

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Anton MRZLIKAR

**VPLIV RAZLIČNIH DEJAVNIKOV NA GOSTOTO IN KVARJENJE
KORUZNH SILAŽ**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**THE EFFECT OF VARIOUS FACTORS ON MAIZE SILAGE
DENSITY AND DETERIORATION**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija kmetijstva – zootehniko. Opravljeno je bilo na Katedri za prehrano Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Eksperimentalno delo je bilo opravljeno na Kmetijskem inštitutu Slovenije.

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

Recenzent: v. p. mag. Ajda Kermauner Kavčič

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Silvester ŽGUR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

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

Član: v. p. mag. Ajda KERMAUNER KAVČIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehnske fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Anton MRZLIKAR

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Vs
DK	UDK 636.084/.087(043.2)=863
KG	živinoreja/prehrana živali/kрма/koruzna silaža/gostota
KK	AGRIŠ L02
AV	MRZLIKAR, Anton
SA	VERBIČ, Jože (mentor)
KZ	SI-1230 Domžale, Groblje 3
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI	2007
IN	VPLIV RAZLIČNIH DEJAVNIKOV NA GOSTOTO IN KVARJENJE KORUZNIH SILAŽ
TD	Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij)
OP	XI, 69 str., 10 pregl., 41 sl., 1 pril., 30 vir.
IJ	sl
Jl	sl/en
AI	V letu 2005 smo na širšem območju občine Vrhnika pri 45 koritastih in 10 stolpnih silosih popisali postopke pri siliranju in določili vsebnosti sušine in gostote silaže v silosu. Prostornine silosov so bile različne, pri koritastih silosih so se gibale od 16 do 500 m³, pri stolpnih silosih pa od 50 do 100 m³. Vsebnost sušine v vzorčenih silažah je bila dokaj velika in je znašala od 256 do 510 g/kg. V velikih silosih je bila običajno večja kot v majhnih. Gostota silaže je pri koritastih silosih znašala od 118 do 283 kg sušine/m³, pri stolpnih silosih pa od 112 do 231 kg sušine/m³. Gostota silaž v koritastih silosih je bila nekoliko večja kot pri stolpnih silosih. Najpomembnejša dejavnika, ki sta vplivala na gostoto, sta bila masa stroja za tlačenje in vsebnost sušine. Že majhni traktorji so dosegali različne gostote, tudi nad 220 kg sušine/m³, vendar pa so gostote nad 240 kg sušine/m³ praviloma dosegali le traktorji z maso nad 6000 kg. Pri težkih strojih za tlačenje ni bilo tako velikih razlik v gostoti kot pri lahkih. Goseničar pa kljub veliki masi ni dosegel priporočene gostote silaže. Z naraščanjem vsebnosti sušine v silaži je naraščala tudi gostota silaže, vendar samo do vsebnosti nekaj nad 400 gramov sušine na kilogram. Vpliv zrezanosti silaž in višine silažnih kupov je bil opazen, vendar majhen. Trajanje tlačenja in intenzivnost tlačenja nista imela vidnejšega vpliva na gostoto. Krajši časi polnjenja silosov in z njimi povezano krajše tlačenje krme so bili povezani z večjimi gostotami silaže. Vzrok je verjetno v tem, da so kmetje, ki so hitro polnili silose, krmo tlačili s težjimi stroji. Kolonije plesni so se pojavljale pri različnih gostotah in sušinah, vendar pa pri koritastih silosih ni bilo kvarjenja pri gostotah pod 160 in nad 260 kg sušine/m³. Kakovostno pokrivanje in gladke odvzemne ploskve so pozitivno vplivale na obstojnost silaž na zraku.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs
DC UDC 636.084/.087(043.2)=863
CX animal husbandry/animal nutrition/feed/maize silage/density
CC AGRIS L02
AU MRZLIKAR, Anton
AA VERBIČ, Jože (supervisor)
PP SI-1230 Domžale, Groblje 3
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Zootechnical Department
PY 2007
TI THE EFFECT OF VARIOUS FACTORS ON MAIZE SILAGE DENSITY AND
DETERIORATION
DT Graduation Thesis (Higher professional studies)
NO XI, 69 p., 10 tab., 41 fig., 1 ann., 30 ref.
LA sl
AL sl/en
AB In 2005, in the widespread Vrhnika municipality silage processing was tested in 45 bunker and 10 tower silos. Silage dry matter concentrations and density were measured. The silos capacity varied from 16 to 500 m³ for bunker silos and from 50 to 100 m³ for tower silos. Dry matter content was relatively high and it ranged from 256 to 510 g/kg. In large silos dry matter content was generally higher than in the smaller ones. Dry matter density in bunker and tower silos ranged from 118 to 283 and from 112 to 231 kg dry matter/m³, respectively. On average, density in bunker silos was somewhat higher than in tower silos. The most important factors affecting dry matter density were the weight of packing tractor and dry matter content. It has been noticed that even light packing tractors achieved various dry matter density, sometimes more than 220 kg/m³, but generally, density above 240 kg dry matter/m³ was achieved only with packing tractors heavier than 6000 kg. Differences in dry matter density were lower when silage was packed with heavy tractors. In spite of its great mass, the caterpillar did not achieve the recommended silage density. Fast silo filling and consecutively shorter packing times were inversely proportioned with silage density. This is due to the fact that forage in the fast filled silos were packed with heavier tractors. Density was increasing with higher dry matter content up to about 400 g/kg. The cutting length and silage height were positively correlated with silage density, but the correlation was relatively poor. Packing time and packing intensity did not significantly effect silage density. Colonies of moulds in the silage appeared irrespectively of silage dry matter content and silage density, yet there were no moulds found in bunker silos where dry matter content was below 160 and above 260 kg dry matter/m³. Quality covering and smooth removal faces were positively correlated with silage aerobic stability.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	IX
Kazalo slik	X
Kazalo prilog	XI
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 SILAŽA	3
2.1.1 Prednosti in slabosti silaže	3
2.1.2 Siliranje	4
2.2 ZRELOST KORUZE IN PRIMERNOST ZA SILIRANJE	4
2.2.1 Mlečna črta	4
2.2.2 Sušina	4
2.3 REZANJE KORUZE ZA SILAŽO	6
2.3.1 Dolžina rezi	6
2.3.2 Višina rezi	6
2.3.3 Drobilniki zrnja	7
2.4 GOSTOTA SILAŽ	7
2.4.1 Vplivi na gostoto	8
2.4.1.1 Trajanje tlačenja in gostota	9
2.4.1.2 Gostota silaž v odvisnosti od horizontalne globine vzorčenja na odprti ploskvi silosa	9
2.4.1.3 Gostota silaž v odvisnosti od višine v silažnem kupu	10
2.4.1.4 Gostota v odvisnosti od mesta vzorčenja v silosu	10
2.4.1.5 Gostota silaže v odvisnosti od deleža zrnja v koruzi za siliranje	11
2.4.1.6 Intenzivnost tlačenja	11
2.5 SILOSI	11
2.5.1 Koritasti silosi	11

2.5.2	Silažni kupi	11
2.5.3	Stolpni silosi	12
2.5.4	Polnjenje silosov	12
2.5.5	Pokrivanje silosa	12
2.5.5.1	Pokrivanje stolpih silosov	13
2.5.6	Odpiranje silosa	13
2.6	AEROBNO KVARJENJE SILAŽ	14
2.6.1	Vplivi na kvarjenje	14
2.6.1.1	Gostota silaže in kvarjenje	14
2.6.1.2	Intenzivnost tlačanja	15
2.6.1.3	Vsebnost sušine in kvarjenje	15
2.6.1.4	Vpliv očetne kisline na kvarjenje	15
2.6.1.5	Velikost delcev in kvarjenje	15
2.6.1.6	Temperatura okolja in kvarjenje	15
2.6.1.7	Pokrivanje in kvarjenje	16
2.6.1.8	Dnevni odvzem silaže in kvarjenje	16
3	MATERIAL IN METODE	17
3.1	POPIS SILOSOV IN NAČINOV NJIHOVEGA POLNJENJA	17
3.1.1	Vrsta silosa	17
3.1.2	Masa strojev za tlačanje	17
3.1.3	Določanje prostornine silaže v silosih	17
3.1.4	Popis načina pokrivanja silaže	18
3.1.5	Popis odvzema silaže	18
3.1.6	Popis kvarjenja silaž	18
3.2	DOLOČITEV GOSTOTE SILAŽE, VSEBNOSTI SUŠINE V SILAŽI, VELIKOSTI DELCEV IN INTENZIVNOSTI TLAČENJA	18
3.2.1	Določitev gostote silaže v silosih	18
3.2.2	Določanje vsebnosti sušine v silaži in gostote suhega vzorca	19
3.2.3	Sejalni test	20
3.2.4	Intenzivnost tlačanja	20
3.3	OBDELAVA PODATKOV	21
4	REZULTATI	22

4.1	OSNOVNE ZNAČILNOSTI SILOSOV, SILAŽ IN NAČINOV SILIRANJA	22
4.2	POSTOPKI PRI SILIRANJU IN OPREMA	23
4.2.1	Zrezanost silaže	23
4.2.2	Stroji za tlačenje	26
4.2.2.1	Traktorji	27
4.2.2.2	Kombinirke	28
4.2.2.3	Goseničarji	29
4.2.3	Silosi	29
4.2.3.1	Stolpni silosi	29
4.2.3.2	Koritasti silosi	30
4.2.3.3	Silažni kupi	32
4.2.3.4	Polnjenje koritastih silosov	32
4.2.3.5	Polnjenje stolpnih silosov	33
4.3	DEJAVNIKI, KI SO VPLIVALI NA GOSTOTO SILAŽ V KORITASTIH SILOSIH	33
4.3.1	Vsebnost sušine	33
4.3.2	Masa traktorja za tlačenje	34
4.3.3	Trajanje tlačenja	35
4.3.4	Intenzivnost tlačenja	37
4.3.5	Vpliv zrezanosti silaž na gostoto	37
4.3.6	Vpliv višine silažnega kupa na gostoto silaž	39
4.3.7	Debelina plasti pri polnjenju silosov	41
4.3.8	Velikost silosa	41
4.4	VPLIVI NA GOSTOTO SILAŽE PRI STOLPNIH SILOSIH	42
4.4.1	Višina polnjenja	42
4.4.2	Vsebnost sušine	42
4.4.3	Velikost delcev	43
4.5	DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA KVARJENJE SILAŽ	44
4.5.1	Dejavniki, ki vplivajo na plesnenje silaž v koritastih silosih	45
4.5.1.1	Gostota silaže	45
4.5.1.2	Masa strojev za tlačenje	46
4.5.1.3	Vsebnost sušine v silaži	46

4.5.1.4	Zrežanost silaž	47
4.5.1.5	Pokrivanje koritastih silosov	48
4.5.1.5.1	Pokrivanje in kvarjenje silaž v notranjosti silažnega kupa	48
4.5.1.5.2	Pokrivanje in kvarjenje silaž ob zgornjih robovih silosov	51
4.5.1.6	Dnevni odvzem silaže iz silosa	53
4.5.1.7	Odvzemna ploskev	54
4.5.2	Dejavniki, ki vplivajo na gretje silaž v koritastih silosih	55
4.5.3	Dejavniki, ki vplivajo na plesnenje silaž v stolpnih silosih	55
4.5.3.1	Gostota	55
4.5.3.2	Vsebnost sušine v silaži	56
4.5.3.3	Dnevni odvzem	57
4.5.4	Gretje silaž v stolpnih silosih	57
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	58
5.1	RAZPRAVA	58
5.1.1	Gostota silaž	58
5.1.2	Kvarjenje silaž	60
5.1.3	Soodvisnost dejavnikov, ki vplivajo na gostoto in kvarjenje silaž	63
5.2	SKLEPI	64
6	POVZETEK	65
7	VIRI	67
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Pregl. 1: Pridelana koruzna silaža v Sloveniji	3
Pregl. 2: Pregled rezultatov meritev gostote, sušine in načinov tlačenja koruzne silaže v koritastih silosih	8
Pregl. 3: Ugotovitve vplivov na gostoto pri različnih avtorjih	8
Pregl. 4: Gostote v odvisnosti od višine vzorčenja v koritastih silosih	10
Pregl. 5: Osnovni podatki, dobljeni s popisom silosov in silaž	22
Pregl. 6: Vpliv nagnjenosti sten na kvarjenje silaže ob straneh silosa	31
Pregl. 7: Velikost silosa z različnimi dejavniki in gostota	41
Pregl. 8: Vpliv mase stroja za tlačenje na kvarjenje silaže	46
Pregl. 9: Vpliv pokrivanja silosov na kvarjenje silaž v notranjosti silažnega kupa	48
Pregl. 10: Način odvzema silaž	54

KAZALO SLIK

	str.
Sl. 1: Storži različnih hibridov in zrelosti v času siliranja	5
Sl. 2: Sonda za vzorčenje silaž	21
Sl. 3: Siliranje s traktorskim kombajnom	23
Sl. 4: Siliranje s samohodnim kombajnom	24
Sl. 5: Različna kakovost zreanosti silaž. Na fotografiji so posušeni vzorci.	25
Sl. 6: Velikost delcev silaže pri rezanju s samohodnimi in traktorskimi kombajni	25
Sl. 7: Tlačenje silaže z lahkim zgibnim traktorjem	27
Sl. 8: Tlačenje z dobro obteženim traktorjem	28
Sl. 9: Tlačenje in poravnavanje s kombinirko. Gre za sočasno polnjenje dveh silosov istočasno, kar je nadvse primerno pri hitrem dovozu krme.	29
Sl. 10: Stolpni silos	30
Sl. 11: Večji improviziran koritasti silos pri pripravi na polnjenje	32
Sl. 12: Razlika pri polnjenju silosa s prikolico s pomičnim dnom in kiper prikolico	33
Sl. 13: Povezava med vsebnostjo sušine v silaži in gostoto silaže	34
Sl. 14: Povezava med maso traktorjev za tlačenje in gostoto silaže v koritastih silosih	35
Sl. 15: Povezava med trajanjem tlačenja in gostoto silaže.	36
Sl. 16: Povezava trajanje tlačenja in masa traktorjev	36
Sl. 17: Intenzivnost tlačenja in gostota silaže	37
Sl. 18: Povezava med velikostjo delcev in gostoto vseh vzorčenih silaž	38
Sl. 19: Povezava med velikostjo delcev in gostoto pri silažah, tlačenih s stroji, lažjimi od 6000 kg	38
Sl. 20: Povezava med gostoto silaže in višino silažnega kupa v koritastih silosih	39
Sl. 21: Različno visoko polnjenje koritastih silosov	40
Sl. 22: Povezava med gostoto silaže in debelino plasti krme pri polnjenju koritastih silosov	41
Sl. 23: Odvisnost gostote silaže od globine vzorčenja v stolpnih silosih	42
Sl. 24: Vsebnost sušine in gostota silaže v stolpnih silosih	43
Sl. 25: Velikost delcev in gostota silaže v stolpnih silosih	44
Sl. 26: Gostota in plesnenje	45

Sl. 27: Povezava med maso stroja za tlačanje in kvarjenjem silaž	46
Sl. 28: Plesnenje silaž z različno vsebnostjo sušine	47
Sl. 29: Velikost delcev in kvarjenje	48
Sl. 30: Pri dobro pokritem silosu se plini, ki nastanejo pri fermentaciji, ujamejo pod folijo in ustvarijo nekakšne balone	49
Sl. 31: Silos, pokrit z eno folijo, ki je dodatno obtežena z avtomobilskimi pnevmatikami	49
Sl. 32: Kvarjenje silaž v notranjosti različno pokritih silosov	50
Sl. 33: Kvarjenje silaž ob zgornjih robovih različno pokritih silosov	51
Sl. 34: Kvarjenje silaže ob robu silosa, pri katerem stene niso bile zaščitene s folijo (zgoraj), in silos, pri katerem so bile zaščitene tudi stene (spodaj)	52
Sl. 35: Dnevni odvzem in velikost silosa	53
Sl. 36: Plesnenje silaž v povezavi z dnevnim odvzemom	53
Sl. 37: Vpliv načina odvzema na kvarjenje silaž	54
Sl. 38: Vpliv različnih odvzemov na kvarjenje silaž	55
Sl. 39: Gostota in plesnenje silaž v stolpnih silosih	56
Sl. 40: Sušina in kvarjenje pri stolpnih silosih	56
Sl. 41: Dnevni odvzem in plesnenje silaž v stolpnih silosih	57

KAZALO PRILOG

Priloga A: Anketni list

1 UVOD

Koruzna silaža je v Sloveniji najbolj razširjena zimska krma na govedorejsko usmerjenih kmetijah in je tudi najcenejši vir energije za prehrano goved. V letu 2003 je bilo v Sloveniji 449.853 goved in pri večini predstavlja koruzna silaža vsaj del obroka. V manjši meri se koruzna silaža uporablja tudi za krmljenje drobnice in drugih živali.

Koruza za silažo v Sloveniji pokriva veliko ornih površin. Prideluje se kar na 30465 ha (Statistični letopis Republike Slovenije, 2006). Pridelki koruzne silaže so različni od leta do leta, odvisno od vremenskih razmer. V letu 2005 je bilo pridelanih 1447113 ton koruzne silaže, kar je na hektar znašalo 47500 kg. To je bil največji pridelek v zadnjem desetletju. Najmanjši pa je bil v letu 2003 in je znašal le 29379 kg.

Aerobno kvarjenje koruznih silaž povzroča veliko škodo in predstavlja potencialno tveganje za živali in ljudi. Nekatere glive, ki povzročajo aerobno kvarjenje silaž, lahko rastejo že ob prisotnosti zelo majhnih količin kisika. Zadostuje jim že kisik, ki prehaja v silažni kup na mestu odvzema. Hitrost prodiranja zraka v silažo je odvisna od gostote silaže. V Sloveniji pregleda nad gostoto silaž nimamo. Predvidevamo, da je zaradi zelo različnih strojev in postopkov pri siliranju variabilnost v potlačenosti silaž zelo velika in da je na nekaterih kmetijah težko doseči priporočeno gostoto silaže.

Namen diplomske naloge je preučiti dejavnike, ki vplivajo na gostoto koruznih silaž v koritastih in stolpnih silosih in prikazati povezavo med gostoto in kvarjenjem silaž. Delali smo na hipotezah, da na gostoto silaž v silosu vplivajo: vsebnost sušine silaže, masa stroja za tlačenje, trajanje tlačenja na enoto mase silaže in zrežanost koruze za siliranje. Preverjali smo tudi, če je pri silažah z večjo gostoto kvarjenje manj pogosto kot pri silažah z manjšo gostoto.

Da bi dobili pregled nad gostotami silaž v silosih, nad sušinami silaž ter osnovnimi podatki o silosih in načinih siliranja (čas siliranja, čas tlačenja, masa stroja za tlačenje, zrežanost silaže, hitrost polnjenja ...) ter vpliva gostote, načina siliranja in upravljanja s silosi na obstojnost silaž na zraku, smo popisali večino silosov na območju občine Vrhnika. Popisali smo 55 silosov, od tega 45 koritastih ter 10 stolpnih. Z anketnim listom smo od kmetov pridobili podatke o načinu polnjenja silosov (trajanje polnjenja, stroji za tlačenje, način tlačenja ...). Izmerili smo dimenzije silosov in zaloge silaž, popisali način pokrivanja silaž ter mase in tip strojev za tlačenje. Gostoto silaž smo merili s sondiranjem. Iz dobljenih podatkov smo izračunali gostoto sveže mase in sušine. S sejalnim testom smo določili tudi kakovost rezanja koruze za siliranje.

Vzorčenje je zavzelo večino kmetij, ki pripravljajo koruzno silažo. Preiskali smo silose zelo različnih velikosti, pa tudi različne načine siliranja. Glede na to, bi lahko rekli, da dajejo dobljeni rezultati dokaj dobro sliko o silažah in postopkih siliranja v tej občini.

Do sedaj smo razpolagali le s posameznimi podatki o gostoti silaž (Verbič, 2005b). Menimo, da bodo zaradi tega rezultati doprinesli k boljšemu načrtovanju postopkov pri siliranju koruze. Podatki so po našem mnenju dragoceni tudi zaradi tega, ker prikazujejo

med drugim tudi stanje na najmanjših kmetijah, ki bodo zaradi vse slabše konkurenčnosti verjetno opustile kmetovanje. Gre torej za posnetek stanja, ki ga zaradi hitrih strukturnih sprememb slovenskega kmetijstva v prihodnje verjetno ne bo mogoče ponoviti. S tega vidika so zanimivi tudi informacije o siliranju v silose s prostornino 20 m³ in manj ali pa tlačenje s traktorji, ki so lažji od 750 kg.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SILAŽA

Silaža je končni produkt fermentacije krme z majhno vsebnostjo sušine v anaerobnem okolju. Običajno je shranjena v silosih različnih izvedb (stolpni, koritasti, vreče, kupi) in jo krmimo živalim pozimi ali skozi vse leto (Johnson in Harrison, 2001).

Silaže se v Sloveniji pridelava relativno veliko, saj je v večini primerov glavna zimska krma za govedo. Pridelki silaž pa so od leta do leta različni, odvisni predvsem od vremenskih razmer. V preglednici 1 so podani pridelki silaž od leta 1991 do 2005.

Preglednica 1: Pridelana koruzna silaža v Sloveniji (Statistični Letopis Republike Slovenije, 2006: 298)

Leto popisa	Posejana zemljišča (ha)	Pridelek v (t)	Pridelek kg/ha
	Koruzna za silažo		
1991-1995	26751	884698	33072
1996-2000	29449	1236141	41975
2001-2005	26837	184504	40411
1999	30204	1245499	41236
2000	26851	965677	35964
2001	24491	833230	34022
2002	23933	1066141	44547
2003	29173	887249	29379
2004	26122	1188788	45509
2005	30465	1447113	47501

2.1.1 Prednosti in slabosti silaže

Koruzna silaža ima v primerjavi z ostalo krmo kar nekaj prednosti, pa tudi slabosti. Ena od prednosti je ta, da pri pripravi koruzne silaže porabimo zrnje in koruznico, pri spravilu samega zrnja pa ostane koruznica na njivi, zato so pri silaži večji hektarski donosi hranil. Priprava silaž je mogoča tudi v manj idealnih vremenskih razmerah. Vendar pa ima silaža tudi svoje slabe strani. Silaža ima manj suhe snovi in manjšo gostoto hranil kot večina druge krme, za pripravo pa zahteva dobro razvit sistem skladiščenja, ki zagotavlja anaerobne razmere. Velika vsebnost vlage in majhna gostota hranil otežujeta transport in povečujeta transportne stroške na enoto pridelane energije. Velika je tudi začetna investicija v poslopja in opremo (Čobič in sod. 1985).

2.1.2 Siliranje

Glede na spremembe krme se lahko potek siliranja razdeli na tri faze. V prvi fazi je zelo aktivno delovanje rastlinskih encimov. Po žetvi koruze se delovanje rastlinskih encimov še vedno nadaljuje. Še posebej pomembna sta dihanje in proteoliza. Oba dejavnika močno vplivata na kakovost silaže. Drugo fazo siliranja imenujemo vrenje ali fermentacija. V tej fazi mlečnokislinske bakterije pretvarjajo vodotopne ogljikove hidrate v mlečno kislino. Zaradi tega se pH vrednost krme zniža. Nizka pH vrednost je poleg anaerobnih razmer najpomembnejši dejavnik, ki preprečuje kvarjenje silaž. Poleg mlečnokislinskih bakterij delujejo v silaži še številni drugi mikroorganizmi, ki pa z vidika kakovosti silaže niso zaželeni. Če se uspejo mlečnokislinske bakterije dovolj hitro razmnožiti in zakisati krmo, je razvoj ostalih mikroorganizmov onemogočen, silaža doseže dovolj nizko pH vrednost in je kot taka obstojna več let. Tretja faza siliranja je aerobno kvarjenje silaže, če se seveda pojavi. Do aerobnega kvarjenja silaž pri dobro izvedenih postopkih pri siliranju ne pride. Glavni krivci za kvarjenje so predvsem kvasovke in plesni ter tudi ocetnokislinske bakterije. Ti mikroorganizmi se lahko namnožijo po odprtju silosa, ko je silaža izpostavljena zraku (Čobič in sod. 1985).

2.2 ZRELOST KORUZE IN PRIMERNOST ZA SILIRANJE

2.2.1 Mlečna črta

Primernost zrelosti koruze za siliranje lahko ocenjujemo glede na dozorelost zrnja, ki jo ugotavljamo z mlečno črto. Mlečna črta razmejuje trdi in mehki del škroba. Pojavi se na koncu mlečne zrelosti na vrhu zrnja in z dozorevanjem napreduje proti korenu zrnja. S siliranjem lahko začnemo, ko je mlečna črta na 1/4 zrnja, najkasneje na 1/2 zrnja. Zrnje je v voščeni zrelosti in na korenu še mehko, ne pa več mlečno, in koruznica je še zelena (Verbič, 2005a).

