

## Vetyperoksidia ja natriumbentsoattia sisältävä säilöntäaine nurmirehun säilönnässä

Heikkilä, T.<sup>1)</sup>, Saarisalo, E.<sup>1,2)</sup> ja Khalili, H.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, MTT / Kotieläintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>2)</sup> Nykyinen osoite: Maa- ja metsätalousministeriö, Elintarvike- ja terveysosasto, PL 30, 00023 Valtio-  
neuvosto, etunimi.sukunimi@mmm.fi

### Tiivistelmä

Säilörehun teossa tavoitteena on ruohon rehuarvon säilyminen mahdollisimman hyvänä, mikä tarkoittaa hyvää käymislaatua, pieniä ravintoainetappioita ja hyvää aerobista stabiilisuutta siilon/paalin avaamisen jälkeen. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää vetyperoksidia ja natriumbentsoattia sisältävän säilöntäaineen vaikutusta lievästi ja pitkälle esikuivatun nurmisäilörehun käymislaatuun ja aerobiseen stabiilisuuteen.

Koesäilörehut tehtiin timotei-nurminadan (*Phleum pratense* – *Festuca pratensis*) ensimmäisestä sadosta, lievästi ja pitkälle esikuivatusta ruohosta kuiva-ainetavoitteiden ollessa 25-30 % ja 40-50 % (KA1 ja KA2). Nurmi niitettiin niittomurskaimella karholla, esikuivattiin ja korjattiin tarkkuussilppurilla ilman säilöntäainetta. Ruohot säilöttiin koesiiloihin (KA1: 7,0 kg/siilo ja KA2: 4,5 kg/siilo) ilman säilöntäainetta, muurahaishapolla (85 %, w/w), 5 l/t ja vetyperoksidin ja natriumbentsoatin vesiliuoksella, 5 l/t (Solvay H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Forage nurmirehun säilöntäliuos, valmistaja Solvay Chemicals Finland Oy). Koeliuos sisälsi 19,5 % (w/w) vetyperoksidia (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), 15 % (w/v) natriumbentsoattia ja 0,5 % (w/v) fosfonaattistabilointiaineita. Kutakin säilöntäkäsittelyä tehtiin kolme rinnakkaista siiloa. Siilot avattiin 110-138 vuorokauden kuluttua säilönnästä, jolloin määritettiin säilörehun käymislaatu ja aerobinen stabiilisuus seuraamalla rehun lämpötilan muutosta sen joutuessa ilman vaikutuksen alaiseksi.

Käymislaadultaan kaikki säilörehut olivat hyviä. Korkeampi kuiva-aine rajoitti selvästi käymistä kaikissa rehuissa. Kuivemmissä säilörehuissa (ka 44 %) pH-arvo ja sokeripitoisuus olivat suuremmat ja vastaavasti maito- ja etikkahappo- ja etanolipitoisuudet sekä ammoniumtypen osuus kokonaistypestä olivat pienemmät kuin tuoreemmissä säilörehuissa (ka 29 %). Voihappoa esiintyi säilörehuissa hyvin vähän. Vetyperoksidi-natriumbentsoatti- säilöntäaineella ja ilman säilöntäainetta tehtyjen rehujen välillä ei ollut merkitsevää eroa säilörehun pH:ssa, maitohappo-, propionihappo- ja käymishappojen kokonaispitoisuudessa eikä ammoniumtypen ja liukoisen typen osuudessa kokonaistypestä. Koesäilöntäaineella tehdyssä rehussa oli hieman vähemmän sokeria ja enemmän etanolia kuin ilman säilöntäainetta tehdyssä rehussa ja vaikutus oli suurempi tuoreemmassa rehussa kuin kuivemmassa (yhdyksvai-  
kut). Muurahaishappo rajoitti tyypillisesti rehujen käymistä lähes kaikkien parametrien kohdalla, jolloin rehussa oli alempi pH, sokeria enemmän, käymishappoja vähemmän ja valkuainen hajonnut vähemmän kuin muilla säilöntäainekäsittelyillä.

