuus säilöittäessä oli 24 %.

Taulukko 1. Hukkakauran koostumus jyväsäilöntäkoeksessa verrattuna kahteen eri laatuiseen viljeltyyn rehukauraan.

	Tuhka	Raaka- valkuai- nen	Raaka- rasva	Tärkke- lys	NDF ¹⁾	ADF ²⁾	Ligniini
	-----g/kg ka-----						
Hukkakaura, jyväsäilötty	41	115	74	344	440	210	38
Hukkakaura, pienet vaaleat *	44	103	62	237	541	266	48
Ohra, jyväsäilötty	28	80	20	615	187	60	0,6
Viljelty rehukaura							
Kaura, 61 kg/hl ³⁾	28	103	72	476	288	123	28
Kaura, 33 kg/hl ³⁾	30	109	63	246	520	233	37

¹⁾ NDF = neutraalidetergenttikuitu, ²⁾ ADF = happodetergenttikuitu, ³⁾ MTT:n ”Katoviljakoe”, hyvän kauran raakavalkuaispitoisuus oli poikkeuksellisen pieni vuonna 1987 Jokioisilla (Heikkilä, julkaisematon), samoin ohran raakavalkuainen vuonna 2007. * Pienet vaaleat hukkakauran siemenet sisältyivät jyväsäilöttyyn erään.

Hukkakauran itävyyden säilönnän jälkeen

Kaikissa propionihapolla ja urealla säilötyissä suljetuissa siiloissa hukkakauran siementen itävyys oli hävinnyt kolmessa viikossa. Sen sijaan avoimien siilojen pintaosassa parin sentin syvyydessä itävyys säilyi osassa hukkakauran siemeniä, mutta syvemmällä olleiden siementen itävyys oli tuhoutunut. Propionihapolla säilöttyjen avoimien siilojen pinnassa oli itäviä hukkakauran siemeniä 3 viikon säilönnän jälkeen, mutta ei enää 12 viikon säilönnän jälkeen. Urealla säilötyssä pinnassa oli vielä 12 viikon säilönnän jälkeen yksi itävä siemen. Ilman säilöntäainetta jyväsäilötty hukkakaura ei menettänyt itävyyttään avoimessa eikä ilmatiiviisti suljetussa siilossa 3 viikon eikä 12 viikon säilönnässä, mutta itävyys väheni suljetussa ilmatiiviissä siilossa 12 viikon säilönnässä (Taulukko 2).

Ilmatiiviisti suljetuissa ilman säilöntäainetta säilötyissä siiloissa muodostui myös kaasua, sillä hiilidioksidin määrä lisääntyy ilmatiiviissä säilönnässä. Propionihapolla ja urealla säilötyissä siiloissa ei muodostunut kaasua. Nashin (1985) mukaan viljan alkio kuolee hapen puutteeseen ilmatiiviissä säilönnässä, mutta itävyyden vähenemisen nopeus vaihtelee paljon. Itämiskyvyn heikkeneminen on nopeampaa kosteammassa viljassa kuin kuivassa viljassa. Kosteuspitoisuuden ollessa 17 % oli itämiskykyä jäljellä vielä kolmen kuukauden varastoinnin jälkeen. Nyt tehdyssä tutkimuksessa hukkakauran siemenet eivät menettäneet kokonaan itävyyttään kolmessa kuukaudessa, kun ilmatiiviisti säilötyn ohran kosteus säilönnän jälkeen oli 22 %. Hukkakauran itävyys kuitenkin väheni 61:sta prosentista 16 prosenttiin. Hukkakaura saattaa olla vastustuskykyisempi kuin viljeltyt viljat. Säilöntäaika olisi pitänyt olla pidempi hukkakauran itävyyden säilymisen selvittämiseksi ilmatiiviissä säilönnässä. Avoimissa ilman säilöntäainetta säilötyissä siiloissa hukkakauran itävyys oli vielä kolmen kuukauden päästä korkea. Käytännössä avoimessa kasassa ilman säilöntäainetta säilötty vilja ei tule kysymykseen, sillä se pilaantuu. Tässä kokeessa ilman säilöntäainetta säilöttyt avoimissa siiloissa olleet siemenet olivat tunkaisen, homeisen hajuisia ja osin homeisia ohran jyviä oli nähtävissä. Jos hukkakauran siemeniä jää esimerkiksi kitkemisen jälkeen avoimeen kasaan ilman vaikutuksen alaiseksi, aiheuttavat ne selvän leviämiskäsitteen. Vahva dormanssi suojaa hukkakauran siemeniä viljeltyjä viljoja paremmin sekä pilaantumislta että itävyyden menetykseltä. Hannukalan ja Huhtasen (1986) tutkimuksissa ohran itävyyden ollessa noin 20 % korjuun jälkeen, korkein 2,5 %:n ureakäsittely esti ohran itävyyden kahden viikon jälkeen ja pienin (1 % ureaa) kahdeksassa viikossa, mutta ohrassa esiintyi homeita, kun kosteus oli 32 %. Hukkakauran siemenet menettivät itävyyden ammoniakkin vesiliuoksessa (0,2 %) nopeasti (Rieder 1966).