2.2.2 Sušina

Koruzo je potrebno silirati v fazi, ko je mogoče od nje iztržiti največ hranljivih snovi na enoto površine, to je takrat, ko ima cela rastlina okoli 350 g/kg suhe snovi. Verbič (2005a) navaja, da lahko v primeru, ko imamo dober hibrid z močno izraženo lastnostjo dolgozelenosti in ko je ta koruza zdrava, siliramo tudi pri nekoliko večji zrelosti, vendar pa ne pri sušinah nad 400 g/kg. Priporočila Kunga (2005) so zelo podobna. V normalnih letih priporoča siliranje koruze v času, ko se mlečna črta nahaja na 1/3 do 1/2 zrnja, najkasneje na 2/3 in je vsebnost sušine od 300 do 370 g/kg. Shaver (2005) trdi, da je pri priporočeni vsebnosti sušine od 300 do 350 g/kg pri kravah, hranjenih s silažo iz cele koruzne rastline, najboljša prireja mleka na laktacijo. Pri tej vsebnosti sušine se tudi dobro ohranja silaža v koritastih silosih. Pri manjši vsebnosti sušine pa se povečajo izgube z ocednim sokom, poveča se kislost, kar lahko privede do zmanjšanja zauživanja suhe snovi, zmanjša pa se tudi pridelek suhe snovi na hektar. Navaja, da bi morala biti sušina za siliranje v stolpne silose nekoliko večja kot 350 g/kg, da bi se zmanjšale izgube s silažnim sokom. Pri

vsebnosti sušine nad 400 g/kg, se zmanjša prebavljivost vlaknin in škroba ter prireja mleka v laktaciji. Da bi zmanjšali izgube neprebavljenega škroba, svetuje za silaže s 400 g/kg sušine ali več bolj drobno rezanje ali pa kombajne, opremljene z drobilnimi valji. Tudi Čobič in sod. (1985) trdijo, da je pravilna vsebnost sušine v koruzni silaži zelo pomembna. Po njihovem mnenju naj bi bila od vsebnosti suhe snovi zelo odvisna konzumacija silaže. Navaja, da živali lahko zaužijejo več silaže, če le ta vsebuje več sušine, in obratno, manj silaže, če le ta vsebuje več vlage. Tako naj bi bilo zauživanje zmanjšano za 10 do 15 %, če silaža vsebuje namesto 300, le 220 gramov sušine na kilogram. Vendar pa se zauživanje silaže pri vsebnosti suhe snovi nad 350 g/kg ne povečuje več. Povprečne letne vsebnosti sušin v silažah s slovenskih kmetij, ki so jih v zadnjih petih letih analizirali na Kmetijskem inštitutu Slovenije, so se gibale od 350-380 g/kg (Verbič, 2005b).



Slika 1: Storži različnih hibridov in zrelosti v času siliranja (foto: Mrzlikar A., 2006)

2.3 REZANJE KORUZE ZA SILAŽO

2.3.1 Dolžina rezi

Priporočena dolžina rezi pri koruznih silažah je odvisna od več dejavnikov in ima različne vplive na gostoto, kvarjenje silaž in zauživanje krme. Različni avtorji priporočajo različne dolžine rezi, priporočila pa se z novimi dognanji spreminjajo.

Čobič in sod. (1985) priporočajo pri silažni masi s priporočeno vsebnostjo suhe snovi 300 – 350 g/kg dolžino delcev 1-2 cm. Holmes (2000) priporoča nekoliko krajše rezanje. Trdi, da je priporočena dolžina rezi odvisna od zrelosti rastline in od tega, ali je stroj opremljen z drobilnimi valji. Pri priporočeni zrelosti, ko je mlečna črta na 1/3 do 1/2 zrna, in je vsebnost sušine 300 do 350 g/kg, priporoča dolžino rezi 0,95 cm, pri silaži, obdelani z drobilnimi valji, pa 1,27 do 1,9 cm. Pri bolj zrelih silažah, žetih pri mlečni črti nad 1/2 zrna pa do temne plasti, ali pri vsebnosti sušine več kot 410 g/kg pa 0,64 cm, pri silaži, obdelani z drobilnimi valji pa 0,64 do 1,9 cm dolge delce. Novejše priporočilo (Shaver, 2005) je podobno. Njegovo splošno priporočilo za rezanje silaž iz cele koruzne rastline, rezane z konvencionalnimi kombajni (brez drobilnih valjev) je 0,95 cm teoretične rezi. Ta priporočila se lahko razlikujejo in znašajo od 0,64 pa do 1,27 cm, kar je odvisno od vlažnosti zrnja, hibrida in kombajna. Shaver in sod., 1986 (cit. po Ruppel in sod., 1995) opominjajo, da naj dolžina rezanja koruzne silaže ne bo premajhna, saj je minimalna dolžina, ki še spodbuja delovanje vampa, 0,762 cm. Čobič in sod. (1985) navajajo, da govedo pri enaki vsebnosti sušine zaužije več silaže, če je le ta kratko rezana. Pri daljši rezi živali zauživajo bolj nežne dele rastline in puščajo bolj grobe, to je še posebej izrazito pri koruznih silažah. Rezanje do dolžine največ 2 cm naj bi omogočalo boljši proces siliranja, kot tudi boljše izkoriščanje zaradi manj ostankov, kratko rezana silaža naj bi se tudi lažje razporejala po silosu in jo lahko bolje potlačimo.

2.3.2 Višina rezi

Na hranilno vrednost koruzne silaže vpliva tudi višina rezi koruze. Bernard in sod. (2004) so opravljali poskuse pri dveh višinah rezi 10,2 in 30,5 cm pri več različnih hibridih. Navajajo, da je silaža, žeta pri 30,3 cm, imela nekoliko manjšo vsebnost v kislem detergentu netopnih vlaken v primerjavi s silažo žeto pri 10,2 cm, vendar pa ni bilo opazjenih razlik pri vsebnosti v nevtralnem detergentu netopnih vlaken in IVTDMD (*in vitro* prava prebavljivost suhe snovi). Prireja mleka v kg/tono silaže ni bila bistveno večja pri silažah iz koruze, žete pri 30,5 cm, prireja mleka v kg/ha pa je bila večja pri silažah, žetih pri višini 10,2 cm, posledično zaradi vpliva večjega pridelka suhe snovi. Pri rezi na 30,5 cm je bil pridelok suhe snovi za 10 % manjši kot pri rezi na 10,2 cm.

Pri pridelku mleka v laktaciji, koncentraciji hranljivih snovi v mleku, pridelku mlečnih maščob in beljakovin ni bilo razlik. Prireja ECM (energy corected milk) pa je bila nekoliko večja pri silažah, žetih na 30,5 cm. Rezultati, dobljeni v raziskavi, ki so jo opravili Bernard in sod. (2004), ne podpirajo višje žetve, v povezavi z izboljšanjem prebavljivosti hranil ali povečanja pridelka mleka pri kravah v laktaciji.

2.3.3 Drobilniki zrnja

Z mehanično obdelavo se poveča zauživanje suhe snovi in prebavljivost škroba, vendar pa se zmanjša prebavljivost vlaken (Andrae in sod. 2001). Pri silažah iz koruze pri polni fiziološki zrelosti je zmanjšana prebavljivost škroba in vlaknin v primerjavi s silažami žetimi pri 1/2 mlečne črte. Zato priporočajo pri siliranju bolj zrele koruze uporabljati drobilnike zrnja, da bi preprečili izgube neprebavljenega škroba z blatom. Bal in sod. (2000) pri silažah iz cele koruzne rastline ugotavljajo povečanje prireje mleka za 1,2 kg/dan po živali, prav tako povečano celotno prebavljivost škroba za 4,2 % pri drobljeni silaži v primerjavi z navadnim rezanjem. Drobljenje je po njihovih ugotovitvah povečalo zauživanje suhe snovi, prebavo škroba in prirejo v laktaciji. Različne dolžine rezi (0,95, 1,45, in 1,9 cm) niso imele vpliva na zauživanje, prav tako ni bilo razlike v trajanju prežvekovanja, nekoliko pa se je zmanjšala prebava v nevtralnem detergentu netopnih vlaken. Savoie in sod. (2004) so v svoji raziskavi ugotovili, da so silaže, ki so bile rezane s kombajni, ki so imeli drobilnike zrnja (mehanično obdelane silaže), dosegale večje gostote.

2.4 GOSTOTA SILAŽ

Doseganje primernih gostot silaž pri siliranju močno vpliva na kakovost, kvarjenje in ekonomičnost siliranja. Muck in Holmes (2000) navajata, da je zagotavljanje velikih gostot silirane krme v silosu bistveno iz dveh razlogov. Prvi in najpomembnejši razlog je, da gostota in vsebnost suhe snovi določata poroznost silaže, ta pa določa hitrost, s katero lahko zrak vstopa v silažno maso. S tem vpliva na izgube med skladiščenjem in med odvzemom silaže iz silosa. Drugi razlog je v tem, da večja kot je gostota, večja je zmogljivost silosa. Tako velike gostote značilno zmanjšajo letne stroške skladiščenja na tono silaže, in to zaradi večje količine, ki gre v silos, ter zaradi manjših izgub med skladiščenjem.

Najmanjše priporočene gostote silaže so odvisne od vsebnosti sušine. Muck in Pitt (1994) pri silažah s sušino manj kot 400 g/kg priporočata gostoto 224 kg sušine/m³, pri vsebnosti sušine 500 g/kg in več pa najmanj 272 kg sušine/m³. Da bi čimbolj nazorno predstavili rezultate meritev gostote silaže v koritastih silosih, smo pripravili tabelarični pregled (preglednica 2). Rezultati so pri vseh avtorjih zelo podobni, tako glede izmerjene gostote kot tudi glede vsebnosti sušine v silažah.

Preglednica 2: Pregled rezultatov meritev gostote, sušine in načinov tlačenja koruzne silaže v koritastih silosih

Avtor	Gostota silaže in razpon (kg sušine/m ³)	Sušina silaže in razpon (g/kg)	Masa traktorja za tlačenje (kg)	Hitrost polnjenja silosa (t SS/uro)
Ruppel in sod. (1995)	236 (100,9-376)	385 (259-546)	3400-16800	16 (3,9-49,4)
Amours in Savoie (2005)	234 (115-361)	339 (184-471)	6468 (3610-9980)	12,1 (6,8-22)
Muck in Holmes (2000)	232 (125-378)	340 (250-460)	/	/

2.4.1 Vplivi na gostoto

Vsi dejavniki, ki vplivajo na gostoto, niso znani. Po splošnih priporočilih je treba krmo razgrniti v tanke plasti, debeline 15 cm ali manj, in uporabljati tehniko polnjenja v obliki klinov. Tlačiti je treba ves čas polnjenja silosa, in sicer s čim težjim traktorjem z enojnimi kolesi. Raziskave, ki bi potrdile taka priporočila, je v literaturi težko najti (Muck in Holmes, 2000). Tudi glede vrstnega reda najpomembnejših dejavnikov, ki vplivajo na gostoto, si avtorji niso enotni. Skoraj pri vseh raziskavah pa je ugotovljeno, da je najpomembnejša masa traktorja za tlačenje. Najpomembnejši vplivi na gostoto koruzne silaže so prikazani v preglednici 3.

Preglednica 3: Ugotovitve vplivov na gostoto pri različnih avtorjih

Vpliv	Avtorji				
	Ruppel in sod. (1995)	Muck in Holmes (2000)	Craig (2005)	Amours in Savoie (2005)	Savoie in sod. (2004)
Masa traktorja	++	++	++	+-	++
Čas tlačenja	++	+	+	+-	+
Intenzivnost tlačenja	++	+	+	0	/
Vsebnost sušine	/	+	/	0	+-
Velikost delcev	+-	+/-	/	0	+-
Višina kupa	/	+	++	++	+
Delež zrnja	/	/	/	++	/
Stanje pnevmatike	/	+	/	/	/
Debelina plasti	/	+	/	/	++
Položaj v silosu	/	/	+	+	/
Metoda polnjenja silosa	+	/	/	/	/

++ zelo velik vpliv, + velik vpliv, +/- majhen vpliv, 0 ni vpliva, / ni podatka o vplivu na gostoto.

Ruppel in sod. (1995) ugotavljajo, da na gostoto silaže najbolj vplivata masa stroja za tlačanje in trajanje tlačenja. Trdijo, da lahko z daljšim časom tlačenja nadoknadimo manjšo maso stroja in obratno. Muck in Holmes (2000) sta prišla do podobnih ugotovitev, vendar pa je bila njuna raziskava nekoliko podrobnejša glede vplivov na gostoto, saj so Ruppel in sod. (1995) preučevali predvsem izgube med siliranjem. Ugotovila sta, da so najpomembnejši dejavniki: začetna debelina plasti, masa traktorja za tlačanje, trajanje tlačenja na tono silaže in vsebnost sušine. Pri globokih silosih so bile gostote večje, kot bi pričakovali, vpliv globine je bil celo večji kot pri stolpnih silosih. Ostala manj pomembna dejavnika sta bila še velikost delcev in stanje pnevmatik.

Savoie in sod. (2004) so v laboratorijski raziskavi ugotovili, da na gostoto silaže najbolj vpliva masa traktorja za tlačanje, sledi pa ji debelina plasti, v katero poravnamo silažo, in število plasti. Trajanje tlačenja je bilo manj pomembno.

Amours in Savoie (2005) kot glavni vpliv na gostoto navajata predvsem delež zrnja v silaži. Avtorja ugotavljata tudi močno odvisnost gostote silaže od višine silažnega kupa. Vsebnost suhe snovi, velikost delcev in intenzivnost tlačenja (t-h/t sušine) pa niso bili statistično pomembni.

2.4.1.1 Trajanje tlačenja in gostota

Mnenja in ugotovitve o vplivu časa tlačenja na gostoto silaže niso enotna. Trajanje tlačenja se enkrat pokaže kot bolj, drugič kot manj pomemben dejavnik. Da bi vsaj delno razčistili vpliv trajanja tlačenja na gostoto, so Savoie in sod. (2004) v laboratorijskih raziskavah s stiskalnico ugotavljali različne vplive na gostoto silaž, pri tem pa so upoštevali dejavnike, ki so jih ugotovili že v predhodni raziskavi na silosih. Najpomembnejši vpliv na gostoto je bil pritisk - masa traktorja. S povečevanjem pritiska se je povečevala gostota. Prav tako je pri enakih pritiskih gostota naraščala s povečevanjem števila plasti. Povečanje debeline plasti je negativno vplivalo na gostoto. Gostoto so povečevali tudi daljši časi tlačenja, vendar učinki niso bili linearni. Pri povečanju časa tlačenja z 1 na 2 sekundi se je močno povečala gostota, toda pri daljšem stiskanju 5-10 sekund se je gostota nadalje le malo povečala. Pri večjih serijah poskusov so vsako plast tlačili 6 sekund, toda teh 6 sekund so dosegli na tri različne načine: na 6 sekund neprestanega stiskanja, na dvakratno stiskanje po 3 sekunde in trikratno stiskanje po dve sekundi. Način, kako je bil čas stiskanja 6 sekund dosežen, ni vplival na gostoto. Torej, hitrost, s katero tlačimo nima večjega vpliva, če pri različnih hitrostih tlačimo enako dolgo.

2.4.1.2 Gostota silaž v odvisnosti od horizontalne globine vzorčenja na odprti ploskvi silosa

Skoraj vsa vzorčenja za določitev gostote silaže na silosih opravljamo na odvzemni ploskvi silažnega kupa. Vendar pa je znano, da so odvzemne ploskve zaradi različnih načinov odvzema vedno bolj ali manj razrahljane. Da bi določili vpliv razrahljanosti odvzemnih ploskev na rezultate vzorčenj, sta Amours in Savoie (2005) gostoto merila v dveh globinah, 0-18 in 18-36 cm v odvzemno ploskev. V globini do 18 cm je bila gostota povprečno za 9 % manjša od tiste, ki je bila merjena v globini 18-36 cm. Razlike v gostoti

silaž iz različnih globin so se med silosi razlikovale (od 4 do 16 %). Rezultati kažejo, da lahko pride zaradi teh razlik pri majhnih globinah vzorčenja do podcenjenih rezultatov o dejanski gostoti silaže v silosu.

2.4.1.3 Gostota silaž v odvisnosti od višine v silažnem kupu

Podobno kot pri stolpnih silosih lahko tudi pri koritastih pričakujemo vpliv tlačenja zgornjih plasti silaže na spodnje. Zaradi tega dejavnika gostota v koritastih silosa glede na višino kupa nikoli ni enaka, ampak je v zgornjih plasteh vedno nekoliko manjša kot v spodnjih.

Amours in Savoie (2005) sta merila gostoto v koritastih silosih na več različnih višinah silažnega kupa. Gostota je bila vedno najmanjša pri vrhu. Pri globini 50 cm pod vrhom je bila povprečna gostota 222 kg/m^3 , 60 cm nižje se je povečala za 9 %, 1,2 metra nižje za 15 %, pri 1,8 m pod prvo merjeno globino pa je bila povprečno 23 % večja in je znašala povprečno 267 kg/m^3 . V vseh primerih je bila gostota pri vrhu najmanjša in pri dnu največja.

Do podobnih ugotovitev je prišel tudi Craig (2005) na večjem številu farmskih silosov. Največjo gostoto so izmerili v spodnjih plasteh, sledila jim je srednja plast in nato zgornja (preglednica 4). Ugotavlja, da medtem ko so spodnje in srednje plasti običajno dovolj potlačene, zgornje ne dosegajo spodnje priporočene meje, potrebne za doseganje optimalne fermentacije. Poleg tega pa navaja, da je zgornja plast tista, ki je najbolj izpostavljena zraku in zunanjim vplivom. Zaradi teh razlogov bi bilo nujno potrebno dodatno tlačenje zgornje plasti.

Preglednica 4: Gostote v odvisnosti od višine vzorčenja v koritastih silosih (Craig, 2005: 4)

Položaj vzorčenja	Povprečne gostote 2004	Povprečne gostote 2005
Zgoraj	$179,3 \text{ kg sušine/m}^3$	$190,5 \text{ kg sušine/m}^3$
Sredina	$206,5 \text{ kg sušine/m}^3$	$222,5 \text{ kg sušine/m}^3$
Spodaj	$224,0 \text{ kg sušine/m}^3$	$241,7 \text{ kg sušine/m}^3$

2.4.1.4 Gostota v odvisnosti od mesta vzorčenja v silosu

Pri tlačenju koritastih silosov s težkimi in velikimi stroji se strojniki le težko povsem približajo stenam silosa, da bi lahko enakomerno potlačili silažo po vsem silosu. Tudi v primeru visokih silosov strojniki, ki upravljajo traktor za tlačenje, nekoliko manj tlačijo ob stenah, saj je ponavadi tam nagib silažnega kupa največji. Amours in Savoie (2005) sta preverjala gostote silaž na različnih mestih silosa. Ugotovila sta, da je bila gostota v 11 od 12 primerov na sredini večja kot ob straneh. Od tega je bila v 8 primerih pomembno večja. Povprečno je bila za 7 % večja na sredini kot ob straneh. Manjše gostote so bile opažene tudi bolj na začetku silosa kot globlje v silosu.

2.4.1.5 Gostota silaže v odvisnosti od deleža zrnja v koruzi za siliranje

Ker je gostota silaže pri podobnih masah traktorjev in podobnem trajanju tlačenja zelo različna, sta Amours in Savoie (2005) predvidevala, da je najverjetnejši vzrok za razlike v različnem deležu zrnja v silažah. Traktor z maso 10 ton in z največjim faktorjem tlačenja (1,32 ton-uro/tono suhe snovi) in z majhno hitrostjo polnjenja (6,8 t suhe snovi/uro) je dosegel gostoto le 213 kg suhe snovi/m³. Razlog je bila verjetno majhna vsebnost (28 %) zrnja. V drugih treh primerih pa so lažji traktorji pri krajšem tlačenju in večji hitrosti polnjenja dosegali večje gostote, vendar pa je bil v teh primerih delež zrnja od 41 do 50 %. Avtorja navajata, da se njune ugotovitve ujemajo s podatki ASAE (1999, cit. po Amours in Savoie, 2005) za stolpne silose, kjer je navedena povprečna gostota vlažnega koruznega zrnja 270 kg suhe snovi/m³, povprečna gostota vlaknaste krme pa 140 kg sušine/m³.

2.4.1.6 Intenzivnost tlačenja

Intenzivnost tlačenja je mogoče izraziti kot produkt med maso traktorja in trajanjem tlačenja na tono silaže. Johnson in Harrison (2001) priporočata za doseganje primerne potlačenosti vsaj z 283 h kg tlačenja/tono sušine krme.

2.5 SILOSI

2.5.1 Koritasti silosi

Gostota silaže v koritastem silosu je odvisna predvsem od kakovosti tlačenja. To pa je odvisno tudi od zasnove silosa. Pravilno zasnovan silos mora omogočiti neovirano polnjenje in tlačenje. Za stene silosa je priporočljivo, da so nekoliko nagnjene navzven, da omogočajo neovirano tlačenje tudi ob robovih. Širina silosa mora biti večja od dveh širin stroja za tlačenje, saj se v nasprotnem primeru ni možno potlačiti sredine silosa. Dno silosa bi moralo biti nagnjeno od 0,5 do 1 % proti odprtemu koncu. Tak naklon omogoča zadostno odtekanje vode in tako preprečuje zadrževanje le te v silosu (Bodman in Holmes 1997, cit. po Bolton in Holmes 2005).

2.5.2 Silažni kupi

Kup bi moral biti zasnovan tako, da je možno voziti po celi površini, saj se le tako lahko doseže primerno gostoto vse silaže. Stranice kupa bi morale biti primerno nagnjene, da se zmanjša nevarnost prevrnitve. Priporoča se, da mora biti nagnjenost za vsako enoto višine silažnega kupa vsaj 3 enote v širino. Delo s silažnimi kupi je podobno kot s koritastimi silosi, glavna razlika je odsotnost sten, ki zadržujejo silažo, zato so višine omejene. Priporočena višina takih kupov je pod 3 m. Boljše kot en velik kup je več manjših ali daljših, tako da omejimo tudi površino, ki je izpostavljena zraku pri odvzemu (Bolton in Holmes, 2005).

2.5.3 Stolpni silosi

Pri stolpnih silosih se za razliko od koritastih silosov silaža tlači sama. Že zaradi same konstrukcije silosov je tlačenje s stroji onemogočeno. Za doseganje zadostnih gostot je pomembno, da so silosi čim višji. Višji kot je silos, bolj se silaža tlači. Čobič in sod. (1985) navajajo, da je pri stolpnih silosih napolnjenih, do 11 m višine, v 1 m^3 povprečno 730 kg silaže. Pri višini polnitve 25 m pa je gostota 910 kg/m^3 .

2.5.4 Polnjenje silosov

Pred začetkom polnjenja silos dobro očistimo, špranje ali razpoke zatesnimo in v najkrajšem času, to je v 1 ali 2 dneh, silos tudi napolnimo (Tanjšek, 1991).

Ameriški avtorji priporočajo polnjenje koritastih silosov v obliki klinov. Tu se začne polniti silos na koncu, krmo se rine na kup z nagnjeno stranico in se jo razprostira v tanke plasti in sproti tlači. Polni se do polne višine. Prednost tega polnjenja je manjša površina, izpostavljena zraku. Pokrivati se lahko začne takoj, ko je en del silosa napolnjen do želene višine, in se ga pokriva sproti z napredujočo dolžino kupa. Prednost te metode se pokaže predvsem pri siliranju v velike silose ki jih polnijo več dni. Ruppel in sod. (1995) so ugotovili, da je koncentracija v kislem detergentu netopnih vlaken pri silažah, polnjenih s to tehniko, za 3 % manjša, koncentracija neškrbnih ogljikovih hidratov pa za 3 % večja kot pri ostalih tehnikah polnjenja.

V Sloveniji klinasta metoda polnjenja ni pogosta, saj zahteva zelo široke in relativno dolge silose. Najpogosteje uporabljana je tako metoda polne dolžine. Tu traktor s prikolico vstopi na eni strani silosa in izstopi na drugi strani. Ta način polnjenja se uporablja pri prevoznih silosih. Pri tej metodi pripeljano vsebino razgrnemo po dolžini silosa, v čim tanjše plasti. Dobra stran te metode je, da tlačenje lahko poteka nekoliko hitreje kot pri klinasti metodi, poleg tega pa se silaža dodatno tlači, medtem ko praznijo prikolice na silosu. Slaba stran je, da je večja možnost onesnaženja silaže z zemljo, prav tako pa se pri tej metodi silose lahko pokrijemo šele po končanem polnjenju (Bolton in Holmes, 2005).

