

TEHNOLOOGILISTE FAKTORITE MÕJU SILO KÄÄRIMISELE JA SELLE KVALITEEDILE

P. Lättemäe

Uurimistulemused on näidanud, et meie kliimas on toitainerikka ja hästi seeduva rohu säilitamine talveks enamasti võimalik ainult selle sileerimisel. Ilmekas näide on ka möödunud aasta söödavarumine rasketes ilmastikutingimustes. Meie põllumajandustootjad kasutavad silo valmistamisel ja selle säilitamisel põhiliselt kolme viisi. Suuremates tootmisüksustes, kus on säilinud silohoidlad, sileeritakse värsket või närvutatud rohi harilikult tranšeesse. Suhteliselt uued tehnoloogiad on haljasmassi sileerimine virna nn. silopätsina ja pallisilo tehnoloogia. Millist tehnoloogiat eelistada, sõltub mitmest tegurist. Efektiivne on selline valmistamisviis, kus tagatakse sööda kõrge kvaliteet koos minimaalsete kulutustega toodanguühikule.

1998. a. tulemuste põhjal ja Eesti Maaviljeluse Instituudi (EMVI) keemialabori andmete järgi oli silo kvaliteet varieeruv (65 proovi järgi). Kuigi pallisilo puhul on tegemist raskete käärimestingimustega, oli pallisilo kvaliteet keskmiselt isegi parem võrreldes tranšee- või virnasiloga. Tegelikult ainult pooled silod olid hea kvaliteediga, mis ei ole hea näitaja. Ligikaudu 25% silodest olid rahuldavad ja teist sama palju halvad. Kvaliteedi languse põhjustavad tavaliselt tehnoloogilised vead, samuti kindlustuslisandi vähene tõhusus. Peale selle on hakatud rohkem kasvatama liblikõielisi taimi, mis sileeruvad raskesti ja alluvad ka vähem närvutamisele.

EMVI silolabor tegi koostööd talunikega ja Juuliku katsefarmiga. Uurimistöö ülesandeks ja eesmärgiks oli selgitada mõningate tehnoloogiliste tegurite mõju pallisilo kvaliteedile ja uurida silo kvaliteeti tulenevalt kolmest põhiliselt kasutatavast säilitusviisist. Tööülesandeks oli ka uurida EMVI-s väljatöötatud uue silokindlustuslisandi Niben efektiivsust.

Materjal ja meetodika

Erinevate tehnoloogiate võrdlemiseks viidi läbi katsed. Juulikul sileeriti (28. juunil) kaks silovirna tasasele platsile punase ristiku ja timuti segust. Kumbagi virna sileeriti 12 tonni haljasmassi, kusjuures üks oli kontrollisilo ja teises kasutati Nibenit lisamisnormiga 5 l/t FM (värsket rohi). Rohi niideti muljurniidukiga Krone AM 242 ja närvutati. Seejärel koristati haljasmass hekseldiga Taarup 622 ja transporditi silohoidlasse. Töös kasutati ka Kehtna osaiühingu andmeid neljast silohoidlast, mahutavusega 400–600 tonni. Need silod valmistati kõrrelistest ja esimese niite rohust ning kasutati kindlustuslisandit Niben 5 l/t FM.

Pallisilo valmistati Raplamaal Märtno talus ja Keila lähedal Tuulas Rein Riga talus (30. juuni–2. juuli). Kummaski talus oli silomaterjaliks punase ristiku ja timuti segu, mis niideti muljurniidukiga ja seejärel närvutati. Ühel juhul kasutati pallimiseks Orkeli tüüpi pressi, teisel Claasi pressi. Silopallid mähiti kilesse Kvernelandi tüüpi mähkijaga. Kasutatav kile oli värvuselt valge ja 750 mm lai.

Silo analüüs

Analüüsid viidi läbi alljärgnevate meetodikate kohaselt: kuivaine (kuivatatakse ja korrigeeritakse lenduvad ühendid; Lingvall, Ericson, 1981), pH (pH-meeter), vees lahustuvad suhkrud (Potšinok, 1958), toorproteiin, NH₄-N (Kjeldahl), lenduvad rasvhapped (Hacker jt., 1983), klostriidide eosed (Goudkov, Perfilev, 1978), pärmid, seened, hallitus (Lasting, Gurfel, 1956; Hukari, Kuhmonen, 1984). Aeroobne stabiilsus määrati kontrollitud hoiutingimustes silo avatud olekus visuaalselt. Esimeste hallituskolooniate ilmumine silo pinnale oli stabiilsuse aja fikseerimise aluseks. Saadud andmed töödeldi statistiliselt, kasutades SAS programmi (Statistical Analyses System) GLM-meetodit.