Säilörehun aerobista stabiilisuutta vetyperoksidi-natriumbentsoattiliuos paransi merkitsevästi ilman säilöntäainetta tehtyyn ja muurahaishapolla tehtyyn säilörehuun verrattuna vaikutuksen ollessa suurempi tuoreemmassa (ka 29 %) rehussa kuin kuivemmassa (ka 44 %) rehussa. Ilman säilöntäainetta tehty tuoreempi rehu alkoi lämmetä kolmen vuorokauden kuluttua siilojen avaamisesta ja koeliuoksella säilötty noin neljä vuorokautta tätä myöhemmin muurahaishapporehun lämpenemisherkkyiden ollessa niiden välillä. Aerobisen stabiilisuuden paraneminen vetyperoksidi-natriumbentsoattiliuosta käytettäessä perustui todennäköisesti natriumbentsoattiin.

Asiasanat: nurmisäilörehu, säilöntäaine, muurahaishappo, vetyperoksidi, natriumbentsoatti, aerobinen stabiilisuus

## Johdanto

Säilörehun teossa tavoitteena on ruohon rehuarvon säilyminen mahdollisimman hyvänä, mikä tarkoittaa hyvää käymislaatua, pieniä ravintoainetappioita ja hyvää aerobista stabiilisuutta siilon/paalin avaamisen jälkeen. Vetyperoksidi tunnetaan desinfiointi- ja valkaisuaineena, jota käytetään muun muassa sellumassan ja tekstiilien valkaisuun sekä desinfiointiaineena lääke- ja elintarviketeollisuudessa. Vetyperoksidin teho perustuu siihen, että se hajoaa helposti vedeksi ja voimakkaasti hapettavaksi hapoksi. Natriumbentsoaatti on yleinen säilöntäaine, jota käytetään kotitaloudessa ja elintarviketeollisuudessa. Se on myös osana monissa nurmirehun säilöntäaineissa. Natriumbentsoaatilla on antimikrobisia vaikutuksia ja se on tehokkaampi matalassa pH:ssa (Woolford 1975). Natriumbentsoaatti voi myös parantaa aerobista stabiilisuutta yhdistettäessä se maitohappobakteerien kanssa (Saarisalo ym. 2006). Rehujen lisäaineet mukaan lukien säilörehun lisäaineet (säilöntäaineet), hyväksytään Euroopan yhteisön tasolla. Vetyperoksidi ja natriumbentsoaatti ovat hyväksytyjen lisäaineiden listalla (EU lisäainerekisteri) ja niistä kuten muistakin lisäaineista, tulee jättää hakemus uudelleenarviointiin vuoden 2010 aikana. Rehun lisäaineet on sijoitettu eri luokkiin niiden käyttötarkoituksen ja ominaisuuksien perusteella ja luokkien sisällä lisäaineet jaotellaan edelleen funktionaalisiin ryhmiin tärkeimmän käyttötarkoituksen tai tärkeimpien käyttötarkoitusten mukaan. Säilörehun lisäaineet ovat Luokassa 1: Teknologiset lisäaineet, funktionaalisisessa ryhmässä k: säilörehun lisäaineet (Evira 2009).

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää yhteistyössä Berner Oy:n kanssa vetyperoksidia ja natriumbentsoaattia sisältävän säilöntäaineen vaikutusta käymislaatuun ja aerobiseen stabiilisuuteen lievästi ja pitkälle esikuivatussa nurmirehussa kuiva-ainetavoitteiden ollessa 25-30 % ja 40-50 %.