2.5.5 Pokrivanje silosa

S pokrivanjem silosa preprečimo vdor zraka v silažo. Dosežena stopnja anaerobnosti je odvisna predvsem od kakovosti pokrivanja in materialov, s katerimi pokrivamo silažo. Stekar (1999) priporoča pokritje silosa z dobro 0,15 mm debelo plastično prevleko za večkratno uporabo iz polietilena ali polivinilklorida. Bolje je, če ga pokrijemo še z drugo, težjo in temnejšo prevleko za večkratno uporabo. Prevleko je treba obtežiti z vrečami peska, balami slame, avtomobilskimi plašči, hlodi, vodnimi blazinami ali drugim primernim materialom. Čobič in sod. (1985) menijo, da je najbolje, da koritaste silose pokrivamo tako, da silažno folijo pred polnjenjem namestimo ob stenah silosa do dna, ostalo pa položimo za stene silosa. Ko je silos poln, oblikujemo vrh kupa z nagibom in še dodatno nekaj časa tlačimo, nato foliji z obeh strani povlečemo čez kup, tako da na stičišču ena prekriva drugo, nakar jih še obtežimo.

V Sloveniji smo pri pokrivanju silosov dokaj dosledni, saj so vsi silosi tako ali drugače pokriti s polietilensko folijo. V Združenih državah Amerike pa temu ni tako. Bolsen in sod. (1993) so pri popisu opazili, da je bila do nedavnega večina velikih koritastih silosov in silažnih kupov nepokrita, ker so kmetje gledali na pokrivanje silosa s folijo in pnevmatikami kot na zelo zamudno in naporno opravilo. Mnogim se je zdelo, da napor in čas nista poplačala silaže, ki bi jo rešili s pokrivanjem. Vendar pa navajajo, da lahko izgube suhe snovi pri nepokritih silažah, v zgornji plasti, v globini 30-91 cm, presežejo 60-70 %.

Berger in sod. (2005) so v novejši raziskavi poskušali najti nadomestilo za plastično folijo v materialu, ki bi ga lahko pokrmili živalim. Do sedaj taka nadomestila niso bila preveč uspešna, vendar pa so njihove novejše raziskave vsekakor obetavne in dajejo pri zaščiti silaže celo nekoliko boljše rezultate kot plastična folija. Rešitev so našli v mešanici različnih užitnih snovi, v glavnem škroba in soli, ki ji pred uporabo dodajo vodo in zmešajo, tako da ima približno 30 % vlage. To potem nanesejo na silos in dodatno zaščitijo z voskom. Taka zaščita silaže je zrakotesna in ima kar nekaj prednosti pred folijo. V nasprotju s folijo se taka plast veže z delci krme in tako ne tvori zračnih žepov, poleg tega pa se sol razširi v zgornjih 25 do 37 cm in deluje varovalno proti rasti plesni. Glavna lastnost take zaščite silaže pa je, da je popolnoma neškodljiva in da oskrbuje živali s hranilnimi snovmi, ki bi jih bilo sicer potrebno dodajati k obrokom. Avtorji so optimistični, saj se večina nabavnih stroškov sestavin povrne po krmljenju, poleg tega pa ni dela z odstranjevanjem odslužene folije.

2.5.5.1 Pokrivanje stolpih silosov

Pokrivanje stolpih silosov je mnogo bolj enostavno kot pokrivanje koritastih silosov in silažnih kupov, saj je površina, ki jo treba pokriti, mnogo manjša. Silažo v stolpnem silosu je treba pred pokritjem čimbolj potlačiti, saj pri zgornjih plasteh ni učinka tlačenja, kot ga poznamo pri spodnjih. Po tlačenju se ob stenah silosa skoplje plitev kanalček, v katerega kasneje lahko naležejo silažne vreče in tako čimbolj pritisnejo folijo ob steno. Nato silažo pokrijemo z eno ali bolje dvema folijama, ki ju ob straneh obtežimo s silažnimi vrečami. Priporočljivo je, da obtežimo celotno pokrito površino, saj so zgornje plasti v stolpih silosih običajno zelo slabo potlačene (Čobič in sod. 1985).

2.5.6 Odpiranje silosa

Z odpiranjem silosov bi bilo potrebno počakati vsaj 4 do 5 tednov po zaprtju silosa. To je čas, ki ga silaža potrebuje, da se zaključijo procesi fermentacije. V primeru, da silos odpremo prej, je večja nevarnost kvarjenja silaže. Bolton in Holmes (2005) trdita, da je za celoten proces fermentacije silaže potrebno 2 do 3 tedne. krmljenje silaže, pri kateri proces fermentacije še ni dokončan, lahko privede do prebavnih motenj in zmanjšane prireje mleka. Prav tako pa naj bi bila pri takih silažah velika nevarnost kvarjenja. Holmes in Muck (2000) navajata, da je treba pustiti silos zaprt 30 dni, da silaža dobro sfermentira in se stabilizira.

2.6 AEROBNO KVARJENJE SILAŽ

Z izrazom »aerobno kvarjenje silaž« označujemo gretje in plesnenje silaž pri odvzemu iz silosa. Aerobno kvarjenje povzročajo predvsem kvasovke in plesni, pa tudi nekatere bakterije. Zaradi aerobnega kvarjenja silaž se izgubljajo hranila, silaže, ki se kvarijo, pa so potencialno nevarne za zdravje živali in ljudi. Nekateri mikotoksini, ki nastajajo med rastjo gliv, lahko prehajajo v mleko in meso (Verbič in Čergan, 2005).

Nout in sod. (1993) so z mikrobiološko analizo plesnivih silaž iz 14 silosov ugotovili, da je prevladujoča plesen *Penicillium roqueforti*. Ta plesen se je nahajala v obliki modrozelenih grudic (kep), v globini 20-80 cm pod vrhom. V nekaj primerih silaž se je modrozeleni material pojavil kot plast. Kot eno od razlag avtorji navajajo, da je to območje najbolj ugodno za rast plesni, saj je temperatura v tem delu, v primerjavi z zgornjimi plastmi, večja, gostota pa je manjša kot v spodnjih plasteh silažnega kupa. Silaže, ki so se kvarile, se po vsebnosti sušine niso razlikovale od drugih silaž. Prav tako ni bilo vidnih razlik v velikosti delcev med plesnivimi in zdravimi silažami. Pri veliko plesnivih silažah je bil povprečni odzem manjši od priporočenega (1,4 m/teden pri silažah, pokritih s folijo in 10 cm zemlje, in 2 m/teden, če je silaža pokrita samo s folijo). Zaradi tega domnevajo, da kvarjenje zaradi *P. roqueforti* nastaja, če je hitrost odvzema premajhna, in tako lahko rast gliv napreduje v silažni kup, začevši z odvzemne ploskve. V nadaljnjih raziskavah so ugotovili, da se možni toksini nahajajo samo v vidno okuženi silaži v plesnivih grudicah. Zato je priporočeno, da se vidno okužena silaža z modrozeleno plesnijo izloči pred krmljenjem živalim (Nout in sod., 1993).

2.6.1 Vplivi na kvarjenje

2.6.1.1 Gostota silaže in kvarjenje

Da so izgube odvisne od gostote silaže je splošno znano, vendar pa je ugotovljena tesnost povezave pri različnih avtorjih različna. Muck in Pitt (1994) trdita, da so izgube suhe snovi sorazmerne poroznosti silaže, poroznost pa je obratno sorazmerna z gostoto suhe snovi in njeno vsebnostjo v silaži. Ruppel in sod. (1995), ki so opazovali več koritastih silosov, ugotavljajo, da je gostota silaž obratno sorazmerna z izgubami suhe snovi. Pri polletnem skladiščenju silaže se izgube zmanjšajo z 20 na 10 %, če se gostota poveča s 160 na 320 kg sušine/m³. Izgube suhe snovi se zmanjšajo za 2,2 % vsakokrat, ko se poveča gostota za 50 kg sušine/m³. Tudi Craig (2005) se strinja z ostalimi avtorji in navaja podobne ugotovitve, da optimalna fermentacija silaže poteka le v anaerobnih razmerah. Navaja, da bolj gosta silaža zagotavlja dobre razmere za hitro porabo ostalega kisika na začetku fermentacije in zmanjša prehajanje zraka v silažni kup med skladiščenjem in med odvzemanjem silaže iz silosa.

2.6.1.2 Intenzivnost tlačanja

Ruppel in sod. (1995) so opazili, da so imele silaže, ki so bile bolj intenzivno tlačene, v zgornjih plasteh večje temperature, vendar pa so bile tudi bolj obstojne na zraku kot manj intenzivno tlačene silaže.

2.6.1.3 Vsebnost sušine in kvarjenje

Dolgo je veljalo, da so bolj suhe silaže bolj podvržene aerobnemu kvarjenju kot vlažne silaže. Nekatere novejša raziskave kažejo nasprotno. Z dozorevanjem koruze se zmanjšuje vsebnost sladkorjev v koruzi in zaradi tega se obstojnost silaže izboljšuje (Verbič in sod., 2003).

Verbič in sod. (2003) ugotavljajo, da je aerobna obstojnost silaž, ki vsebujejo 5 do 15 g sladkorjev na kg sušine, več kot 100 ur, aerobna obstojnost silaž s 25 do 40 g sladkorjev na kg sušine pa pod 100 ur. Ugotovitve so skladne z ugotovitvami Weinberga in sod. (1993, cit. po Verbič in sod., 2003), da je slaba aerobna obstojnost silaž pogosto povezana s povečano vsebnostjo nepovretil sladkorjev v silaži. S poskusi so Verbič in sod. (2003) ugotovili, da se z zorenjem aerobna stabilnost silaž izboljšuje. Pri priporočeni sušini (300 do 350 g/kg) je bila silaža obstojna približno 250 ur, pri povečanih sušinah (400 do 450 g/kg) pa od 400 do 600 ur.

2.6.1.4 Vpliv očetne kisline na kvarjenje

Danner in sod. (2003) so z laboratorijskimi poskusi v nadzorovanih razmerah (vsebnost sušine, podobna koncentracija in vrsta mikroorganizmov, ki povzročajo kvarjenje) ugotovili, da je bila aerobna stabilnost silaže odvisna od koncentracije očetne kisline, ki je eksponentno povečevala aerobno stabilnost. Podoben učinek je imela le še maslena kislina, medtem ko mlečna kislina ni imela učinka.

2.6.1.5 Velikost delcev in kvarjenje

Ruppel in sod. (1995) navajajo, da so bile temperature pri silažah z večjimi delci manjše kot pri silažah z manjšimi delci. Avtorji tudi navajajo da višje ugotovljene temperature pri krajših delcih potrjujejo (McGechan, 1990, cit. po Ruppel in sod., 1995) trditev, da je gibanje plina lažje skozi drobnejše delce.

2.6.1.6 Temperatura okolja in kvarjenje

Mikrobiološka in encimska aktivnost v silaži je močno povezana s temperaturo okolja. S povečanjem temperature okolja se povečuje hitrost dihanja in proteolize. Temperatura okolja v času siliranja je močno povezana z izgubami suhe snovi, s spremembami koncentracije neškrobnih ogljikovih hidratov med skladiščenjem, s končno pH vrednostjo silaže in z vsebnostjo amoniaka. O opazili so, da so bile večje temperature povezane z večjimi izgubami suhe snovi. Pri vsakem povečanju temperature okolja za 1,5 °C med polnjenjem silosa se je izguba suhe snovi povečala za 1 % na mesec (Ruppel in sod. 1995).

2.6.1.7 Pokrivanje in kvarjenje

Bolsen in sod. (1993) so ugotovili, da pokrivanje silosov močno zmanjša izgube suhe snovi in organske mase. Izgube so bile manjše predvsem v zgornji plasti. Pri opazovanju silosov so ugotovili, da so se vse nepokrite silaže v enem tednu pričele kvariti do globine 33 cm. Kasneje je kvarjenje napredovalo do 67 cm. Nepokrite silaže so med skladiščenjem dosegale v prvem metru globine mnogo večje temperature kot pokrite. Prav tako so imele višjo pH vrednost, večjo vsebnost ocetne kisline, maslene kisline in amoniaka, vsebnost mlečne kisline pa je bila glede na pokrito silažo za polovico manjša.

2.6.1.8 Dnevni odvzem silaže in kvarjenje

Dnevni odvzem silaže nam pove, koliko silaže glede na celo odvzemno ploskev odvzamemo na dan. Obstojnost silaže ob prisotnosti kisika je omejena in po določenem času se začne vsaka silaža kvariti. Z zadostnim dnevnim odvzemom se izognemo predolgi izpostavljenosti silaže kisiku. Priporočeni najmanjši dnevni odvzemi so različni in so odvisni od temperature okolja, sušine silaže in drugih okoliščin. (Bolsen K. in Bolsen R., 2004)

Verbič (1995) svetuje vsaj 5-10 cm dnevnega odvzema silaže pozimi in 20 cm poleti. Površina odprtega silosa se ne sme razrahljati, po odvzemu silaže naj ostane gladka. Stekarjeva (1999) meni, da je najugodnejši odvzem najmanj 20 cm silaže na dan, vendar je takšne odvzeme na večini slovenskih kmetij težko pričakovati. Še večje odvzeme pa priporoča Tanjšek (1991). Svetuje, da se dnevno odvzame na celotni načeti površini vsaj 20-30 cm silaže.

V ameriških priporočilih Bolsen K. in Bolsen R. (2004) v normalnih razmerah svetujeta povprečni dnevni odvzem 15-30 cm. V obdobjih toplega in vlažnega vremena priporočata 45 cm. Priporočeni dnevni odvzemi so torej še precej večji kot pri nas. Dejansko povezanost med dnevnim odvzemom in kvarjenjem pa so ugotavljali Ruppel in sod. (1995) in poročali, da so pri silosih z dnevnim odvzemom 11,6 cm/dan ali več imeli povprečno 10 % manjše izgube sušine kot tisti z manjšimi odvzemi.

3 MATERIAL IN METODE

V okviru diplomskega dela smo v letu 2005 izmerili gostote koruznih silaž v 55 silosih. V raziskavo smo uspeli vključiti skoraj vse silaže na območju občine Vrhnika. Od 55 obravnavanih silosov je bilo 10 stolpnih, 6 kupov in 39 koritastih silosov.

S pomočjo enote Kmetijske svetovalne službe Vrhnika smo pridobili naslove kmetij, kjer silirajo koruzo, in jih pisno prosili za sodelovanje ter jih obvestili o namenu in poteku obiska. Na kmetijah smo z anketo od kmetov pridobili podatke o načinu polnjenja silosov (trajanje polnjenja, stroji za tlačenje, način tlačenja ...), in o morebitnih težavah s kvarjenjem silaže pri odvzemu iz silosa. Iz vsakega silosa smo vzeli tudi vzorce za določitev gostote silaže.

3.1 POPIS SILOSOV IN NAČINOV NJIHOVEGA POLNJENJA

Podatke smo določili s pomočjo popisnega lista, ki smo ga izpolnili s pomočjo kmetov (anketni list, priloga 1).

3.1.1 Vrsta silosa

Zapisali smo ali gre za stolpni silos, koritasti silos ali silažni kup in iz kakšnega materiala je izdelan (beton, les ali umetna masa). Pri koritastih silosih smo si zapisovali ali so stranske stene pravokotne ali nagnjene. V primeru nagnjenosti sten smo merili tudi njihov odmik od navpičnice.

3.1.2 Masa strojev za tlačenje

Mase strojev za tlačenje smo popisali na mestu ali pa smo glede na vrsto stroja podatke poiskali v katalogih. Pri masah smo upoštevali tudi vse morebitne dodatne obtežitve in smo jih prišteli k osnovni masi stroja. Zapisali smo tip stroja (kolesnik ali goseničar), vrsta stroja (traktor, bager, buldožer) in pri strojih kolesnikih še pogon (na vsa štiri kolesa ali samo na zadnji par).

3.1.3 Določanje prostornine silaže v silosih

Pri koritastih silosih smo s tračnim metrom zmerili dolžino, širino in višino silažnega kupa v silosu, da smo pridobili podatke za izračune prostornine silosov. Pri silosih s klančinami smo merili tudi dolžine klančin, od začetka kupa pa do konca klančine (do mesta, kjer se silažni kup preneha vzpenjati). S pomočjo izmerjene višine kupa smo nato izračunali tudi prostornine silaže v klančinah.

V stolpnih silosih smo izmerili premer silosa, zapisali višino polnjenja silosa in izmerili razliko med višino polnjenja ter višino, na kateri smo vzorčili. S temi podatki smo kasneje lahko določili volumen silaže v silosu in vpliv globine vzorčenja na gostoto silaže.

Za določitev dnevnih odvzemov smo izmerili razdalje od mesta, kjer je bil začetek silažnega kupa pa do mesta odvzema. Dobljene razdalje smo kasneje delili s številom dni, ki so pretekli od odprtja silosa, pa do dne, ko smo vzeli vzorce silaže. Pri silosih, kjer ni bil znan čas odprtja silosa ali pa ga zaradi kakšnega drugega razloga nismo mogli izračunati, smo dnevni odvzem silaže ocenili.

3.1.4 Popis načina pokrivanja silaže

Glede načina pokrivanja smo silose razvrstili v tri razrede:

- odlično pokriti silosi (dve foliji, obteženi z vrečami s peskom in običajno dodatno zaščiteni z mrežami, v mnogo primerih so bile prisotne tudi folije ob stenah silosa);
- dobro pokriti silosi (ena folija, ki ob straneh ni dodatno obtežena, vendar pa je z odsluženimi avtomobilskimi pnevmatikami ali nekim sipkim materialom,- običajno z žagovino, obtežena po celotni površini);
- zadovoljivo pokriti silosi (ena folija, samo ob straneh obtežena z vrečami, napolnjenimi s peskom ali pa samo s peskom ali podobnimi materiali).

V nekaterih primerih smo nekoliko težje ocenili, v kateri razred bi uvrstili pokritje silosa, saj so bili načini pokrivanja zelo različni.

3.1.5 Popis odvzema silaže

Popisovali smo tudi način odvzema in izgled odzemne ploskve. Za strojni odzem smo šteli tisti odzem, ki je bil opravljen z različnimi odjemalci silaže ali z električnimi noži za rezanje silaže in slame. Vse odvzeme, ki so jih opravljali z različnimi ročnimi orodji, pa smo šteli kot ročni odzem. Odzemne ploskve smo ocenjevali glede na izgled in sicer smo jih ločili na gladke in razrahljane.

3.1.6 Popis kvarjenja silaž

Morebitno kvarjenje silaže smo ugotavljali na odzemnih ploskvah in iz pogovorov s kmeti. Beležili smo kvarjenje ob robovih in tudi merili globino kvarjenja, t.j. plesnenja silaže v obliki vidnih kolonij plesni (grudic plesni) ali gretja silaže.

3.2 DOLOČITEV GOSTOTE SILAŽE, VSEBNOSTI SUŠINE V SILAŽI, VELIKOSTI DELCEV IN INTENZIVNOSTI TLAČENJA

3.2.1 Določitev gostote silaže v silosih

Gostote silaž smo določali z modificirano metodo po Muck in Holmes (2000). V vsakem silosu smo na petih mestih s sondo s premerom 5 cm zavrtali približno 20 cm globoko. Sondo z vzorcem smo nato izvlekli iz vrtine. Globino vrtine smo merili s pomočjo palice in

metra. Vzorčili smo v lice silažnega kupa, kjer so silažo odvezemali. Izvrtke smo jemali diagonalno, in sicer iz spodnjega proti nasprotnemu zgornjemu kotu v približno enakomernih razmakih. Menimo, da smo zagotovili reprezentativne vzorce, saj smo jih dobili iz različnih globin in različne oddaljenosti od sten silosa. Silažo iz vseh petih izvrtkov smo združili v vrečke za gospodinjstvo enotne velikosti, iz njih iztisnili preostali zrak, jih zavezali ter označili, nato pa do sušenja shranili v hladilnici pri -18 °C. Ko so bili zbrani vsi vzorci, smo jih stehali na precizni laboratorijski tehtnici in na podlagi globine izvrtkov in premera sonde izračunali skupno prostornino izvrtkov. Iz dobljenih mas in prostornin izvrtkov smo izračunali še gosto silaže z enačbo (1).

Gostota svežega vzorca:

$$Gostota (kg / m^3) = \frac{masa\ vzorca (kg)}{prostornina\ izvrtkov (m^3)} \quad \dots (1)$$

3.2.2 Določanje vsebnosti sušine v silaži in gostote suhega vzorca

Sveže vzorce silaže smo stresli na predhodno stehtane škatle, jih označili, in sušili v sušilnici pri 60 °C. Da je bilo sušenje čimbolj enakomerno, smo jih med sušenjem večkrat premešali. Po končanem sušenju smo vzorce skupaj s škatlami pustili, da so se ohladili. Nato smo suhe vzorce skupaj s škatlo stehali, jih pretresli v druge škatle in prazne škatle ponovno stehali. Upoštevali smo tudi higroskopsko vlago, ki smo jo določili v 13 slučajno izbranih vzorcih. Te smo zmleli v laboratorijskem mlinu, nato pa 4 ure sušili pri 103 °C. Določitev higroskopske vlage smo opravili v laboratoriju. Glede na to, da so se vsi vzorci sušili in ohlajali hkrati, so bile sušine zračno suhih vzorcev zelo podobne (967±5 g/kg) in smo jih privzeli za vseh 55 vzorcev. Potek izračuna sušine je podan v enačbi (2).

Vsebnost sušine

$$Masa\ svežega\ vzorca (g) = (svež\ vzorec\ in\ škatla) - (škatla)$$

$$Masa\ suhega\ vzorca (g) = (suh\ vzorec\ in\ škatla) - (suha\ škatla)$$

$$Sušina (g / kg) = \frac{1000 \times masa\ suhega\ vzorca (g)}{masa\ svežega\ vzorca (g)} \times 0,967\ g/kg \quad \dots (2)$$

Gostoto sušine silaže smo po enačbi (3) izračunali na podlagi prostornine izvrtkov in mase posušene silaže.

Gostota suhega vzorca:

$$Gostota (kg / m^3) = \frac{masa\ sušine\ vzorca (kg)}{prostornina\ izvrtkov (m^3)} \quad \dots (3)$$

3.2.3 Sejalni test

Sejalni test smo opravili z mrežastim sitom, s premerom odprtin 1 cm. Posušene vzorce smo nasuli na sito, ki smo ga 20 × stresli. Zaradi lažje izvedbe sejanja smo vsak vzorec razdelili na polovico in presejavali vsako polovico posebej. S tem smo preprečili uhajanje delcev čez rob sita in zagotovili boljše presejavanje. Vsi vzorci so bili približno enako pretresani, delo je bilo opravljano ročno. Z enačbo (4) smo zrezanost silaže izrazili kot odstotni delež silaže, ki je ostala na situ. Pri sejalnem testu so se dobro pokazale vidne razlike med različno zrezanimi silažami.

Zrezanost silaž, podana z deležem delcev nad 1 cm:

$$\text{Delež delcev nad 1 cm (\%)} = \frac{\text{masa delcev, ostalih na situ (g)}}{\text{skupna masa vzorca (g)}} \times 100 \quad \dots (4)$$

Pri silažah, ki so bile slabo zrezane, je na situ ostalo veliko ličja in listov, pri dobro zrezanih silažah pa običajno le nekaj delcev klasinca, ki pa so bili običajno le toliko večji, da niso padli skozi odprtine v situ.

3.2.4 Intenzivnost tlačenja

Intenzivnost tlačenja (It) smo izrazili kot produkt med maso traktorja in urami tlačenja na tono silaže. Izračunali smo jo po spodaj navedeni enačbi (5).

$$It \text{ (h kg traktorja/tono silaže)} = \frac{\text{masa traktorja (kg)} \times \text{trajanje tlačenja (v minutah)}}{\text{masa silaže v silosu (tonah)}} \quad \dots (5)$$

Masa silaže v silosu smo izračunali po enačbi (6) na podlagi popisanih dimenzij silosa in izmerjene gostote silaže. Upoštevali smo dejansko prostornino silaže v silosu.

Masa silaže v posameznem silosu:

$$\text{Masa silaže (kg)} = \text{Prostornina silaže v silosu (m}^3\text{)} \times \text{gostota silaže (kg / m}^3\text{)} \quad \dots (6)$$

Trajanje tlačenja smo ocenili na podlagi anketnega podatka o trajanju polnjenja silosa. Pri silosih, kjer je potekalo tlačenje hkrati z dovažanjem krme v silos, smo upoštevali, da traja tlačenje enako dolgo kot polnjenje. Pri silosih, kjer se je moral med praznjenjem prikolic traktor za tlačenje umakniti s silažnega kupa, smo upoštevali, da je poteka tlačenje 80 % časa polnjenja silosa.

3.3 OBDELAVA PODATKOV

Rezultate, pridobljene z merjenjem in vprašalnikom, smo vnesli v program Excel, v okolju Windows, ter jih združili in obdelali. Izračunali smo prostornine silosov, gostote silaž ter mase silaž v silosih. S pomočjo teh izračunov smo v navezi z ostalimi podatki izdelali grafikone.