Katsetulemused ja arutelu

Katsete tulemused on esitatud tabelites 1, 2 ja 3. Pallisilo kvaliteet sõltus sellest, millist pressi kasutati. Nagu nähtub käärimisproduktidest, oli Orkeliga pressitud silo hästi käärinud ja hea kvaliteediga. Claasiga pressitud silo oli seevastu vähem käärinud ja selles leidis rohkem valekäärimise produkte. Silo happesus jäi madalamaks ja pH liiga kõrgeks. Ka mikrobioloogiliselt koostiselt oli Claasiga pressitud silo veidi halvem. Ilmselt tingituna suuremast pärmide arvust oli silo stabiilsus väiksem. Tulemustest ilmneb, et Orkel press on kiire piimhappelise käärimise tagamiseks efektiivsem kui teine press. Et mõlemad pressid olid varustatud passiivse lõikeseadeldisega, siis ei tulenenud see materjali tükeldatusest. Eelmise aasta tulemuste põhjal oli ka efektiivsem Orkeli press, kusjuures teisel juhul oli tegemist pika, tükeldamata materjaliga (Lättemäe jt., 1998). Pakkimistihedus, kile kvaliteet ja muud tegurid, mis võivad mõjutada käärimist, vajavad edaspidist uurimist. Kirjanduse andmetel mõjutab pakkimistihedus oluliselt gaasivahetust silo ja ümbritseva keskkonna vahel ning sellega ka anaeroobseid tingimusi (Honing, 1991).

Tabel 1. Pallisilo keemiline ja mikrobioloogiline koostis. Punase ristiku segu niideti muljurniidukiga ning pressiti Orkel- ja Claas-tüüpi pressiga

Table 1. Chemical ja microbiological composition of big bale silage. Red clover mixture was harvested with a mower conditioner and baled with "Orkel" and "Claas" balers

Näitaja /Item/	Orkel press /Baler/	Claas press /Baler/	Keskmine /Mean/	PD _{0,05}
Kuivaine (KA), g/kg /dry matter/	290	286	288	
Toorproteiin, g/kg KA /crude protein/	123	110	117	13,2
Suhkrud, g/kg KA /water soluble carbohydrates/	61	61	61	8,0
pH	4,2	4,9	4,6	0,1
Happesus /acidity/	138	49	94	6,8
Ammoniaak-N, % /ammonia/	9,1	8,0	8,6	1,2
Äädikhape, g/kg KA	16	12	14	2,0
Propioonhape, g/kg KA /propionic acid//acetic acid/	1,2	1,6	1,4	0,3
Võihape, g/kg KA /butyric acid/	0,9	6,4	3,7	0,5
Etanool, g/kg KA /ethanol/	10	16	13	2,4
Butaandiool, g/kg KA /butandiole/	1,0	4,0	2,5	2,1
Pärmid, CFU, x 10 ³ /g FM /yeasts/	28	75		
Hallitused, CFU, x 10 ³ /g FM /moulds/	1,4	1,6		
Klostriidid, x 10 ³ /g FM /Clostridium spores/	0,004	0,06		
Stabiilsus, päeva /aerobic stability, days/	6–7, >7	4–6		

PD_{0,05} – piirdiferents /least significant difference at the 5% probability level/

n=30 Orkeli press; n=15 Claas press

FM – värske materjal /fresh matter/

CFU – koloonia /determined as colony forming units/

Tulemustest ilmnes ka, et tõhusad kindlustuslisandid parandavad oluliselt pallisilo kvaliteeti (tabel 2). Nibeni lisamine alandas valesääririse protsessi ja proteolüüsi ulatust. AIV-2000 toime oli väiksem ja muutlik. Tulemuste järgi on lisandi tõhusus tähtsam kui kilekihtide arvu suurendamine neljalt kuueni. Ka eelmisel aastal andis Niben analoogilises olukorras hea tulemuse (Lättemäe jt., 1998).