## Aineisto ja menetelmät

Koesäilörehut tehtiin timotei-nurminatanurmen (*Phleum pratense* – *Festuca pratensis*) ensimmäisestä sadosta. Nurmi niitettiin 12.6.2007 klo 15.30 niittomurskaimella karholle, esikuivattiin ja korjattiin tarkkuussilppurilla ilman säilöntäainetta 19 tunnin kuluttua niitosta lievästi esikuivattuna (KA1) ja 45 tunnin kuluttua niitosta pitkälle esikuivattuna (KA2). Ruohot säilöttiin sylinterinmuotoisiin 12 dm<sup>3</sup>:n koesiiloihin (KA1: 7,0 kg/siilo ja KA2: 4,5 kg/siilo) ilman säilöntäainetta, muurahaishapolla (85 %, w/w), 5 l/t ja vetyperoksidin ja natriumbentsoaatin vesiliuoksella, 5 l/t (Solvay H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Forage nurmirehun säilöntäliuos, valmistaja Solvay Chemicals Finland Oy). Koeliuos sisälsi 19,5 % (w/w) vetyperoksidia (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), 15 % (w/v) natriumbentsoaattia ja 0,5 % (w/v) fosfonaattistabilointiaineita. Jokaista säilöntäkäsittelyä kohti tehtiin kolme rinnakkaisista siiloa, jotka varastoitiin huonelämpötilassa (18-20°C) pimeässä. Siilot avattiin 110-138 vuorokauden kuluttua säilönnästä, yhden rinnakkaiset kerrallaan, ja säilörehuista otettiin näytteet sekä laitettiin välittömästi aerobisen stabiilisuuden mittaukseen. Säilörehujen lämpenemisherkkyys mitattiin seuraamalla 10 päivän ajan styroxlaatikoihin laitettujen säilörehujen lämpötilan muutosta rehuun sijoitetun lämpötila-anturin avulla säilörehun joutuessa ilman vaikutuksen alaiseksi kannessa olevan aukon kautta. Rinnakkaiset näytteet sijoitettiin kahteen kaappiin, joiden lämpötila pidettiin mahdollisimman vakiona 20±1°C.

Ruohosta otettiin näytteet rehunteon yhteydessä ja säilörehuista siilojen avauksen yhteydessä. Raaka-aineesta määritettiin kuiva-aine, tuhka, kokonais- ja liukoinen typpi, neutraalidetergenttikuitu (NDF), pelkistävät sokerit, puskurikapasiteetti ja *in vitro*-sulavuus sellulaasimenetelmällä. Säilörehuista määritettiin kuiva-aine, tuhka, pH, maitohappo, haihtuvat rasvahapot (VFA: etikka-, propioni-, voi-, isovoi-, valeriaana-, isovaleriaana- ja kapronihappo), pelkistävät sokerit, etanoli, kokonais-, liukoinen ja ammoniumtyppi. Näytteet analysoitiin MTT:n Eläinravitusryhmän laboratorioissa Jokioisilla.

Säilörehujen koostumus, käymislaatu ja aerobinen stabiilisuus testattiin varianssianalyysillä SAS:n GLM proseduurilla. Mallissa oli kuiva-aineen ja säilöntäainekäsittelyn vaikutus sekä kuiva-aine x säilöntäainekäsittely -yhdysvaikutus. Säilöntäainekäsittelyjen (ei säilöntäainetta, vetyperoksidinatriumbentsoaatti ja muurahaishappo) väliset erot testattiin parivertailulla käyttäen t-testiä.

## Tulokset ja tulosten tarkastelu

Säilörehun raaka-aineen sulavan orgaanisen aineen pitoisuudet eli D-arvot olivat 68 % ja 69 % (KA1 ja KA2). Sulavuus oli kuivemmassa ruohossa hieman korkeampi, mikä saattoi johtua kasvustoeroista, vaikka rehut tehtiin samalta karholta. Vastaavat kuitupitoisuudet (NDF) olivat 557 ja 561 g/kg ka. Sokeripitoisuus oli lyhyemmän aikaa esikuivatussa ruohossa suurempi kuin pidempään kuivatussa ruohossa (121 vs 105 g/kg ka), mikä on todettu myös aiemmissa tutkimuksissa (Heikkilä ym. 2002).