Slika 2: Sonda za vzorčenje silaž

4 REZULTATI

4.1 OSNOVNE ZNAČILNOSTI SILOSOV, SILAŽ IN NAČINOV SILIRANJA

Siloski na anketiranih kmetijah so se zelo razlikovali po velikosti, funkcionalnosti in primernosti za siliranje. Velikosti silosov so bile zelo različne in so pri koritastih silosih znašale od 16 do 500 m³, pri stolpnih silosih pa je prostornina silaže znašala od 50 do 100 m³. Vse koritaste silose so tlačili s stroji, vendar je bila razlika med masami strojev za tlačenje zelo velika. Najlažji stroj je tehtal 735 kg, najtežji pa 15 000 kg. Zaradi tega je tudi velika razlika v gostoti silaž. Te so se pri koritastih silosih gibale od 118 pa do 288 kg sušine/m³, pri stolpnih pa od 112 pa do 231 kg sušine/m³. Vsebnost sušine v silažah iz koritastih silosov se je gibala od 271 do 510 g/kg, pri stolpnih pa od 256 do 488 g/kg. Pokrite so bile vse silaže. Osnovni podatki o silosih in silažah so prikazani v preglednici 5. Iz preglednice se da razbrati, da so silosi in tehnike siliranja zelo raznoliki. Čeprav gre le za osnovne podatke, je videti, da se silaže med seboj precej razlikujejo.

Preglednica 5: Osnovni podatki, dobljeni s popisom silosov in silaž

	Koritasti silosi (n=45)			Stolpni silosi (n=10)		
	Povprečje	Najmanj	Največ	Povprečje	Najmanj	Največ
Sušina (g/kg)	348	271	510	336	256	488
Gostota (kg/m ³)	605	369	768	537	383	731
Gostota (kg SS/m ³)	209	118	283	179	112	231
Delež delcev nad 1 cm (%)	11	5	26	10	4	21
Masa traktorja za tlačenje (kg)	3694	735	15000	/	/	/
Velikost silosa (m ³)	149	16	500	70	50	100
Masa silaže v silosu (t)	209	9	263	37	21	63
Delež silaž s kolonijami plesni (%)	29			50		
Delež silaž, ki se grejejo (%)	7			30		
Delež silaž ki plesnijo ob zgornjih robovih sten silosa (%)	51,2			/		
Višina silažnega kupa (m)	1,72	0,55	3,8	8	7	10
Širina koritastih silosov (m)	4,4	2,5	8	/		
Dolžina koritastih silosov (m)	20,5	6	50			
Premer stolpnih silosov (m)	/			/	3,25	3,5
Čas polnjenja (h)	11	3	20	8	3	10
Hitrost polnjenja silosa (m ³ /h)	15	2	63	11	6	33
Debelina plasti za tlačenje (cm)	21	5	40	41	33	80
Dnevni odvoz (cm)	12	3	30	8	3	14

4.2 POSTOPKI PRI SILIRANJU IN OPREMA

4.2.1 Zrezanost silaže

Za rezanje koruze so na 34 kmetijah uporabili traktorske, na 21 kmetijah pa samohodne kombajne. Enoredne traktorske kombajne uporabljajo predvsem manjše kmetije, na večjih kmetijah pa čedalje pogosteje uporabljajo najete samohodne kombajne.

Pri silažah, ki so bile zrezane z enorednimi kombajni, smo opazili velike razlike med posameznimi vzorci. Ti so varirali od odlično pa do neprimerno zrezanih (predolga rezanica, negladka rez, nepoškodovano zrnje). Značilnost vzorcev silaže, žetih s traktorskimi kombajni, je bila nekoliko slabša zrezanost ličja in v nekaterih primerih veliko nepoškodovanega zrnja, kljub temu da so bili ostali deli rastline primerno razrezani in da so bili rezi gladki.



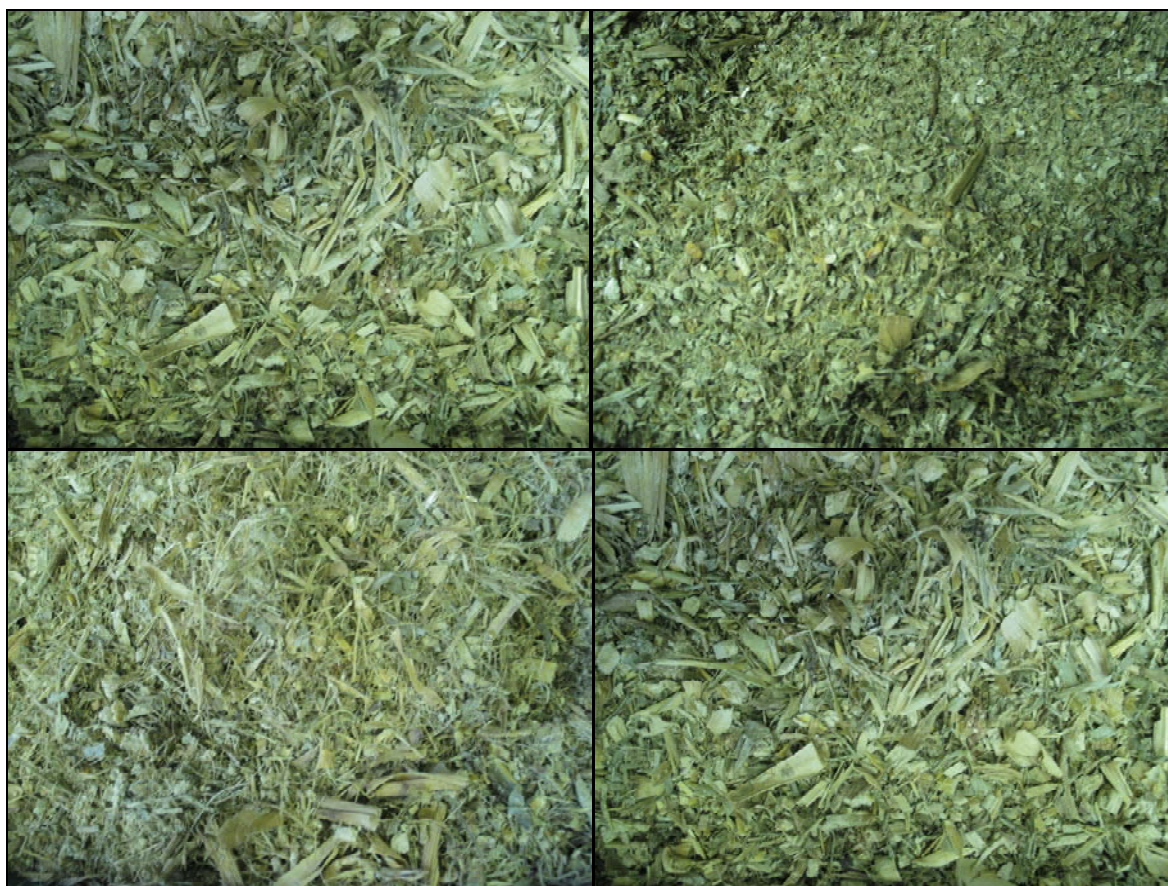
Slika 3: Siliranje s traktorskim kombajnom

Pri silažah, rezanih s samohodnimi kombajni, so bili vzorci bolj enotni kot pri traktorskih kombajnih. Boljša je bila tudi zrezanost ličja. Eden od razlogov, da so bile te silaže zrezane bolje je tudi, da strojnik s samohodnim kombajnom naredi dosti več ur kot kmet z enorednim, zaradi tega verjetno dosti bolje pozna svoj stroj in ga tudi pravilno nastavi. Poleg tega pa kmetje, ki najemajo samohodne kombajne, v zameno za plačilo zahtevajo dobro opravljeno storitev in s tem prisilijo strojnike k rednemu vzdrževanju strojev. Glavni razlog, da je manj razlik pri silažah, rezanih s samohodnimi kombajni pa je verjetno ta, da

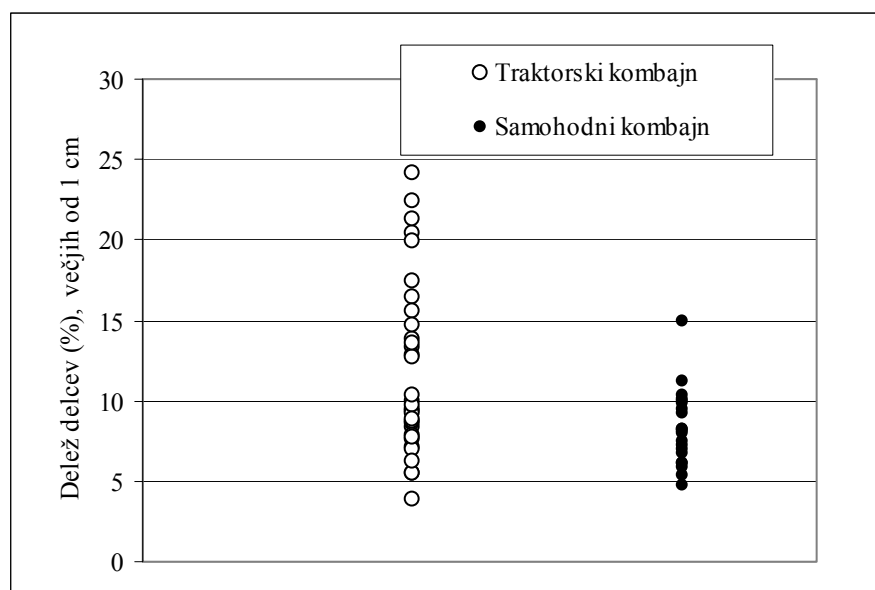
so želi le 4 različni samohodni kombajni na različnih kmetijah. Kmetje, ki so želi s traktorskimi kombajni so povečini želi vsak s svojim strojem.



Slika 4: Siliranje s samohodnim kombajnom



Slika 5: Različna kakovost zrezanosti silaž. Na fotografiji so posušeni vzorci.



Slika 6: Velikost delcev silaže pri rezanju s samohodnimi in traktorskimi kombajni

4.2.2 Stroji za tlačenje

Za tlačenje koritastih silosov so uporabljali traktorje (32), kombinirke (11) ter buldožer goseničar (2). Kmetje uporabljajo v večini primerov prelahke stroje. Razlogi, da uporabljajo prelahke stroje, so zelo različni. Dostikrat je vzrok v obliki silosa, saj so pri nekaterih pokritih silosih stropi prenizki, kar onemogoča tlačenje z velikimi stroji.

Glavni vzroki, da so uporabljali prelahke traktorje za tlačenje, so sledeči:

- Kmetje želijo izvesti siliranje popolnoma v lastni režiji. Težje traktorje uporabljajo za pogon traktorskega kombajna in za prevoz krme, za tlačenje pa jim ostanejo lažji traktorji.
- Tlačenje z velikim in težkim traktorjem je pogosto onemogočeno zaradi premajhne širine silosa.
- Tlačenje z večjim traktorjem je onemogočeno zaradi prenizkega ostrešja silosa. Na manjših kmetijah je precej silosov zgrajenih naknadno, v že prej zgrajenih pokritih objektih kot so kozolci ali strojne lope. Ti objekti so bili običajno grajeni tako, da omogočijo garažiranje traktorjev, ne dovoljujejo pa vožnje teh traktorjev po silažnem kupu. Zaradi tega je možno le tlačenje z majhnimi traktorji in traktorji brez kabine ali varnostnega loka.

Kmetje so v razgovoru navedli tudi naslednje razloge za tlačenje s prelahkimi traktorji:

- Kmetje pogosto prepozno začnejo z organizacijo dela in najemanjem tuje delovne sile. Ker je čas siliranja na vseh kmetijah precej podoben, je ponavadi zadnji trenutek skoraj nemogoče najeti delovno silo in stroje, ker so že vnaprej zasedeni. Večji kmetje ponavadi pravočasno organizirajo siliranje, vendar pa se zgodi, da se stvari zapletejo zaradi okvar strojev, vremena ali drugih nepredvidenih okoliščin. Urniki najemnikov so že vnaprej rezervirani, zato potem uporabijo za tlačenje tisti stroj, ki jim je še na voljo.
- Neznanje kmetov. Mnogo jih meni, da lahko premajhno težo traktorja nadoknadijo s podaljšanim časom tlačenja in se zato sploh ne potrudijo, da bi najeli ali pa si sposodili težji traktor.

4.2.2.1 Traktorji

Traktorji so bili najpogosteje uporabljani stroji za tlačjenje. Z njimi je tlačilo kar 32 od 45 vseh anketiranih kmetov, kar je 71 %. Masa traktorjev so se gibale od 735 kg do 4500 kg. Te smo še dodatno razdelili na tiste, ki imajo pogon samo na zadnji par koles, ter na traktorje s pogonom na vsa štiri kolesa. V večini primerov so na kmetiji uporabljali za tlačjenje manjše traktorje s pogonom samo na zadnji par koles, saj so večje uporabljali za prevoz silaže ali pa za nošenje kombajnov.

Za dodatno obtežitev traktorjev za tlačjenje se je odločilo le malo lastnikov, čeprav je obtežitev traktorja dosti enostavna. Najpogostejši načini obtežitve traktorjev so: nalivanje vode v pnevmatike, vpetje bremena na zadnji tritočkovni priključek in dodajanje raznih uteži na prednji del traktorja. Ti načini so najbolj pogosti, ker omogočajo obtežitev skoraj vseh vrst traktorjev.



Slika 7: Tlačenje silaže z lahkim zgibnim traktorjem



Slika 8: Tlačenje z dobro obteženim traktorjem

4.2.2.2 Kombinirke

Kombinirke je za tlačenje silaže uporabljalo 11 anketirancev. Vsi, ki so tlačili s kombinirkami, so silirali s samohodnimi kombajni. Kombinirke so verjetno najprimernejši stroji za tlačenje. Prednosti kombinirke sta relativno velika masa (od 6000 kg pa do 8500 kg) ter velika prednja žlica, s katero lahko v kratkem času poravnajo in razporedijo velike količine silaže. Ti stroji so se zelo dobro izkazali. Obnesejo se tudi pri zelo hitrem polnjenju, saj zaradi hitrega poravnavanja mase na tanke plasti ostane več časa za tlačenje. Za razliko od traktorjev, pri katerih so bile kljub podobni masi razlike v gostoti silaže zelo velike, so kombinirke dosegale dokaj izenačene gostote.



Slika 9: Tlačenje in poravnavanje s kombinirko. Gre za sočasno polnjenje dveh silosov istočasno, kar je nadvse primerno pri hitrem dovozu krme.

4.2.2.3 Goseničarji

Uporabljen je bil le en stroj te vrste, ki je tlačil silažo v dveh različnih silosih. Kljub veliki masi je stroj dosegal relativno majhne gostote. Stroj je bil opremljen s poravnalno desko, tako da podobno kot pri kombinirkah ročno delo pri poravnavanju silaže skoraj ni bilo potrebno.

4.2.3 Silosi

4.2.3.1 Stolpni silosi

Vzorci so bili pobrani iz 10 stolpnih silosov (5 lesenih, 4 betonski in 1 poliestrski). V večini so bili zgrajeni po letu 1970. Ker je mnogo teh silosov z notranje strani poškodovanih, so jih kmetje zaščitili na različne načine (velike vreče, poliesterske obloge, plastične folije in različne lazure).

Pri stolpnih silosih, ki na vrhu niso zaprti, je pogosta uporaba velikih vreč. To je polietilenska folija v obliki cevi, katere premer je enak premeru silosa. Na trgu je mogoče dobiti vreče poljubne dolžine. Kmetje so s siliranjem v vreče zadovoljni, predvsem tisti, ki

so imeli pred uporabo te folije težave s kvarjenjem silaže zaradi že poroznih sten silosa. Druga rešitev za poškodovane silose, ki smo jo opazili pri vzorčenju, pa je prevleka iz umetnih smol in steklenih vlaken. Tudi to rešitev so ocenili kot zelo dobro, vendar pa je ekonomska upravičenost le-te vprašljiva, saj so stroški zelo veliki (okoli 1250 €).

Kapacitete popisanih silosov so znašale od 80 do 100 m³, dejanske prostornine silaže pa so bile še nekoliko manjše, saj se je silaža po zaprtju silosa še posedla. Vsi betonski silosi so bili enakih premerov, različne so bile le višine. Pri lesenih silosih pa so različni tudi premeri in sicer dva silosa sta imela premer 3,5 m, trije pa 3 m. Pregleda nad pokrivanjem silaž v stolpnih silosih nimamo, ker so bili vsi silosi v času vzorčenja že odprti, zato tudi vpliva pokrivanja stolpnih silosov na kvarjenje silaž nismo ovrednotili.



Slika 10: Stolpni silos

4.2.3.2 Koritasti silosi

Koritasti silosi so v današnjem času najbolj razširjeni. Popisali smo jih 39. Vse večje kmetije so po večini stolpne silose že opustile, ker so delovno preveč zahtevni, premajhnih zmogljivosti in ker je pri žetvi s sodobnimi kombajni njihovo polnjenje prepočasno. Izmerjeni volumni silaž v teh silosih so se gibal od 17 do 500 m³.

Velikost silosov, ki so bili zgrajeni v zadnjih 5 letih, je bila kar precej večja od izmerjene količine silaže v njih. Kot glavni razlog so kmetje navedli rezervo za primer povečevanja števila živali na kmetiji. Pri večjih silosih smo opazili, da so v večini primerov zgrajeni premišljeno in racionalno, tako da omogočajo hitro in enostavno polnjenje ter enostaven odvzem. Ti silosi omogočajo neovirano tlačjenje tudi z velikimi, težkimi stroji. To pomeni, da je njihova širina vsaj enaka, če ne večja kot dvakratna širina stroja za tlačjenje, višina ostrejša pri pokritih pa je tolikšna, da ne ovira tlačjenja. Silosi so večinoma odprti z dveh strani in prehodni, stene silosa so rahlo nagnjene, tako da vedno omogočajo tlačjenje do roba. Samo v enem primeru od novjših večjih silosov je zadnja stena tako visoka, da popolnoma onemogoča prehod čez silos. V petih primerih pa so silosi zaprti z treh strani, vendar je neoviran prehod čez silos možen že po 3 do 4 pripeljanih prikolicah silaže za zadnjo steno silosa.

Pri manjših in starejših silosih smo pogosto zasledili napake, ki otežujejo delo in onemogočajo kakovostno izvedbo del pri siliranju. Najbolj pogoste napake so bile v dimenzijah silosa. Silosi so preozki in pogosto prenizki ter zaprti s treh strani, kar onemogoča kakovostno tlačjenje. Tlačjenje pa je pri koritastih silosih zelo pomembno, saj je tu učinek, ki ga poznamo pri stolpnem silosu (ko silaža zgornjih plasti zaradi lastne teže tlači silažo spodnjih plasti) le minimalen, saj so kupi razmeroma nizki (od 1 do 3,8 m, v povprečju 1,7 m).

Stene so imele naklon pri 15 silosih. Kvarjenje silaže ob straneh je bilo pri silosih z nagnjenimi stenami v primerjavi s tistimi z ravnimi stemami precej manj pogosto (preglednica 6).

Preglednica 6: Vpliv nagnjenosti sten na kvarjenje silaže ob straneh silosa

	Število silosov	Kvarjenje prisotno na
Nagnjene stene	15	20 %
Ravne stene	24	58 %

Ker je silaža v majhnih silosih ponavadi slabo potlačena, dnevni odvzem iz silosa pa majhen, je kvarjenje silaže pogosto. Na štirih kmetijah so premajhen odvzem povečali tako, da so silažni kup razdelili po višini na dva dela. Ko so napolnili približno polovico silosa, so čez kup položili folijo in čeznjo deske, nato pa so silos napolnili do konca. Drugo plast odprejo šele, ko porabijo prvo. S tem povečajo dnevni odvzem, poleg tega pa sta plasti med sabo neodvisni in v primeru, da se prva začne kvariti druga ostane zdrava.



Slika 11: Večji improviziran koritasti silos pri pripravi na polnjenje

4.2.3.3 Silažni kupi

Popisali smo 6 silažnih kupov brez stranskih sten. Ugotovljeni vplivi na gostoto in kvarjenje so bili podobni kot pri koritastih silosih, zato smo zaradi večje preglednosti podatke o silažnih kupih obravnavali skupaj s koritastimi silosi. Prostornina silažnih kupov je znašala od 16 do 190 m³. Vsebnost sušine se je gibala od 285 do 510 g/kg, gostote silaž pa od 165 do 227 kg sušine/m³. Vsi kupi so bili tlačeni z dokaj lahкими traktorji, z masami od 1343 do 3560 kg. Dva kupa sta bila ob straneh nekoliko slabše potlačena, saj so bile stranice kupa premalo položne in tlačenje le-teh zaradi nevarnosti prevrnitve ni bilo mogoče. Silaža se je kvarila na dveh kupih. Vsi kupi so bili pokriti z enojno folijo, ki je bila ob straneh obtežena s prstjo, dva kupa sta bila po celi površini obtežena še z žagovino, en pa s prstjo.

4.2.3.4 Polnjenje koritastih silosov

Na kmetijah prevladujejo prevozní silosi, ki jih kmetje polnijo tako, da pri vožnji praznijo prikolico s krmo po čim večji dolžini silosa. Silažo nato poravnajo s strojem ali na roke v tanke plasti. Dobra stran tega načina je, da se med raztovarjanjem prikolice silaža že nekoliko tlači. Velike in zadosti široke silose polnijo tako, da na eni strani raztovarjajo prikolice, na drugi pa tlačijo prej pripeljšano krmo. Pri taki tehniki polnjenja med raztovarjanjem zrezane koruze tlačenje ni prekinjeno. Če imajo na kmetiji več manjših

silosov in žanjejo koruzo s samohodnimi kombanji, se ponavadi odločijo za sočasno polnjenje več silosov. V tem primeru poteka polnjenje podobno kot je opisano zgoraj, le da se traktorist predstavlja z enega silosa na drugega.

V majhne silose, ki niso prevozni, zapeljejo traktoristi prikolico vzvratno ali pa krmo razložijo pred silosom in jo nato ročno ali pa s strojem spravijo v silos. Tu kljub počasnemu polnjenju ostane dovolj časa za tlačjenje, saj v večini primerov v silos ne pripeljejo več kot 1 do 2 prikolici na uro. Polnjenje običajno ne poteka dlje kot 2 dni.



Slika 12: Razlika pri polnjenju silosa s prikolico s pomičnim dnom in kiper prikolico

4.2.3.5 Polnjenje stolpnih silosov

Povprečno trajanje polnjenja stolpnih silosov je 9 ur. Pri teh silosih je hitrost polnjenja odvisna od stroja za polnjenje, saj je potrebno silažo spraviti do 10 m visoko v silos. Za to običajno uporabljajo siloreznice, v enem primeru pa transportni trak.

Na dveh kmetijah, kjer so silažo želi s samohodnim kombajnom, je bila hitrost dovoza zrezane koruze prevelika, da bi jo zmogli sproti polniti v silos. Na eni kmetiji so to rešili tako, da so si sposodili še dodatno siloreznico in polnili dva silosa hkrati. Na drugi kmetiji pa so silažo vozili na kup ob silosu.

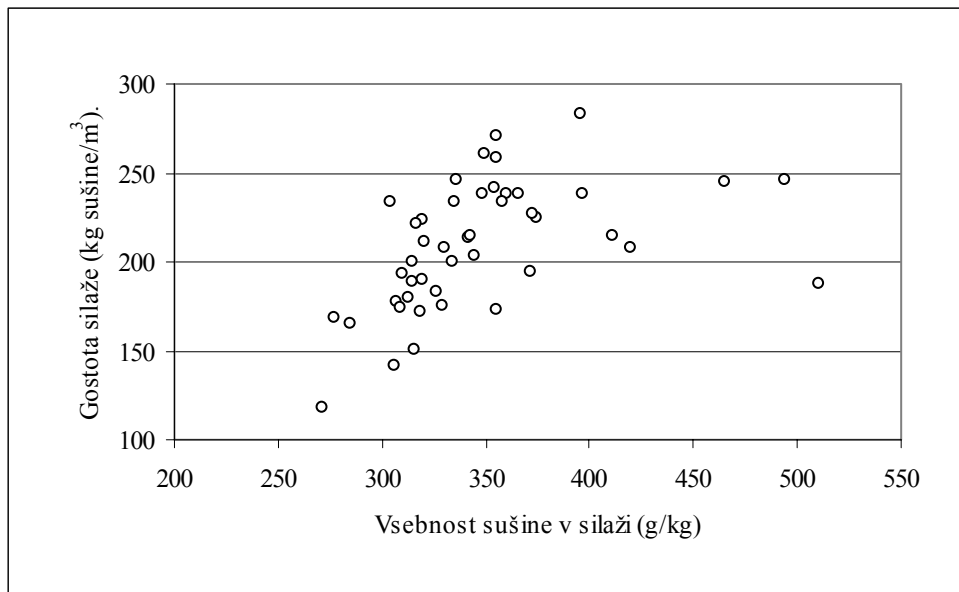
4.3 DEJAVNIKI, KI SO VPLIVALI NA GOSTOTO SILAŽ V KORITASTIH SILOSIH

4.3.1 Vsebnost sušine

Vsebnost sušine v silažah iz koritastih silosov se je gibala od 271 do 510 g/kg in je bila v povprečju 348 g/kg (preglednica 6). Preveč vlažnih silaž, s sušino manjšo od 300 g/kg, je bilo malo (6,6 %), pa še te niso bile manjše od 270 g/kg. Štirideset odstotkov silaž je

vsebovalo več kot 350 g sušine na kg. Pri 13,3 % vseh silaž iz koritastih silosov je bila sušina večja od 400 g/kg.