Tranšeesilo kvaliteet oli veidi parem võrreldes siloga virnas (tabel 3). Kummalgi juhul oli puuduseks see, et rohu kiusisaldus oli suhteliselt kõrge (28,0–34,0%). See viitab sellele, et siloteoga oleks tulnud alustada veidi varem. Tranšeesilo võihappesisaldus kõikus piirdes 0,04–0,3% kuivaines ja pH 4,0–4,3. Kindlustuslisanditest kasutati siin Nibenit. Silo virnas, mis oli valmistatud punase ristiku segust, oli rahuldavalt sileerunud nii kindlustuslisandi kasutamisega kui ka ilma. Niben reguleeris siiski mõningal määral piimhappelise käärimist soovitud suunas, vähendades eelkõige pärmide aktiivsust. Tulemused olid oodatud, sest liblikõielised on raskemini sileeritavad. Tulemuste järgi on oluline, et tehnoloogia võimaldaks silohoidla kiire täitmise ja sulgemise. Virna puhul on õhu lekkimise oht silosse külgedelt ja põhjast suurem kui tranšees. Tranšee puhul on oht, et täitmine venib ja täielik katmine hilineb, mistõttu silo läheb kuumaks. Pallisilol on omad eelised ja iseärasused ning tehnoloogiliselt on võrdne teiste tehnoloogiatega. Pallisilo on kallim ja on suurem oht, et silo võib rikneda. Kui järgitakse tehnoloogianõudeid ja kasutatakse efektiivseid kindlustuslisandeid, siis ka riknemine on viidud miinimumini.

Tabel 2. Kindlustuslisandi kasutamisest ja kilekihtide arvust tulenev mõju pallisilo kvaliteedile (silomaterjal oli närvutatud punase ristiku segu, mis palliti Claas pressiga "Rollant 46" valgesse kilesse)

Table 2. The effects of additive and number of layers of plastic film on quality of big bale silage

Näitaja /Item/	Lisandita 6 kihti kilet /Untreated, 6 layers/	Niben 4 l/t 4 kihti kilet /4 layers/	AIV-2000 4 l/t 4 kihti kilet /4 layers/	AIV-2000 4 l/t 6 kihti kilet /6 layers/	PD _{0,05}
Kuivaine (KA), g/kg /dry matter/	284	272	270	284	
Suhkrud, g/kg KA /water soluble carbohydrates/	48	73	46	60	10,5
pH	4,9	4,8	5,3	5,3	0,2
Ammoniaak-N, % /ammonia/	8,5	6,3	9,8	9,3	2,3
Äädikhape, g/kg KA /acetic acid/	13	13	10	9	2,2
Võihape, g/kg KA /butyric acid/	12,0	2,0	6,0	7,4	1,3
Etanool, g/kg KA /ethanol/	22	15	14	12	2,9
Butaandiool, g/kg KA /butanediol/	7	2	3	4	0,9
Pärmid, CFU, x 10 ³ /g FM /yeasts/	80	53	20	22	
Hallitused, CFU, x 10 ³ /g FM /moulds/	0,05	0,4	0,4	0,4	
Klostriidid, x 10 ³ /g FM /Clostridium spores/	0,095	0,012	0,002	0,01	
Stabiilsus, päeva /aerobic stability, days/	4,7	5,3	5,3	5,3	

PD_{0,05} – piirdiferents /least significant difference at the 5% probability level/ n=3

FM – värske materjal /fresh matter/; CFU – koloonia /determined as colony forming units/

Tabel 3. Silo keemiline koostis. Rohumaterjal sileeriti tranšeesse (kõrrelised) ja virna (punase ristiku segu)

Table 3. The chemical composition of silage. Grass was ensiled in trench and red clover mixture in clamp

Näitaja /Item/	Tranžeesilo /Trench/	Virnsilo /Clamp/	Keskmine /Mean/	PD _{0,05}
Kuivaine (KA), g/kg /dry matter/	222	243	233	
Toorproteiin, g/kg KA /crude protein/	151	118	135	22,4
Toorkiud, g/kg KA /crude fibre/	315	284	300	35,2
Suhkrud, g/kg KA /water soluble carbohydrates/	28	2	15	9,4
pH	4,1	4,3	4,2	0,1
Happesus /acidity/	143	115	129	12,7
Ammoniaak-N, % /ammonia/	7,2	10,9	9,1	2,5
Äädikhape, g/kg KA /acetic acid/	26	16	21	5,3
Võihape, g/kg KA /butyric acid/	1,0	2,4	1,7	1,3
Etanool /ethanol/, g/kg KA	8	7	8	1,2

