

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Alenka NUČIČ

**VPLIV NATRIJEVEGA BIKARBONATA NA
VRENJE IN AEROBNO OBSTOJNOST KORUZNE
SILAŽE**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Alenka NUČIČ

**VPLIV NATRIJEVEGA BIKARBONATA NA VRENJE IN AEROBNO
OBSTOJNOST KORUZNE SILAŽE**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**EFFECT OF SODIUM BICARBONATE ON FERMENTATION AND
AEROBIC STABILITY OF MAIZE SILAGE**

GRADUATION THESIS
University Studies

Ljubljana, 2008

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija kmetijstva - zootehnike. Poskusno delo je bilo opravljeno na Kmetijskem inštitutu Slovenije v Ljubljani.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za zootehniko je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Jožeta Verbiča.

Recenzent: doc. dr. Andrej Lavrenčič

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Jurij POHAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: doc. dr. Jože VERBIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: doc. dr. Andrej LAVRENČIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora: 5.2.2008

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Alenka NUČIČ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn
DK UDK 636.084/.087(043.2)=163.6
KG živinoreja/prehrana živali/krma/koruzna silaža/natrijev bikarbonat/vrenje/aerobna obstojnost
KK AGRIS Q52
AV NUČIČ, Alenka
SA VERBIČ, Jože (mentor)
KZ SI-1230 Domžale, Groblje 3
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI 2008
IN VPLIV NATRIJEVEGA BIKARBONATA NA VRENJE IN AEROBNO OBSTOJNOST KORUZNE SILAŽE
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP VIII, 40 str., 6 pregl., 6 sl., 44 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Namen naloge je bil ugotoviti, ali je mogoče z dodajanjem natrijevega bikarbonata h koruzi za siliranje vplivati na vsebnost sladkorjev v silaži in s tem izboljšati obstojnost silaže na zraku. H koruzi smo dodali 2 (NBK2), 4 (NBK4) in 6 (NBK6) kg natrijevega bikarbonata na tono in jo silirali v laboratorijske silose (4 l) v 6 ponovitvah. Rezultate smo primerjali s silažo, ki je bila pripravljena brez dodatka (kontrola). Dodajanje natrijevega bikarbonata ni vplivalo na pufersko sposobnost koruze za siliranje, je pa statistično značilno ($p < 0,01$) povečalo vsebnost mlečne kisline v silaži (41,2 g/kg suhe snovi (SS) pri kontroli, 47,7 g/kg SS pri NBK2, 51,4 g/kg SS pri NBK4 in 57,1 g/kg SS pri NBK6). Dodajanje natrijevega bikarbonata ni statistično značilno vplivalo na vsebnosti oetne, maslene, valerianske, propionske kisline in amoniakovega N v silaži. Aerobno obstojnost silaž smo merili v izoliranih silosih, ki so omogočali pretok zraka skozi silažo. Ocenili smo jo na podlagi temperaturnih razlik med silažo in okoljem. Čas, ki je bil potreben za povečanje temperature silaže nad temperaturo okolja za 5 °C, je bil pri kontroli 19,6 ur, 15,8 ur pri NBK2; 15,7 ur pri NBK4 in 17,3 ur pri NBK6. Obstojnost NBK2 in NBK4 je bila statistično značilno slabša kot pri kontroli ($p < 0,05$). Dodatek natrijevega bikarbonata ni uspel izboljšati aerobne obstojnosti silaže. Zaradi majhne vsebnosti sladkorjev v koruzi za siliranje (62 g/kg SS) in zaradi intenzivnega vrenja koruze pri vseh silažah, so skoraj vsi razpoložljivi sladkorji povreli v kisline. Glavni vzrok, da z dodajanjem natrijevega bikarbonata nismo uspeli izboljšati aerobne obstojnosti silaž, je verjetno prav v majhni vsebnosti sladkorjev v koruzi za siliranje in v silažah (1,8 g/kg SS pri kontroli, 1,4 g/kg SS pri NBK2, 1,0 g/kg SS pri NBK4 in 1,8 g/kg SS pri NBK6).

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 636.084/.087(043.2)=163.6
CX animal husbandry/animal nutrition/feed/maize silage/sodium bicarbonate/
fermentation/aerobic stability
CC AGRIS Q52
AU NUČIČ, Alenka
AA VERBIČ, Jože (supervisor)
PP SI-1230 Domžale, Groblje 3
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Zootechnical Department
PY 2008
TI EFFECT OF SODIUM BICARBONATE ON FERMENTATION AND AEROBIC
STABILITY OF MAIZE SILAGE
DT Graduation Thesis (University Studies)
NO VIII, 40 p., 6 tab., 6 fig., 44 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The aim of the present thesis was to investigate the possibility of affecting the concentration of sugars in silage by the addition of sodium bicarbonate to maize for ensiling and to achieve a consequent improvement of the aerobic stability of maize silage. Two (NBK2), 4 (NBK4) and 6 (NBK6) kg of sodium bicarbonate per ton were added and ensiled in laboratory silo (4 l) in 6 repetitions. The results were compared with the results of silage without the additive (control). The addition of sodium bicarbonate had no effect on buffering capacity of maize but it statistically significantly ($P < 0.01$) increased the concentration of lactic acid in silage (41.2, 47.7, 51.4 and 57.1 g/kg dry matter in control, NBK2, NBK4 and NBK6, respectively). The addition of sodium bicarbonate did not affect the concentrations of acetic, butyric, valeric, propionic acid and ammonia N in silage. Aerobic stability of silage was measured in insulated silo which allowed air flow through the silage. It was expressed as a temperature difference between the silage and the ambient. Time needed to increase the silage temperature for 5 °C above the ambient temperature at control, NBK2, NBK4 and NBK6 was 19.6, 15.8, 15.7 and 17.3 h, respectively. The aerobic stability of NBK2 and NBK4 was statistically significantly lower compared to the control ($P < 0.05$). The addition of sodium bicarbonate could not improve the silage aerobic stability. Due to the low concentration of total sugars in maize (62 g/kg dry matter) and due to the intensive fermentation of maize in all treatments almost all sugars fermented into acids. The main reason why the addition of sodium bicarbonate failed to improve the aerobic stability of silage was probably due to low concentration of total sugars in maize (62 g/kg dry matter) and in silage (1.8, 1.4, 1.0 and 1.8 g/kg dry matter in control, NBK2, NBK4 and NBK6, respectively).

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD).....	IV
Kazalo vsebine.....	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 Siliranje.....	2
2.2 Aerobno kvarjenje koruzne silaže	3
2.2.1 Vpliv zrelosti koruze na kvarjenje silaže.....	5
2.3 Silirni dodatki	6
2.3.1 Natrijev bikarbonat kot silirni dodatek	10
3 MATERIAL IN METODE	13
3.1 MATERIAL	13
3.1.1 Krma za siliranje	13
3.1.2 Laboratorijski cevni silosi.....	13
3.2 METODE	14
3.2.1 Polnjenje laboratorijskih cevnih silosov.....	14
3.2.2 Dodajanje natrijevega bikarbonata	15
3.2.3 Merjenje aerobne obstojnosti.....	15
3.2.4 Priprava silaže za določitev vsebnosti kislin, amoniaka in pH vrednosti.....	17
3.2.5 Kemijske analize	18
3.2.6 Statistična obdelava podatkov	19
4 REZULTATI.....	20
4.1 SESTAVA KORUZE ZA SILIRANJE	20
4.2 VPLIV NATRIJEVEGA BIKARBONATA NA VRENJE KORUZNE SILAŽE	20
4.3 GOSTOTA SILAŽE IN IZGUBE MED SILIRANJEM.....	21

4.4	VPLIV NATRIJEVEGA BIKARBONATA NA AEROBNO OBSTOJNOST KORUZNE SILAŽE	23
5	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	25
5.1	RAZPRAVA.....	25
5.1.1	Vrenje koruzne silaže	25
5.1.2	Ocena silaže z novim DLG ključem	28
5.1.3	Gostota silaže in izgube med siliranjem	29
5.1.4	Aerobna obstojnost koruzne silaže	30
5.2	SKLEPI.....	32
6	POVZETEK.....	34
7	VIRI	36
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Količina dodanega natrijevega bikarbonata	15
Preglednica 2: Priprava silaže za določitev vsebnosti kislin, amoniaka in pH vrednosti.....	18
Preglednica 3: Sestava koruze za siliranje.....	20
Preglednica 4: Vpliv dodajanja natrijevega bikarbonata na vsebnost suhe snovi, amoniaka, kislin in sladkorjev	21
Preglednica 5: Gostota silaže, izgube sveže mase in izgube suhe snovi po 74. dneh siliranja koruzne silaže	22
Preglednica 6: Vpliv dodajanja natrijevega bikarbonata na aerobno obstojnost koruzne silaže	24

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Laboratorijski cevni silos s podstavkom in kipelno veho	13
Slika 2: Izolirani laboratorijski cevni silosi za merjenje aerobne obstojnosti	15
Slika 3: Termometri.....	16
Slika 4: Pomen parametrov aerobne obstojnosti	17
Slika 5: Izgube sveže mase po dnevih	22
Slika 6: Povprečje razlik med temperaturo silaže in okolja	23

1 UVOD

Koruzna se zaradi razmeroma velike vsebnosti suhe snovi in sladkorjev ter majhne puferske sposobnosti dobro silira (McDonald in sod., 1991). Koruzne silaže praviloma vsebujejo veliko mlečne kisline. Očetne kisline in amoniaka je v koruznih silazah malo, maslena kislina pa je v kakovostnih silazah pod mejo zaznavanja (Dulphy in Demarquilly, 1981). Zaradi zelo učinkovitega vrenja pa vsebujejo koruzne silaže veliko nepovretil sladkorjev, ki povečujejo konkurenčnost gliv (kvasovk in plesni) in s tem tudi nevarnost za aerobno kvarjenje, t.j. gretje in plesenje silaže pri odvzemu iz silosa (Verbič in sod., 2005). K temu prispevajo tudi zelo majhne vsebnosti očetne in maslene kisline (Danner in sod., 2003) ter amoniakovega N (Henderson in sod., 1979), ki v večjih koncentracijah zavirajo rast gliv. Zaradi velike škode, ki jo povzroča aerobno kvarjenje silaže, je najpomembnejši cilj pri siliranju koruze izboljšanje obstojnosti silaže na zraku. Ker je vrenje pri koruzni silaži že vedno ugodno, je izboljšanje mlečnokislinskega vrenja v praksi drugotnega pomena.

Teoretično bi lahko z dodajanjem natrijevega bikarbonata povečali pufersko sposobnost koruze za siliranje. S tem bi se morala zmanjšati vsebnost nepovretil sladkorjev v silaži in izboljšati aerobna obstojnost silaž (Verbič in sod., 2005). Zelo verjetno je, da bi se zaradi dodajanja natrijevega bikarbonata povečala tudi vsebnost očetne kisline v silaži, kar je z vidika aerobne obstojnosti prav tako ugodno. Smiselnost dodajanja pufrov, kot je natrijev bikarbonat, podpirajo tudi nedavne ugotovitve, da so koruzne silaže z nekoliko višjo pH vrednostjo bolj obstojne od tistih z nižjo (Danner in sod., 2003).

Cilj diplomskega dela je bil preveriti hipotezo, da dodajanje natrijevega bikarbonata pri siliranju koruze zmanjša vsebnost nepovretil sladkorjev v silaži in izboljša aerobno obstojnost silaže.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SILIRANJE

Za pridelavo kakovostne silaže je pomembno dobro mikrobno vrenje. Dober proces vrenja pa ni odvisen le od vrste in kakovosti krme za siliranje, ampak tudi od tehnike žetve in siliranja. Fermentacija ali vrenje silaže poteka v anaerobnih razmerah. Siliranje temelji na vrenju, pri katerem mlečnokislinske bakterije v anaerobnih razmerah prevrevajo sladkorje v organske kisline- večina v mlečno kislino. Rezultat vrenja je znižanje pH vrednosti silaže in s tem ustavitev rasti neželenih mikroorganizmov (Weinberg in Muck, 1996).

Prvi pogoj za konzerviranje krme s pomočjo vrenja je, da ustvarimo anaerobne razmere. Drugi pogoj pri siliranju pa je, da preprečimo aktivnost neželenih anaerobnih mikroorganizmov kot so klostridiji in enterobakterije. Klostridiji proizvajajo masleno kislino in razgrajujejo beljakovine (McDonald in sod., 1991). V aerobnih razmerah se klostridiji nahajajo v glavnem v obliki spor, hitro pa se začnejo razmnoževati, ko se v silosu vzpostavijo anaerobne razmere (McDonald in Whittenbury, 1973). Enterobakterije ne tvorijo spor in so fakultativni anaerobi, sladkorje pa prevrejo v očetno kislino in ostale produkte. Tudi mlečnokislinske bakterije so fakultativni anaerobi, ki sladkorje prevrevajo v mešanico kislin, predvsem v mlečno kislino (McDonald in sod., 1991).

McDonald in sod. (1991) svetujejo, da naj bi krmo takoj po košnji ali žetvi pospravili v silose, ki ne prepuščajo zraka. Vendar pa to ponavadi ni mogoče zaradi prevelike vlažnosti krme ali prevelikega silosa, ki ga ne moremo napolniti v enem dnevu.