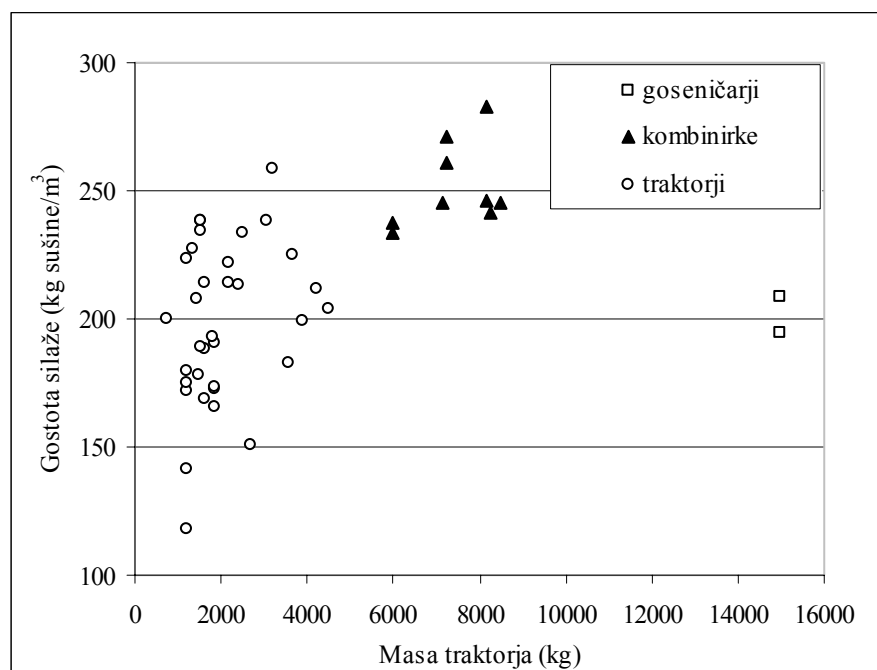
Gostota silaže v silosu je bila tesno povezana z vsebnostjo sušine (slika 13). S povečanjem vsebnosti sušine od 300 do 400 g/kg se je povečala od približno 190 na 240 kg sušine na m³.



Slika 13: Povezava med vsebnostjo sušine v silaži in gostoto silaže

4.3.2 Masa traktorja za tlačenje

Gostota silaž v koritastih silosih je bila najtesneje povezana z maso traktorja za tlačenje (slika 14). Kljub jasno izraženi povezavi pa vidimo, da je mogoče zelo različne gostote doseči tudi s traktorji s podobno maso. Tako npr. pri lahkih traktorjih (1200-1800 kg) gostota zelo varira in se giblje od 120 do 240 kg na m³. Iz slike je mogoče razbrati, da so pri težjih traktorjih razlike v gostoti silaže manjše kot pri lažjih traktorjih. Večje gostote (> 240 kg sušine na m³) so praviloma dosegli le traktorji z maso nad 6000 kg. Izjema je bil goseničar, ki je kljub veliki masi (15000 kg) dosegel razmeroma majhno gostoto (208 in 195 kg sušine na m³).

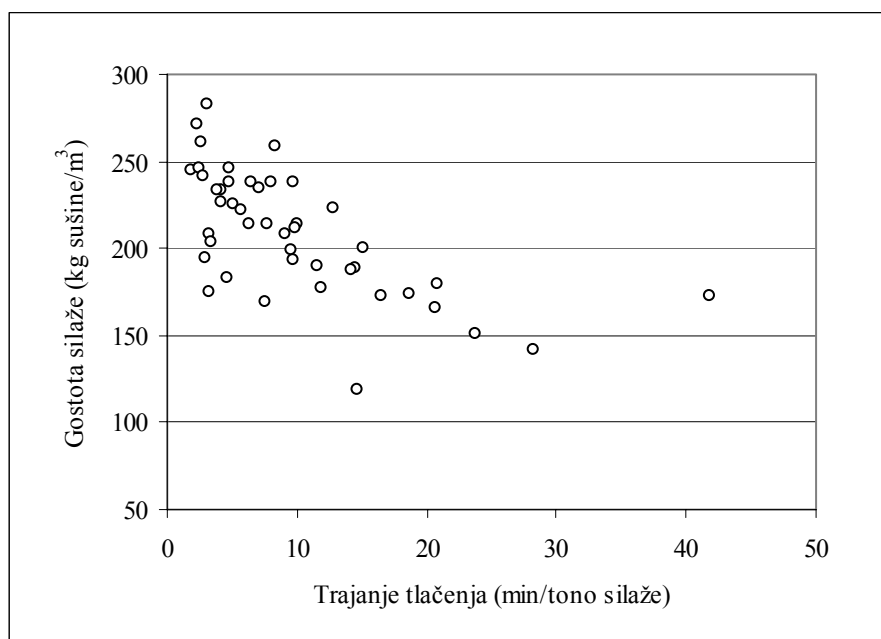


Slika 14: Povezava med maso traktorjev za tlačenje in gostoto silaže v koritastih silosih

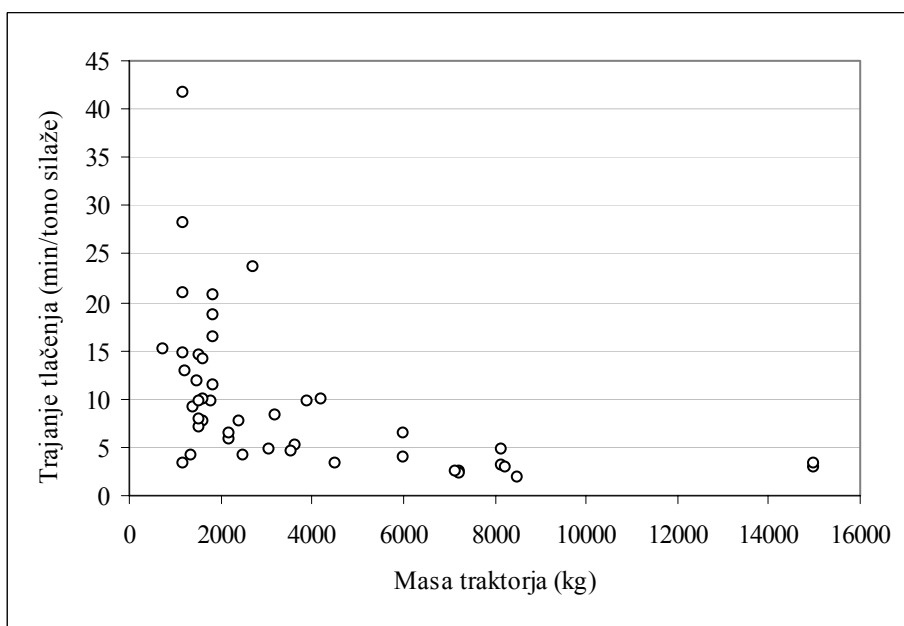
4.3.3 Trajanje tlačenja

Trajanje tlačenja na enoto mase silaže je bilo odvisno predvsem od hitrosti polnjenja. Z naraščanjem hitrosti polnjenja se je trajanje tlačenja zmanjševalo. Najdaljše trajanje tlačenja je bilo 41,8 minut na tono silaže, najkrajše pa 1,8 minute na tono silaže. V povprečju so silaže tlačili 9,8 minut na tono silaže.

Trajanje tlačenja in gostota silaže sta bila obratnosorazmerna (slika 15). S povečevanjem trajanja tlačenja se je gostota silaže zmanjševala. Ugotovljena povezava med trajanjem tlačenja in gostoto silaže je nelogična, zato smo podrobneje pregledali rezultate in poskušali odkriti vzroke za nelogičnost. Ugotovili smo, da imajo kmetje, ki tlačijo manj časa, težje traktorje in da je negativna povezava med trajanjem tlačenja na tono silaže in gostoto silaže posledica negativne povezave med trajanjem tlačenja in maso traktorja za tlačenje (slika 16).



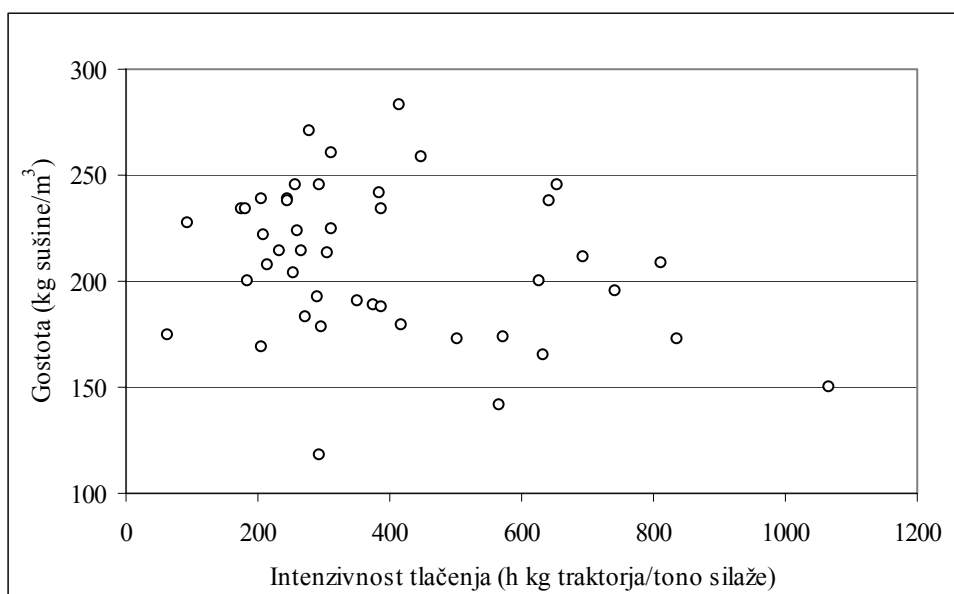
Slika 15: Povezava med trajanjem tlačanja in gostoto silaže.



Slika 16: Povezava trajanje tlačanja in masa traktorjev

4.3.4 Intenzivnost tlačenja

Intenzivnost tlačenja je mogoče izraziti kot produkt med maso traktorja in urami tlačenja na tono silaže. Na obravnavanih kmetijah je bila ta vrednost v povprečju 387 h kg/tono. Na približno 60 % kmetij so tlačili manj kot 283 h kg/tono, ki je po navedbah Johnsona in Harrisona (2001) najmanjša priporočena intenzivnost tlačenja. Žal pa v naših razmerah nismo našli povezave med intenzivnostjo tlačenja in gostoto silaže (slika 17). To kaže, da slabega tlačenja zaradi prelahkega traktorja ni mogoče enostavno izboljšati, s podaljševanjem tlačenja.

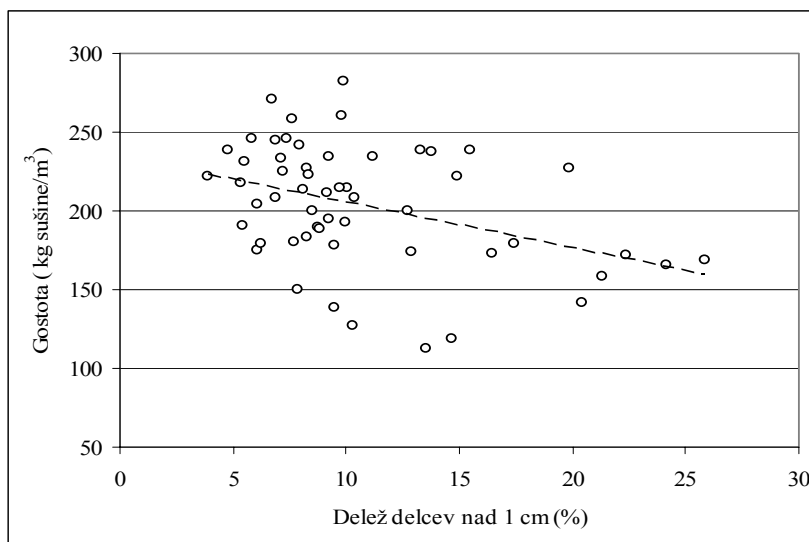


Slika 17: Intenzivnost tlačenja in gostota silaže

4.3.5 Vpliv zrezanosti silaž na gostoto

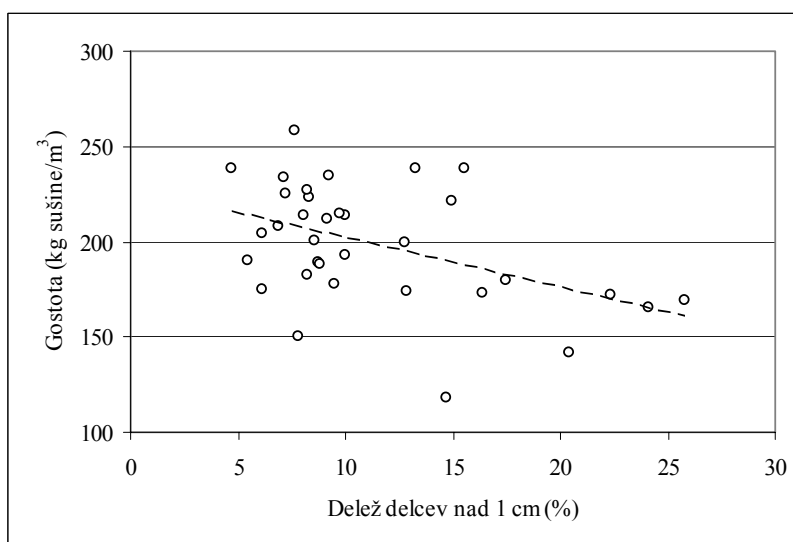
Silaže so se zelo razlikovale v zrezanosti. Delež delcev nad 1 cm se je gibal od 4 do 26 %. Pri vzorcih silaž, ki so bile pripravljene z enorednimi kombajni, se je delež delcev večjih od 1 cm, gibal od 5 do 26 %, v povprečju pa je bil 13 %. Pri samohodnih kombajnih pa se je delež delcev, ki so bili večji od 1 cm, gibal od 5 do 15 %, s tem da sta imela le 2 vzorca od 19-ih več kot 10 % delcev večjih od 1 cm. Povprečen delež delcev, ki so bili večji od 1 cm, je bil pri samohodnih kombajnih 8 %.

Povezava med dolžino rezi in gostoto silaž je bila šibka (slika 18), kljub temu je bila opazna tendenca večjih gostot pri bolj zrezanih silažah. Tako je bil npr. pri vseh silažah, ki so presegle 250 kg sušine na m³, delež velikih delcev manjši od 10 %. Na drugi strani pa pri nobeni silaži, ki je imela več kot 20 % delcev večjih od 1 cm, gostota ni presegla 180 kg sušine na m³.



Slika 18: Povezava med velikostjo delcev in gostoto vseh vzorčenih silaž

Da bi čim bolj prikazali vpliv velikosti delcev na gostoto silaže, smo izločili silaže, ki so bile tlačene s stroji, težjimi od 6000 kg, saj so te silaže dosegale velike gostote, ne glede na velikost delcev. Vpliv dolžine delcev na gostoto silaže je bil v tem primeru bolj jasno izražen (slika 19), kot v primeru, ko smo v graf vključili vse silose.

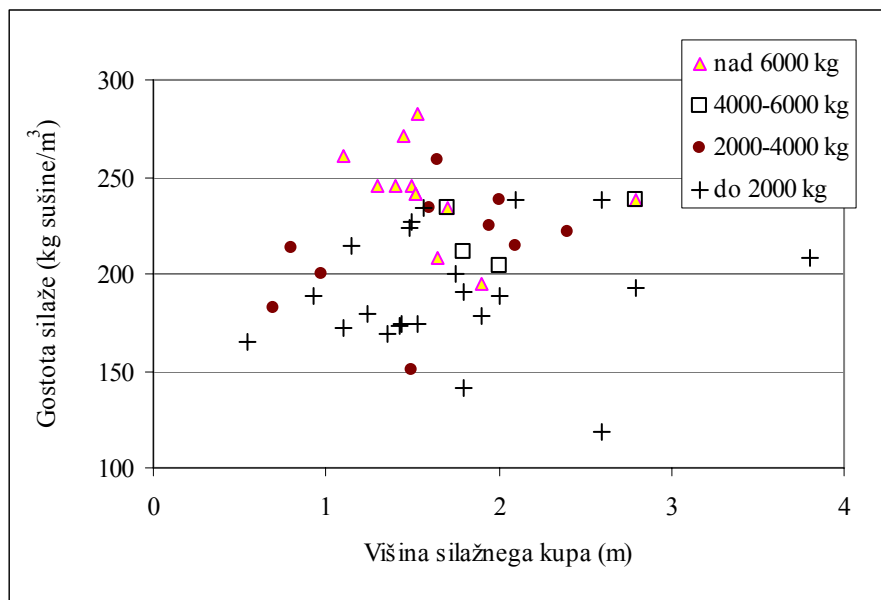


Slika 19: Povezava med velikostjo delcev in gostoto pri silažah, tlačениh s stroji, lažjimi od 6000 kg

4.3.6 Vpliv višine silažnega kupa na gostoto silaž

Višina polnjenja koritastih silosov je znašala od 0,55 pa do 3,8 m. Povprečna višina polnjenja je bila 1,72 m. Večji in novejši prevozni silosi so imeli zelo podobne višine polnjenja (okoli 1,6 m).

Gostota silaže na splošno ni bila odvisna od višine silažnega kupa (slika 20). Mogočo povezavo bi lahko prikrivali drugi dejavniki, ki vplivajo na gostoto silaže. Ko smo podatke razdelili glede na maso strojev za tlačanje, se je pri strojih, ki so bili lažji od 4000 kg pokazala rahla povezava, ki kaže da je v višjih silosih potlačenost silaže boljša. To bi lahko pomenilo, da v primeru slabše opreme za tlačanje h gostoti silaže nekaj malega prispeva tudi višina silaže v silosu.



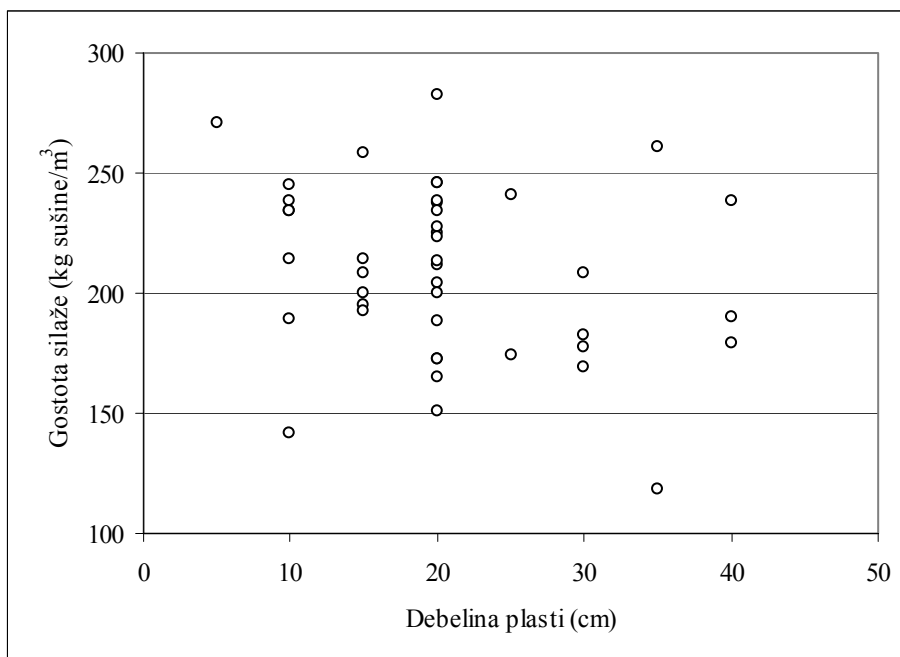
Slika 20: Povezava med gostoto silaže in višino silažnega kupa v koritastih silosih



Slika 21: Različno visoko polnjenje koritastih silosov

4.3.7 Debelina plasti pri polnjenju silosov

Debelina plasti, v katero so kmetje poravnali zrezano koruzo na silažnem kupu, je bila odvisna predvsem od površine silosa, prostornine pripeljane silaže ter načina poravnavanja silaže (ročno ali stojno). Tisti, ki so poravnali silažo ročno, so jo poravnali v debelejši plasti kot tisti, ki so to opravili strojno. Podatki o debelini plasti so le približni, saj smo jih dobili z anketo. Gre torej za ocene kmetov in ne za izmerjene debeline plasti. Debelina plasti ni imela vidnejšega vpliva na gostoto silaž (slika 23).



Slika 22: Povezava med gostoto silaže in debelino plasti krme pri polnjenju koritastih silosov

4.3.8 Velikost silosa

Gostota silaže je bila pozitivno povezana z velikostjo silosov. Pri silosih, ki so bili manjši od 100 m³, je bila gostota silaže v povprečju 184 kg sušine na m³, pri silosih nad 200 m³ pa 235 kg sušine na m³ (preglednica 7). Povezave pa ne moremo neposredno pripisati velikosti silosov, saj so imele silaže v večjih silosih večjo vsebnost sušine, bile pa so tudi bolj zrezane in tlačene s težjimi traktorji.

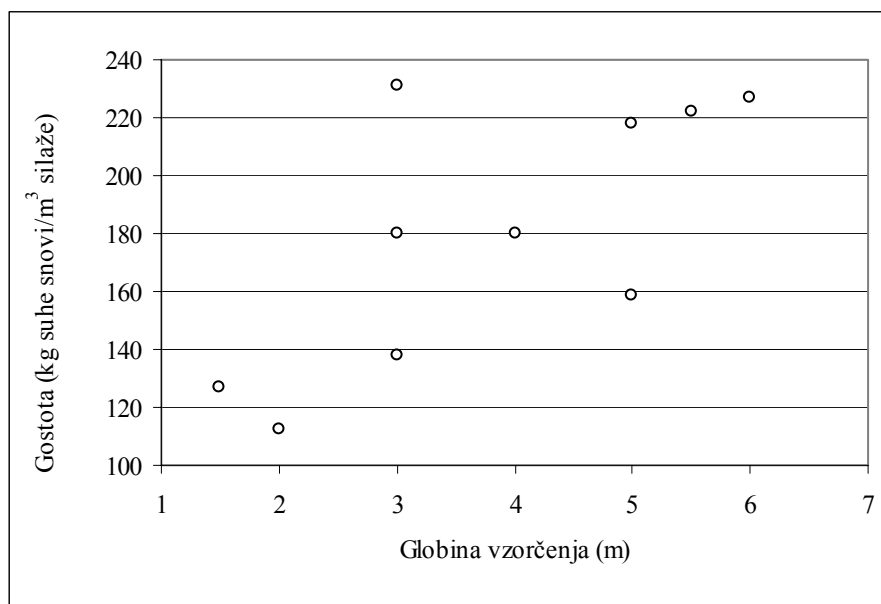
Preglednica 7: Velikost silosa z različnimi dejavniki in gostota

Prostornina silosov	Masa stroja za tlačenje (kg)	Gostota (kg sušine/m ³)	Sušina (g/kg)	Delež delcev nad 1 cm (%)
Do 100 m ³	1824	184	328	14,4
100 do 200 m ³	2690	217	348	10,1
Nad 200 m ³	7100	235	374	8,4

4.4 VPLIVI NA GOSTOTO SILAŽE PRI STOLPNIH SILOSIH

4.4.1 Višina polnjenja

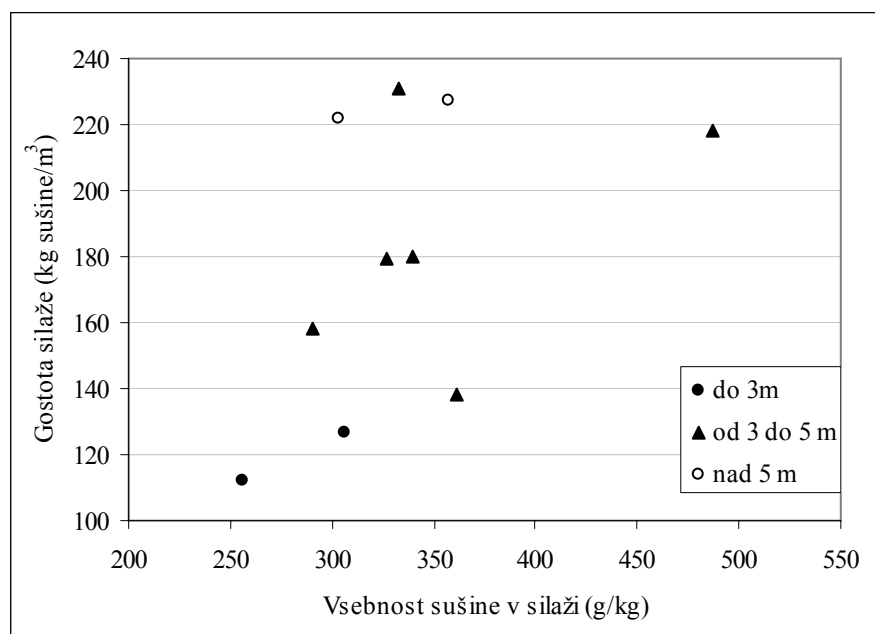
Gostota silaže v stolpnih silosih je bila odvisna predvsem od višine polnjenja silosov. Višine silaž v silosih so znašale od 7 do 10 metrov, povprečno 8 m. Gostota silaže je bila odvisna predvsem od globine vzorčenja oziroma od tega, koliko silaže se je nahajalo nad mestom vzorčenja. Trendna črta kaže da lahko na vrhu silosa (globina 1-2 m) pričakujemo gostoto okoli 130 kg sušine na m³, na globini 6 m pa okoli 220 kg sušine na m³ (slika 23).