**Säilörehun koostumus ja käymislaatu**

Säilörehun kuiva-ainepitoisuudet olivat tavoitealueella eli 29 % ja 44 %. Tuhkapitoisuus oli hieman suurempi ( $P<0,05$ ) koeliuksella ja ilman säilöntäainetta säilötyissä rehuissa kuin muurahaishapporehussa, mitä voi selittää runsaampi käyminen ja vetyperoksidi-natriumbentsoaattiliuoksessa tuleva pieni natriumliösä. Aistinvaraisesti ja käymislaadultaan kaikki säilörehut olivat hyviä (Taulukot 1 ja 2).

**Kuiva-aineen vaikutus**

Suurempi kuiva-ainepitoisuus rajoitti selvästi käymistä kaikissa säilöntäainekäsittelyissä. Kuivemmissä säilörehuissa pH-arvo ja sokeripitoisuus olivat suuremmat ( $P<0,001$ ), ja vastaavasti maito- ja etikahappo- ja etanolipitoisuudet sekä ammoniumtypen osuus kokonaistypestä olivat pienemmät ( $P<0,001$ ) kuin tuoreemmissä säilörehuissa. Voihappoa ja isovaleriaanahappoa esiintyi säilörehuissa hyvin vähän. Valeriaanahappoa oli vain hieman kuivemmissä rehuissa ja kapronihappoa yhdessä koeliuosrehun kuivassa näytteessä.

**Säilöntäaineen vaikutus**

Vetyperoksidi-natriumbentsoaatti -säilöntäaineella ja ilman säilöntäainetta tehtyjen rehujen välillä ei ollut merkittävää eroa säilörehun pH:ssa, maitohappo-, propionihappo- ja käymishappojen kokonaistypeissä eikä ammoniumtypen ja liukoisen typen osuudessa kokonaistypestä. Koeliuosrehussa oli hieman vähemmän sokeria ja enemmän etanolia ( $P<0,01$ ) kuin ilman säilöntäainetta tehdyssä rehuissa ja vaikutus oli suurempi tuoreemmassa rehuissa kuin kuivemmassa (yhdyksvaikutus  $P<0,05$ ). Rehujen voihappopitoisuus oli merkityksettömän pieni vaikkakin pienempi ( $P<0,05$ ) säilöntäaineilla käsitellyissä verrattuna ilman säilöntäainetta tehtyyn rehuun. Muurahaishappo rajoitti tyypillisesti rehujen käymistä lähes kaikkien parametrien kohdalla, jolloin rehuissa oli alempi pH, sokeria enemmän, käymishappoja vähemmän ja valkuainen hajonnut vähemmän kuin muilla säilöntäainekäsittelyillä.

**Taulukko 1. Säilörehujen koostumus ja käymislaatu**

Säilöntäaine	Koostumus			Käymislaatu					
	Kuiva- aine	Tuhka	Raaka- prote- iini	pH	Soke- ri	Maito- happo	Eta- noli	NH <sub>4</sub> -N	Liukoi- nen N
	g/kg	-----g/kg ka-----			-----g/kg ka-----			-----g/kg N-----	
<b>Kuiva-aine 29 %</b>									
Ei säil.ainetta	288	84,6	151	4,27	46,9	70,2	9,4	61,3	701
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> +Na-bents.	290	84,7	153	4,22	35,5	69,1	11,6	60,7	672
Muurahaishappo	292	83,4	150	4,14	86,5	33,2	8,9	26,1	622
<b>Kuiva-aine 44 %</b>									
Ei säil.ainetta	445	85,0	161	4,72	60,5	46,0	6,5	48,8	673
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> +Na-bents.	442	85,1	160	4,73	58,1	43,8	7,2	48,5	679
Muurahaishappo	444	83,0	158	4,63	119,8	4,8	3,1	22,0	573
SEM	1,2	0,56	1,4	0,019	2,10	1,11	0,40	0,78	6,8
<b>Tilastollinen merkitsevyys</b>									
Kuiva-aine (KA)	***		***	***	***	***	***	***	**
Säilöntäaine		*		***	***	***	***	***	***
KA*Säil.aine yhd					**		*	***	**
<b>t-testi</b>									
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> +Na/Ei säil.a					**		**		
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> +Na / MH	o	*	o	***	***	***	***	***	***
MH / Ei säil.a		*		***	***	***	***	***	***