Pri procesu siliranja so McDonald in sod. (1991) določili štiri aerobne faze. Prva faza se dogaja že na polju, ko krmo siliramo. Tu prihaja do izgub hranljivih snovi, pojavi pa se tudi rast neželenih mikroorganizmov. Druga aerobna faza je v silosu. Z odlašanjem pokrivanja in zatesnitvijo silosa negativno vplivamo na vrenje silaže. Posledica tega je premajhna proizvodnja mlečne kisline, namesto mlečnokislinskega vrenja lahko v tem primeru prevlada klostridijsko. S tem, ko odlašamo s pokrivanjem silosa, vplivamo tudi na zmanjšanje sladkorjev v krmi, ki so potrebni za vrenje silaže. McDonald in sod. (1991) so merili vpliv različnih količin zajetega kisika v travni silaži. Silaža z majhno količino kisika ni vsebovala maslene kisline, silaža z veliko količino zajetega kisika pa je imela visoko pH

vrednost, veliko maslene kisline in amoniakovega N. V silosu ob prisotnosti kisika rastejo tudi kvasovke. Tretja aerobna faza se začne, če v silos vdira zrak. Da bi vdor zraka preprečili moramo silos dobro pokriti in ustrezno obtežiti. Ob odprtju silosa pa nastopi četrta aerobna faza, med katero lahko poteka aerobno kvarjenje, ki ga povzročajo predvsem kvasovke in plesni.

Tudi Weinberg in Muck (1996) sta proces siliranja razdelila v štiri faze. Med prvo, aerobno fazo, je pH vrednost krme med 6,0 in 6,5. Aerobne razmere omogočajo delovanje rastlinskih proteaz in aerobnih ter fakultativno anaerobnih mikroorganizmov (glive, kvasovke in enterobakterije). Druga faza je faza vrenja, ki lahko v anaerobnih razmerah traja več tednov. V tej fazi se razvijejo mlečnokislinske bakterije, pH vrednost silaže pa se zmanjša do 3,8. Tretja faza je faza obstojnosti silaže v anaerobnih razmerah. Četrta faza je faza krmljenja, pri kateri pride silaža spet v stik z zrakom, zato postanejo aktivne tudi kvasovke, plesni, bacili in oacetnokislinske bakterije, ki lahko povzročajo kvarjenje silaže.

2.2 AEROBNO KVARJENJE KORUZNE SILAŽE

Aerobno kvarjenje silaž pomeni gretje in plesnenje silaž pri odvzemu iz silosa. Povzročajo ga kvasovke in plesni pa tudi nekatere bakterije (Verbič in sod., 2003).

V Sloveniji povzroča aerobno kvarjenje silaž precejšnjo gospodarsko škodo na mestu odvzema iz silosa pa tudi med samim krmljenjem silaže. Gretje in plesnenje zmanjšata energijsko vrednost silaže, toksini, ki pri tem nastanejo pa lahko škodujejo zdravju živali. Pri krmljenju z mešalnimi vozovi je kvarjenje silaž še posebej problematično, saj je onemogočeno odstranjevanje plesnive silaže, mešanje z drugo krmo pa kvarjenje še pospeši (Verbič, 2005b). Včasih so tovrstno kvarjenje imenovali tudi naknadno vrenje. McDonald in sod. (1991) menijo, da je pojmovanje aerobnega kvarjenja z naknadnim vrenjem napačno, saj je vrenje anaeroben proces, kvarjenje silaže pri odvzemu iz silosa pa aeroben. Aerobno kvarjenje ni željeno zaradi velikih izgub hranljivih snovi.

Ko odpremo silos in odzamemo silažo, se začnejo mikroorganizmi, ki so bili v silaži nedejavni, na zraku razmnoževati. Aerobni mikroorganizmi razgrajujejo hranljive snovi. V praksi to opazimo kot povečanje temperature in pojav plesni. V stopnji kvarjenja so med silažami precejšnje razlike. Kvasovke ponavadi prve napadejo krmo, ko je ta še v stiku z

zrakom ali potem, ko smo s siliranjem že končali, če v silažo vdre zrak (McDonald in sod., 1991). Kung (2000) je mnenja, da imamo pogosto napačne predstave o tem, da so za aerobno kvarjenje silaže krive le plesni. Za to so odgovorne kvasovke, ki presnavljajo mlečno kislino, kar povzroči dvig pH vrednosti silaže, s tem pa je omogočena rast drugih neželenih mikroorganizmov. Tudi Weinberg in Muck (1996) sta mnenja, da so poleg oacetnokislinskih bakterij, ravno kvasovke najbolj odgovorne za aerobno kvarjenje silaž. Sledijo jim bacili, plesni in enterokoki. Aktivnost neželenih mikroorganizmov se kaže v povečanju temperature silaže in v izgubi suhe snovi.

Kvasovke igrajo pomembno vlogo pri zmanjševanju obstojnosti silaže na zraku, saj so silaže z veliko kvasovkami na zraku manj obstojne. Kvasovke se lahko zelo razmnožijo že v nekaj dneh. Večje število kvasovk najdemo v pozno požeti koruzni silaži (Wyss, 2002). Kvasovke lahko delujejo tudi v anaerobnih razmerah. V tem primeru za vrenje uporabljajo sladkor pri tem pa ustvarjajo alkohol, največ etanol. Pri odpiranju silosa nam vonj po alkoholu pove, da je v silaži prevladovalo alkoholno vrenje. To se največkrat zgodi pri silažah, ki so bile pripravljene iz krme z veliko vsebnostjo sladkorjev. V krmi, ki ne vsebuje veliko sladkorjev, kvasovke odjedajo hranljive snovi mlečnokislinskim bakterijam (Stekar, 1995b).

Za aerobno kvarjenje so najbolj dovzetne najkakovostnejše koruzne silaže z veliko vsebnostjo suhe snovi (Verbič in sod., 2003; McDonald in sod., 1991). V zadnjih tridesetih letih se je v Sloveniji vsebnost suhe snovi v koruznih silažah v povprečju povečala od 250 na 330 g/kg (Verbič, 1999). Približno 40 % analiziranih silaž iz kmetij pa vsebuje več kot 350 g suhe snovi/kg (Verbič, 2000). To so kakovostne silaže, ki so zelo dovzetne za aerobno kvarjenje. Aerobno kvarjenje pa povzročijo že najmanjše napake pri postopkih siliranja ali pri odvzemu silaže iz silosa. Tudi specifična struktura slovenskega kmetijstva veliko prispeva k aerobnemu kvarjenju silaž, saj je na majhnih kmetijah dnevni odzem silaže iz silosa majhen, kar prispeva k večji pojavnosti aerobnega kvarjenja (Mrzlikar, 2007). Na kmetijah, kjer je odzem silaž majhen in imajo pogosto težave z aerobnim kvarjenjem, bi bilo smiselno koruzo silirati z učinkovitimi biološkimi silirnimi dodatki. Dodatki, ki vsebujejo mlečnokislinske bakterije, so najbolj učinkoviti pri izboljšanju vrenja silaže. Težje pa je najti dodatke, ki bi izboljšali aerobno obstojnost silaž (Verbič in sod.,

2003). McDonald in sod. (1991) ter Ranjit in Kung (2000) menijo, da najbolj učinkovito in enostavno preprečimo kvarjenje silaže s tem, da jo vso, kolikor smo jo odvzeli iz silosa, pokrmimo živalim še isti dan. Kvarjenje silaže omejuje ravno pogost odvzem, ki naj bi bil poleti večji kot pa pozimi.

Kvarijo se tudi silaže, ki so slabo potlačene in slabo pokrite (Ranjit in Kung, 2000). Po navedbah Verbič in sod. (2003) kmetje za tlačjenje silaž uporabljajo razmeroma lahke traktorje, zato so silaže bolj propustne za zrak, kar prav tako prispeva k aerobnemu kvarjenju. Ocenjujejo tudi, da v Sloveniji letno pridelamo približno 800 tisoč ton koruzne silaže, ki je potencialno dovzetna za aerobno kvarjenje. Resnost problema aerobnega kvarjenja dokazujejo tudi kmetje, ki iščejo nasvete za preprečevanje le tega neposredno pri raziskovalnih organizacijah in kmetijsko svetovalni službi.

Pri kvarjenju silaže na zraku sodelujejo tudi očetnokislinske bakterije (McDonald in sod., 1991; Weinberg in Muck, 1996). Vsi mikroorganizmi, ki sodelujejo pri kvarjenju silaže, izhajajo iz silaže in ne iz zraka. Največ energije za razmnoževanje dobijo iz mlečne kisline, očetne kisline in sladkorjev. Pri porabi teh spojin se tvori voda in ogljikov dioksid, sprošča pa se toplota. Zato se lahko temperatura take silaže poveča tudi na 70 °C in več (McDonald in sod., 1991). Za kvarjenje na zraku so dovzетnejše silaže z veliko vsebnostjo sladkorjev, med drugim tudi silaže, pri katerih smo vrenje omejili s silirnimi dodatki (Stekar, 1995a). Stekar (1995b) tudi ugotavlja, da obilica sladkorjev v silirani krmni ni dobrodošla. Tudi Verbič (2005a) trdi, da je obstojnost silaže povezana z vsebnostjo sladkorjev v silaži. Rezultati kažejo, da bi bilo za izboljšanje aerobne obstojnosti silaže smiselno razviti silirne dodatke, ki bi povečevali pufersko sposobnost materiala za siliranje. S tem bi se zmanjšala količina nepovretil sladkorjev v silaži.

2.2.1 Vpliv zrelosti koruze na kvarjenje silaže

Verbič (2005b) navaja, da stroka že dolgo povezuje obstojnost silaže na zraku z zrelostjo koruze ob siliranju. Na splošno pa tudi velja, da so silaže iz bolj zrele koruze bolj dovzетne za kvarjenje na zraku kot silaže iz manj zrele koruze. Verbič in sod. (2003) so v letih med 2003 in 2004 podrobneje raziskali vpliv zrelosti koruze na kvarjenje silaž. Ugotovili so, da pri manj zreli koruzi obstojnost silaže na zraku ni odvisna od zrelosti, pri bolj zreli koruzi

pa se je začela obstojnost silaž z zorenjem koruze izboljševati. Ti rezultati so v nasprotju s splošno uveljavljenim mnenjem, da se na zraku bolj kvarijo silaže iz preveč zrele koruze. Nadalje je Verbič (2005b) ugotavljal vzrok za obstojnost silaže iz zelo zrele koruze. Kvarjenje povzročajo kvasovke in plesni, ki pa hitro rastejo, če imajo na voljo veliko sladkorjev. Za kvarjenje so dovzetne predvsem silaže, v katerih po siliranju ostane veliko nepovretil sladkorjev. Vsebnost le teh v silaži pa je odvisna od njihove vsebnosti v koruzi za siliranje ter od tega, koliko jih med siliranjem povre v organske kisline. Med zorenjem se je vsebnost sladkorjev v rastlini zmanjšala od 200 g/kg SS v mlečni zrelosti do manj kot 100 g/kg SS v pozni voščeni zrelosti. V omenjenem poskusu Verbič in sod. (2003), se je med zorenjem zmanjševala tudi vsebnost sladkorjev v silaži. Ugotovili so tudi, da so silaže iz bolj zrele koruze obstojnejše ravno zaradi majhne vsebnosti nepovretil sladkorjev.

Na vsebnost sladkorjev med drugim vpliva tudi hibrid. Ponudba le teh se je v zadnjem desetletju zelo spremenila. Za siliranje uporabljamo skoraj izključno dolgozelene hibride. Navadni hibridi v fazi vegetativnega razvoja v steblih nakopičijo velike količine sladkorjev, ki jih rastlina med dozorevanjem premešča v storže in jih v obliki škroba nalaga v zrnje. Zaradi tega se pri teh hibridih vsebnost sladkorjev hitro zmanjša in je pri priporočeni zrelosti za siliranje že zelo majhna. Pri dolgozelenih hibridih pa vzporedno s premeščanjem sladkorjev iz stebel v storže poteka tudi intenzivna fotosinteza. Zato dolgozeleni hibridi pri priporočeni zrelosti za siliranje vsebujejo še veliko sladkorjev (Verbič, 2005b). Wyss (2002) je ugotovil, da velike vsebnosti sladkorjev pri dolgozelenih 'stay green' hibridih negativno učinkujejo na aerobno obstojnost silaže. Kljub temu, da imajo ti hibridi kar nekaj prednosti, med drugim tudi boljšo hranilno vrednost in manjšo vsebnost mikotoksinov pa je iz njih težje pripraviti obstojno silažo (Verbič, 2005b).

Verbič (2005b) priporoča siliranje koruze v voščeni zrelosti, v kateri bi morala ta koruza vsebovati od 300 do 350 g SS/kg, ne priporoča pa siliranja koruze, če suha snov preseže 400 g/kg.

2.3 SILIRNI DODATKI

Dandanes je na evropskem trgu mogoče kupiti številne silirne dodatke z različno sestavo in delovanjem. Praviloma jih uporabljamo le takrat, ko s siliranjem ne moremo pripraviti

silaže ustrezne kakovosti. Silirne dodatke je smiselno uporabiti pri krmi, ki se že po naravi težko silira. Preden se odločimo za silirni dodatek, moramo poznati težave, ki jih pričakujemo pri siliranju ter ugotoviti, kaj hočemo z dodatkom doseči. Silirne dodatke lahko glede na njihovo delovanje uvrstimo v dve skupini (Verbič, 2005c).