Slika 23: Odvisnost gostote silaže od globine vzorčenja v stolpnih silosih

4.4.2 Vsebnost sušine

Vsebnosti sušine je bila v silažah iz stolpnih silosov nekoliko manjša kot v koritastih silosih. Najmanjša vsebnost sušine je znašala 256 g/kg, največja 488 g/kg, povprečna vsebnost pa je bila 336 g/kg. Zaradi premalo vzorcev pri stolpnih silosih ni bilo mogoče oceniti vpliva sušine na gostoto silaže, saj so bili vzorci odvzeti iz različnih globin. Vendar pa je tendenca naraščanja vseeno vidna po sklopih silaž, ki so se nahajale na podobni globini (slika 24).

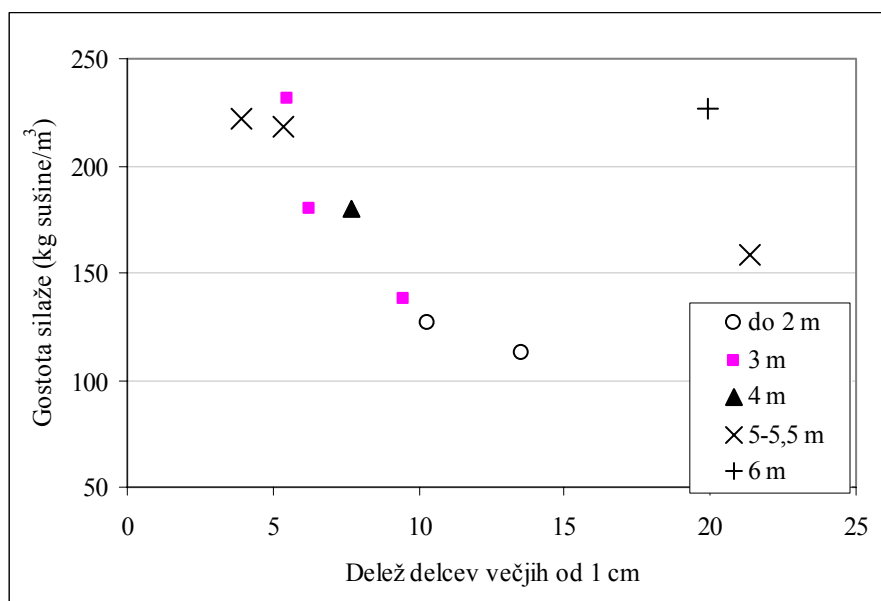


Slika 24: Vsebnost sušine in gostota silaže v stolpnih silosih

4.4.3 Velikost delcev

Silaže iz stolpnih silosov so bile večinoma rezane z enorednimi traktorskimi kombajni, le v 2 primerih s samohodnim. Razlika v zrezanosti silaž je bila zelo velika. Delež delcev, večjih od 1 cm, se je pri silažah stolpnih silosov gibal od 3,9 pa do 21,3 %, v povprečju pa je bil 10,3 %.

Kljub majhnemu številu silosov se je jasno pokazal vpliv zrezanosti silaže na gostoto silaže (slika 25). Pri podobnih globinah je bila gostota kratko rezanih silaž v vseh primerih večja kot pri silažah z daljšo rezjo. Od vseh silaž sta glede gostote odstopali le dve silaži. Odstopanja pripisujemo veliki globini, saj je bila ena vzorčena na 5,5, druga pa na 6 m.



Slika 25: Velikost delcev in gostota silaže v stolpnih silosih

4.5 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA KVARJENJE SILAŽ

Preverjali smo različne dejavnike, ki bi lahko vplivali na kvarjenje silaž. Ti dejavniki so vsebnost sušine, gostota, dolžina rezi, vrsta silosa, dnevni odvzem, kakovost odvzema silaže iz silosa in način pokrivanja silosa. Pri silažah smo popisali vidne kolonije plesni, gretje silaže in kvarjenje silaž ob zgornjih robovih stranskih sten.

Koritasti silosi

Pri koritastih silosih je bilo nekoliko manj težav s kvarjenjem kot pri stolpnih silosih. Plesnenje silaže se je pojavljalo 14 od 45 silosov ali v 31 % vseh vzorčenih silosov. Silaž, ki so se grele, je bilo manj. Grele so se 3 od 45 silaž, kar pomeni 7 %. Plesnenje ob robovih je povzročalo težave kar na 20 od 45 silosov, kar predstavlja 44,4 %.

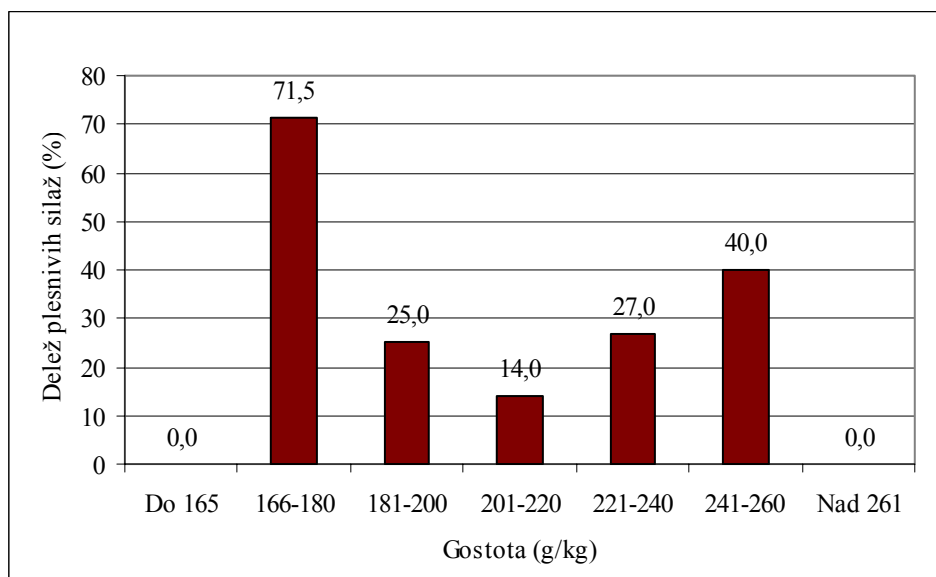
Stolpni silosi

Pri stolpnih silosih je bilo plesnenje nekoliko bolj pogosto kot pri koritastih silosih. V 5 silosih od 10 so se pojavljale vidne kolonije plesni, kar je 50 %. Gretje se je pojavljalo v 3 od 10 silosov ali v 30 %. Plesnenje ob robovih pri stolpnih silosih ni bilo zabeleženo, saj so vse odzemne ploskve segale že več metrov v globino.

4.5.1 Dejavniki, ki vplivajo na plesnenje silaž v koritastih silosih

4.5.1.1 Gostota silaže

Plesnenje se je pojavljalo pri različnih gostotah silaže (slika 24). Iz tega lahko sklepamo, da gostota ni najpomembnejši in edini dejavnik, ki vpliva na plesnenje silaž. Najpogosteje so plesnele silaže z gostoto od 166 do 180 kg sušine/m³ (71,5 %). Delež plesnivih silaž je nato padel s povečevanjem gostote in je pri gostoti med 200 in 220 kg/m³ znašal 14 %, nato pa se je ponovno pričel dvigovati in je pri gostotah od 241 do 260 kg sušine/m³ znašal 40 %. Vendar pa je bilo v tem razredu popisanih le 5 silosov, od katerih se je v dveh pojavilo plesnenje. Pri enem je najverjetnejši razlog zelo ostarela koruznica (cela rastlina rjava), pri drugem pa je silaža plesnela, čeprav so bili vsi postopki siliranja dobro izvedeni. Pri gostotah pod 165 kg sušine na m³ ni bilo zabeleženih kolonij plesni. Tudi pri gostotah nad 260 kg sušine m³ silaže niso plesnele (slika 26).



Slika 26: Gostota in plesnenje

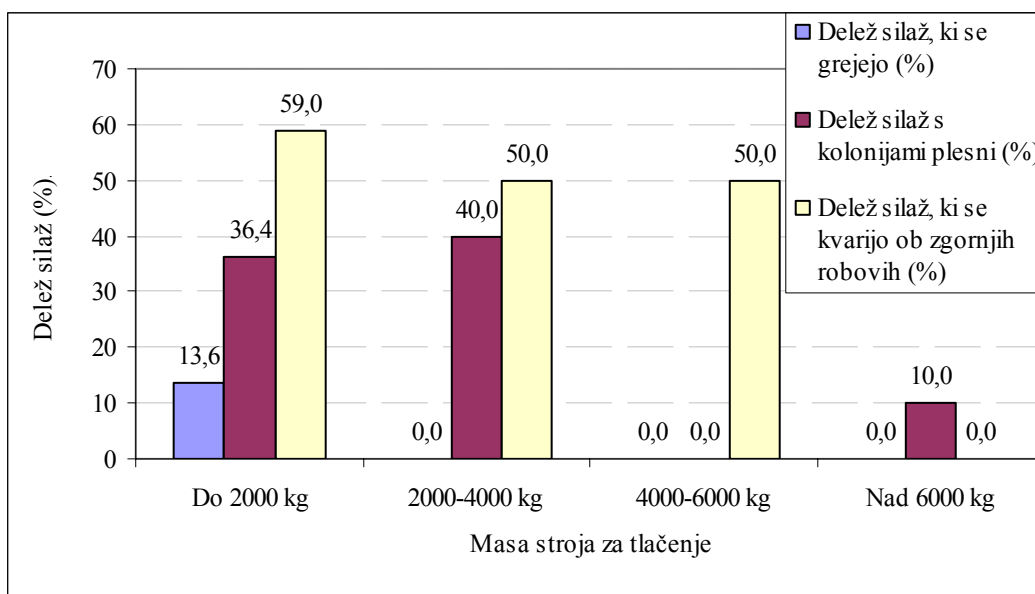
Pri opazovanju plesnenja smo ugotovili, da se začne dobro vidna plesniva plast debeline 15 do 20 cm običajno približno 20 cm pod vrhom. Plesnive grudice segajo tudi do 80 cm globoko, vendar je njihovo število mnogo manjše kot višje. Zanimivo je, da v zgornjih 20 cm silaže ponavadi ni vidnih kolonij plesni, čeprav je ta plast najbolj izpostavljena zraku. Skratka, v zgornji plasti, ki je najbolj izpostavljena zraku, je plesni manj kot nekoliko globlje v silažnem kupu.

4.5.1.2 Masa strojev za tlačanje

Masa strojev za tlačanje je pomembno vplivala na kvarjenje silaž (slika 27). Gretje silaž se je pojavljalo le v silosih, ki so bili tlačeni s stroji, lažjimi od 2000 kg. Kolonije plesni so bile najpogostejše zastopane v silosih, ki so jih tlačili s stroji, težjimi do 4000 kg. Pri silosih, ki so bili tlačeni s stroji, težjimi od 4000 kg, se je samo na enem pojavljalo plesenje silaže.

Preglednica 8: Vpliv mase stroja za tlačanje na kvarjenje silaže

Masa stroja	Delež silaž, ki se grejejo (%)	Delež silaž s kolonijami plesni (%)	Delež silaž, ki se kvarijo ob zgornjih robovih (%)
Do 2000 kg	13,6	36,4	59,0
2000-4000 kg	0,0	40,0	50,0
4000-6000 kg	0,0	0,0	50,0
Nad 6000 kg	0,0	10,0	0,0

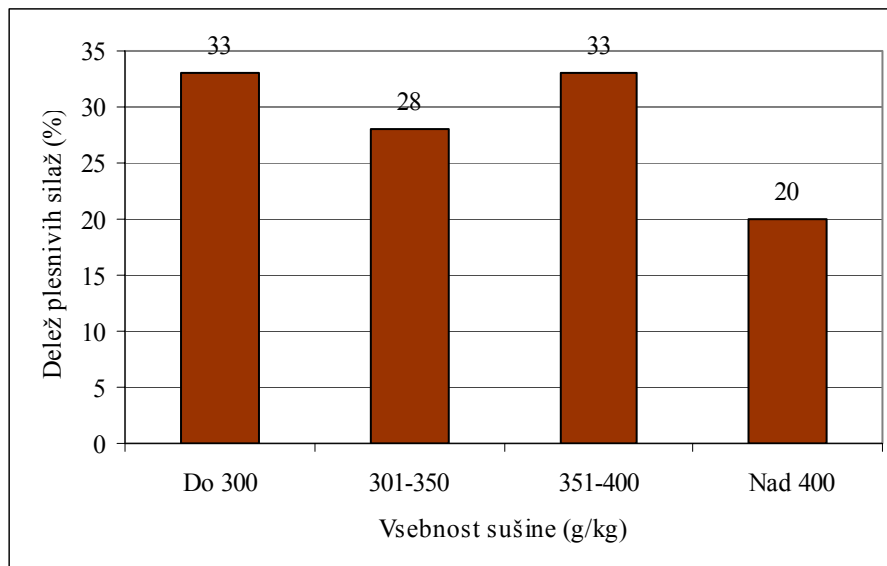


Slika 27: Povezava med maso stroja za tlačanje in kvarjenjem silaž

4.5.1.3 Vsebnost sušine v silaži

Plesnivost se je pojavljala pri različnih vsebnostih sušine v silaži (slika 28). Opazili smo tendenco nekoliko manjšega deleža plesnivih silaž pri sušinah nad 400 g/kg, s tem da je bilo število opazovanih silaž v razredih do 300 in nad 400 g/kg majhno. Pri vsebnosti sušine do 300 g/kg je plesnela 1 od 3 silaž, pri sušini od 300 do 350 g/kg je plesnelo 7 od

25 silaž, pri sušini 350 do 400 g/kg so plesnele 4 od 12 silaž, pri sušini na 400 g/kg pa 1 od 5 silaž.

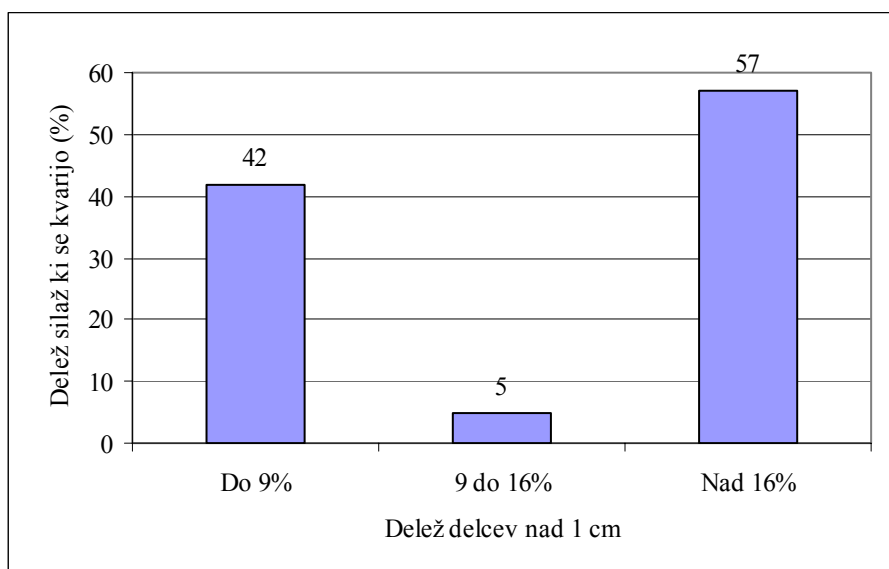


Slika 28: Plesnenje silaž z različno vsebnostjo sušine

4.5.1.4 Zrezanost silaž

Pri drobno zrezanih silažah (kjer delež delcev, manjših od 1 cm, ni presegal 9 %) se je kvarilo 42 % popisanih silaž (8 od 19 vzorcev) (slika 29). Večina (13) teh silaž je bilo rezanih s traktorskimi enorednimi kombajni in večji del tlačanih z lahkimi traktorji (povprečna masa 3705 kg). Pri silažah z 9 do 16 % delcev nad 1 cm se je kvarilo le 5 % silaž (1 silaža od 19). Te silaže so bile tlačene s težjimi stroji kot ostale. Povprečna masa strojev, ki so tlačili te silaže, je bila 4465 kg, s tem da je bilo tudi v tem razredu kar 13 traktorjev lažjih od 4000 kg. V razredu, ki so bile nekoliko slabše zrezane (delež velikih delcev nad 16 %), se je kvarilo kar 57 % silaž. Vendar pa so bile te silaže hkrati tlačene z najlažjimi stroji, saj je njihova povprečna masa znašala le 1710 kg, s tem da noben od strojev ni bil težji od 4000 kg. Vseh 7 vzorcev z dolgo rezjo je bilo rezanih z enorednimi kombajni.

Rezultati popisa silaž in meritev dolžine delcev sicer kažejo, da se silaže z različno velikostjo delcev glede kvarjenja med seboj razlikujejo (slika 29). Zaradi zelo različne mase traktorjev med posameznimi razredi zrezanosti pa teh razlik ne moremo neposredno pripisati različni zrezanosti silaž.



Slika 29: Velikost delcev in kvarjenje

4.5.1.5 Pokrivanje koritastih silosov

4.5.1.5.1 Pokrivanje in kvarjenje silaž v notranjosti silažnega kupa

Način in kakovost pokrivanja sta bila drug najpomembnejši dejavnik pri kvarjenju silaž (preglednica 9). Pod kvarjenje štejemo predvsem plesnenje silaž v notranjosti silažnega kupa, saj se le to v plasti pod folijo ni pojavljalo. Pri opisu pokrivanja smo razlikovali tri načine:.

- Pokrivanje z dvema folijama (tanka podfolija in UV stabilizirana glavna folija), ki sta bili ob stenah obteženi z vrečami peska. Silos je bil običajno zaščiten še z mrežami ali drugimi materiali.
- Pokrivanje z eno folijo, ki je bila po celotni površini obtežena z različnimi sipkimi materiali, ob straneh pa ni bila dodatno obtežena.
- Pokrivanje z eno folijo, ki je bila obtežena samo ob straneh s peskom, deskami ali pa z vrečami, napolnjenimi s peskom.

Preglednica 9: Vpliv pokrivanja silosov na kvarjenje silaž v notranjosti silažnega kupa

Način pokrivanja	Število silosov	Delež silaž, ki se kvarijo (%)
Podfolija, folija in vreče	15	13
Folija in sipek material	15	33
Folija in vreče	15	40

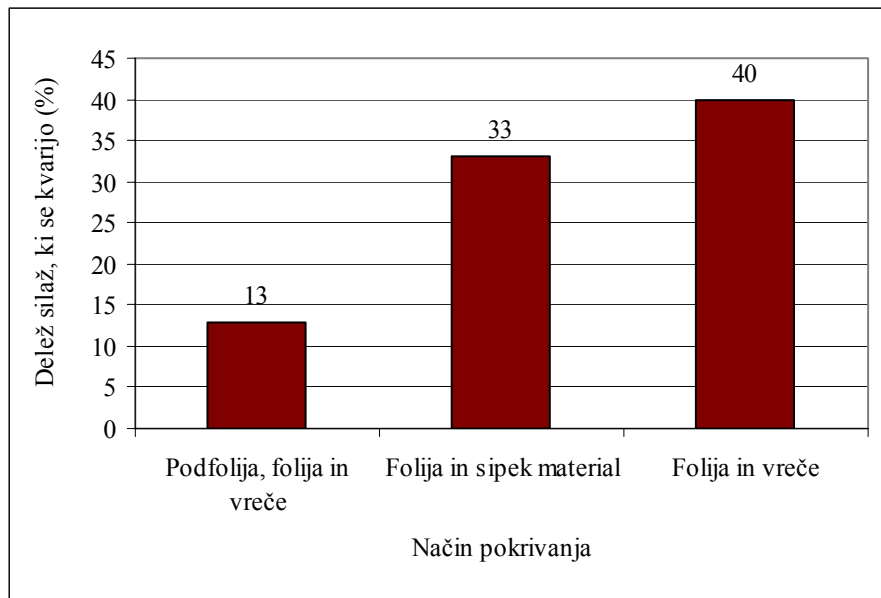


Slika 30: Pri dobro pokritem silosu se plini, ki nastanejo pri fermentaciji, ujamejo pod folijo in ustvarijo nekakšne balone



Slika 31: Silos, pokrit z eno folijo, ki je dodatno obtežena z avtomobilskimi pnevmatikami

Za najboljše se je izkazalo pokrivanje z dvema folijama, saj se je kvarilo le 13 % tako pokritih silaž (slika 32). Pri pokrivanju z eno samo folijo, ki je bila obtežena po celotni površini z različnimi sipkimi materiali, se je kvarilo 33 % silaž. Kot najslabše se je izkazalo pokrivanje z eno samo folijo in vrečami s peskom, če folija po površini ni bila dodatno obtežena s sipkim materialom. V tem primeru se je kvarilo 40 % silaž.



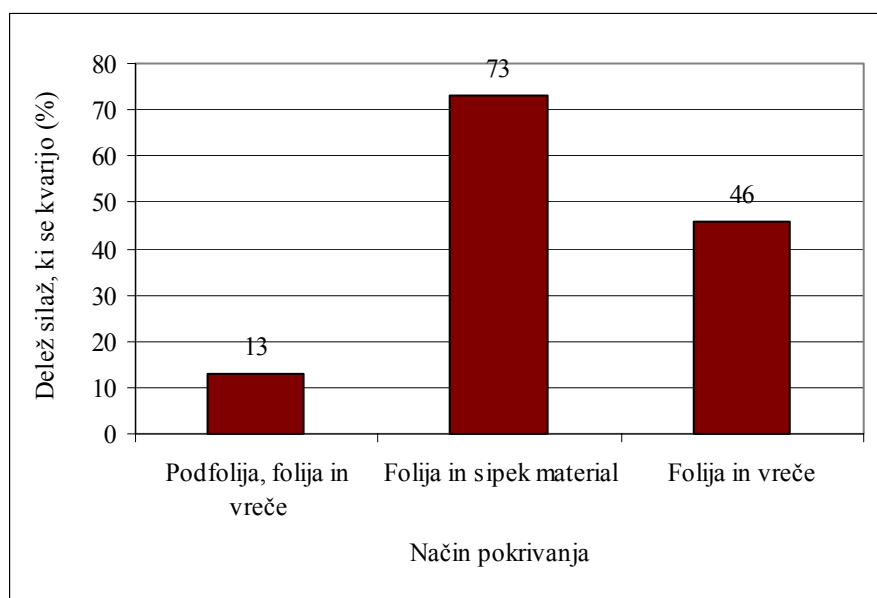
Slika 32: Kvarjenje silaž v notranjosti različno pokritih silosov

4.5.1.5.2 Pokrivanje in kvarjenje silaž ob zgornjih robovih silosov

Silaža se je kvarila predvsem na stičišču sten in folije, kjer je lahko med steno in folijo v silažo vdiral zrak. V nekaterih silosih brez strehe je lahko za steno zatekala tudi voda. Presek ploskve, ki se kvari, je največkrat v obliki trikotnika. Izmerjene globine kvarjenja so bile od 10 do 40 cm, v povprečju pa 20 cm.

Za preprečevanje tega kvarjenja je predvsem pomembno, da je folija dobro stisnjena ob stene silosa. Najmanj silaž se je kvarilo v silosih, pokritih z dvema folijama, saj so podfolijo namestili tudi ob stene silosov, nekoliko pod vrhom. Pri takem načinu pokrivanja se je kvarilo 13 % silaž.

V silosih, ki so bili pokriti le z eno folijo, ki je bila ob straneh obtežena z vrečami peska ali kako drugače, je bilo kvarjenje ob robovih opaženo pri 46 % silaž. Pri silažah, kjer pa folija ob straneh ni bila dodatno obtežena z vrečami, se je kvarjenje ob robovih pojavljalo kar na 73 % silaž.