SEM = keskiarvon keskivirhe, Ei säil.a = Ei säilöntäainetta, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Na-bents. = vetyperoksidi + natriumbentsoaatti, MH = muurahaishappo

Tilastollinen testaus: KA = kuiva-aine, Säil.aine = Säilöntäainekäsittely, KA\*Säil.aine yhd = kuiva-aineen ja säilöntäainekäsittelyn yhdysvaikutus, Ei säil.a = Ei säilöntäainetta

Merkitsevyys: ei merkintää, ei merkitsevä ( $P>0,10$ ), <sup>o</sup>  $P<0,10$ , \*  $P<0,05$ , \*\*  $P<0,01$ , \*\*\* $P<0,001$

**Taulukko 2. Säilörehujen haihtuvat rasvahapot ja käymishapot yhteensä**

Säilöntäaine	Etikka- happo	Propioni- happo	Voi- happo	Isovale- riaana- happo	Valeri- aana- happo	Haihtuvat rasva- hapot <sup>1)</sup> yhteensä	Käymis- hapot yhteensä <sup>2)</sup>
-----g/kg ka-----							
<b>Kuiva-aine 29 %</b>							
Ei säil.ainetta	17,3	0,14	0,16	0,10	0,00	17,7	87,9
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> +Na-bentsoaati	19,1	0,22	0,12	0,11	0,00	19,6	88,7
Muurahaishappo	9,7	0,13	0,12	0,10	0,00	10,0	43,2
<b>Kuiva-aine 44 %</b>							
Ei säil.ainetta	11,7	0,10	0,19	0,08	0,01	12,0	58,1
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> +Na-bentsoaatti	10,9	0,09	0,14	0,11	0,02	11,4	55,1
Muurahaishappo	5,4	0,13	0,15	0,13	0,07	5,9	10,7
SEM	0,28	0,026	0,017	0,010	0,021	0,29	1,21
<b>Tilastollinen merkitsevyys</b>							
Kuiva-aine (KA)	***	*			o	***	***
Säilöntäaine	***		*	*		***	***
KA*Säil.aine yhdysvaik.	***	o		*		***	***
<b>t-testi</b>							
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> +Na-bents. / Ei säil.a	o		*	o		o	
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> +Na-bents. / MH	***					***	***
MH / Ei säil.a	***		*	*		***	***

<sup>1)</sup>Haihtuvat rasvahapot (VFA: volatile fatty acids): etikka-, propioni-, voi-, isovoi-, isovaleriaana-, valeriaana- ja kapronihappo. Isovihappoa ei esiintynyt missään näytteessä.

<sup>2)</sup>Käymishapot yhteensä = haihtuvat rasvahapot + maitohappo

SEM = keskiarvon keskivirhe, Ei säil.a = Ei säilöntäainetta, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Na-bents. = vetyperoksidi + natriumbentsoaatti, MH = muurahaishappo

Tilastollinen testaus: KA = kuiva-aine, Säil.aine = Säilöntäainekäsittely, KA\*Säil.aine yhd = kuiva-aineen ja säilöntäainekäsittelyn yhdysvaikutus, Ei säil.a = Ei säilöntäainetta

Merkitsevyys: ei merkintää, ei merkitsevä (P>0,10), <sup>o</sup>P<0,10, \* P<0,05, \*\* P<0,01, \*\*\*P<0,001

Kaikki tutkitut säilörehut olivat laadultaan hyviä säilörehun laatuvaatimusten mukaan (Taulukko 3, MMM päätös 48/1999), joita käytettiin aiemmin Suomessa kansallisessa säilöntäaineiden hyväksymismenettelyssä ja nyt vapaaehtoisen nurmirehun säilöntäaineen maatilatestauksen arviointikriteerinä.