Taulukko 2. Hukkakauran idätettyjen siementen määrä ja itävyys 3 ja 12 viikon jälkeen säilönnästä

Säilöntäkäsittely	3 viikon jälkeen säilönnästä		12 viikon jälkeen säilönnästä	
	Idätetty kpl	Itävyys %	Idätetty kpl	Itävyys %
Ei säilöntäainetta				
Avoin siilo	1200	90	1053	86
Suljettu siilo	1186	88	1102	16
Propionihappo				
Avoin siilo, pinta	159	3	155	0
Avoin siilo, pinnan alla	1150	0	1107	0
Suljettu siilo	1135	0	1207	0
Urea				
Avoin siilo, pinta	158	13	162	1
Avoin siilo, pinnan alla	1060	0	1095	0
Suljettu siilo	1084	0	1497	0

Tulosten perusteella propionihapolla ja urealla jyväsäilötyn hukkakauran itävyyden häviäminen edellyttää, että siilo/auma/kasa peitetään tiiviisti. Tämä ei vastaa yleisiä jyväsäilöntäohjeita, joiden mukaan

peittäminen ei ole tarpeellista. Peittäminen on kuitenkin hukkakauran esiintyessä tärkeää, koska avoimeen pintaan jäävät hukkakauran siemenet voivat säilyä itämiskykyisinä ja muodostavat erityisen leviämiskäsitteilyttään eri aikoina. Säilönnän aikana tapahtui hyvin vähän käymistä. Etikkahappoa muodostui vähän kaikilla käsittelyillä ja maitohappoa vain urealla säilötyssä ohrassa. Propionihapolla säilöittäessä pH oli alin ja viljassa oli selvä propionihapon haju. Propionihappoa oli 6,8 g/kg ka, joka on suoraan käytettävissä eläimen energialähteenä. Propionihappo on normaali pötsiaineenvaihdunnan lopputuote. Urea-säilönnällä pH oli korkein emäksisen ammoniakkin vuoksi, jonka selvä haju oli aistittavissa. Kaikki urea ei ollut hajonnut ammoniakiksi, vaan sitä oli jäljellä vielä ureana. Märemmässä viljassa urea olisi todennäköisesti hajonnut enemmän ammoniakiksi. Ureasäilöntä lisäsi ohran typpipitoisuuden noin kaksinkertaiseksi niin, että raakavalkuaispitoisuus lisääntyi 166-173 grammaan/kg ka. Ammoniakkipitoisuus tuoreessa ohrassa oli 0,2 -0,3 %.

Taulukossa 3 on esitetty jyväsäilöttyjen ohrien säilönnällinen laatu. Avoimien ja suljettujen sillojen välillä oli koostumuksessa hyvin vähän eroa, siksi tulokset on esitetty vain säilöntäainekäsittelyittäin eri aikoina. Säilönnän aikana tapahtui hyvin vähän käymistä. Etikkahappoa muodostui vähän kaikilla käsittelyillä ja maitohappoa vain urealla säilötyssä ohrassa. Propionihapolla säilöittäessä pH oli alin ja viljassa oli selvä propionihapon haju. Propionihappoa oli 6,8 g/kg ka, joka on suoraan käytettävissä eläimen energialähteenä. Propionihappo on normaali pötsiaineenvaihdunnan lopputuote. Urea-säilönnällä pH oli korkein emäksisen ammoniakkin vuoksi, jonka selvä haju oli aistittavissa. Kaikki urea ei ollut hajonnut ammoniakiksi, vaan sitä oli jäljellä vielä ureana. Märemmässä viljassa urea olisi todennäköisesti hajonnut enemmän ammoniakiksi. Ureasäilöntä lisäsi ohran typpipitoisuuden noin kaksinkertaiseksi niin, että raakavalkuaispitoisuus lisääntyi 166-173 grammaan/kg ka. Ammoniakkipitoisuus tuoreessa ohrassa oli 0,2 -0,3 %.

Taulukko 3. Jyväsäilöttyjen ohrien käymislaatu ja urea- ja raakavalkuaispitoisuus

Säilöntäkäsittely	pH	Sokeri	Maitohappo	Etikkahappo	Propionihappo	NH ₄ -N	Urea	Raakavalkuainen
								-----g/kg ka-----
3 viikkoa säilönnän jälkeen								
Ilman säilöntäainetta	6,56	24	0	1,0	0,1	1,2		81
Propionihappo	5,14	27	0	1,3	6,8	1,7		81
Urea	8,59	13	1	1,0	0,0	94	21	173
12 viikkoa säilönnän jälkeen								
Ilman säilöntäainetta	6,48	18	0	0,6	0,1	1,7		86
Propionihappo	5,20	31	0	1,1	6,8	2,8		85
Urea	8,53	15	1,6	1,7	0,1	110	18	166