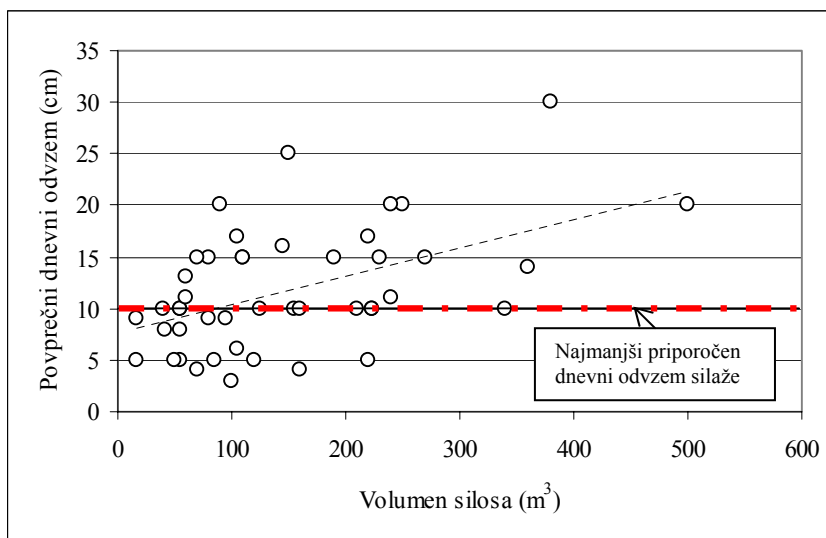
Slika 33: Kvarjenje silaž ob zgornjih robovih različno pokritih silosov



Slika 34: Kvarjenje silaže ob robu silosa, pri katerem stene niso bile zaščitene s folijo (zgoraj), in silos, pri katerem so bile zaščitene tudi stene (spodaj)

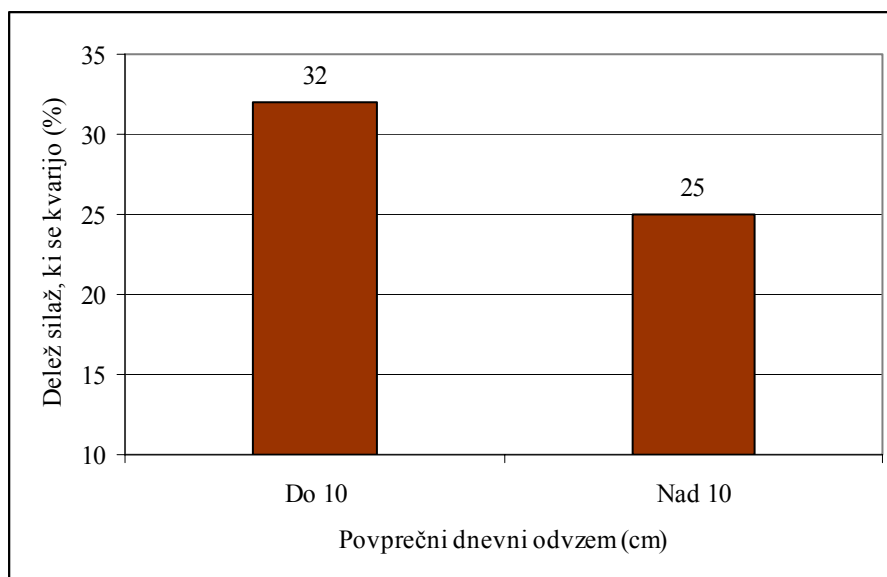
4.5.1.6 Dnevni odvzem silaže iz silosa

Povprečni dnevni odvzem silaže iz silosa je bil na vzorčenih kmetijah zelo različen in se je nekoliko povečeval z velikostjo silosov. Dnevni odvzemi silaže so se gibal od 3 do 30 cm, v povprečju pa so bili 12 cm. Kar v 33 % vzorčenih silaž je bil dnevni odvzem manjši od priporočil.



Slika 35: Dnevni odvzem in velikost silosa

Silaže so se kvarile pri različnih dnevni odvzemih, s tem da je bil delež silaž, ki so plesnele, v silosih z dnevnim odvzedom nad 10 cm nekoliko manjši kot pri silosih z dnevnim odvzedom pod 10 cm (slika 36).



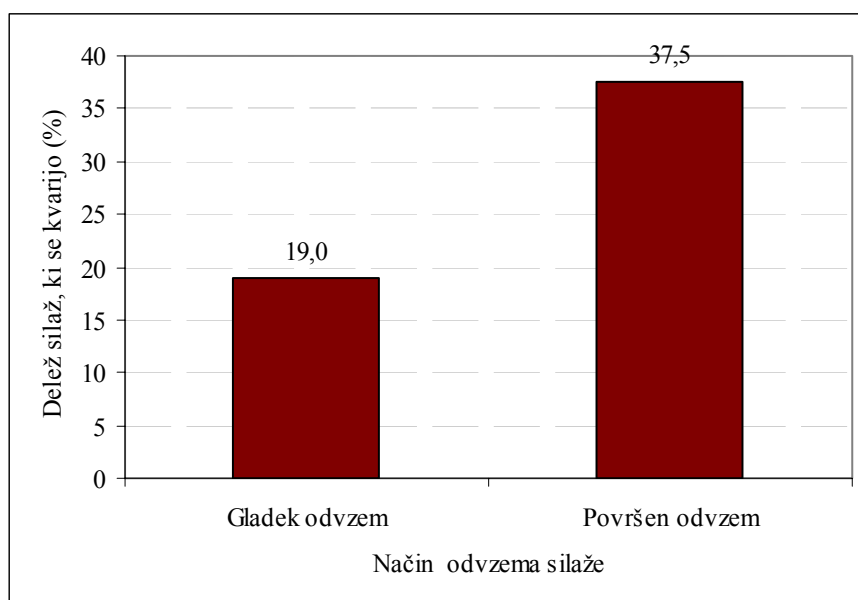
Slika 36: Plesnenje silaž v povezavi z dnevnim odvzedom

4.5.1.7 Odvzemna ploskev

Pri silažah z gladkimi odvzemnimi ploskvami smo opazili manjše kvarjenje kot v silosih, kjer je bil odvzem silaže površen. Pojav kolonij plesni v notranjosti silažnega kupa je bil pri silažah z gladkim odvzemom skoraj za polovico manjši (preglednica 10 in slika 37)

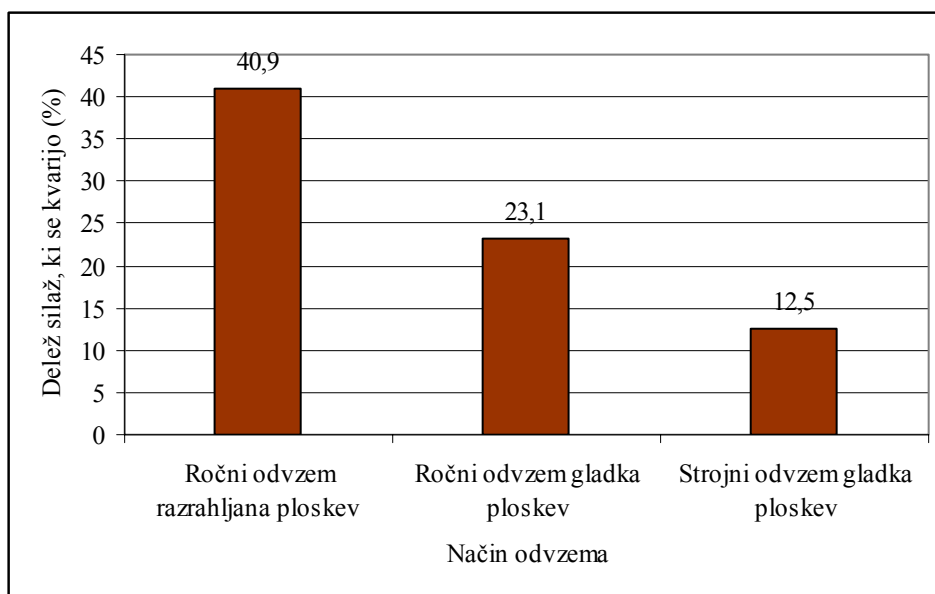
Preglednica 10: Način odvzema silaž

Način odvzema	Število silaž	Število silaž, ki plesnijo	Delež plesnivih silaž (%)
Gladek	21	4	19,0
Površen	24	9	37,5



Slika 37: Vpliv načina odvzema na kvarjenje silaž

Pri strojnem odvzemu z gladko ploskvijo je bilo plesnenje zabeleženo pri 1 od 8 primerov, pri 2 primerih strojnega odvzema z razrahljano ploskvijo pa ni bilo kvarjenja. Pri ročnem odvzemu silaže z gladko ploskvijo so silaže kvarile v 3 od 13 primerov, pri silažah z razrahljano ploskvijo pa v 9 od 22 primerov.



Slika 38: Vpliv različnih odvozov na kvarjenje silaž

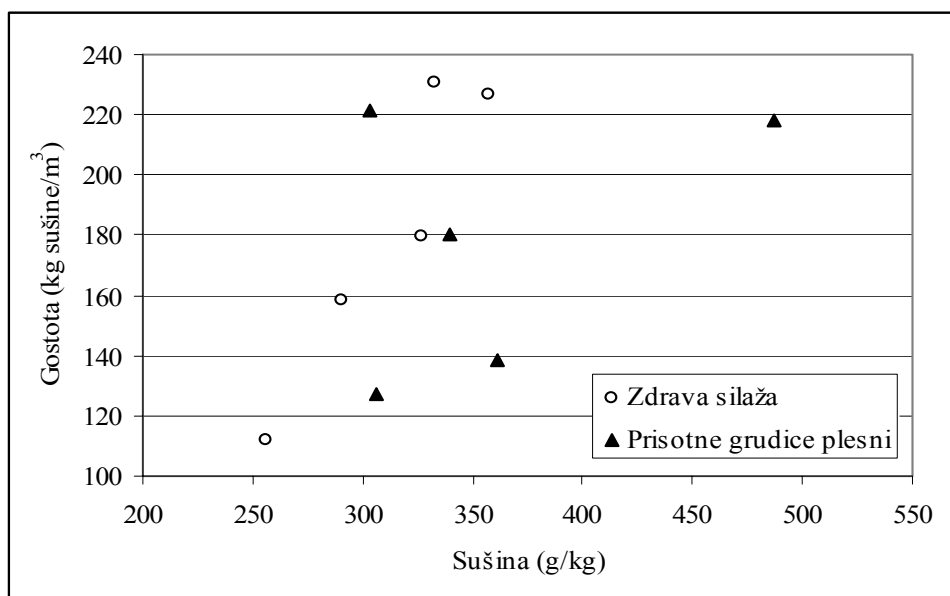
4.5.2 Dejavniki, ki vplivajo na gretje silaž v koritastih silosih

Gretje silaž je bilo opaženo le pri treh koritastih silosih, kar predstavlja 6,6 % popisanih silosov. Videti je, da je glavni vzrok za gretje silaže premajhen dnevni odvoz silaže iz silosa, saj so se grele le silaže z majhnim dnevnim odvzemom (5, 8 in 15 cm/dan). V vseh treh primerih so bile silaže tlačene s traktorji, lažjimi od 2000 kg, njihove gostote pa so bile 172, 173 in 224 g sušine/kg. Vse silaže so imele tudi vidne kolonije plesni. Pri vseh primerih gretja je bila odzemna ploskev razrahljana.

4.5.3 Dejavniki, ki vplivajo na plesnenje silaž v stolpnih silosih

4.5.3.1 Gostota

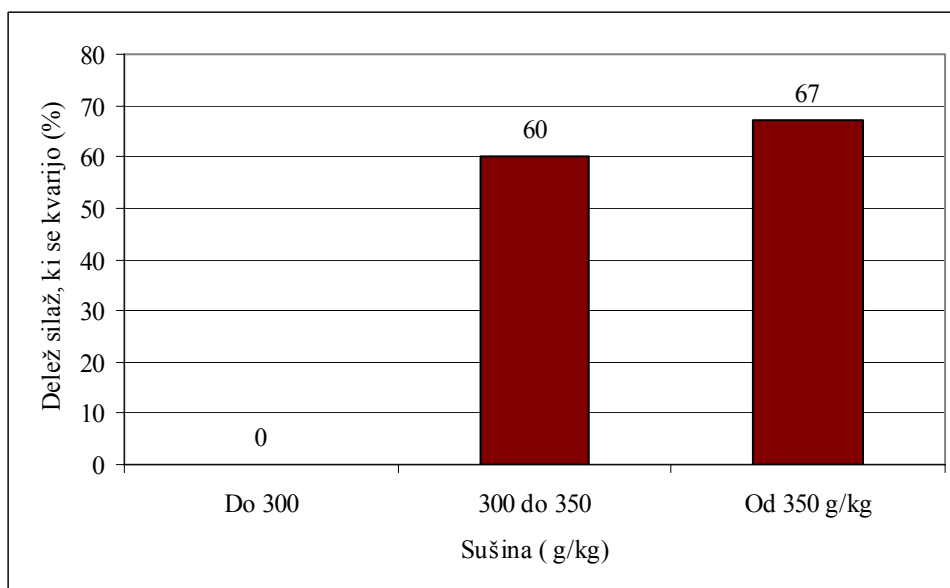
Pri stolpnih silosih se je plesnenje pojavljalo pri različnih gostotah in globinah vzorčenja (slika 39). Gostota torej ni imela vidnega vpliva na aerobno obstojnost silaž.



Slika 39: Gostota in plesnenje silaž v stolpnih silosih

4.5.3.2 Vsebnost sušine v silaži

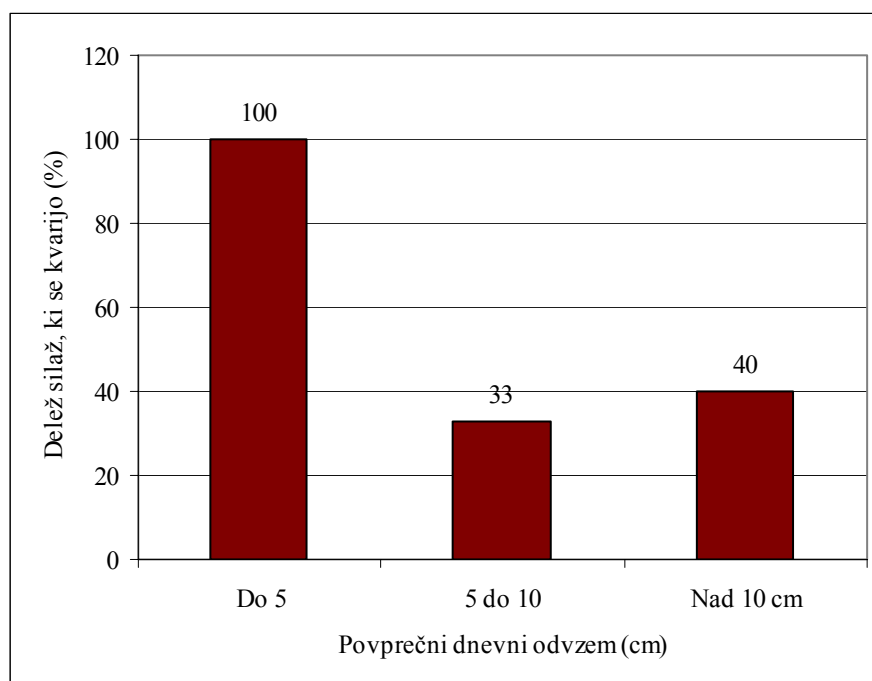
Ugotovili smo, da so v stolpnih silosih silaže z večjo vsebnostjo sušine plesnele nekoliko bolj pogosto kot silaže z manjšo vsebnostjo sušine (slika 40). Pri silažah s sušino do 300 g/kg nismo opazili plesnenja, pri sušinah od 300 do 500 g/kg so plesnele 3 od 5 silaž, pri silažah s sušino nad 350 g/kg pa 2 od 3 silaž.



Slika 40: Sušina in kvarjenje pri stolpnih silosih

4.5.3.3 Dnevni odvzem

Pri stolpnih silosih se je dnevni odvzem izkazal kot najpomembnejši dejavnik plesnenja silaž. Stolpne silose uporabljajo predvsem na majhnih kmetijah, z razmeroma malo živalmi, in temu primeren je tudi dnevni odvzem. Dnevni odvzem je pri stolpnih silosih znašal od 3 do 14 cm/dan in v polovici primerov ni dosegal niti 10 cm/dan. Vse silaže, ki so imele dnevni odvzem manj kot 5 cm/dan, so plesnele. Silaže z dnevnim odvzemom od 5 do 10 cm/dan so se kvarile v 33 % ali v 1 primeru od 3. Silaže z odvzemom nad 10 cm/dan so se kvarile v 40 % primerov ali pri 2 od 5 silaž (slika 41).



Slika 41: Dnevni odvzem in plesnenje silaž v stolpnih silosih

4.5.4 Gretje silaž v stolpnih silosih

Silaže so se grele v treh od desetih stolpnih silosov. Tako kot pri koritastih silosih je tudi tu najverjetnejši razlog za gretje premajhen dnevni odvzem, saj so bili dnevni odvzemi pri vseh treh primerih zelo majhni (3, 4 in 5 cm/dan). V vseh primerih gretja je bila odzemna ploskev silaže razrahljana.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

5.1.1 Gostota silaž

Na gostoto silaž so vplivali številni dejavniki. Ugotovili smo, da se kmetije glede gostote silaž med seboj zelo razlikujejo. Gostota se je gibala med 115 in 283 kg sušine/m³ in je bila v povprečju 209 kg sušine/m³. V povprečju je bila gostota za približno 10 % manjša kot v poročilih tujih avtorjev. Ruppel in sod. (1995) so ugotovili, da znaša gostota v povprečju 236 kg sušine/m³. O podobnih povprečnih gostotah poročajo tudi Muck in Holmes (2000), in sicer 232 kg sušine/m³ in Amours in Savoie (2005), 234 kg sušine/m³. Najmanjše gostote silaž v pregledanih silosih so bile podobne kot v tujih raziskavah. V delu Ruppela in sod. (1995) je bila najmanjša ugotovljena gostota 100, v delu Mucka in Holmesa (2000) 125 kg sušine/m³, v delu Amoursa in Savoiea (2005) pa 115 kg sušine/m³. To pomeni, da imajo slabo potlačene silaže tudi v državah, kjer so kmetije bistveno večje kot pri nas. Velike razlike med našimi kmetijami in kmetijami iz tuje literature najdemo pri najbolj potlačenih silažah. Ruppel in sod. (1995), Muck in Holmes (2000) ter Amours in Savoie (2005) poročajo o precej večjih največjih gostotah (376, 378 in 361 kg sušine/m³), kot smo jo ugotovili v našem poskusu (283 kg sušine/m³). Nekoliko manjše povprečne gostote v naših razmerah so torej verjetno predvsem posledica dejstva, da nimamo kmetij z zelo veliko gostoto silaž.

Glede na priporočila o najmanjši gostoti silaž (224 kg sušine/m³ za silaže z manj kot 400 g sušine na kg, Muck in Pitt, 1994) so povprečne ugotovljene gostote v preiskanih silosih za približno 7 % premajhne, saj znašajo le 209 kg/m³. Kar 62 % ali 28 od 45 silaž v koritastih silosih ni doseglo priporočene gostote. Kljub velikemu številu premalo potlačenih silaž, pa velja, da je večina velikih silosov dobro potlačenih in da presegajo najmanjšo priporočeno gostoto.

Ugotovili smo, da je za doseganje dobre potlačenosti silaže v koritastih silosih najpomembnejša masa stroja za tlačenje. Pri vseh silažah, ki so bile tlačene s stroji z maso 6000 kg in več, je bila gostota večja od 230 kg sušine/m³. Torej so vse dosegle najmanjše gostote ki jih priporočata Muck in Pitt (1994, 224 kg/m³). Priporočene gostote nista dosegli le dve silaži, ki sta bili tlačeni z goseničarjem mase 15000 kg. Pri goseničarjih so glavni krivec za manjšo gostoto silaž gosenice, saj se velika masa stroja razporedi glede na kolesa na dosti večjo površino (skoraj 3 m²). Da je masa traktorja za tlačenje najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na gostoto silaž, so ugotovili tudi v drugih raziskavah (Ruppel in sod., 1995; Muck in Holmes, 2000; Savoie in sod., 2004; Craig, 2005).

Trajanje in intenzivnost tlačenja nista pomembno vplivala na gostoto silaž. Gostota silaž se je z zmanjševanjem trajanja tlačenja celo povečevala, vendar pa je edini smiselni in preverjeni razlog za ta pojav v tem, da so imeli kmetje, ki so tlačili manj časa, za tlačenje na voljo težje stroje za tlačenje. Na splošno prekratek čas tlačenja ni omejujoči dejavnik za doseganje gostot. Le pri zelo hitrem polnjenju silosov (nad 60 m³/h) bi bilo potrebno čas

tlačenja povečati. Poleg zmanjševanja hitrosti polnjenja je v praksi uvedba dodatnega stroja za tlačenje edina rešitev za doseganje boljše potlačenosti silaže.

Pri počasnem polnjenju silosov, predvsem ko gre za žetev z enorednimi traktorskimi kombajni, kmetje pogosto mislijo, da je mogoče premajhne mase traktorjev za tlačenje nadoknaditi s podaljševanjem tlačenja. V našem poskusu se je izkazalo, da temu ni tako. V nasprotju z našimi ugotovitvami pa tuji avtorji navajajo, da sta trajanje in intenzivnost tlačenja temeljna dejavnika, ki vplivata na gostoto silaže. Muck in Holmes (2000) sta ugotovila, da je mogoče premajhno maso traktorja nadoknaditi s podaljšanim časom tlačenja. Ugotovila sta, da je potrebno za doseganje primerne potlačenosti tlačiti vsaj z 283 h kg traktorja/tono silaže. Pri nas smo to vrednost v povprečju presegli (387 h kg/tono). Velika povprečna intenzivnost tlačenja pa je bila predvsem posledica zelo intenzivnega tlačenja na nekaterih kmetijah, medtem ko so na približno 60 % kmetij tlačili manj kot 283 h kg/tono.

Na gostoto silaž vpliva tudi vsebnost sušine v silaži. V našem poskusu se je ta gibala od 271 do 510 g/kg in je bila v povprečju 348 g/kg. Večina silaž je bila znotraj priporočenih meja, ki so od 300 do 350 g/kg, pri koruzah z močno izraženo dolgozelenostjo pa do največ 400 g sušine/kg (Verbič, 2005). Preveč vlažnih silaž skoraj ni bilo, 13,3 % vzorcev silaž pa je preseglo zgornjo priporočeno vrednost 400 g/kg. Vsebnost sušine v naših vzorcih je bila podobna kot jo tudi sicer ugotavljamo v Sloveniji (Verbič, 2005). Tudi v tuji literaturi najdemo podobne vrednosti (385 g/kg (259-546), Ruppel in sod., 1995; 340 g/kg (250-460), Muck in Holmes, 2000; 385 g/kg (259-546), Amours in Savoie, 2005).

Ugotovili smo, da gostota silaže narašča sorazmerno z naraščanjem vsebnosti sušine v silaži. Povezava je izrazita do 450 g sušine na kg, pri večjih sušinah pa začne upadati. Silaž s tako veliko vsebnostjo sušine pa je bilo malo, tako da ne moremo zanesljivo trditi, da se začne pri velikih sušinah gostota silaž v resnici zmanjševati. Možno je, da se tako suhe silaže že nekoliko slabše tlačijo in to je verjetno tudi eden od razlogov, da stroka odsvetuje tako pozno siliranje. Pozitivno povezavo med sušino silaže in gostoto sta ugotovila tudi Muck in Holmes (2000), medtem ko sta Amours in Savoie (2005) sušino izključila iz obdelave, kot razlog pa sta navedla, da je bila povezava med gostoto in sušino statistično neznačilna.

Pri silažah, ki so bile tlačene s težkimi stroji, smo ugotovili, da velikost delcev ni imela večjega vpliva na gostoto silaže. Tam, kjer pa so bile silaže tlačene z lažjimi stroji, pa se je pokazal trend slabše potlačenosti silaž z daljšo rezjo. Do zelo podobnih rezultatov sta prišla tudi Muck in Holmes (2000). Najbolj enakomerno in kakovostno so bile zrezane silaže, ki so jih pripravili s samohodnimi kombajni. Razlogov za to je verjetno več, najverjetnejši pa je ta, da so samohodni kombajni bolje vzdrževani od enorednih. To dokazuje ugotovitev, da so nekateri enoredni kombajni dosegli enako kakovost rezanja kot samohodni (5 % delcev večjih od 1 cm), da pa je bilo v povprečju stanje pri enorednih kombajnih precej slabše. Nekateri uporabniki enorednih kombajnov verjetno niso popolnoma seznanjeni s tem, kako se pravilno nastavi nože za rezanje in posvečajo premalo pozornosti vzdrževanju. Menimo, da so najverjetnejši vzroki za slabo zrezanost koruze za siliranje preslabo nabrušena rezila, premalo približani noži in protirezila ter obrabljena protirezila in drobilne plošče.