V prvo skupino uvrščamo dodatke za hitro kisanje ali pospeševalci vrenja silaže, ki onemogočijo rast klostridijev. Namenjeni so za siliranje krme, ki vsebuje preveč vlage in malo sladkorjev ali pa ima preveliko pufersko sposobnost za uspešno mlečnokislinsko vrenje. Verbič (2005c) je mnenja, da je te dodatke smiselno uporabiti pri siliranju premalo ovele trave in pri siliranju krme z veliko vsebnostjo metuljnic. Sem spadajo dodatki, ki vsebujejo homofermentativne mlečnokislinske bakterije (predstavnik *Lactobacillus plantarum*). Stekar (1995b) povzema ugotovitve številnih raziskovalcev, da dodatek homofermentativnih mlečnokislinskih bakterij k oveli travi zavre razvoj kvasovk in plesni ter podaljša obstojnost silaže na zraku. Dodane mlečnokislinske bakterije, v anaerobnem okolju in ob zadostni količini sladkorjev, ustvarjajo predvsem mlečno kislino, kar hitro zmanjša pH vrednost. Ob prisotnosti zraka mlečnokislinske bakterije tvorijo mlečno in očetno kislino, slednjo pa kvasovke hitro porabijo kot vir energije (Stekar, 1995b). Ugotovitve Weinberg in sod. (1993) pa so v nasprotju z navedbami Stekar (1995b), saj lahko dodatek homofermentativnih mlečnokislinskih bakterij aerobno obstojnost tudi poslabša. Weinber in sod. (1993) so ugotovili, da se je aerobno kvarjenje sirkovih in žitnih silaž ob dodatku homofermentativnih mlečnokislinskih bakterij povečalo, obstojnost silaž iz metuljnic pa se zaradi homofermentativnih mlečnokislinskih bakterij ni spremenila. Na splošno so kakovostne in dobro konzervirane silaže z dodatkom homofermentativnih mlečnokislinskih bakterij bolj nagnjene h kvarjenju na zraku, kot silaže brez dodatkov.

Da lahko mlečnokislinske bakterije prevladajo nad naravno mikrofloro, jih moramo dodati v dovolj veliki količini (Kung, 2000). Z dodatki za hitro kisanje povečamo začetno število mlečnokislinskih bakterij, ki pospešijo vrenje in kisanje krme (Verbič, 2005c). Z dodatkom bakterijskih cepiv želimo usmerjati vrenje, izboljšati kakovost, hranilno vrednost ter zmanjšati izgube med siliranjem (Stekar in sod., 1995).

Tudi dodani sladkorji, ki jih uvrščamo v prvo skupino dodatkov, pospešijo kisanje krme. Z njimi izboljšamo razmere za mlečnokislinsko vrenje in zato uspešnejše kisanje (Verbič,

2005c). Wu-Tai in sod. (2003) so v aerobnih razmerah proučevali vpliv nepovretih sladkorjev na vrenje koruzne silaže in ugotovili, da dodatek sladkorja statistično značilno poveča izgube suhe snovi. Silaže, ki so jim dodali sladkor, so vsebovale tudi manj očetne kisline kot silaže brez dodanega sladkorja. Maslene in propionske kisline v silaži, ki so ji dodali sladkor, ni bilo. Dodatek sladkorja pa je tudi poslabšal aerobno obstojnost silaže.

Najbolj učinkoviti so dodatki, ki vsebujejo kisline (npr. mravljinčna, očetna, mlečna, benzojska kislina) ali njihove soli. Prednost le teh je, da krmo zakisajo v trenutku, ko jih dodamo. Delujejo ne glede na to, ali krma vsebuje dovolj sladkorjev ali ne. Najpogosteje dodajamo mravljinčno kislino. Vsi ti dodatki preprečijo rast klostridijev, ne upočasnijo pa rasti plesni in kvasovk. Obstojnost silaž se na zraku celo poslabša, zato ti dodatki niso primerni za siliranje koruze (Verbič, 2005c).

Kapel in Stekar (2001) sta s statistično obdelavo objavljenih podatkov ugotovila, da dodatek propionskokislinskih bakterij ni učinkoval na siliranje koruze in sirka, saj sta bolj dovzetna za aerobno kvarjenje. Dodatek propionskokislinskih bakterij je imel vpliv le na potek vrenja v krmi iz travinja.

Druga skupina so dodatki za izboljšanje aerobne obstojnosti silaže. Ta skupina dodatkov zavira rast kvasovk in plesni ter s tem preprečuje gretje in plesnenje silaže. Ti dodatki so namenjeni predvsem siliranju krme, ki vsebuje veliko sladkorjev. Ta krma z vidika kisanja ni problematična, do težav pa pride ob odprtju silosa in izpostavitvi silaže zraku. Smiselno jih je uporabiti ob siliranju koruze in zelo ovele krme s travinja. Med te dodatke spadajo nekatere organske kisline in njihove soli ter heterofermentativne mlečnokislinske bakterije. Dodatki s heterofermentativnimi mlečnokislinskimi bakterijami vsebujejo predvsem bakterije iz vrste *Lactobacillus buchneri*, ki v anaerobnih razmerah pretvarjajo mlečno kislino v očetno in 1,2- propandiol, očetna kislina pa zavira rast kvasovk in plesni (Kung, 2000). Wu-Tai in sod. (2003) so z dodatkom *L. buchneri* ugotovili manjše vsebnosti mlečne kisline v silaži. V silaži z dodatkom *L. buchneri* je nastalo tudi več propionske in maslene kisline. Danner in sod. (2003) so ugotovili, da se je v silaži z homofermentativnimi mlečnokislinskimi bakterijami povečala vsebnost mlečne kisline, v silaži z dodatkom heterofermentativnih mlečnokislinskih bakterij pa očetna kislina.

Silaže z omenjenimi dodatki vsebujejo tudi manj sladkorjev, kar izboljšuje obstojnost silaž na zraku (Verbič, 2005c). Tudi Ranjit in Kung (2000) sta bila mnenja, da heterofermentativne mlečnokislinske bakterije vrste *L. buchneri* izboljšajo aerobno obstojnost koruzne silaže. Danner in sod. (2003) so ugotovili, da dodatek *L. brevis* in *L. buchneri* povečata aerobno obstojnost silaže, dodatek *L. plantarum* pa jo poslabša. Kapel in Stekar (2001) sta s statistično obdelavo objavljenih podatkov ugotavljala vpliv bakterijskih cepiv na aerobno obstojnost silaže. Pri cepljenju koruze z homofermentativnimi mlečnokislinskimi bakterijami se je kislinska sestava silaž izboljšala, aerobna obstojnost pa je bila slabša. Izjema je bilo cepivo, ki je vsebovalo *L. plantarum* in *Enterococcus faecium*, ki je izboljšalo aerobno obstojnost siliranih žit. Heterofermentativne mlečnokislinske bakterije *L. buchneri* pa so izboljšale aerobno obstojnost koruzne silaže, siliranega sirka in siliranih žit. Pokazale pa so se kot neučinkovite pri siliranju krme s travinja. Verbič in sod. (2005) so ugotovili, da je aerobno obstojnost koruzne silaže mogoče izboljšati z dodatkom, ki vsebuje mešanico hetero- in homofermentativnih mlečnokislinskih bakterij. Mlečnokislinske bakterije so del mlečne kisline pretvorile v očetno kislino, zmanjšala pa se je tudi vsebnost nepovretil sladkorjev. Z vidika aerobne obstojnosti je to dobro, saj se pri odvzemu najraje kvarijo silaže, ki vsebujejo veliko sladkorjev. Aerobna obstojnost silaže v omenjenem poskusu pa se je podaljšala za 30 do 40 ur. Verbič (2005c) ugotavlja, da pride do izboljšanja obstojnosti silaž na zraku šele pri 6 do 8 tednov starih silažah, ker poteka pretvorba mlečne kisline v očetno zelo počasi.

Kislina s posebnim delovanjem proti kvasovkam in plesnim (npr. propionska in mravljinčna), so primerne za preprečevanje gretja in plesnenja silaž. Samo z zakisanjem krme ni mogoče zaustaviti razmnoževanja teh mikroorganizmov zato npr. sama mravljinčna kislina, ni učinkovita. Na drugi strani pa je propionska kislina eden izmed najučinkovitejših dodatkov za preprečevanje aerobnega kvarjenja silaž, saj ima specifično fungicidno delovanje. Ker je zelo nevarna za delo, v zadnjem času pogosto uporabljajo njene soli kot sta amonijev in natrijev propionat, ki pa učinkujeta slabše (Kung, 2000). Propionsko kislino že dolgo uporabljajo pri skladiščenju žita, saj zavira rast mikroorganizmov. Zato je prevladalo mnenje, da lahko isto kislino uporabijo pri zmanjšanju in omejitvi kvarjenja silaže na zraku. Kot zelo učinkovita se je propionska

kislina (12 g na kg suhe snovi) izkazala pri koruzi z veliko vsebnostjo suhe snovi (350 g/kg) (Stekar, 1995b). Propionska kislina pa žal ovira rast le nekaterih vrst kvasovk v koruzni silaži. Pri silazah z večjo vsebnostjo vode moramo uporabiti večje odmerke propionske kisline. Učinek propionske kisline je boljši pri bolj kislih silazah, učinkovita pa je tudi mešanica propionske in mravljinčne kisline, vendar le v velikih odmerkih (Stekar, 1995b).

Danner in sod. (2003) so ugotovili, da je očetna kislina najbolj učinkovit dodatek za izboljšanje aerobne obstojnosti silaž in za preprečevanje rasti neželenih mikroorganizmov v silaži. Aerobna obstojnost silaže ob dodatku očetne kisline je bila od 57 pa do 339 ur. Za obstojnost do 100 ur mora silaža vsebovati več kot 50 g očetne kisline na kg suhe snovi.

Nekatere kisline, ki jih uporabljamo v živilski industriji (npr. sorbinska kislina, benzojska kislina), so tudi primerne za preprečevanje kvarjenja silaž na zraku. V to skupino uvrščamo tudi njihove soli, kot so natrijev benzoat, kalijev benzoat in kalijev sorbat. Priporočene količine dodatkov na osnovi organskih kislin in njihovih soli se razlikujejo glede na njihovo učinkovitost, uporabnost le teh pa najbolj omejuje njihova visoka cena (Verbič, 2005c).

Učinkovito sredstvo za preprečevanje aerobnega kvarjenja na mestu odvzema iz silosa je tudi žveplova kislina. Silažo bi bilo smiselno tretirati z dodatkom 0,30 kg žveplove kisline na tono (Verbič, 2005a).

2.3.1 Natrijev bikarbonat kot silirni dodatek

V pregledani literaturi poskusov, ki bi obravnavali vpliv natrijevega bikarbonata na aerobno obstojnost koruzne silaže, nismo našli. O'Kiely in sod. (2002) so preučevali vpliv natrijevega bikarbonata na pH vrednost in aerobno obstojnost travne silaže. Ugotovili so, da je natrijev bikarbonat zaradi hitrega povečanja pH vrednosti in hitrega dviga temperature poslabšal aerobno obstojnost silaže.

Dokazano je (Snyder in sod, 1983; Curnick in sod., 1983), da natrijev bikarbonat uspešno uravnava pH vrednost v ampovega soka. Zato smo sklepali, da bi podobne količine, kot jih dodajajo v obroke za prežvekovalce lahko vplivale tudi na vrenje in aerobno obstojnost

koruzne silaže. Po navedbah Murphy in Hu (2005) je bilo največ poskusov z natrijevim bikarbonatom opravljenih s kravami molznicami. Tudi sicer je natrijev bikarbonat najbolj pogost dodatek v mlečni proizvodnji. Pufersko delovanje natrijevega bikarbonata so različni avtorji preučevali tudi pri telicah, volih in teletih. Snyder in sod. (1983) menijo, da spremembe vrenja v vampu (povečanje očetne kisline in zmanjšanje propionske) običajno vplivajo tudi na povečanje vsebnosti maščobe v mleku. Dodatek natrijevega bikarbonata, prek povečanja pH vrednosti vampovega soka, poveča tudi prebavljivost vlaknine.

Snyder in sod. (1983) so preverili delovanje natrijevega bikarbonata pri obrokih s koruzno silažo in žiti na prirejo in sestavo mleka, količino zaužite krme, vrenje v vampu in na izkoristljivost hranljivih snovi. Ugotovili so, da je bil odstotek mlečne maščobe večji pri kravah z dodatkom 1,2 % natrijevega bikarbonata, povečala se je tudi pH vrednost vampovega soka. Natrijev bikarbonat pa ni vplival na količino zaužite krme in na izkoristljivost hranljivih snovi.

Shaver in sod. (1984) so ugotovili, da je mogoče z natrijevim bikarbonatom delno nevtralizirati kisline v koruzni silaži in s tem povečati zauživanje silaže. Optimalna pH vrednost koruzne silaže, pri kateri so telice v poskusu zaužile največ koruzne silaže, ki so jo nevtralizirali z natrijevim bikarbonatom, je znašala med 5 in 6. Zauživanje koruzne silaže pa se lahko zmanjša tako pri nizkih (pod 5) kot pri visokih pH vrednostih (nad 6).

Leto kasneje so Shaver in sod. (1985) preučevali učinke natrijevega bikarbonata pri obrokih s koruzno silažo pri volih in pri obrokih s koruzno silažo in lucerno pri telicah. Z dodajanjem natrijevega bikarbonata se je količina zaužite koruzne silaže povečala tako pri volih kot tudi pri telicah. Ugotovili so tudi, da se količina zaužite lucerne, kateri so dodali natrijev bikarbonat, poveča.

Erdman (1988) je v poskusu z dodajanjem natrijevega bikarbonata h koruzni silaži in lucerni preučeval učinke na količino zaužite krme in prirejo mleka. Ugotovil je, da se zaradi povečanja pH vrednosti koruzne silaže poveča količina zaužite silaže in vsebnost maščobe v mleku. Z dodajanjem natrijevega bikarbonata je dosegel tudi povečanje pH vrednosti lucerne, vendar pa v tem primeru to ni vplivalo na prirejo mleka in na količino zaužite lucerne. Ugotovitve Erdman (1988) o vplivu natrijevega bikarbonata na zauživanje

lucerne so v nasprotju z ugotovitvami Shaver in sod. (1985).