**Taulukko 3. Säilörehun laatuvaatimusten laatutekijöiden ylärajat eri säilörehun laatuiluokissa verrattuna tutkittujen säilörehujen tuloksiin tuoreessa säilörehussa**

Laatutekijä	Säilörehun laatuiluokka		Kuiva-aine 29 %			Kuiva-aine 44 %		
	Hyvä	Tyydyt- tävä	Ei säil. ainetta	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + Na- bents.	Muura- hais- happo	Ei säil. ainetta	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + Na- bents.	Muura- hais- happo
Maitohappo (g/kg)	25,0	ei rajoi- tusta	20,3	20,0	9,7	20,5	19,3	2,1
Etikkahappo (g/kg)	6,0 <sup>2</sup>	10,0 <sup>2</sup>	5,0	5,5	2,8	5,2	4,8	2,4
Voihappo (g/kg)	1,0	1,0	0,04	0,04	0,04	0,08	0,06	0,07
NH <sub>4</sub> -N/kok.N (g/kg) <sup>1)</sup>	80 <sup>2</sup>	120 <sup>2</sup>	61	61	26	49	49	22
Happamuus (pH) <sup>2)</sup>	4,20 <sup>3</sup>	4,20 <sup>3</sup>	4,27	4,22	4,14	4,72	4,73	4,63

<sup>1)</sup>Ammoniumtyppi kokonaistypestä, g/kg

<sup>2)</sup> Poikkeukset pH:n osalta: Jos säilörehun kuiva-ainepitoisuus on 275 – 450 g/kg, pH voi sekä hyvän että tyydyttävän säilörehun luokassa ylittää arvon 4,20.

Jokaisessa luokassa pH voi olla 0,2 yksikköä korkeampi, jos sokeripitoisuus on vähintään 30 g/kg kuiva-ainetta. Näiden sääntöjen mukaan tuoreemman (kuiva-aine 29 %) hyvän rehun pH voisi olla 4,45 ja kuivemman (kuiva-aine 44 %) pH voisi olla 5.

### *Aerobinen stabiilisuus*

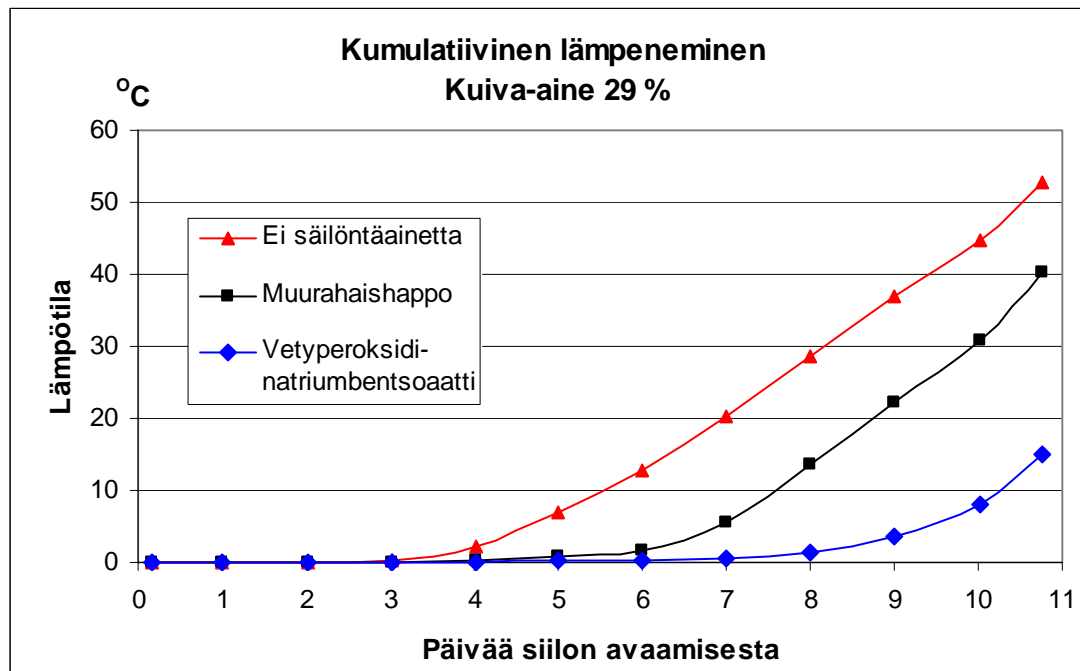
Vetyperoksidi-natriumbentsoaattiliuos paransi merkittävästi säilörehun aerobista stabiilisuutta ilman säilöntäainetta ja muurahaishapolla tehtyyn säilörehuun verrattuna vaikutuksen ollessa suurempi tuoremmassa (ka 29 %) säilörehussa kuin kuivemmassa (ka 44 %) rehussa. Tuorempi säilörehu lämpeni nopeammin ja enemmän kuin kuivempi säilörehu kaikilla säilöntäainekäsittelyillä. Ilman säilöntäainetta tehty tuorempi rehu alkoi lämmitä kolmen vuorokauden päästä siilojen avauksesta ja vetyperoksidi-natriumbentsoaattiliuoksella säilötty rehu noin neljä vuorokautta myöhemmin muurahaishapporehujen lämpenemisherkkyden ollessa niiden välillä. Kuvioissa 1 ja 2 on esitetty kumulatiivinen lämpeneminen. Aerobisen stabiilisuuden paraneminen vetyperoksidi-natriumbentsoaattiliuosta käytettäessä perustui todennäköisesti natriumbentsoattiin, jota tuli rehuun säilöntäaineessa 750 g tonnia kohti säilöntäaineen annostustasolla 5 l/t.

