

# KINDLUSTUSLISANDITE KASUTAMISE MÕJU PALLISILO KVALITEEDILE JA SILO HERMEETILISUSE UURIMINE

P. Lättemäe

Senised uurimistulemused ja praktika on näidanud, et meie tingimustes on rohusöötade tootmise ja talveks varumise kõige optimaalsem viis silo valmistamine. Silo tehakse enamasti hoidlasse või selle puudumisel sileeritakse rohi tasasele platsile virna. Suhteliselt uueks silovalmistamise viisiks, mida meil on viimasel ajal hakatud rohkesti kasutama, on pallisilo tehnoloogia. Käesoleval ajal toodetakse ligikaudu 25% silost pallisilona. Pallisilo valmistamist on soodustanud selle tehnoloogia paindlikkus ja mõningad eelised võrreldes teistega, kuid nagu uurimistulemused näitavad, kujuneb pallisilo omahind keskmiselt 25% kõrgemaks võrreldes tranšee- või virnsiloga (Lättemäe, 2000b). Pallisilo käärimisel on raskemad tingimused ja suurem oht, et silo võib rikneda. Silo riknemist soodustab teoreetiliselt pallide mitteküllaldane hermeetilisus või selle langus hoidmisel. See võib tuleneda eelkõige kile vigastustest, kuid ka kile hermeetilisust tagavate omaduste halvenemisest. Tulemuste järgi ongi pallisilo suurimaks probleemiks hallitused, mis osutab õhu lekkimisele silosse. Märjema materjali korral ja liblikõieliste sileerimisel esineb ka võihappelist ja täiesti riknenud silo, mille põhjus võib olla nii materjali madal sileeruvus kui ka teised tegurid, näiteks saastumine.

Senised katsete tulemused on näidanud, et silo kvaliteeti on võimalik parandada kindlustuslisandite kasutamisega (Lättemäe jt., 1999; Lättemäe, Sarand, 2000; Lättemäe, 2000a). See väide kehtib ka pallisilo korral, kuid katseandmeid on suhteliselt vähe. Tulemuste järgi on press Orkel olnud efektiivsem kui Claas. Orkel võimaldas ilmselt tihedama pressimise ja seetõttu paremad käärimistingimused. Kindlustuslisandite kasutamisel paranes ka Claasiga pressitud silo kvaliteet.

Pallisilo hermeetilisust ja selle muutumist hoidmisel on vähe uuritud. Põhjuseks on olnud efektiivse seadme puudumine. Rootsi firma Ekolog AB poolt väljatöötatud seade võimaldab pallide hermeetilisust lihtsalt kontrollida. Seadme töö seisneb pallis rõhkude muutumise ajastamises, mis on hindamise aluseks. Selle töö ülesandeks ja eesmärgiks oli selgitada mõningate kindlustuslisandite mõju pallisilo käärimise kvaliteedile ja pallide hermeetilisust.

## Materjal ja meetodika

Katse viidi läbi Rein Riga talus Tuulas 22–23 juunil 2000. a. Silomaterjal oli esimese niite punase ristiku ja timuti segu, mis koristati ristiku õitsemise alguses. Rohi niideti niidukmuljuriga Kuhn (piikmuljur) pärastlõunal ja närvutati põllul vaalus järgmise päeva keskhommikuni. Ruloonpallide valmistamiseks kasutati pressi Rollant-46 ja pallide kilesse mähkimiseks mähkurit McHale. Kasutatav kile oli värvuselt valge ja 750 mm lai ning seda mähiti 4 kihti. Siloproovid võeti 4 kuud pärast silo valmistamist.

Katse variantides kasutati erinevaid keemilisi kindlustuslisandeid (AIV-2000, Niben) ja bioloogilisi lisandeid Silomeister-3 ning Feedtech™ lisamisnormiga 5 liitrit tonni haljasmassi kohta (tabel 1). Keemilist lisandit Niben kasutati kombinatsioonis bioloogilise lisandiga. Lisandite kombineerimise eelis võib olla selles, et ühendprodukti mõju on laiatoimelisem ja teatud tingimustes ka efektiivsem. Niben on katsetatav lisand, välja töötatud käesoleva artikli autori poolt ja baseerub naatriumbensoaadil. AIV-2000 on Kemira toode ja baseerub sipelghappel. Feedtech™ on DeLaval toodetav bioloogiline piimhappebakterite polükultuur ja sisaldab ka kiudu lagundavat ensüümi tsellulaasi. Silomeister-3 on Biospektri toode ja seda arendatakse edasi.