Erdman in Sharma (1989) sta preučevala tudi vpliv dodajanja natrijevega bikarbonata h koruzni silaži v kombinaciji s kvasovkami. Ugotovila sta, da kvasovke v kombinaciji z natrijevim bikarbonatom niso vplivale na sestavo kot tudi ne na prirejo mleka.

Le Ruyet in Tucker (1992) sta raziskovala učinek natrijevega bikarbonata na pH vrednost vampovega soka pri obrokih s sirkom. Natrijev bikarbonat je močno povečal pH vrednost vampovega soka in povečal pufersko sposobnost v manj kot dvanajstih urah po krmljenju.

Curnick in sod. (1983) so k štarterju za teleta dodali natrijev bikarbonat. Natrijev bikarbonat je imel pozitiven vpliv na prirast telet in na količino zaužite krme. Z dodatkom natrijevega bikarbonata se je povečala pH vrednost vampovega soka pa tudi razmerje med oetno in propionsko kislino.

Učinke natrijevega bikarbonata na količino zaužite travne silaže, prirejo in sestavo mleka, sta preučevala Heikkilä in Toivonen (2005). Natrijev bikarbonat sta dodala travni silaži, ki je bila silirana bodisi z dodatkom mravljične kisline bodisi z dodatkom encimov (s celulazo in hemicelulazami). Dodatek natrijevega bikarbonata ni imel statistično značilnega učinka na količino zaužite silaže, kot tudi ne na sestavo in prirejo mleka.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

3.1.1 Krma za siliranje

Koruzo za poskusno siliranje smo poželi 16. septembra 2005. Krmo smo pripravili z običajnimi stroji za siliranje. Poželi smo jo z enovrstnim kombajnom, transport pa smo opravili s traktorsko prikolico. Iz prikolice smo vzorčili 72 kg zrezane koruze, ki smo jo razdelili na štiri dele (4×18 kg) in dali v 38 l posode. V tri posode smo dodali različne količine natrijevega bikarbonata, krma v eni posodi pa je ostala netretirana. Vsebino posod smo dobro premešali. Posode s koruzo smo pripeljali v laboratorij, kjer smo napolnili laboratorijske cevne silose.

3.1.2 Laboratorijski cevni silosi



Slika 1: Laboratorijski cevni silos s podstavkom in kipelno veho

Laboratorijski silosi (slika 1) so sestavljeni iz: dveh tesnil, pokrova z luknjo, malega

pokrova s sitom, vrečke, vehe, zamaška ter podstavka. Visoki so 49 cm njihov premer pa je 11,7 cm. V cevne silose smo namestili vrečke, ki lajšajo čiščenje silosov in tesnila za tesnjenje obeh pokrovov. Spodnji pokrov cevnega silosa ima cedilce, ki omogoča, da se v primeru izcejanja soka iz poskusnega silosa le ta izcedi na dno. Laboratorijske cevne silose smo zgoraj zaprli s posebnim pokrovom z luknjo, v katero smo namestili kipelno veho. Kipelna veha omogoča odvajanje plinov, ki nastanejo pri siliranju, zrak pa ne more vdirati v silos, saj vanjo nalijemo vodo. Dno cevnih silosov smo obložili s stiroporom, spodnji pokrov pa zaprli z zamaškom.

3.2 METODE

3.2.1 Polnjenje laboratorijskih cevnih silosov

Siliranje smo opravili v 6 ponovitvah tako, da smo najprej napolnili prve ponovitve vseh obravnavanih silaž, nato druge ponovitve in tako naprej. S tem smo izločili mogoč vpliv časa siliranja na razlike med silažami. V vsak silos smo najprej nasuli približno 1,9 do 2 l zrezane koruze. Koruzo smo nato potlačili s šestimi sunki s plastičnim batom premera 75 mm. Postopek smo ponovili štirikrat, s tem da je bilo pri zadnjem polnjenju v silosu prostora le še za približno 1 l koruze. Po zadnjem tlačenju je bila koruza od 5 do 8,5 cm pod robom silosa. Trudili smo se, da smo silose enakomerno napolnili in potlačili. Preden smo laboratorijske cevne silose zaprli, smo pomerili višino koruze pod robom. Nato smo laboratorijske cevne silose stehali za potrebe izračuna gostote silaže ob polnjenju ter izgub med siliranjem. Silažo smo odprli po 74. dneh. Laboratorijskim cevnim silosom smo 7 dni pred odprtjem za 24 ur odprli odprtine na spodnjem in zgornjem pokrovu cevnega silosa in s tem omogočili prehod zraka skozi silažo, kot to priporočajo Pahlow in sod. (1999). S tem smo v cevnih silosih ustvarili razmere, ki so podobne razmeram v praksi, kjer tesnjenje silosov ni idealno. Po 24. urah smo odprtine ponovno zaprli, po enakem postopku kot ob polnjenju silosov.

Pri izračunu neto mase koruze pred in po siliranju smo upoštevali skupno maso silosov in koruze, od katere smo odšteli maso vseh delov poskusnih silosov, ki skupaj znaša 1094 g. Za izračun gostote silaže smo upoštevali volumen cevnih silosov (v l), s tem da smo upoštevali izmerjeno višino koruze pod robom silosov ob času polnjenja.

3.2.2 Dodajanje natrijevega bikarbonata

Pripravili smo silažo brez dodatka (kontrola) in silažo s tremi različnimi količinami dodatka natrijevega bikarbonata. Natrijev bikarbonat smo zamešali neposredno v posode s koruzo za siliranje, ki smo jo dobro premešali. Količine dodanega natrijevega bikarbonata in oznake silaž so prikazane v preglednici 1.

Preglednica 1: Količina dodanega natrijevega bikarbonata

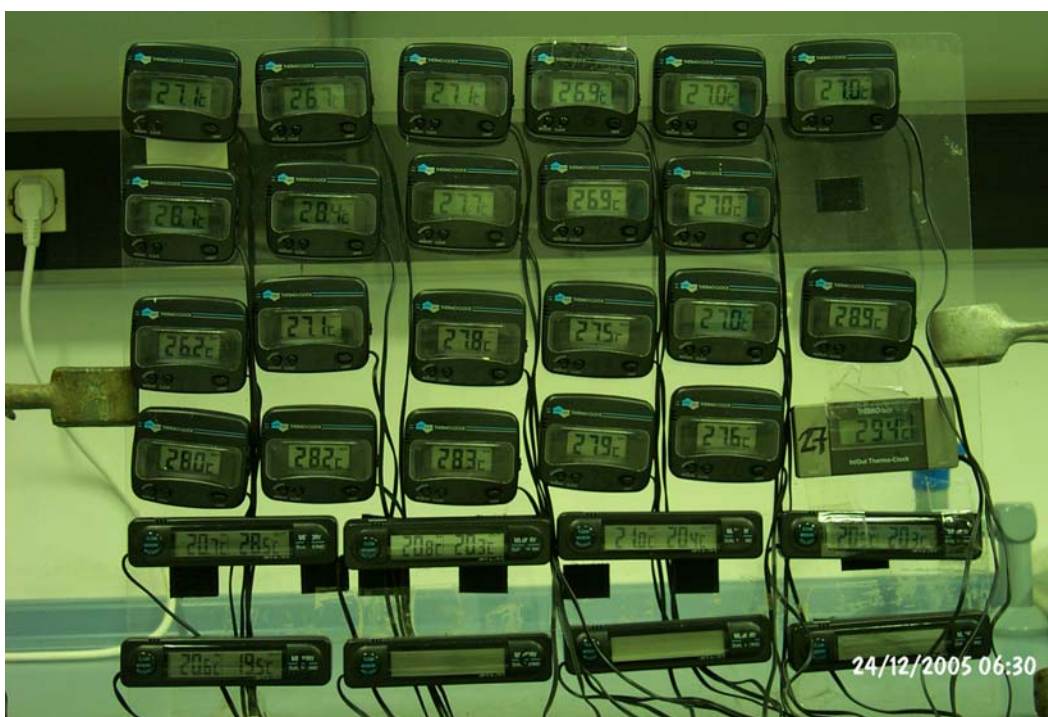
Oznaka silaž	Dodatek natrijevega bikarbonata kg/tono	Dodatek natrijevega bikarbonata g/18 kg koruze
Kontrola- K	0	0
NBK2	2	36
NBK4	4	72
NBK6	6	108

3.2.3 Merjenje aerobne obstojnosti

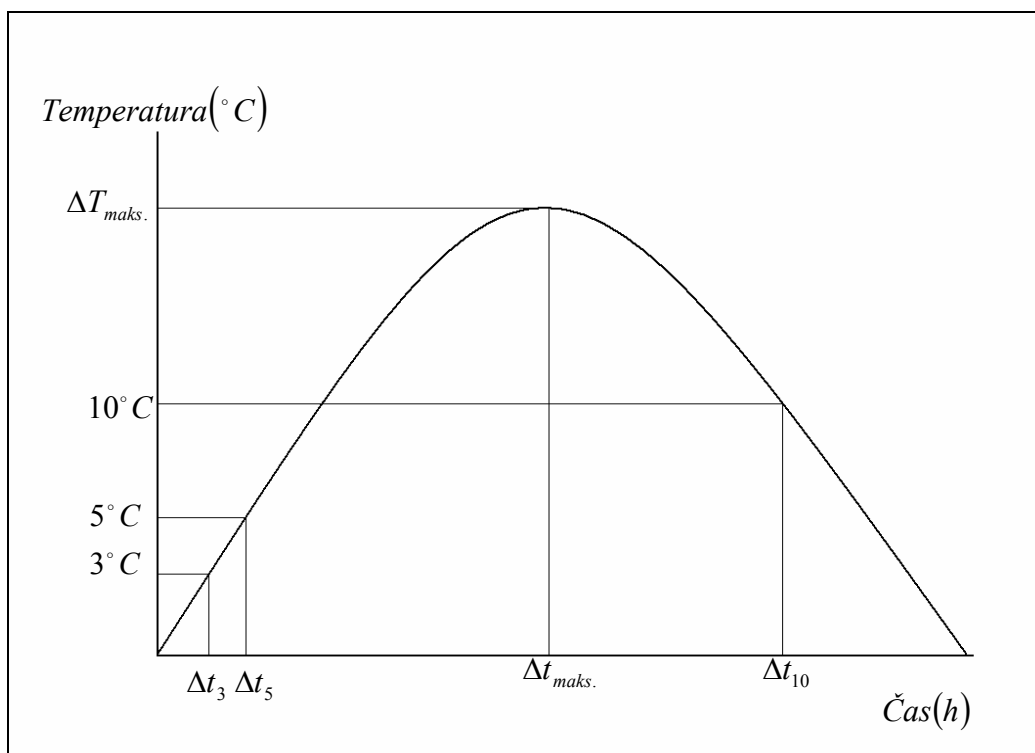


Slika 2: Izolirani laboratorijski cevni silosi za merjenje aerobne obstojnosti

Aerobno obstojnost silaže smo merili v istih laboratorijskih cevnih silosih, s tem da smo jih dodatno izolirali s stiroporom, odprtini na obeh pokrovih (zgornjem in spodnjem) pa pustili odprti (slika 2). Premer odprtin v pokrovih je bil dva centimetra. Debelina izolacije, ki je obdajala cevni silos je bila 5,5 cm, izolacija na spodnjem in zgornjem pokrovu silosa pa je imela 8 cm. Silažo iz laboratorijskih cevnih silosov smo za vsako ponovitev posebej stresli v posodo, jo dobro premešali ter z njo narahlo napolnili izolirane cevne silose. V sredino izoliranih cevnih silosov (na globino približno 24 cm) smo namestili termometre. Temperature smo merili 28 dni, razlike med temperaturo silaže in okolja pa beležili vsake 4 ure. V ta namen smo nastavili fotoaparata, ki je termometre fotografiral vsake 4 ure (slika 3). Aerobno obstojnost smo izrazili s časom, v katerem je temperatura silaže presegla temperaturo okolja za 3 °C in 5 °C (Δt_3 in Δt_5 , v urah). Izmerili smo tudi največjo doseženo razliko med temperaturo silaže in okolja ($\Delta T_{maks.}$, v °C) in čas, ko je bila ta razlika dosežena ($\Delta t_{maks.}$, v urah). Vključili smo tudi čas, v katerem temperatura silaže od temperature okolja ponovno pade pod 10 °C (Δt_{10} , v urah). Pomen različnih parametrov je predstavljen na sliki 4. Pri tej metodi gre za merjenje aerobne obstojnosti zrahljane silaže.



Slika 3: Termometri



Slika 4: Pomen parametrov aerobne obstojnosti

3.2.4 Priprava silaže za določitev vsebnosti kislin, amoniaka in pH vrednosti

Po odprtju laboratorijskih cevnih silosov smo za analizo odvzeli vzorce silaž, s tem da smo združili po dve ponovitvi skupaj, kot je prikazano v preglednici 2. Na teh vzorcih smo opravili analizo vsebnosti suhe snovi, pH vrednosti, sladkorjev ter produktov vrenja (mlečna, očetna, maslena, propionska, valerianska kislina in amoniak).