### **Johtopäätökset**

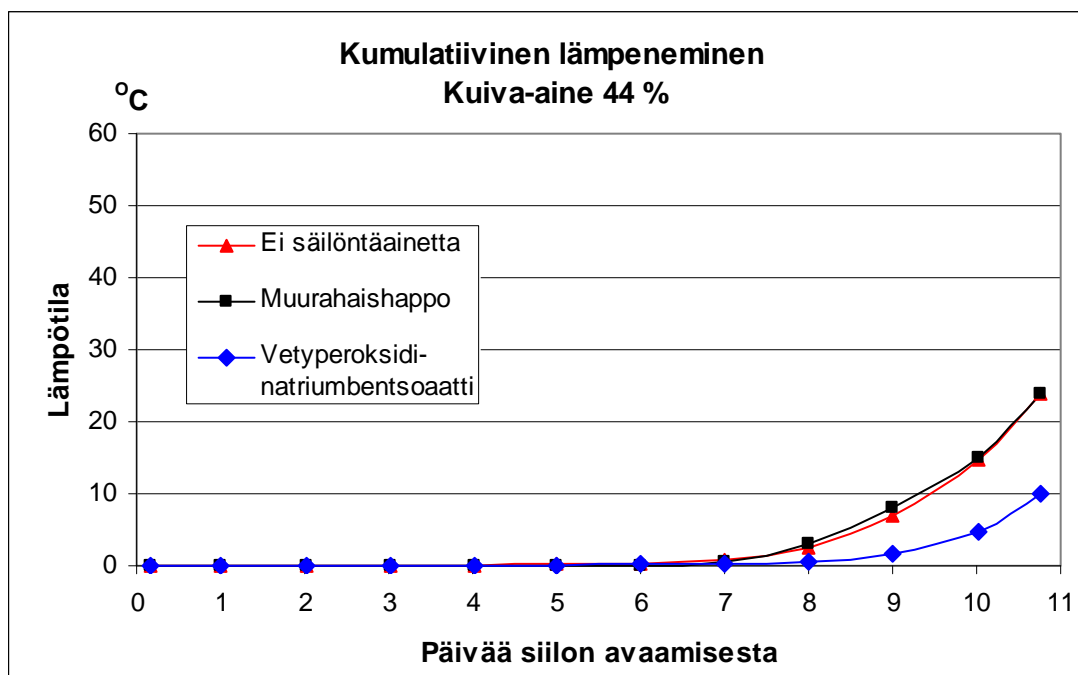
Kaikilla säilöntäainekäsittelyillä tehdyt säilörehut olivat käymislaadultaan hyviä, myös ilman säilöntäainetta tehty säilörehu. Vetyperoksidi-natriumbentsoatti -säilöntäaine ei kuitenkaan parantanut säilörehun käymislaatua ilman säilöntäainetta tehtyyn rehuun verrattuna. Muurahaishapporehut olivat käymislaadultaan molempia muita rehuja parempia, tyypillisesti rajoittuneesti käyneitä. Sen sijaan säilörehun aerobista stabiilisuutta siilojen avaamisen jälkeen vetyperoksidi-natriumbentsoattiliuos paransi merkittävästi verrattuna ilman säilöntäainetta ja muurahaishapolla säilöttyihin rehuihin. Vaikutus oli suurempi tuoremmassa rehussa kuin kuivemmassa. Rehun korkeampi kuiva-ainepitoisuus (29 vs 44 %) vähensi käymistä sekä lämpenemisherkkyttä kaikissa rehuissa. Vetyperoksidi-natriumbentsoatti-säilöntäaineen aerobista stabiilisuutta parantava vaikutus johtui todennäköisesti natriumbentsoatista.