Pallide hermeetilisust kontrolliti Rootsi firma Ekolog AB poolt väljatöötatud seadmega, millega saab mõõta üle- ja alarõhku pallis. Pumbaga tekitatakse pallis vaakum ja seejärel mõõdetakse aega, mille jooksul rõhud palli sees ja väljas ühtlustuvad.

**Silo analüüs.** Analüüsid tehti üldtunnustatud meetodikate kohaselt. Aeroobne stabiilsus määrati kontrollitud hoiutingimustes silo avatud olekus visuaalselt. Esimeste hallituskolooniate ilmumine silo pinnal oli stabiilsuse aja fikseerimise aluseks. Saadud andmed töödeldi statistiliselt, kasutades SAS-programmi (Statistical Analyses System) GLM meetodit.

## Katsetulemused ja arutelu

Silo käärimise tulemused on esitatud tabelites 1 ja 3. Silo lähtematerjali punase ristiku ja timuti segu keemiline koostis on toodud tabelis 2. Segu keskmine toiteainete sisaldus oli keskpärasel tasemel, kuid suhkrute sisaldus kõrge, mis ei ole tavaline liblikõieliste või segude juures. Ilmselt soodustas ilus ilm ja õhtune niitmise aeg suhkrute kõrget kontsentratsiooni taimedes. Need tulemused on eelduseks keskpärase toiteväärtuse, kuid heade käärimistulemustega siloks.

**Tabel 1.** Pallisilo keemiline koostis sõltuvalt kindlustuslisandite kasutamisest. Punase ristiku ja timuti segu niideti niiduk-muljuriga **Kuhn** ja närvutati pool päeva (22. juuni 2000). Seejärel pressiti materjal pressiga **Claas Rollant 46** ja pallid kiletati mähkuriga **McHale** (4 kihti, valge kile)

**Table 1.** The chemical composition of big bale silage depending on the use of additives. Red clover- timothy mixture was cut by a mower conditioner Kuhn and wilted for 0.5 day in the field (22 June, 2000). Thereafter, the material was baled by a Claas Rollant 46 baler and covered with plastic by a McHale wrapping machine (4 layers, white plastic film)

Variant <i>Treatment</i>	Kuivaine (k.-a.), g/kg <i>Dry matter</i>	pH	Happesus <i>Acidity</i>	Ammoo- nium-N, % kogu N <i>Ammonia</i>	Äädikhape, g/kg k.-a. <i>Acetic acid</i>	Propioonhape, g/kg k.-a. <i>Propionic acid</i>	Võihape, g/kg k.-a. <i>Butyric acid</i>	Etanool, g/kg k.-a. <i>Ethanol</i>	Butaandiool, g/kg k.-a. <i>Butanediol</i>
Kontroll <i>Untreated</i>	30,7	4,43	106	6,8	9,2	0	0,8	16,8	0,6
Feedtech, 5 l/t	29,3	4,02	173	5,8	8,4	0	0,6	12,9	0,5
AIV-2000, 5 l/t	31,1	4,26	121	9,4	8,4	1,5	0	11,3	0
Niben + Feedtech, 2,5 + 2,5 l/t	29,3	4,07	159	5,2	12,1	0	0	9,1	0
Silomeister-3, 5 l/t	28,3	3,98	164	5,9	12,1	0	0	13,8	0
<i>PD<sub>0,05</sub>/LSD<sub>0,05</sub></i>	<i>3,2</i>	<i>1,3</i>	<i>12</i>	<i>1,8</i>	<i>2,9</i>	<i>1,5</i>	<i>0,5</i>	<i>5,3</i>	<i>0,3</i>

*PD<sub>0,05</sub>/LSD<sub>0,05</sub>* – piirdiferents 5% usutavuse tasemel, n=3 / *least significant difference at the 5% probability level, n=3*

Niben – keemiline kindlustuslisand, mis baseerub naatriumbensoaadil / *chemical additive based on sodium benzoate*

AIV-2000 – keemiline kindlustuslisand, mis baseerub sippelghappel / *chemical additive based on formic acid*