Preglednica 2: Priprava silaže za določitev vsebnosti kislin, amoniaka in pH vrednosti

Silos	Vzorec
K1+ K2	K1-2
K3+ K4	K3-4
K5+ K6	K5-6
NBK2/1+ NBK2/2	NBK2/1-2
NBK2/3+ NBK2/4	NBK2/3-4
NBK2/5+ NBK2/6	NBK2/5-6
NBK4/1+ NBK4/2	NBK4/1-2
NBK4/3+ NBK4/4	NBK4/3-4
NBK4/5+ NBK4/6	NBK4/5-6
NBK6/1+ NBK6/2	NBK6/1-2
NBK6/3+ NBK6/4	NBK6/3-4
NBK6/5+ NBK6/6	NBK6/5-6

3.2.5 Kemijske analize

Grobo suho snov smo določali s sušenjem pri 60 °C, higroskopsko pa s sušenjem pri 103 °C. Vsebnost N smo določili po Kjeldahlovem postopku (ISO 5983-2:2005). Vsebnost surovih beljakovin v vzorcih smo izračunali tako, da smo vsebnost N pomnožili s faktorjem 6,25. Pufersko sposobnost, vsebnost skupnih sladkorjev, pH vrednost, vsebnost mlečne kisline in vsebnost hlapnih kislin ter vsebnost amoniaka smo določali v svežih (neposušeni) vzorcih, ki smo jih do analize hranili pri -20 °C. Vsebnost skupnih sladkorjev smo določili v vodnem izvlečku po Luff-Schoorlovi metodi, kot sta jo opisala Naumann in Bassler (1976). Pufersko sposobnost smo določali po Playne in McDonald (1966). Pri tem vzorec zmešamo z vodo, z 0.1 M HCl titriramo do pH 3 in potem z 0.1 M NaOH do pH 6. Pufersko sposobnost izrazimo kot mmol porabljenega NaOH na kilogram suhe snovi vzorca. Vsebnost amoniaka smo določali z destilacijsko metodo (Naumann in Bassler, 1976). Vsebnosti mlečne, očetne, maslene, propionske in valerianske kisline smo določili s plinskim kromatografom s plamensko ionizacijskim detektorjem, s tem da smo mlečno kislino pred tem pretvorili v metilni ester (Holdeman in Moore, 1975). Vse analize so opravili v Centralnem laboratoriju Kmetijskega inštituta Slovenije.

Na podlagi rezultatov kemijskih analiz smo silažo ocenili po novem DLG ključu (Weißbach in Honig, 1992). Za izračun amoniakovega N (v g/kg skupnega N) smo uporabili podatek o povprečni vsebnosti surovih beljakovin v koruzi za siliranje.

3.2.6 Statistična obdelava podatkov

Podatke smo obdelali s statističnim programom Statgraphics Plus 5.1 (1994-2001). Z analizo variance smo ocenili vpliv dodatka natrijevega bikarbonata na kemično sestavo in aerobno obstojnost koruzne silaže.

STATISTIČNI MODEL:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + e_{ij} \quad \dots(1)$$

Y_{ij} - opazovana vrednost za lastnosti (suha snov, pH vrednost, amoniak, amoniakov N, mlečna kislina, očetna kislina, propionska kislina, maslena kislina, valerianska kislina, skupne sladkorje ter $\Delta t_3, \Delta t_5, \Delta T_{maks.}, \Delta t_{maks.}$ in Δt_{10} , gostota silaže in izgube sveže mase)

μ - srednja vrednost modela

A_i - vpliv dodatka natrijevega bikarbonata i ($i = 4$)

e_{ij} - ostanek

V primeru statistično značilnega vpliva dodatka natrijevega bikarbonata na določene lastnosti, smo značilnost razlik med posameznimi silažami testirali s Fischerjevim testom najmanjših značilnih razlik (LSD) pri stopnji tveganja $p < 0,05$.

4 REZULTATI

4.1 SESTAVA KORUZE ZA SILIRANJE

Rezultati analiz koruze za siliranje so prikazani v preglednici 3. Vsebnost suhe snovi je bila med 385 in 396 g/kg, vsebnost surovih beljakovin pa od 61 do 65 g/kg SS. Puferska sposobnost koruze za siliranje, ki smo ji dodali natrijev bikarbonat, je bila podobna kot pri koruzi brez dodatka. Pri NBK2 in NBK4 je sicer opazen trend povečanja, pri NBK6 pa je bila puferska sposobnost koruze celo nekoliko manjša kot pri koruzi brez dodatka.

Preglednica 3: Sestava koruze za siliranje

	K	NBK2	NBK4	NBK6
Suha snov (g/kg)	385	396	388	391
Surove beljakovine (g/kg SS)	65	61	62	65
Puferska sposobnost (mmol/kg SS)	600	629	647	593
Sladkorji (g/kg SS)	62	/	/	/

4.2 VPLIV NATRIJEVEGA BIKARBONATA NA VRENJE KORUZNE SILAŽE

V primerjavi s kontrolo so silaže z dodatkom natrijevega bikarbonata vsebovale statistično značilno več mlečne kisline (47,7 g/kg SS pri NBK2, 51,4 g/kg SS pri NBK4, 57,1 g/kg SS pri NBK6 proti 41,2 g/kg SS za kontrolo, preglednica 4). Vsebnost očetne kisline je znašala od 17,7 do 18,3 g/kg SS in je bila pri silaži z dodatkom natrijevega bikarbonata podobna kot pri kontroli. Razlike med silažami niso bile statistično značilne. Tudi v vsebnosti amoniaka med silažami ni bilo značilnih razlik. Vsebnost propionske kisline je bila v vseh silažah enaka (0,1 g/kg SS) prav tako pH vrednost, ki je bila 4.

Ob upoštevanju povezav med vsebnostjo suhe snovi in pH vrednostjo po Dulphy in Demarquilly (1981), so vse silaže pri dani vsebnosti suhe snovi dosegle dovolj nizko pH vrednost (4) za preprečitev rasti klostridijev. Po Dulphy in Demarquilly (1981) smo ocenili silažo tudi glede vsebnosti očetne in maslene kisline, ki ju dobra silaža naj ne bi vsebovala več kot 40 oziroma 5 g na kg suhe snovi. Glede na vsebnost očetne kisline je bila naša silaža ocenjena kot zelo dobra, glede na vsebnost maslene kisline pa kot dobra.

Kakovost silaže ocenjujemo po novem DLG ključu (Weißbach in Honig, 1992) glede na vsebnost maslene in očetne kisline, amoniakovega dušika ter pH vrednosti ob upoštevanju vsebnosti suhe snovi v silaži. Po tem ključu so vse silaže dobile največje število točk, to je 100 (preglednica 4).

Preglednica 4: Vpliv dodajanja natrijevega bikarbonata na vsebnost suhe snovi, amoniaka, kislin in sladkorjev

	K	NBK2	NBK4	NBK6	SE	Značilnost
n	3	3	3 (2*)	3	/	/
Suha snov (g/kg)	375	372	374	376	2,22	n.s.
pH vrednost	4,0	4,0	4,0	4,0	0,08	n.s.
Amoniak (g/kg SS)	0,8	0,7	0,7	0,7	0,02	n.s.
Amoniakov N (g/kg skup. N)	66	65	64	61	1,78	n.s.
Mlečna kislina (g/kg SS)	41,2 ^a	47,7 ^b	51,4 ^{b,c}	57,1 ^d	1,80	**
Očetna kislina (g/kg SS)	17,8	18,7	18,3	17,7	0,59	n.s.
Propionska kislina (g/kg SS)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,02	n.s.
Maslenska kislina (g/kg SS)	0,06	0,04	0,05	0,1	0,04	n.s.
Valerianska kislina (g/kg SS)	0,01	0,03	0,03	0,02	0,01	n.s.
Sladkorji (vodni izvleček) (g/kg SS)	1,8	1,4	1,0	1,8	0,82 (1,01*)	n.s.
Ocena po novem DLG ključu (št. točk)	100	100	100	100	/	/

Okrajšave:

n- število podatkov

*- pri sladkorju je zaradi manjkajoče vrednosti n=2

SE- standardna napaka

^{a,b,c,d} - enako označene sredine se med seboj statistično ne razlikujejo ($p < 0,05$)

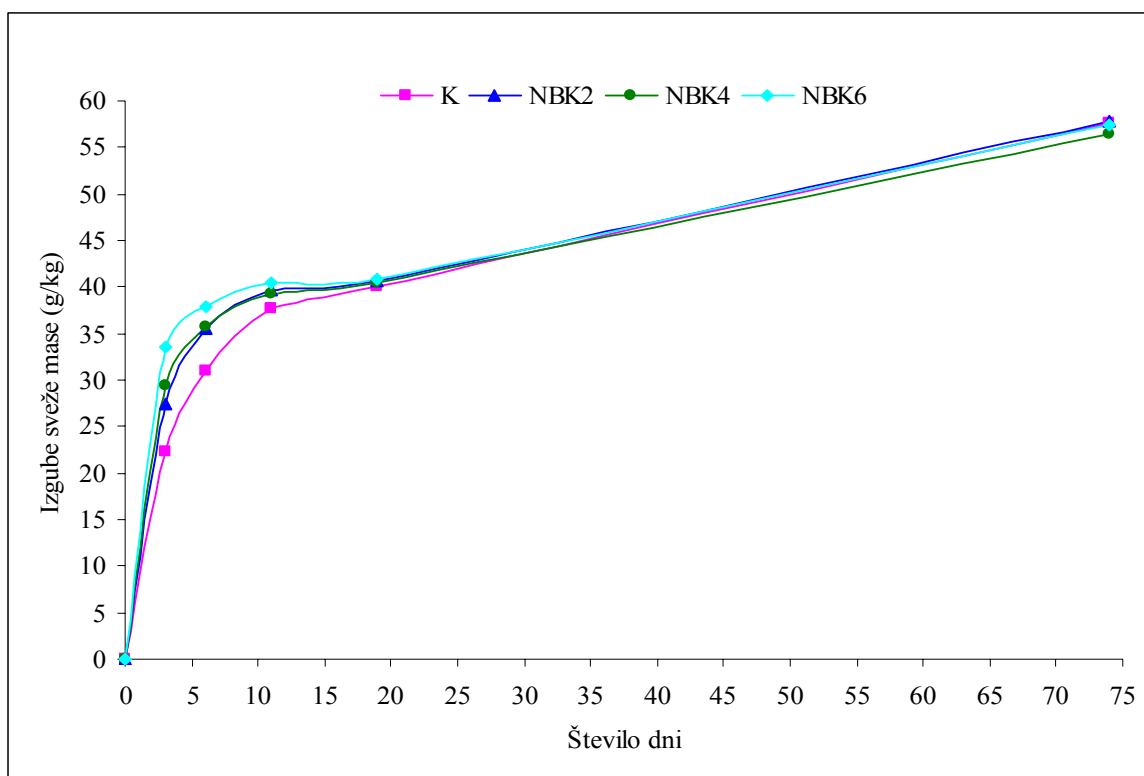
n.s.- statistično neznačilno ($p > 0,1$); **- $p < 0,01$

4.3 GOSTOTA SILAŽE IN IZGUBE MED SILIRANJEM

Gostoto silaže smo izmerili ob polnjenju silosov (16. septembra 2005). Rezultati so prikazani v preglednici 5. Razlike med silažami so bile zelo majhne, saj so bile med 189 (NBK2) in 192 kg SS/m³ (NBK4, NBK6). To pomeni, da smo silose polnili zelo enakomerno.

Izgube sveže mase so se med siliranjem povečevale (slika 5). Od dneva siliranja pa do tretjega dne, ko smo zopet opravili tehtanje, so bile največje izgube sveže mase pri silaži

NBK6 (34 g/kg), najmanjše pri kontroli (22 g/kg). Nato so se izgube do 19. dne počasi povečevale, razlike med silažami pa zmanjševale. Ob odprtju silosov (74 dni po siliranju) so bile razlike med silažami majhne in statistično neznačilne, od 57 g/kg pri NBK6 do 58 g/kg pri NBK2 (preglednica 5). Tudi razlike v izgubah suhe snovi so bile majhne (od 93 pri NBK2 do 96 g/kg pri kontroli, preglednica 5).