4 tranšeed (4 proovi), lisati Nibeni 5 l/t; 2 silovirna (4 proovi), üks virn lisandiga Niben 5 l/t, teine lisandita

Järeldused

Uurimistulemustest selgus, et raskete käärimestingimuste korral, nagu esineb pallisilos ja liblikõieliste sileerimisel, tuleb silo kvaliteedi kindlustamiseks ja stabiilsuse tagamiseks kasutada kindlustuslisandit. Tulemuste alusel sobib selleks Niben, mis oli efektiivne nii pallisilo puhul kui ka juhul, kui materjal sileeriti hoidlasse. Tulemuste järgi on lisandi tõhusus tähtsam kui kilekihtide arvu suurendamine neljalt kuueni. Sellega hoitakse kokku ka rahalisi vahendeid. Kvaliteetsemat silo on oodata ka siis, kui materjal pressitakse tihedamini kokku ja kasutatakse kvaliteetset kilet.

Tulemused näitasid ka seda, et rohu sileerimisel tranšeesse või virna silo kvaliteet oluliselt ei erine. Suurema tranšee puhul on oht, et täitmine venib ja täielik katmine hilineb, mistõttu silo võib kuumaks minna. Virna puhul on õhu lekkimise oht külgedelt ja põhjast suurem kui tranšees.

Kirjandus

- Hacker K., Block H. J., Weissbach F. Zur kalorimetrischen Milchsäurebestimmung in Silagen mit p-Hydroxydiphenyl. – Arch. Tierernähr., s. 505...512, 1983.
- Honig H. Reducing losses during storage and unloading of silage. – Proceedings of a Conference on Forage Conservation towards 2000, pp. 116...128, Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft, 1991.
- Lasting, Gurfel: Ластинг В., Гурфель Д. К методике количественного учета грибов в почве. – Микробиология, том 25, 5, с. 610...611, 1956.
- Lingvall P., Ericson B. Dry matter determination of silage. – Mimeo. Swedish Univ. of Agric. Sci., Dept. Anim. Nutr. and Managem. – Uppsala, 1981.
- Lättemäe P., Tamm U., Sarand R. Tehnoloogiliste parameetrite mõju pallisilo kvaliteedile. – Transactions of the Estonian Academic Agricultural Society, 6, lk. 85...88, Tartu, 1988.
- Lättemäe P., Sarand R. The Effect of Technological Factors on Quality of Silage Under Controlled Fermentation Conditions. – Proceedings of the Animal Nutrition Conference, pp. 34...41, Tartu, 1998.
- Potšínok: Починок Х. Н. Определение глюкозы-фруктозы и сахарозы в одном образце. – Бюллетень по физиологии растений. – Киев – 1958.

Tunnustus. Uurimistöõ on tehtud riikliku programmi "Piim" toetusel.

Impact of Technological Factors on Fermentation and Quality of Silage

P. Lättemäe

Summary

Three different storage systems are usually used on silage making. Trench silage has been a common system for a long time. Relatively new technologies that farmers started to use are clamp -and big bale silage. Bale silage is usually made of unchopped or restricted cut grass. Such kind herbage may be difficult to ensile due to delay in fermentation or material heterogeneity. It is also difficult to achieve sufficient density of silage and mix additive in such material. The aim of the present study was to investigate the effects of baler type, number of layers of plastic film and use of additives on quality of big bale silage. Another task of this study was to compare different storage systems - trench, clamp and big bale silages from quality point of view.

The big bale silage crop consisted of about 50% red clover and 50% of grasses. Red clover mixture was cut by a mower conditioner and wilted for 0.5 days in the field. Additives used were Niben and AIV-2000 at an application rate of 4 l/t FM. The clamp silage crop was also red clover mixture, cut by a mower conditioner and wilted in the field. Trench silages were made from grasses of first cut and ensiled with using Niben 5 l/t FM.

The results indicated that the use of effective additive is indispensable to guarantee good fermentation and storage stability of baled silage. Application of Niben considerably increased silage quality, first of all by reducing butyric acid fermentation. A good silage quality was obtained in trench -and clamp silage as well. The results indicated, that "Orkel" baler is more effective compared to "Claas". Probably due to better consolidation of silage material, the fermentation conditions were improved. By these results there were no significant differences in silage quality between two storage systems. However, when silage is made in large trench, the risk exist that closing of silo delays and therefore the silage may turn warm. In clamp silage, aerobiosis may be caused by air leakage from sides or bottom of silo.