**Kuviot 1 ja 2. Säilörehujen aerobinen stabiilisuus kumulatiivisena lämpenemisenä kuiva-aineittain ja säilöntäainekäsittelyittäin**  
(näytteen lämpötilan ja kaapin lämpötilan ( $\pm 20^{\circ}\text{C}$ ) erotusten summa, vuorokausikeskiarvot)

**Kuvio 1**



Kuvio 2



### Kirjallisuus

**EU-lisäainerekisteri.** Community Register of Feed Additives, pursuant to Regulation (EC) No 1831/2003, Appendixes 3 & 4. Annex: List of additives 22.12.2009, edition 66. p. 61. Viitattu 2.1.2010.

[http://ec.europa.eu/food/food/animalnutrition/feedadditives/comm\\_register\\_feed\\_additives\\_1831-03.pdf](http://ec.europa.eu/food/food/animalnutrition/feedadditives/comm_register_feed_additives_1831-03.pdf)

**Evira** 2009. Lisäaineiden rekisteri.

[http://www.evira.fi/portal/fi/kasvintuotanto\\_ja\\_rehut/rehut/rehun\\_lisaaineet/rehun\\_lisaaineiden\\_rekisteri/](http://www.evira.fi/portal/fi/kasvintuotanto_ja_rehut/rehut/rehun_lisaaineet/rehun_lisaaineiden_rekisteri/)

**Heikkilä, T., Jaakkola, S., Saarisalo, E., Suokannas, A., Helminen, J.** 2002. Kuivatusajan, säilöntäaineen ja muovikerrosten vaikutus pyöröpaalisäilörehun laatuun. In: toim. Marketta Rinne. Maataloustieteen Päivät 2002 : Kotieläintiede, 9.-10.1.2002 Viikki, Helsinki. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja 977: p. 66-70.

**MMM** 1999. Maa- ja metsätalousministeriön päätös tuoreen rehukasvin säilöntäaineista Nro 48/1999.

[http://wwwb.mmm.fi/el/laki/kara/x/rehu\\_ja\\_luomujaosto/MMMp99/p990048.doc](http://wwwb.mmm.fi/el/laki/kara/x/rehu_ja_luomujaosto/MMMp99/p990048.doc)

**Saarisalo, E., Jalava, T., Skyttä, E., Haikara, A. & Jaakkola, S.** 2006. Effect of lactic acid bacteria inoculants, formic acid, potassium sorbate and sodium benzoate on fermentation quality and aerobic stability of wilted grass silage. *Agricultural and Food Science* 15, 3: 185-199.

**Woolford, M.K.** 1975. Microbiological screening of food preservatives, cold sterilants and specific antimicrobial agents as potential silage additives. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 26: 229-237.