Slika 5: Izgube sveže mase po dnevih

Preglednica 5: Gostota silaže, izgube sveže mase in izgube suhe snovi po 74. dneh siliranja koruzne silaže

	K	NBK2	NBK4	NBK6	SE	Značilnost
Gostota (kg SS/m ³)	190	189	192	192	1,04	n.s.
Izgube sveže mase med siliranjem (g/kg)	57	58	56	57	0,19	n.s.
Izgube suhe snovi med siliranjem (g/kg)*	96	93	95	95	/	/

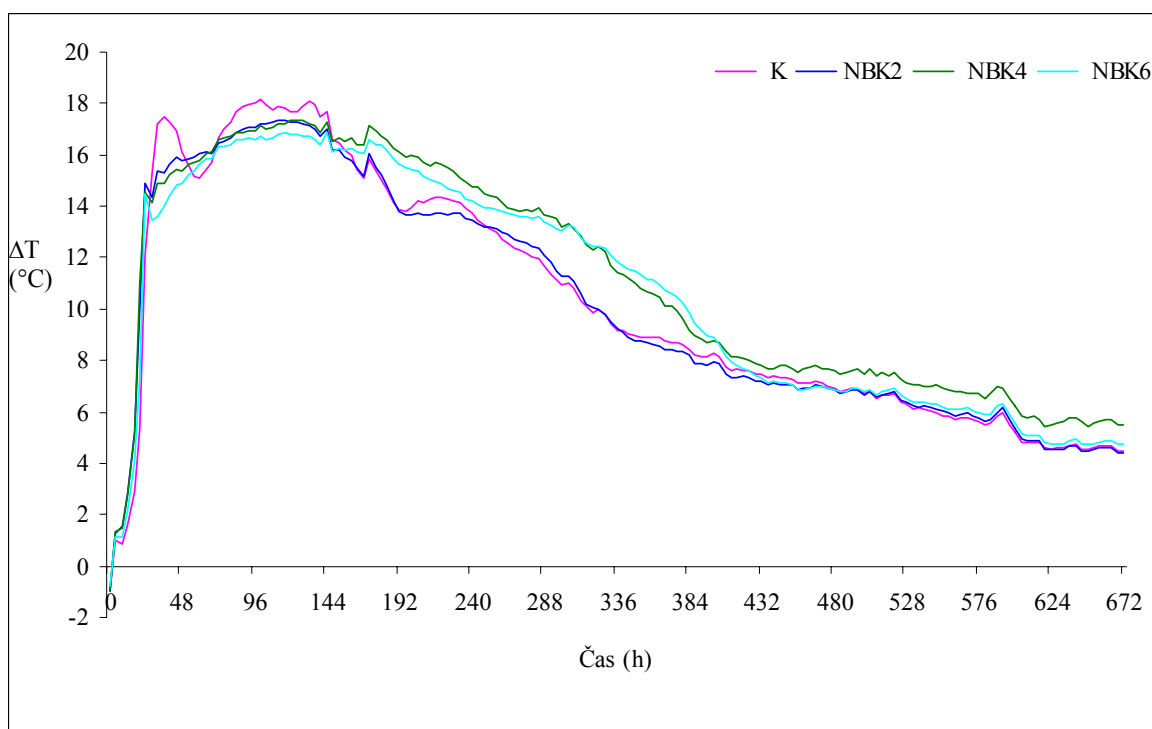
Okrajšave:

*- Izgube suhe snovi med siliranjem so bile izračunane ob upoštevanju vsebnosti suhe snovi združenih vzorcev ob koncu siliranja in zaradi tega niso statistično obdelane

SE- standardna napaka; n.s.- statistično neznačilno ($p > 0,1$)

4.4 VPLIV NATRIJEVEGA BIKARBONATA NA AEROBNO OBSTOJNOST KORUZNE SILAŽE

Temperaturne razlike med silažo in okoljem med inkubacijo silaže v izoliranih cevni silosih so bile velike, razlike med silažami pa majhne (slika 6). Razlika temperature (ΔT , °C) je odstopanje temperature silaže od temperature okolja. V 24. urah se je razlika temperature iz $-0,9$ °C (pri vseh silažah) dvignila na $12,1$ °C za kontrolo oziroma na $14,5$ °C za NBK6, $14,6$ °C za NBK4 vse do $14,9$ °C za NBK2. Največje razlike med temperaturo silaže in okolja so bile dosežene med 100 in 120. urami, ko je temperatura silaž NBK2, NBK4 in NBK6 presegla temperaturo okolja za $16,8$ °C (NBK6) do $17,4$ °C (NBK4), temperatura kontrolne silaže pa za $18,2$ °C. Po 176. urah se je začela razlika v temperaturi počasi zmanjševati. Razlike med silažami so bile majhne.



Slika 6: Povprečje razlik med temperaturo silaže in okolja

Silaže se za čas, ko je temperatura silaže presegla temperaturo okolja za 3 °C (Δt_3 , h), niso statistično značilno razlikovale (preglednica 6). Silaži NBK2 in NBK4 sta statistično značilno prej presegli temperaturo okolja za 5 °C (Δt_5 , h) (po $15,8$ urah NBK2 in po $15,7$ urah NBK4) kot kontrolna silaža ($\Delta t_5 =$ po $19,6$ urah), silaže NBK2, NBK4 in NBK6 pa se

med seboj statistično niso razlikovale. Največja razlika med temperaturo silaže in okolja ($\Delta T_{maks.}$, °C) je bila pri kontroli statistično značilno večja kot pri vseh ostalih silažah. Največja razlika med temperaturo silaže in okolja je bila pri NBK2 dosežena 10 ur kasneje, pri NBK4 in NBK6 pa 24 ur kasneje kot pri kontroli ($\Delta t_{maks.}$, h). Čas, v katerem se je temperaturna razlika med silažo in okoljem ponovno zmanjšala pod 10 °C (Δt_{10} , h), je bil pri NBK4 in NBK6 statistično značilno daljši kot pri kontroli in NBK2 (378,7 ur pri NBK4 in 383,3 ur pri NBK6 proti 327,3 uram pri kontroli in 308,0 uram pri NBK2).

Preglednica 6: Vpliv dodajanja natrijevega bikarbonata na aerobno obstojnost koruzne silaže

	K	NBK2	NBK4	NBK6	SE	Značilnost
n	6	6	6	6	/	/
Δt_3 (h)	15,5	12,5	12,6	14,3	1,08	n.s.
Δt_5 (h)	19,6 ^b	15,8 ^a	15,7 ^a	17,3 ^{a,b}	0,96	*
$\Delta T_{maks.}$ (°C)	20,1 ^b	17,6 ^a	17,9 ^a	17,1 ^a	0,67	*
$\Delta t_{maks.}$ (h)	89,3	99,3	113,3	113,3	18,5	n.s.
Δt_{10} (h)	327,3 ^a	308,0 ^a	378,7 ^b	383,3 ^b	15,70	**

Okrajšave:

n- število podatkov

Δt_3 - čas, v katerem temperatura silaže preseže temperaturo okolja za 3 °C

Δt_5 - čas, v katerem temperatura silaže preseže temperaturo okolja za 5 °C

$\Delta T_{maks.}$ - največja razlika med temperaturo silaže in okolja

$\Delta t_{maks.}$ - čas, ko je dosežena največja razlika med temperaturo silaže in okolja

Δt_{10} - čas, v katerem temperatura silaže od temperature okolja ponovno pade pod 10 °C

SE- standardna napaka

^{a,b} - enako označene sredine se med seboj statistično ne razlikujejo ($p < 0,05$)

n.s.- statistično neznačilno ($p > 0,1$); *- $p < 0,05$; **- $p < 0,01$

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

5.1.1 Vrenje koruzne silaže

Z analizo sestave koruze za siliranje smo ugotovili, da je bila vsebnost suhe snovi med 385 in 396 g/kg (preglednica 3) medtem, ko je bila vsebnost suhe snovi v silaži med 371 pa do 375 g/kg (preglednica 4). Zmanjšanje vsebnosti suhe snovi med siliranjem pripisujemo deloma izgubam suhe snovi med siliranjem, deloma pa tudi metodiki določanja suhe snovi silaže s sušenjem. Med sušenjem silaž se namreč izgubijo nekatere hlapne sestavine silaž, zaradi česar je na ta način določena vsebnost suhe snovi v silažah podcenjena. Tako so npr. Stibilj in sod. (1990) z metodo sušenja pri 105 °C v silažah določili 286 g SS/kg, povprečna vsebnost suhe snovi po Dean-Starku istih vzorcev pa je bila 290 g SS/kg.

Vsebnost suhe snovi v koruzi za siliranje je bila na zgornji meji priporočenega razpona za siliranje. Verbič (2005b) priporoča siliranje v voščeni zrelosti, ko vsebuje koruza od 300 do 350 g SS/kg. Ne priporoča siliranja pri sušini nad 400 g/kg. Mrzlikar (2007) je v diplomskem delu ugotovil, da je bila vsebnost sušine v koruznih silažah s kmetij od 271 do 510 g/kg in je bila v povprečju 348 g/kg v koritastih in 336 g/kg v stolpnih silosih. Shaver (2003) meni, da imajo silaže, ki vsebujejo manj kot 250 g suhe snovi na kg, zaradi visoke puferske sposobnosti podaljšano vrenje. V takih silažah je vsebnost očetne kisline velika (od 30 do 40 g/kg SS). Pitt in sod. (1991) so ugotovili da so bile silaže z visoko vsebnostjo suhe snovi zaradi visoke pH vrednosti na zraku neobstoje.

Vsebnost surovih beljakovin je bila med 61 in 65 g/kg SS, kar je v skladu z ugotovitvami Verbič in sod. (2005). McDonald in sod. (1991) menijo, da je slaba lastnost koruze prav majhna vsebnost surovih beljakovin, ki jih je ponavadi manj kot 100 g na kg suhe snovi. Na vsebnost surovih beljakovin vpliva tudi zrelost koruze (Verbič in sod., 2003). Bolj zrela koruza je vsebovala manj surovih beljakovin (70,3 g/kg SS) od manj zrele koruze (74,9 g/kg SS). Ugotovili so tudi, da je koruza, ki jo je prizadela suša, vsebovala kar 117,2 g surovih beljakovin na kg suhe snovi.

Vsebnost sladkorjev v koruzi za siliranje je bila majhna (62 g/kg SS). Henderson in sod.

(1979) so ugotovili, da v silazah z veliko vsebnostjo sladkorjev nastane veliko mlečne in ocetne kisline. Wu-Tai in sod. (2003) so ugotovili, da vsebuje koruza za siliranje pri 290 do 302 g suhe snovi na kg od 58 do 138 g sladkorjev na kg suhe snovi. Verbič (2007) je v koruzi za siliranje z vsebnostjo suhe snovi med 381 in 385 g/kg ugotovil od 70 do 84 g sladkorjev na kg suhe snovi. Majhna vsebnost sladkorjev v koruzi za siliranje, ki smo jo uporabili v tem poskusu, je lahko posledica slabega hibrida koruze.

Majhna vsebnost sladkorjev v koruzi, je vplivala tudi na zelo majhne vsebnosti nepovretil sladkorjev v silazah. V silaži s suho snovjo od 375 do 379 g/kg je Verbič (2007) določil od 10,0 do 16,3 g nepovretil sladkorjev na kg suhe snovi, v našem primeru pa smo pri omenjenih vsebnostih suhe snovi ugotovili le od 1,0 do 1,8 g sladkorjev na kg suhe snovi. To pomeni, da so skoraj vsi razpoložljivi sladkorji povreli v kisline. K temu je lahko prispevalo tudi to, da smo laboratorijske cevne silose sedem dni pred odprtjem za 24 ur izpostavili zraku. Pitt in sod. (1991) so z modelom aerobne rasti gliv ugotovili, da vsebnosti sladkorjev med 25 in 300 g na kg suhe snovi ne vplivajo na aerobno obstojnost silaž, če pa vsebuje silaža manj nepovretil sladkorjev, je obstojnost silaž bistveno boljša.

Z dodajanjem natrijevega bikarbonata nismo uspeli bistveno spremeniti puferske sposobnosti krme. Puferska sposobnost v tretirani koruzi za siliranje je bila med 593 in 647 mmol/kg suhe snovi, v kontroli pa 600 mmol/kg SS. Nekonsistentni rezultati so verjetno tudi posledica variabilnosti materiala, saj so manjše količine natrijevega bikarbonata (NBK2 in NBK4) kazale na tendenco povečevanja puferske sposobnosti, pri največji količini dodanega natrijevega bikarbonata (NBK6) pa se to ni zgodilo. Vzrok za nekonsistentne rezultate med silažami bi lahko iskali tudi v nehomogenosti porazdelitve natrijevega bikarbonata v koruzo za siliranje. V poskusu, ki ga je Verbič (2007) opravil v letu 2003 je v koruzi za siliranje pri primerljivi vsebnosti suhe snovi (381 g/kg) določil pufersko sposobnost 323 mmol/kg suhe snovi. V letu 2004 pa je pri podobni vsebnosti suhe snovi (385 g/kg) ugotovil, da je bila puferska sposobnost kar 819 mmol na kg suhe snovi (Verbič, 2007). Naš rezultat je skladen z objavljenimi rezultati. Z modelom aerobne rasti gliv v silaži so Pitt in sod. (1991) ugotovili, da je bila aerobna obstojnost silaže najboljša, ko je imela krma za siliranje visoko pufersko sposobnost.

Normalna pH vrednost koruzne silaže je 3,8, zato se h koruzni silaži pred krmljenjem

pogosto dodaja natrijev bikarbonat, da nevtralizira kislost silaže (Shaver, 2003). Pri koruzni silaži je pH vrednost redko višja od 4,2. Silaže z več kot 420 g/kg suhe snovi in silaže iz koruze, ki jo je prizadela suša, imajo nekoliko višjo pH vrednost (Shaver, 2003). V našem poskusu dodajanje natrijevega bikarbonata ni vplivalo na pH vrednost silaže. Vrednosti so bile pri vseh silažah enake (pH 4) in v okviru pričakovanega. Z oceno silaže po Dulphy in Demarquilly (1981) so bile vse silaže stabilne, saj so imele glede na vsebnost suhe snovi ustrezno pH vrednost. Tudi v poskusu O'Kiely in sod. (2002) dodatek natrijevega bikarbonata ni uspel spremeniti pH vrednosti travne silaže. Na pH vrednost silaže pa lahko vpliva vsebnost sladkorjev.

Velika vsebnost amoniaka (več kot 120 pa tja do 150 g/kg amoniakovega N od skupnega N) v silaži je rezultat prekomernega razkrajanja beljakovin med siliranjem zaradi počasnega padca pH vrednosti, kar omogoča rast klostridijev s proteolitičnim delovanjem. Amoniakov dušik nastane pri deaminaciji aminokislin, pri tem pa nastanejo tudi hitro hlapne maščobne kisline, kot sta valerianska in kapronska kislina (Henderson in sod., 1979). Znano je, da imajo te kisline antimikroben učinek in da zavirajo rast bakterij in gliv (Henderson in sod., 1979), kar je verjetno eden od vzrokov za boljšo aerobno obstojnost silaž z veliko vsebnostjo amoniaka, o kateri prav tako poročajo Henderson in sod. (1979). Tudi Verbič in sod. (2003) so ugotovili, da je bila silaža, ki jo je prizadela suša, verjetno zaradi večje vsebnosti amoniaka bolj obstojna na zraku od silaže iz običajne koruze. V praksi je delovanje klostridijev lahko tudi posledica slabega tlačenja silaže ali pa prepočasnega polnjenja silosa (Shaver, 2003). V našem primeru je bila vsebnost amoniakovega N v silaži med 61 in 66 g na kg skupnega dušika. Največ amoniakovega N je vsebovala kontrolna silaža, vendar pa razlike med silažami niso bile statistično značilne. Glede na majhne razlike tudi ne moremo pričakovati, da bi le-te lahko vplivale na aerobno obstojnost silaž.