Feedtech, Silomeister-3 – bioloogilised lisandid / *biological additives- inoculants*

**Tabel 2.** Lähtematerjali keemiline koostis

**Table 2.** The chemical composition of ensiled material

Kuivaine (k.-a.), g/kg <i>Dry matter</i>	Proteiin, g/kg k.-a. <i>Crude protei/</i>	Kiud, g/kg k.-a. <i>Crude fibre</i>	Tuhk, g/kg k.-a. <i>Crude ash</i>	P, g/kg k.-a.	K, g/kg k.-a.	Ca, g/kg k.-a.	Mg, g/kg k.-a.	Suhkrud, g/kg k.-a. <i>Sugars</i>	ME, MJ/kg k.-a.
336	112	265	77	1,7	19,6	8,2	1,1	127	9,8

**Tabel 3.** Pallisilo mikrobioloogiline koostis sõltuvalt kindlustuslisandite kasutamisest (mikroobide arv 1 g silos). Punase ristiku ja timuti segu niideti niiduk-muljuriga **Kuhn** ja närvutati pool päeva (22. juunil). Seejärel pressiti materjal pressiga **Claas Rollant 46** ja pallid kiletati mähkuriga **McHale** (4 kihti, valge kile)

**Table 3.** The microbial composition of big bale silage depending on the use of additives. Red clover-timothy mixture was cut by a mower conditioner Kuhn and wilted for 0.5 day in the field (22 June, 2000). Thereafter, the material was baled by a Claas Rollant 46 baler and covered with plastic by a McHale wrapping machine (4 layers, white plastic film)

Variant <i>Treatment</i>	Stabiilsus, päeva <i>Stability, days</i>	Hallitused <i>Moulds</i>	Pärmid <i>Yeasts</i>	Võihappe- bakterite eosed <i>Clostridia</i>	Enterobakterid <i>Entero- bacteria</i>	Aeroobsed bakterid <i>Aerobic bacteria</i>
Kontroll <i>Untreated</i>	>7	vahelduv <i>variable</i>	2000	20	1260	1000
Feedtech, 5 l/t	>7	ei leitud <i>not detected</i>	4000	20	10000	2500
AIV-2000, 5 l/t	>7	ei leitud <i>not detected</i>	4000	15	5010	1260
Niben + Feedtech, 2,5 + 2,5 l/t	>7	ei leitud <i>not detected</i>	12500	<10	1260	320
Silomeister, 5 l/t	6,6,>7	ei leitud <i>not detected</i>	25000	<10	9100	800

Korduste arv n=3 / 3 replicates

**Tabel 4.** Pallisilo hermeetilisuse tingimused

**Table 4.** The airtight conditions in big bale silage

Variant <i>Treatment</i>	Palli number <i>Number of bale</i>	Alarõhu muutus, Pa <i>Change in underpressure</i>	Aeg, sek. <i>Time</i>	Hermeetilisus <i>Estimation</i>
Kontroll, <i>Untreated</i>	1	230 → 160	60	hea
	2	120 → 20	60	halb
	3	180 → 60	60	rahuldav
Feedtech, 5 l/t	4	160 → 15	60	halb
	5	240 → 170	60	hea
	6	240 → 170	60	hea
AIV-2000, 5 l/t	7	200 → 50	60	rahuldav
	8	40 → 0	25	väga halb
	9	90 → 3	60	väga halb
Niben + Feedtech, 2,5 + 2,5 l/t	10	80 → 0	30	väga halb
	11	120 → 0	45	väga halb
	12	90 → 3	60	väga halb
Silomeister-3, 5 l/t	13	170 → 135	60	hea
	14	170 → 50	60	rahuldav
	15	280 → 190	60	hea

Käärimisproduktide järgi oli kõikide variantide silo kvaliteet üldiselt hea või rahuldav. Enamik variante ei sisaldanud praktiliselt võihapet, mis on üks väga oluline näitaja. Samuti oli enamik silopartiidest küllaldaselt stabiilsed (>7 päeva). Tulemustest ilmnes siiski kontrollvariandi madalam käärimise kvaliteet, keskmise võihappesisaldusega 0,8 g/kg ja butaandioolisisaldusega 0,6 g/kg kuivaines. Kõikide kindlustuslisandite kasutamisel paranes silo kvaliteet ja vähenes pH. Mõju oli tagasihoidlikum Feedtechi kasutamisel, kuid kombinatsioonis Nibeniga oli tulemus hea. Ka AIV-2000 lisamine põhjustas hea käärimise. Selle variandi suurem ammoniaaklammastiku sisaldus tuleneb lisandist endast, sest see sisaldab formiaate. Teiste variantide puhul vähenes proteoolüüs võrreldes kontrolliga. Kuigi tulemused ei olnud usutavad, oli tendents ilmne. Eriti avaldus see Feedtechi ja Nibeni koos kasutamisel.