Johtopäätökset

Hukkakaura menetti itävyytensä propionihapolla tai urealla jyväsäilötyssä viljassa tiiviisti suljetuissa silloissa kolmessa viikossa. Sen sijaan avoimien sillojen pinnassa oli itäviä hukkakauran siemeniä. Hukkakauran siementen itävyyden häviäminen propionihappo- ja ureakäsittelyssä edellyttää, että sillo/auma/kasa peitetään tiiviisti. Peittäminen ei vastaa jyväsäilönnän yleisiä ohjeita, mutta se on hukkakauran esiintyessä välttämätöntä. Avoimeen pintaan jäävät hukkakauran siemenet voivat säilyä itämiskykyisinä ja aiheuttaa leviämiskäsitteilyttään eri aikoina. Säilöntäaineen annostus riippuu viljan kosteudesta. Riittävä säilöntäaineen määrä ja annostustarkkuus ovat edellytyksiä onnistuneelle säilönnälle. Ilmatuviissä säilönnässä ilman säilöntäainetta hukkakauran itävyys väheni, mutta ei hävinnyt kolmen kuukauden tutkimusaikana. Erityinen riski on avoimeen kasaan ilman vaikutuksen alaiseksi jääneet hukkakauran siemenet, sillä ne säilyttävät itävyytensä. Tämän tutkimuksen perusteella huolellinen viljan jyväsäilöntä propionihapolla tai urealla saattaa erityistapauksissa viranomaisen salliessa sopia hukkakauraisen kasvuston korjuuseen, jolloin korjuuvelvoite täyttyy eikä tukia ja satoa menetä. Vaikka vilja puidaan jyväsäilönnässä normaalia aikaisemmin, on osa hukkakauran siemenistä ehtinyt varista. Toisaalta uudet sivuversot ennättävät tuottaa itämiskykyisiä siemeniä. Maahan varisseet siemenet voivat itää ja tuottaa itäviä siemeniä vielä syksyn aikana, joten hukkakaurainen alue pitää käsitellä glyfosaattivalmisteella tai muokata mekaanisesti torjuntasuunnitelman mukaan.

Kirjallisuus

- Brooker, D.B., Bakker-Arkema, F.W. & Hall, C.W.** 1992. Drying and storage of grain and oilseeds. ISBN 0-442-20515-5. p. 4-5.
http://www.google.com/books?id=qx-BaufhXKCoC&printsec=frontcover&hl=fi&source=gbs_v2_summary_r&cad=0#v=onepage&q=&f=false
- Blackshaw, R. E. & Rode, L. M.** 1991. Effect of ensiling and rumen digestion by cattle on weed seed viability. *Weed Science* 39: 104-108.
- Bremner, J.M. & Krogmeier, M.J.** 1989. Evidence that the adverse effect of urea fertilizer on seed germination in soil is due to ammonia formed through hydrolysis of urea by soil urease. *The Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 86: 8185-8188.
- Evira** 2009. 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
- Harker, K.N., Kirkland, K.J., Baron, V.S. & Clayton, G.W.** 2003. Early-harvest barley (*Hordeum vulgare*) silage reduces wild oat (*Avena fatua*) densities under zero tillage. *Weed Technology* 17: 102-110.
- Huhtanen, P.** 1988. Rehuviljan säilöntämenetelmät. Teoksessa: Rehuviljan tuoresäilöntä Maatalouskeskusten Liiton julkaisuja no 761: Tieto tuottamaan 50: 19-29. ISSN 0355-1296.
- Hannukkala, A. & Huhtanen, P.** 1986. Urea treatment of barley grain. Effect on storage properties and fungal growth. *Journal of Agricultural Science in Finland* 58: 197-208.
- 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>
- Nash, M.J.** 1985. Crop conservation and storage in cool temperate climates. Second edition. Oxford. Pergamon Press Ltd. ISBN 0-08 029809-5. 286 p.
- Palva, R.** 2005. Tuoresäilöntämenetelmät. Teoksessa: Reetta Palva, Anna-Maija Kirkkari, Hanne Teräväinen (toim.). Viljasadon käsittely ja käyttö: Viljan tuoresäilöntä. ProAgria Maaseutokeskusten Liiton julkaisuja nro 1012: Tieto tuottamaan 108: 55-59. ISSN 0357-7295.
- Palva, R. & Siljander-Rasi, H.** 2003. Kuivaamattoman viljan käyttö lihasikoja kasvattavalla tilalla. Työteho-seuran julkaisuja 388. 59 p.
- Rieder, R.** 1966. Der Einfluss des Schwemmistes auf die Unkrautverbreitung und die Anwendung der Tetrazolium-Methode bei Unkrautsamen. Dissertation, Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim 119 p.
- Saarisalo, E., Heikkilä, T., Jalli, H., Poikulainen, J., Köylijärvi, S. & Jaakkola, S.** 2008. Hukkakauran siementen itävyyden säilyminen kokoviljasäilörehussa. Teoksessa: Leena Rantamäki-Lahtinen (toim.). Maataloustieteen Päivät 2008, 10.-11.1.2008, Viikki, Helsinki: esitelmä- ja posteritivistelmät. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 24: p. 107. http://www.smts.fi/mpol2008/index_tiedostot/Esitelmat/es085.pdf