Iz preglednice 4 je razvidno, da je bilo v silaži z dodatkom natrijevega bikarbonata statistično značilno več mlečne kisline kot pri kontroli (47,7 g/kg SS pri NBK2, 51,4 g/kg SS pri NBK4; 57,1 g/kg SS pri NBK6 proti 41,2 g/kg SS pri kontroli). Shaver (2003) navaja, da je mlečna kislina najmočnejša kislina v silaži. Odgovorna je za znižanje pH vrednosti silaže. Pri vrenju, kjer nastaja mlečna kislina, so izgube suhe snovi majhne.

Mlečne kisline naj bi bilo vsaj med 65 in 70 % od skupnih kislin v silaži (Shaver, 2003). V našem primeru je bil delež mlečne kisline od skupnih kislin od 69,6 % pri kontroli do 76,1 % pri NBK6. To dokazuje, da je natrijev bikarbonat ugodno vplival na vrenje silaže.

Po navedbah Danner in sod. (2003) so silaže, ki vsebujejo manj kot 20 g očetne kisline na kg suhe snovi, zelo dovzetne za aerobno kvarjenje. Vsebnost očetne kisline v naših silazah je bila med 17,7 in 18,7 g/kg SS zato jih lahko uvrščamo v skupino silaž, ki so dovzetne za aerobno kvarjenje.

Vsebnost propionske kisline je bila v vseh silazah enaka (0,1 g/kg SS). Po navedbah Dulphy in Demarquilly (1981) je vsebnost propionske kisline v dobrih silazah majhna, vsebnost od 0,1 do 2 g na kg suhe snovi pa kaže na začetek razkrajanja beljakovin. V poskusu Wu-Tai in sod. (2003) z dodatkom sladkorjev silaži prav tako niso zaznali večjih količin propionske kisline. Propionska kislina deluje fungicidno (McDonald in sod., 1991), vendar pa glede na majhne količine in glede na dejstvo, da je bila njena vsebnost pri vseh silazah enaka, ne moremo pričakovati, da bi lahko vplivala na razlike v aerobni obstojnosti silaž iz tega poskusa.

Maslene kisline je bilo v silazah od 0,04 pa do 0,1 g/kg SS. Shaver (2003) ugotavlja, da velika vsebnost maslene kisline v silaži (več kot 0,05 g/kg SS) kaže na neželjeno klostridijsko vrenje. Maslena kislina lahko pri molznicah povzroča ketoze, zaradi slabe energijske vrednosti krme pa se zmanjšata tudi prireja in zauživanje krme (Shaver, 2003).

Vsebnost valerianske kisline v silaži je bila med 0,01 in 0,03 g/kg SS. Henderson in sod. (1979) so v poskusu ugotovili, da je bila vsebnost valerianske kisline v slabše obstojnih silazah od 0,4 pa do 1,6 g na kg suhe snovi, bolj stabilne silaže pa so jo vsebovale od 3,1 pa tja do 4,2 g na kg suhe snovi. Glede na navedbe Henderson in sod. (1979), je bila vsebnost valerianske kisline v naši silaži zelo majhna.

5.1.2 Ocena silaže z novim DLG ključem

Novi DLG (Deutsche Landwirtschaft Gesellschaft- Nemška kmetijska družba) ključ (Weißbach in Honig, 1992) ocenjuje kakovost silaž glede na vsebnost maslene in očetne kisline, amoniakovega dušika in pH vrednosti silaže pri dani vsebnosti suhe snovi. Silaže,

ki dosegajo od 91 do 100 točk, so ocenjene kot zelo dobre, silaže z manj kot 30 točkami pa kot zelo slabe. Po novem DLG ključu (Weißbach in Honig, 1992) so vse silaže dosegle največje število točk (100, preglednica 4) in so bile ocenjene kot zelo dobre.

5.1.3 Gostota silaže in izgube med siliranjem

Gostota silaže v laboratorijskih cevni silosih je bila na dan zaprtja silosov med 189 in 192 kg suhe snovi na m³ (preglednica 5). Silose smo polnili zelo enakomerno, zato so bile razlike med silažami majhne. Mrzlikar (2007) je ugotovil, da je bila gostota koruzne silaže v koritastih silosih v povprečju 209, v stolpnih pa 179 kg suhe snovi na m³. Ugotovil je tudi, da je bila gostota silaže v silosu povezana z vsebnostjo suhe snovi. S povečevanjem suhe snovi od 300 do 400 g/kg se je gostota povečevala od 190 do 240 kg suhe snovi na m³. Glede na naše podatke in podatke Mrzlikar (2007) sklepamo, da so bile razmere za siliranje v poskusnih silosih, vsaj kar se gostote tiče, podobne kot v praksi. V poskusu, ki so ga opravili Verbič in sod. (2005) so silažo silirali v laboratorijske silose z enako prostornino kot mi. Ugotovili so, da je bila gostota silaže v laboratorijskih silosih enaka 153 kg suhe snovi na m³. Verbič (2005a) je ugotovil, da aerobna obstojnost silaže ni bila odvisna od razlik v gostoti silaž, saj je bila najboljša silaža z najmanjšo gostoto.

Izgube sveže mase smo spremljali od dneva zaprtja silosov pa do odprtja na 74 dan (slika 5), znašale so od 56 do 58 g na kg. Izgube suhe snovi so bile nekoliko večje (od 93 do 96 g na kg, preglednica 5). Na izgube suhe snovi med siliranjem vpliva potek fermentacije in eventuelno iztekanje silažnega soka. V našem poskusu silažni sok ni iztekal, na podlagi kislinske sestave (preglednica 4) pa lahko sklepamo, da so pri siliranju sodelovali različni mikroorganizmi. Homofermentativne mlečnokislinske bakterije proizvajajo le mlečno kislino, pri delovanju heterofermentativnih mlečnokislinskih bakterij nastajajo poleg mlečne kisline tudi očetna, etanol in manitol, pri delovanju enterobakterij pa nastajata očetna kislina in etanol (McDonald in sod., 1991). Pri delovanju homofermentativnih mlečnokislinskih bakterij izgub suhe snovi praviloma ni, pri delovanju heterofermentativnih mlečnokislinskih bakterij in enterobakterij pa so lahko izgube precejšnje (od 48 do 240 g/kg pri heterofermentativnih mlečnokislinskih bakterijah in 411 g/kg pri enterobakterijah, McDonald in sod., 1991). Glede na kislinsko sestavo silaž so izgube suhe snovi, ki smo jih izmerili v tem poskusu, pričakovane.

5.1.4 Aerobna obstojnost koruzne silaže

Dodatek natrijevega bikarbonata ni uspel izboljšati aerobne obstojnosti koruzne silaže (preglednica 6). Silaža z dodatkom 2 (NBK2) in 4 (NBK4) kg natrijevega bikarbonata na tono, se je segrela za 5 °C (Δt_5 , h) nad temperaturo okolja celo prej, kot kontrolna silaža brez dodatka. Glede na kislinsko sestavo silaže je to pričakovano, saj so silaže z dodatkom natrijevega bikarbonata vsebovale več mlečne kisline od kontrole (preglednica 4). Dobro fermentirane silaže z veliko mlečne kisline pa so običajno bolj dovzetne za kvarjenje od slabih silaž, ki vsebujejo veliko maslene kisline in amoniaka (McDonald in sod., 1991).

Temperaturne razlike med silažo in okoljem so bile velike, razlike med silažami pa majhne. Čas, v katerem se je temperaturna razlika med silažo in okoljem ponovno zmanjšala pod 10 °C (Δt_{10} , h), je bil pri NBK4 in NBK6 statistično značilno daljši kot pri kontroli in NBK2 (378,7 ur pri NBK4 in 383,3 ur pri NBK6 proti 327,3 uram pri kontroli in 308,0 uram pri NBK2). Med seboj se statistično značilno nista razlikovali kontrola in NBK2 kot tudi ne par silaž NBK4 in NBK6. Največja razlika med temperaturo silaže in okolja ($\Delta T_{maks.}$, °C) je bila pri kontroli statistično značilno večja kot pri vseh ostalih silažah (17,6 °C pri NBK2, 17,9 °C pri NBK4, 17,1 °C pri NBK6 proti 20,1 °C pri kontroli), silaže NBK2, NBK4 in NBK6 pa se med seboj statistično niso razlikovale.

Glavni vzrok, da z dodajanjem natrijevega bikarbonata nismo uspeli izboljšati aerobne obstojnosti silaž pa je verjetno v vsebnosti sladkorjev. Že vsebnost sladkorjev v koruzi za siliranje je bila na spodnji meji (62 g/kg suhe snovi) razpona, ki je značilen za koruzo za siliranje (od 60 do 140 g/kg suhe snovi, Wu-Tai in sod., 2003; Verbič, 2007). Pomen dodatkov, ki bi pospešili pretvorbo sladkorjev v kisline, je pri taki koruzi manjši, kot pri koruzi z veliko vsebnostjo sladkorjev. Majhna vsebnost sladkorjev v koruzi za siliranje je tudi pri kontroli povzročila, da so skoraj vsi razpoložljivi sladkorji povreli v kisline. Vsebnosti sladkorjev so bile pri vseh silažah (od 1,0 do 1,8 g/kg suhe snovi) bistveno manjše kot v drugih poskusih (od 10 do 35 g/kg suhe snovi, Wyss, 2002; Verbič, 2007). Gre za vsebnosti, ki po ugotovitvah Pitt in sod. (1991) ter Verbič in sod. (2003) zagotavljajo dobro obstojnost silaž na zraku. Tako majhne vsebnosti sladkorjev, kot smo jih zabeležili v tem poskusu, ne pojasni niti majhna vsebnost sladkorjev v koruzi za siliranje. Možno je, da je majhna vsebnost v silažah posledica načina siliranja, saj smo

laboratorijske cevne silose sedem dni pred odprtjem za 24 ur izpostavili zraku.

Edini poskus, ki je obravnaval vpliv natrijevega bikarbonata na aerobno obstojnost silaže, so opravili O'Kiely in sod. (2002) s travno silažo. Temperaturo silaže smo v izoliranih laboratorijskih cevni silosih merili 672 ur oziroma 28 dni. Največje razlike med temperaturo silaže in temperaturo okolja (ΔT , °C) so bile dosežene med 100 in 120. urami in sicer so znašale od 16,8 pa do 17,4 °C za silaže NBK2, NBK4 in NBK6 ter 18,2 °C za kontrolo (slika 6). Ker je koroza za siliranje vsebovala veliko sladkorjev je bil največji dvig temperature pri vseh silazah med 48. in 144. urami. Po 176. urah pa je začela temperatura počasi padati do 672. ure, saj so vsi sladkorji že povreli v mlečno kislino.

5.2 SKLEPI

- Vsebnost suhe snovi v koruzi za siliranje je bila med 385 in 396 g/kg, medtem ko je bila vsebnost suhe snovi v silaži po 74. dneh med 371 in 376 g/kg.
- Vsebnost sladkorjev v koruzi za siliranje je bila 62 g/kg SS. Ti sladkorji so popolnoma povreli v kisline, saj jih je bilo v silazah le med 1,0 in 1,8 g na kg suhe snovi.
- Puferska sposobnost koruze za siliranje je bila med 593 in 647 mmol/kg SS. Z natrijevim bikarbonatom nismo povečali puferske sposobnosti koruze za siliranje.
- Razlike v gostoti med silažami so bile majhne, saj so znašale med 189 in 192 kg suhe snovi na m³. Izgube mase med siliranjem so bile majhne, med 56 in 58 g na kg koruze za siliranje. Izgube suhe snovi med siliranjem so bile nekoliko večje (od 93 do 96 g na kg SS koruze za siliranje).
- Dodatek natrijevega bikarbonata koruzi za siliranje je statistično značilno povečal vsebnost mlečne kisline v silazah (od 41,2 g/kg SS pri kontroli na 57,1 g/kg SS pri NBK6).
- Vsebnosti očetne kisline, maslene kisline, propionske kisline, valerianske kisline in amoniakovega dušika se med silažami niso razlikovale.
- Aerobno obstojnost silaž smo ugotavljali kot razliko med temperaturo silaž in temperaturo okolja ter s časom, ko je temperatura silaž presegla temperaturo okolja za več kot 3, oz. več kot 5 °C.
 - Najvišja temperatura kontrolne silaže (20,1 °C) je bila statistično značilno višja od silaž, ki smo jim dodali natrijev bikarbonat (od 17,1 pri NBK6 do 17,9 °C pri NBK4).
 - Silaži NBK2 in NBK4 sta statistično značilno hitreje presegli temperaturo okolja za 5 °C (Δt_5 , h) (po 15,8 urah pri NBK2 in po 15,7 urah pri NBK4) kot kontrolna silaža (po 19,6 urah) in NBK6 (po 17,3 urah). Vse silaže so

presegle temperaturo okolja za 3 °C med 12,5 (NBK2) in 15,5 ure (kontrola) po odprtju silosa, razlike pa niso bile statistično značilne.

6 POVZETEK

Zaradi velike škode, ki jo povzroča aerobno kvarjenje silaže je najpomembnejši cilj pri siliranju koruze izboljšanje aerobne obstojnosti silaž. Ker je vrenje pri koruzni silaži že vedno ugodno, je izboljšanje mlečnokislinskega vrenja v praksi drugotnega pomena. Teoretično bi lahko z dodajanjem natrijevega bikarbonata povečali pufersko sposobnost koruze za siliranje.