Tabelis 4 on esitatud pallisilo hermeetilisuse tingimused. Tulemused olid üllatuslikud. Ilmnes, et pallide hermeetilisus on väga erinev ja see muutub suurtes piirides. Heaks hermeetilisuseks loetakse seda, kui alarõhk pallis muutub piirides 200 kuni 150 Pa mitte vähem kui 60 sekundiga. Enamasti olid tulemused rahuldavad või

väga halvad, kuigi nähtavaid kilevigastusi ei esinenud. Arvatavasti lekkis pall kilekihtide vahelt või nähtamatute kilevigastuste kaudu. Väiksemad erinevused on võimalikud ka erineva kuivainetiheduse tõttu. Pallide kaalumisel kõikus kaal piirides 600–720 kg, kuid nende mõõtmed jäid ligikaudu samaks. Kõige halvem hermeetilisus oli kolmanda ja neljanda variandi silol. Nende kvaliteet oli aga hea. Ilmselt aitasid siingi kindlustuslisandid kompenseerida seda puudujääki, mis tavaliselt viib valele käärimisele ja silo halvale kvaliteedile.

## Järeldused

Uurimistulemustest selgus, et kindlustuslisandite kasutamine parandab pallisilo käärimise töökindlust ja silo kvaliteeti. Selgus ka, et pallide hermeetilisus on väga varieeruv. Selgusetuks jäi aga see, mis on selle põhjuseks. Need tehnoloogilised küsimused vajavad täiendavaid uuringuid. Uurimist vajavad ka kindlustuslisandite ja õhu lekkimise koosmõju ning kindlustuslisandite töökindluse piirid.

## Kirjandus

- Lättemäe, P., Sarand, R.-J., Kiisk, T. The effect of sodium benzoate based additives on quality and storage stability of whole crop silage. – Conference proceedings. The XII th International Silage Conference, July 5–7, 1999 Uppsala, Sweden, p. 274...275.
- Lättemäe, P., Sarand, R.-J. Kindlustuslisandite ja närvutamise mõju lutsernist valmistatud pallisilo kvaliteedile. – Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi toimetised 11, lk. 55...58, Tartu, 2000.
- Lättemäe, P. Impact of technological factors on fermentation and quality of big bale silage. – Proceedings of the 18th General Meeting of the EGF, May 22–25, 2000a, Aalborg, Denmark, p. 22...24.
- Lättemäe, P. Silovalmistamise majanduslikust hindamisest. – Hüva Nõu nr. 3, ETK, Saku, 2000b, lk. 4...5.

*Tunnustus. Uurimistöö on tehtud HM ja grandi toetusel.*

## The Effect of Additives on Fermentation and Airtight Conditions in Big Bale Silage

P. Lättemäe

### Summary

Big bale silage making technology is popular among farmers in Estonia. However, due to difficult fermentation conditions in bale the silage quality is often poor or unsatisfactory. By the results the quality can considerably be improved by using additives. The main reason why the fermentation conditions in bale are difficult is that the air can easily leak into the silo. The aim of the present study was to investigate the effects of additives and airtight conditions in big bale silage.

The silage crop was red clover-grass mixture, wilted for 0.5 day in the field. The additives used were chemicals AIV-2000 and Niben, or biological Feedtech<sup>TM</sup> and Silomeister-3 added at an application rate of 5 l/t fresh matter (FM). Niben and Feedtech<sup>TM</sup> were used in combination (2.5 + 2.5 l/t FM). The airtight conditions in big bale were determined by using special Ekolag AB equipment.

Application of additives improved fermentation and silage quality. The airtight conditions in bales varied in large extent. However, as there were no visible damages of plastic film, the reason of that phenomenon remained obscure. There is need to continue research work and also study interactions between additives and airtight conditions.