Cilj diplomskega dela je bil preveriti hipotezo, da dodajanje natrijevega bikarbonata pri siliranju koruze zmanjša vsebnost nepovretil sladkorjev v silaži in izboljša aerobno obstojnost silaže.

Koruzna silaža je bila požeta 16. septembra 2005. Iz prikolice smo vzorčili 72 kg zrezane koruze, ki smo jo razdelili na štiri dele (4×18 kg), ki smo jo dali v 38 l posode. V koruzo smo zamešali tri različne količine dodatka natrijevega bikarbonata: 2 (NBK2), 4 (NBK4) in 6 (NBK6) kg na tono silaže. Silaže smo primerjali s kontrolno silažo brez dodatka. S koruzo smo napolnili laboratorijske silose. V vsakem silosu je bilo od 1,9 do 2 kg krme, poskus pa smo izvedli v šestih ponovitvah. Nato smo laboratorijske silose stehali za potrebe izračuna gostote silaže ob polnjenju ter izgube sveže mase med vrenjem. Silažo smo odprli po 74. dneh. Silažo smo 7 dni pred odprtjem za 24 ur izpostavili zraku. S tem smo v cevni silos ustvarili razmere, ki so značilne za prakso, kjer lahko v silos vdira zrak.

V silaži smo določili vsebnost suhe snovi, vsebnost sladkorjev in vsebnost produktov vrenja (mlečna, očetna, maslena, propionska in valerianska kislina ter amoniak). Določili smo tudi aerobno obstojnost koruzne silaže, ki smo jo merili v izoliranih laboratorijskih cevni silosih 672 ur oziroma 28 dni. Aerobno obstojnost silaže smo ocenili na podlagi razlik med temperaturo silaže in okolja, ki smo jo beležili vsake 4 ure.

Podatke smo obdelali s statističnim programom Statgraphics Plus 5.1 (1994-2001). Z analizo variance smo ocenili vpliv dodatka natrijevega bikarbonata na kemično sestavo in aerobno obstojnost koruzne silaže.

Vsebnost suhe snovi koruze za siliranje je bila med 385 in 396 g/kg, v silaži pa od 371 do 376 g/kg. V koruzi za siliranje smo določili 62 g na kg suhe snovi sladkorjev, v silaži pa le od 1,0 do 1,8 g na kg suhe snovi. V silaži z dodatkom natrijevega bikarbonata je bilo statistično značilno več mlečne kisline kot pri kontroli (47,7 g/kg SS pri NBK2, 51,4 g/kg SS pri NBK4, 57,1 g/kg SS pri NBK6 proti 41,2 g/kg suhe snovi pri kontrolni silaži brez dodatka).

Gostota silaže v laboratorijskih cevni silosih je bila med 189 in 192 kg suhe snovi na m³. Razlike so bile majhne in to pomeni, da je bila silaža potlačena zelo enakomerno. Spremljali smo tudi izgube sveže mase in suhe snovi med siliranjem. Razlike med silažami so bile majhne, pri sveži masi med 56 in 58 g/kg, pri suhi snovi pa med 93 in 96 g/kg.

Majhna vsebnost sladkorjev v koruzi za siliranje je tudi pri kontroli povzročila, da so vsi razpoložljivi sladkorji povreli v kisline. Dodatek natrijevega bikarbonata je minimalno povečal pufersko sposobnost in ni izboljšal aerobne obstojnosti silaže, je pa pozitivno deloval na vrenje silaže, saj se je vsebnost mlečne kisline povečala.

Največje razlike med temperaturo silaže in okolja so bile dosežene med 100 in 120. urami, ko je temperatura silaž NBK2, NBK4 in NBK6 presegla temperaturo okolja za 16,8 °C (NBK6) do 17,4 °C (NBK4), temperatura kontrolne silaže pa za 18,2 °C. Silaža z dodatkom 2 (NBK2) in 4 (NBK4) kg natrijevega bikarbonata na tono se je segrela za 5 °C ($\Delta t_5, h$) nad temperaturo okolja celo prej, kot kontrolna silaža brez dodatka.

7 VIRI

- Curnick K.E., Muller L.D., Rogers J.A., Snyder T.J., Sweeney T.F. 1983. Addition of sodium bicarbonate to calf starter rations varying in protein percent. *Journal of Dairy Science*, 66: 2149-2160
- Danner H., Holzer M., Mayrhuber E., Braun R. 2003. Acetic acid increases stability of silage under aerobic conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, 69: 562-567
- Dulphy J.P., Demarquilly C. 1981. Problemes particuliers aux ensilage. V: Prevision de la valeur nutritive des aliments des Ruminants. Versailles, INRA Publication: 81-104
- Erdman R. 1988. Forage pH effects on intake in early lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 71: 1198-1203
- Erdman R.A., Sharma B.K. 1989. Effect of yeast culture and sodium bicarbonate on milk yield and composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 72: 1929-1932
- Heikkilä T., Toivonen V. 2005. Effects of access time to feed and sodium bicarbonate in cows given different silages. V: Silage production and utilisation. Proceedings of the XIVth international silage conference, a satellite workshop of the XXth International Grassland congress, Belfast, Northern Ireland, July 2005. Park R.S., Stronge M.D. (eds.). Wageningen, Wageningen Academic Publishers: 142
- Henderson A.R., Ewart M.J., Robertson G.M. 1979. Studies on the aerobic stability of commercial silages. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 30: 223-228
- Holdeman L.V., Moore W.E.C. 1975. Anaerobe laboratory manual. 3rd edition. Blacksburg, Virginia Polytechnic Institute and State University Anaerobe Laboratory: 132 str.
- ISO 5983-2:2005 (E) Animal feeding stuffs– determination of nitrogen content and calculation of crude protein content– Part 2: Block digestion/steam distillation method.
- Kapel D., Stekar J.M.A. 2001. Vpliv bakterijskih cepiv na aerobno obstojnost silaže. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. *Kmetijstvo (Zootehnika)*, 78: 171-183

- Kung L. Jr. 2000. Silage fermentation & additives. University of Delaware, Department of Animal and Food Sciences.
http://ag.udel.edu/anfs/faculty/kung/pdf/Research_Projects.pdf (29. jan. 2008)
- Le Ruyet P., Tucker W.B. 1992. Ruminant buffers: temporal effects on buffering capacity and pH of ruminal fluid from cows fed a high concentrate diet. *Journal of Dairy Science*, 75: 1069-1077
- McDonald P., Whittenbury R. 1973. The ensilage process. V: Chemistry and biochemistry of herbage. Vol. 3. Butler G.W., Bailey R.W. (eds.). London, New York, Academic Press: 33-60
- McDonald P., Henderson A.R., Heron S.J.E. 1991. The biochemistry of silage. Second edition. Marlow, Chalcombe Publications: 340 str.
- Mrzlikar A. 2007. Vpliv različnih dejavnikov na gostoto in kvarjenje koruznih silaž. Diplomsko naloga. Domžale, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko: 69 str.
- Murphy M.R., Hu W. 2005. Statistical evaluation of early- and mid- lactation dairy cow responses to dietary sodium bicarbonate addition. *Animal Feed Science and Technology*, 119: 43-54
- Naumann K., Bassler, R. 1976. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Methodenbuch, Band 3. Neudamm, Verlag Neumann: 265 str.
- O'Kiely P., Moloney A., O'Riordan E.G. 2002. Reducing the cost of beef production by increasing silage intake. *Beef Production Series*, 51: 41-44
- Pahlow G., Ruser B., Honig H. 1999. Inducing aerobic instability in laboratory scale silages. V: XII international silage conference, Uppsala, Sweden, 1999. Braunschweig, Institute of Crop and Grassland Science, Federal Agriculture Research Centre (FAL): 253-254
- Pitt R.E., Muck R.E., Pickering N.B. 1991. A model of aerobic fungal growth in silage. 2. Aerobic stability. *Grass and Forage Science*, 46: 301-312
- Playne M.J., McDonald P. 1966. The buffering constituents of herbage and of silage. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 17: 264-268

- Ranjit N.K., Kung L. Jr. 2000. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*, 83: 526-535
- Shaver R.D., Erdman R.A., Vandersall J.H. 1984. Effects of silage pH on voluntary intake of corn silage. *Journal of Dairy Science*, 67: 2045-2049
- Shaver R.D., Erdman R.A., O'Connor A.M., Vandersall J.H. 1985. Effects of silage pH on voluntary intake of corn silage and alfalfa haylage. *Journal of Dairy Science*, 68: 338-346
- Shaver R.D. 2003. Practical application of new forage quality tests. University of Wisconsin. Madison Extension, Department of Dairy Science. www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/Feeding.htm
www.wdmc.org/2003/Practical%20Application%20of%20New%20Forage%20Quality%20Tests.pdf (12. nov. 2007)
- Snyder T.J., Rogers J.A., Muller L.D. 1983. Effects of 1.2 % sodium bicarbonate with two ratios of corn silage: grain on milk production, rumen fermentation, and nutrient digestion by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 66: 1290-1297
- STATGRAPHICS Plus 5.1. 1994-2001. Statistical graphics Corp. 3 - User Enterprise Edition
- Stekar J. 1995a. Silaža: o kvarjenju pri odvzemu razmišljamo že zdaj. *Kmečki glas*, 52, 18: 12
- Stekar J. 1995b. Silaža: o spojinah, ki zmanjšujejo kvarjenje. *Kmečki glas*, 52, 22: 12
- Stekar J., Babnik D., Verbič J., Malenšek A. 1995. Effect of the silage additive *plantanaze*® on the fermentation properties and nutritive value of grass silage. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Kmetijstvo (Zootehnika)*, 66: 113-118
- Stibilj V., Stekar J., Marinček L. 1990. Določanje suhe snovi v koruznih silazah z destilacijsko metodo po Dean-Starku. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani. VTOZD za živinorejo*, 15: 851- 857
- Verbič J. 1999. Kakovost voluminozne krme v Sloveniji. *Sodobno kmetijstvo*, 32: 576-582

Verbič J. 2000. Pred siliranjem koruze. *Kmetovalec*, 68: 18-19

Verbič J., Babnik D., Žnidaršič T. 2003. Aerobno kvarjenje koruzne silaže. V: Zbornik predavanj 12. posvetovanja o prehrani domačih živali 'Zadravčevi- Erjavčevi dnevi', Radenci, 6-7 nov. 2003. Pen A. (ur.). Murska Sobota, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije in Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota: 232-249

Verbič J., Žnidaršič T., Babnik D., Gregorčič A., Velikonja Bolta Š. 2005. Aerobna obstojnost koruzne silaže z dodatkom mešanice hetero- in homofermentativnih mlečnokislinskih bakterij. V: Zbornik predavanj 14. posvetovanja o prehrani domačih živali 'Zadravčevi- Erjavčevi dnevi', Radenci, 14-15 nov. 2005. Kapun S., Čeh T. (ur.). Murska Sobota, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije in Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota: 110-116

Verbič J. 2005a. Preprečevanje aerobnega kvarjenja koruznih silaž. V: Povzetki rezultatov ciljnih raziskovalnih projektov, zaključenih v letu 2004, Ljubljana, januar 2005. RS, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 20-21
www.mkgp.gov.si/.../mkgp.gov.si/pageuploads/saSSo/Raziskave_v_kmetijstvu/povzetki_zakljucnih_poro_il_04.doc (2. dec. 2006)

Verbič J. 2005b. Vpliv zrelosti koruze na kvarjenje silaž. *Sodobno kmetijstvo*, 38, 3: 3-5

Verbič J. 2005c. Silirni dodatki. *Sodobno kmetijstvo*, 38, 3: 7, 10

Verbič J. 2007. 'Koruza za siliranje'. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije (neobjavljeni rezultati, 28. avg. 2007)

Weinberg Z.G., Ashbell G., Hen Y., Azrieli A. 1993. The effect of applying lactic acid bacteria at ensiling on the aerobic stability of silages. *Journal of Applied Bacteriology*, 75: 512-518

Weinberg Z.G., Muck R.E. 1996. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiology Reviews*, 19: 53-68

Weißbach F., Honig H. 1992. Ein neuer Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Silagen auf der Basis der chemischen Analyse. V: Ökologische Aspekte extensiver Landwirtschaft. Vorträge zum Generalthema des 104. VDLUFA- Kongresses. Göttingen, 14-19 Sep. 1992. Darmstadt, VDLUFA: 489

Wu-Tai G., Driehuis F., Van Wikselaar P. 2003. The influences of addition of sugar with or without *L. buchneri* on fermentation and aerobic stability of whole crop maize silage ensiled in air- stress silos. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 16, 12: 1738-1742

Wyss U. 2002. Einfluss verschiedener Maissorten auf aerobe Stabilität. *Agrarforschung*, 9, 9: 380-385

ZAHVALA

Posebno zahvalo izrekam:

- mentorju doc. dr. Jožetu Verbiču za veliko in nesebično pomoč pri pripravi diplomske naloge. Iskrena hvala za čas, prijaznost in nasvete.
- doc. dr. Andreju Lavrenčiču za pregled naloge in predlagane popravke.
- Tomažu Žnidaršiču za veliko pomoč pri pripravi poskusa.
- prijaznemu osebju iz Centralnega laboratorija Kmetijskega inštituta Slovenije.
- dr. Nataši Siard za pregled oblike in navajanja virov.
- gospe Karmeli Malinger za pregled izvlečka.
- iskrena hvala staršem, Boštjanu in znancem za veliko podporo in razumevanje.
- hvala vsem, ki ste mi bili v vzpodbudo!