Višina kupa silaže v koritastih silosih ni imela vidnejšega vpliva na povečanje gostote silaže. Glede na to, da je povprečna višina kupa znašala le 1,7 m in da so bile povprečne razlike med višinami posameznih kupov le približno pol metra, bi težko pričakovali močnejši vpliv višine kupa na gostoto silaže. Razmeroma nizki silosi so verjetno tudi vzrok za neskladje med našimi podatki in podatki iz literature. Craig (2005) je namreč ugotovil, da je gostota silaže povezana z višino silažnega kupa. Amours in Savoie (2005) sta višino kupa navedla celo kot drugi najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na gostoto, vendar pa je bila raziskava narejena na precej višjih silosih, saj je povprečna višina kupov znašala 3 m. Tudi Muck in Holmes (2000) navajata, da višina silažnega kupa vpliva na gostoto silaže, vendar pa tako močne povezave, kot drugi omenjeni avtorji, nista našla.

V stolpnih silosih je bila višina polnjenja silosa najpomembnejši dejavnik, ki je vplival na gostoto silaže. Izmerjena gostota je bila odvisna predvsem od tega, koliko silaže se je nahajalo nad mestom vzorčenja. Na splošno so stolpni silosi v Sloveniji relativno nizki (višina 7 do 10 m). Mnogo višje, tudi 25 m, uporabljajo v tujini. Čobič in sod. (1985) navajajo, da naj bi bile povprečne gostote koruznih silaž v stolpnih, silosih napolnjenih do 11 m višine, 730 kg/m^3 , pri silosih, napolnjenih do 25 m višine, pa 910 kg/m^3 . Povprečna izmerjena gostota v našem primeru je znašala 537 kg/m^3 , kar je dosti manj kot navajajo Čobič in sod. (1985) za silose z višino 11 m. Višine polnjenj so bile pri nas povprečno le 8 m, poleg tega pa nobene silaže nismo vzorčili povsem na dnu silosa.

5.1.2 Kvarjenje silaž

Pri pregledu koritastih silosov smo ugotovili, da so se grudice plesni pojavljale predvsem v pasu od 20 do 80 cm pod vrhom silažnega kupa. V zgornji plasti (20 cm) vidnih plesni običajno ni bilo, kar je presenetljivo, saj gre za plast, ki je najbolj izpostavljena zraku in ima verjetno manjšo gostoto kot nižje ležeče plasti. Podoben pojav so opazili že Nout in sod. (1993). Kot eno od razlag avtorji navajajo, da so razmere v plasti od 20 do 80 cm pod vrhom najbolj ugodne za rast plesni, saj je temperatura v tej plasti večja kot v zgornji plasti, gostota pa manjša kot v spodnjih plasteh silažnega kupa. Vendar pa tudi ta razlaga ne pojasni pojava v celoti, saj to velja le za zimsko obdobje, ko zgornjih nekaj centimetrov (koliko, je odvisno od temperature) v hudem mrazu popolnoma zmrzne. Poleti je prav zgornja plast tista, ki je najbolj izpostavljena visokim temperaturam in soncu. Po našem mnenju je verjetno isti dejavnik, ki preprečuje kvarjenje silaž v zgornji 20 cm plasti, odgovoren tudi za relativno dobro obstojnost silaž z majhno gostoto (pod $160 \text{ kg sušine/m}^3$), ki smo jo opazili pri preučevanju vpliva gostote silaž na kvarjenje. Možno je, da je za boljšo obstojnost teh silaž zaslužna povečana koncentracija oetne, kisline za katero so Danner in sod. (2003) ugotovili, da močno izboljša obstojnost silaž na zraku.

Plesenje silaž pogosto povezujemo s slabo potlačenostjo. Ruppel in sod. (1995) so odkrili, da je kvarjenje obratnosorazmerno povezano z gostoto. Mi jasne povezave med gostoto silaže in plesnenjem nismo našli. Ugotovili smo, da so se kvarile silaže zelo različnih gostot, s tem da pri gostotah pod 160 in nad 260 g sušine/kg plesnenja ni bilo. Zanimivo pa je, da je bilo pri silažah v razredih tik nad to spodnjo mejo (166 do 180 g sušine/kg) in tik pod to zgornjo mejo (241 do 260 g sušine/kg) plesenje najbolj pogosto. Dostopne informacije ne omogočajo ustrezne razlage, možno pa je, da je gostota vplivala na

plesnenje posredno, prek že omenjene očetne kisline, ki deluje fungicidno. Zanimivo je tudi, da silaže, ki so bile potlačene s traktorji z maso nad 4000 kg, praviloma niso plesnеле. To se je zgodilo kljub temu, da so se te silaže v gostoti razlikovale in da torej težki traktorji na obstojnost silaže niso vplivali le prek boljše potlačенosti. Ustrezne razlage za to nismo našli.

Tudi vsebnost sušine v silaži ni imela večjega vpliva na kvarjenje silaž v koritastih silosih, saj je silaža plesnela pri zelo različnih sušinah. Še najmanjše kvarjenje smo opazili pri sušinah nad 400 g/kg, kjer se je kvarilo 20 % silaž. Ti rezultati se skladajo z ugotovitvami Verbiča in sod. (2003) ter Verbiča in Čergana (2005), ki ugotavljajo, da se obstojnost koruznih silaž na zraku z naraščanjem sušine v silaži povečuje. Kot razlog navajajo manjšo vsebnost nepovreth sladkorjev pri silažah iz bolj zrele koruze.

Za razliko od koritastih silosov pa so v stolpnih silosih pogosteje plesnеле silaže z veliko vsebnostjo sušine. V razredu pod 300 g sušine na kg ni plesnela nobena silaža, medtem ko je v razredu nad 350 g/kg plesnelo 67 % silaž. Pri tem moramo upoštevati, da je bilo število preiskanih silosov majhno in da so zaradi tega rezultati manj zanesljivi, možno pa je tudi, da je vpliv vsebnosti sušine v silaži pri stolpnih silosih zaradi drugačnega polnjenja, tlačenja in oblike drugačen kot pa v koritastih silosih. Stolpni in koritasti silosi se razlikujejo predvsem v načinu tlačenja. Medtem ko krmo v koritastem silosu potlačimo takoj po polnjenju, se silaža v stolpnem silosu dokončno usede šele po nekaj dneh.

Kvarjenje silaž je bilo odvisno tudi od velikosti delcev. Zelo drobno rezane silaže z do 9 % deležem delcev, večjih od 1 cm, in zelo dolgo rezane silaž z več kot 16 % deležem delcev, večjih od 1cm, so plesnеле veliko bolj pogosto (42 in 57 %) kot srednje dolgo zrezane silaže, pri katerih je bil delež delcev, večjih od 1cm, med 9 in 16 % (5 %). Eden od vzrokov za manjše kvarjenje srednje dolgo zrezanih silaž je v različnem tlačenju, saj smo ugotovili, da so bile te silaže tlačene s težjimi traktorji kot kratko in dolgo rezane silaže. Sicer pa so rezultati o obsežnejšem kvarjenju kratko rezanih silaž skladni z rezultati McGechana (1990, cit. po Ruppel, 1995), da je gibanje plina lažje skozi drobnejše delce. To bi lahko do neke mere razložilo, tudi povečano kvarjenje drobno rezanih silaž v našem primeru.

Na kvarjenje silaž v notranjosti silažnega kupa je odločilno vlival način pokrivanja. Silaže, ki so bile pokrite z dvema folijama in so bile obtežene z vrečami, so se kvarile v 13 % primerov. Pri pokrivanju z eno folijo, ki je bila dodatno obtežena z 10 in več cm debelo plastjo žagovine ali drugim sipkim materialom, se je kvarilo 33 % silaž, če pa je bila silaža pokrita samo z eno folijo, ki je bila obtežena samo ob robovih in ne po celi površini, pa se je silaža kvarila kar v 44 % primerov. To kaže, da ena sama folija ne prepreči izmenjave zraka in da lahko z obtežitvijo folije po celi površini ali pa s pokrivanjem z dvojno folijo precej zmanjšamo škodo zaradi kvarjenja silaže. Obtežitev folije po celotni površini je verjetno iztisnila zrak, prisoten med folijo in silažo, poleg tega pa preprečevala večje vdiranje zraka v silažni kup na mestih poškodb.

Na kvarjenje silaže na stičišču folije s stenami silosov je vplivala predvsem izvedba pokrivanja. Opazovanja obravnavanih silosov so pokazala, da je zelo pomembna tesnost stika folije s steno silosa in preprečitev prehajanja zraka in vode za steno v silažni kup. Pri

pokrivanju s sistemom dveh folij in vreč, napolnjenih s peskom, se je ob robovih kvarilo le 13 % silaž. Kjer je bila silaža pokrita samo z eno folijo in obtežena ob straneh, se je ob robovih kvarilo 46 % silaž, kjer pa folija ni bila posebej obtežena ob straneh, pa kar v 73 % silaž. Manj kvarjenja pa je bilo tudi pri silosih z nagnjenimi stenami. K temu je verjetno prispevalo olajšano tlačjenje silaže ob stenah silosa in boljše naleganje obtežilnih vreč.

Pokrivanje silosov je bilo na kmetijah zadovoljivo, saj so bile vse silaže pokrite in tako ali drugače obtežene. V nasprotju z našimi opazovanji pa Bolsen in sod. (1993) navajajo, da je bila v ZDA do nedavnega večina velikih koritastih silosov in silažnih kupov nepokrita, ker so proizvajalci gledali na pokrivanje silosa s folijo in pnevmatikami kot na zelo zamudno in naporno opravilo. Mnogim se je zdelo, da napor in čas nista poplačala silaže, ki bi jo rešili s pokrivanjem. Bolsen in sod. (1993) so ugotovili, da se nepokrita silaža kvari tudi do globine 67 cm. Glede na to, bi bilo pri nas v primeru opuščanja pokrivanja lahko v nekaterih primerih uničene tudi več kot 50 % silaže, saj je bila povprečna višina silaže 1,7 m, kar nekaj kupov pa je bilo še precej nižjih.

Dnevni odvzem silaže pri koritastih silosih ni imel večjega vpliva na plesnenje silaže, saj se je silaža kvarila pri različnih dnevnih odvzemih iz silosa. Izgleda, da ima pri stolpnih silosih dnevni odvzem pomembnejšo vlogo, saj so se kvarile vse silaže, pri katerih je bil dnevni odvzem manjši od 5 cm. Medtem ko povprečni odzem silaže v stolpnih silosih ni dosegal priporočil, saj je znašal le 8 cm, pa je povprečni dnevni odvzem v koritastih silosih še dosegal priporočila o najmanjšem dnevnem odvzemu 10 cm na dan. Kljub temu pa je bil kar pri 55 % koritastih silosov dnevni odvzem silaže 10 cm ali manj. Ruppel in sod. (1995) so ugotovili, da so pri silosih z dnevnim odvzemom 11,6 cm/dan ali več imeli povprečno 10 % manjše izgube sušine kot pri silosih z manjšim odvzemom.

Pri silažah z gladkimi odvzemnimi ploskvami je bilo plesnenje manj pogosto kot v silosih, kjer je ostala površina silaže po odvzemu zrahljana. Pri strojnem odvzemu z gladko ploskvijo se je silaža kvarila le v enem primeru, vendar so to silaže, ki so bile tlačene z najtežjimi stroji. Pri ročnem odvzemu z gladko odvzemno ploskvijo je bil delež silaž, ki so se kvarile, za približno 18 % manjši kot pri tistih z zrahljano odvzemno ploskvijo. Pri stolpnih silosih se silaže, ki so imele gladko odvzemno ploskev, niso kvarile. Z rahljanjem silaže pri odvzemu se poveča hitrost prehajanja zraka v silažni kup skozi odvzemno ploskev in posledično se zmanjša obstojnost silaž na zraku.

Pri koritastih silosih sta z velikostjo naraščala tudi kakovost pokrivanja in dnevni odvzem silaže iz silosa. Veliki silosi so bili v večini primerov dosti boljše pokriti, odvzemne ploskve pa bolj gladke kot pri majhnih silosih. Tudi zrezanost silaž je bila v velikih silosih boljša. To pripisujemo predvsem pogostejši uporabi samohodnih kombajnov. Velike mase strojev za tlačjenje (povprečna masa stroja pri silosih nad 200 m³ je znašala 7100 kg, pri silosih od 100 do 200 m³ pa le 2690 kg) kažejo, da so se kmetje zahtevam velikih silosov prilagodili tudi z ustrezno strojno opremo. Z velikostjo silosov se je povečevala tudi vsebnost sušine silaže. Zaradi vseh teh dejavnikov je bila gostota silaže v velikih silosih večja kot v majhnih. Med vzroki, da so dela pri siliranju v velike silose praviloma opravljena boljše, pri siliranju v majhne silose pa slabše, omenimo tudi starost lastnikov kmetij. Kmetje, ki gospodarijo na kmetijah z velikimi silosi, so namreč praviloma mlajši kot lastniki majhnih silosov. Zaradi tega bolj spremljajo dogajanja na področju siliranja in

hitreje sprejemajo nova dognanja na področju opreme za siliranje in same izvedbe siliranja. Glede na način pokrivanja bi si upali trditi, da so pripravljeni v pripravo silaže vložiti tudi več denarja.

Na splošno kmetje na manjših kmetijah siliranju posvečajo premalo pozornosti. V večini primerov niti nimajo možnosti, da bi silažo bolje potlačili. Na teh kmetijah bi morali glede na dane razmere več pozornosti posvetiti dobremu pokrivanju silaže in gladkemu odvzemu, da bi čim bolj zmanjšali prehajanje zraka v silažni kup.

5.1.3 Soodvisnost dejavnikov, ki vplivajo na gostoto in kvarjenje silaž

Večina dobljenih rezultatov je skladnih s podatki iz literature, v nekaterih primerih pa je prišlo tudi do razhajanj. Nekatera odstopanja naših rezultatov od podatkov iz literature so pričakovana, saj so razmere za siliranje zaradi značilne strukture kmetij v Sloveniji tako specifične, da jih težko primerjamo z drugimi državami. Nekatera razhajanja s podatki iz literature pa so nas nekoliko presenetila. Eden od vzrokov za presenetljive ugotovitve je predvsem v medsebojnih povezavah med različnimi dejavniki, ki vplivajo na gostoto in kvarjenje silaž. Ko smo na primer preučevali vpliv trajanja tlačenja na gostoto silaže, smo ugotovili manjšo gostoto pri silažah, ki so bile tlačene dlje časa. Podrobnejši pregled podatkov je pokazal, da je bila nelogična povezava posledica dejstva, da imajo kmetje, ki tlačijo silažo zelo dolgo, za tlačenje na voljo lažje traktorje. S podobnim problemom smo se soočili pri določanju povezave med kvarjenjem in pokrivanjem silaže. Ugotovili smo, da je bila večina dobro pokritih silaž tlačениh s težjimi traktorji kot slabo pokrite silaže, pa tudi zrezanost je bila pri teh silažah boljša. Zaradi prekrivanja vplivov je bilo težko določiti, kateri dejavnik je pravi in kakšen je njegov dejanski prispevek h gostoti ali kvarjenju silaže.

Pri razlagi rezultatov poskusa se moramo tudi zavedati, da smo del podatkov pridobili z anketo (čas tlačenja, debelina plasti, v katero razgrnejo silažo, čas pokritja silosa) in da so nekatere ocene rezultat subjektivne presoje (gladkost odvzemne ploskve, plesnenje silaže). Za podatke, ki niso merjeni, velja, da so lahko nekoliko manj zanesljivi. Sploh pa verjetno to velja za naš poskus, pri katerem smo podatke zbirali kar nekaj mesecev po siliranju in so kmetje nekatere podrobnosti že pozabili. Pri nekaterih silažah nismo uspeli ugotoviti dejanskih vzrokov kvarjenja. Silaže so se kvarile kljub temu, da so bila vsa dela pri siliranju opravljena korektno. Krme za siliranje in ustreznih silaž nismo analizirali in le ugibamo lahko, ali je sestava koruze za siliranje pomemben dodaten dejavnik, ki vpliva na kvarjenje silaže. Kljub zabrisanosti nekaterih dejavnikov, ki vplivajo na gostoto in kvarjenje silaže menimo, da smo uspeli prikazati stanje na obravnavanih kmetijah in identificirati najpomembnejše napake pri pripravi koruzne silaže.

Sklepi

Na podlagi rezultatov anketnega popisa in opravljenih meritev pri 55 koruznih silažah sklepamo sledeče:

- Gostota koruznih silaž na kmetijah se je gibala od 112 do 283 kg sušine/m³ in je bila v povprečju 204 kg sušine/m³. Gostota slabo potlačenih silaž je primerljiva s slabo potlačenimi silažami v tujini, naše najboljše potlačene silaže pa ne dosegajo gostote najboljše potlačenih silaž v tujini. Najmanjšo priporočeno gostoto je doseglo le 38 % silaž.
- Najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na gostoto silaž v koritastih silosih je masa traktorja za tlačenje. Dokaj velike gostote so sicer dosegali tudi nekateri lažji traktorji, gostote nad 240 kg/m³ sušine pa so dosegli le traktorji z maso nad 6000 kg.
- Na gostoto silaž v silosih pomembno vpliva vsebnost sušine v silaži. S povečevanjem vsebnosti sušine v silaži se gostota sušine silaže povečuje linearno.
- Gostota silaže je bila negativno povezana s trajanjem tlačenja. Nelogična povezava je bila posledica dejstva, da so imeli kmetje, ki so silažo tlačili zelo dolgo, za tlačenje na voljo lažje traktorje. Rezultati kažejo, da pri tlačenju negativnega učinka lahkega traktorja ni mogoče nadoknaditi s podaljševanjem tlačenja.
- Silaže so bile primerno potlačene tudi na kmetijah z zelo hitrim polnjenjem silosov. Ti kmetje so se hitremu polnjenju prilagodili z ustrezno težkimi stroji za tlačenje.
- Pozitiven učinek dobre zrezanosti krme na gostoto silaže je bil izrazit predvsem pri silažah, ki so bile tlačene z lažjimi traktorji.
- Pri stolpnih silosih je najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na gostoto silaž, višina polnjenja silosa.
- Jasne povezave med gostoto in plesnjenjem silaže nismo uspeli dokazati. Kvarile so se silaže zelo različnih gostot, s tem da pri gostotah pod 160 in nad 260 g sušine/kg plesnenja ni bilo.
- V koritastih silosih je bilo najmanj težav s plesnjenjem pri silažah z več kot 400 g sušine na kg, v stolpnih pa pri silažah z manj kot 300 g sušine na kg.
- S povečevanjem mase traktorja se je zmanjševal delež silaž, ki so se kvarile. Pri silažah, ki so bile tlačene s traktorji nad 4000 kg, smo plesnenje v notranjosti silažnega kupa opazili le pri enem silosu.
- Najmanj težav s plesnjenjem je bilo pri silažah, ki so bile pokrite z dvema folijama. Kot zelo pomembno se je izkazalo tudi dodatno obteževanje folije po celotni površini silosa.
- Silaže z gladkimi odvzemnimi ploskvami so se kvarile manj kot silaže z zrahljano odvzemno ploskvijo.
- Pri stolpnih silosih je bilo kvarjenje najtesneje povezano z dnevnim odvzemom silaže. Kvarile so se vse silaže, pri katerih je bil dnevni odzjem manj kot 5 cm/dan. Pri koritastih silosih dnevni odzjem ni pomembneje vplival na plesnenje silaže.
- Postopki siliranja so bili pri večini silosov izpeljani dokaj dobro. Plesnenje smo opazili tudi pri nekaterih silažah, pri katerih so bili vsi postopki siliranja izvedeni korektno.

6 POVZETEK

Na širšem območju vrhniške občine smo popisali 45 koritastih in 10 stolpnih silosov. Z anketnim listom smo od kmetov dobili podatke o postopkih pri siliranju. Z eno izjemo so bili vsi silosi napolnjeni jeseni leta 2004, vzorčili pa smo jih v letu 2005. Vzorce smo zbrali na mestu odvzema silaže iz silosa. Z vsakega smo odvzeli po 5 vzorcev. V koritastih silosih smo vzorčili diagonalno, iz spodnjega kota proti nasprotnemu zgornjemu kotu. V stolpnih silosih smo vzorčili enakomerno po vsej površini silaže.

Silažo smo vzorčili s sondo s premerom 5 cm. Zavrtali smo približno 20 cm globoko v silažni kup. Silažo vseh petih izvrtkov smo združili, vzorce pa do sušenja shranili pri $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vsebnost sušine v silažah smo določili s sušenjem pri $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ob upoštevanju povprečne higroskopske vlage, ki smo jo določili v 13 slučajno izbranih vzorcih pri 103°C . Glede na to, da so se vsi vzorci sušili in ohlajali hkrati, so bile sušine zračno suhih vzorcev zelo podobne ($967 \pm 5\text{ g/kg}$). Gostoto sveže silaže in sušine smo izračunali na podlagi prostornine izvrtkov in mase sveže oziroma posušene silaže.

Vsebnost sušine v silažah se je gibala od 256 do 510 g/kg, povprečna vrednost pa je znašala 346 g/kg. Velikost popisanih silosov se je razlikovala od primera do primera. Najmanjši koritasti silos je bil napolnjen le s 16 m^3 silaže, največji pa s 500 m^3 . Povprečna prostornina silaže v silosu je znašala 149 m^3 . Pri stolpnih silosih je bila prostornina silaže od 50 do 100 m^3 . Odvisna je bila predvsem od višine silosa, saj so si bili premeri stolpnih silosov zelo podobni. Gostote silaže v stolpnih silosih so bile v največji meri odvisne od višine silaže nad mestom vzorčenja. Gibale so se od 112 do 231 kg sušine/m^3 , poprečna gostota pa je znašala 179 kg sušine/m^3 . Gostote sveže silaže so se gibale od 383 do 731 kg/m^3 , v povprečju pa so znašale 537 kg/m^3 . Ugotovljene gostote pri stolpnih silosih so bile manjše kot pri koritastih.

Pri koritastih silosih je bila gostota silaže odvisna predvsem od mase traktorja za tlačjenje. Večje silose so kmetje tlačili s težjimi traktorji, manjše silose pa z lažjimi. To pripisujemo predvsem dejstvu, da imajo manjše silose na manjših kmetijah, ki so opremljene z manjšimi traktorji, pa tudi temu da je mnogo manjših silosov težko dostopnih in je tlačjenje z velikimi traktorji neizvedljivo. Traktorji za tlačjenje so se med seboj precej razlikovali. Masa najlažjega traktorja je znašala 735 kg, masa najtežjega pa 15.000 kg, povprečna masa stroja za tlačjenje je bila 3649 kg.

Gostota silaže je praviloma naraščala z naraščanjem velikosti silosa, kar je glede na zgornjo ugotovitev logično. Povprečna gostota silaž v koritastih silosih je znašala 209 kg sušine/m^3 , gibala pa se je od 118 do 283 kg sušine/m^3 . Gostote nad 240 kg sušine/m^3 so praviloma dosegale le tiste silaže, ki so bile tlačene s stroji, težjimi od 6000 kg. Gostote sveže snovi so pri koritastih silosih znašale od 369 do 768 kg/m^3 , v povprečju pa so bile 605 kg/m^3 .

Na gostoto silaž je pomembno vplivala vsebnost sušine v silaži. Do sušine 450 g/kg se je gostota silaže s sušino povečevala linearno, pri večjih sušinah pa vpliv ni bil več opazen. Na gostoto silaže je vplivala tudi zrezanost silaže.

Kvarjenje silaže je bilo v največji meri odvisno od mase stroja za tlačenje in načina pokrivanja silaže. Pri silažah, ki so bile tlačene s stroji z maso nad 4000 kg, je bilo kvarjenje silaže v notranjosti silažnega kupa prisotno le v enem primeru. Najbolj se je izkazalo pokrivanje s sistemom dveh folij in vreč s peskom, saj je bilo pri tako pokritih silažah kvarjenje za 20 % manjše kot pri ostalih načinih pokrivanja. Silaže so se plesnele pri različnih gostotah in sušinah. Vendar pa pri gostotah pod 160 in nad 260 kg sušine/m³ plesnenja v notranjosti silažnega kupa nismo opazili. V koritastih silosih je bilo najmanj težav s plesnjenjem pri silažah z več kot 400 g sušine na kg, v stolpnih pa pri silažah z manj kot 300 g sušine na kg. Najmanj težav s kvarjenjem je bilo pri srednje dolgo zrezanih silažah, vendar pa ugotovljena povezava med dolžino rezi in kvarjenjem ni povsem korektna, saj so bile te silaže tlačene s težjimi traktorji in pokrite bolj temeljito kot kratko in dolgo rezane silaže.

Dnevni odvzem silaže iz silosov je bil majhen, in sicer pri koritastih silosih v povprečju 12 cm (od 3 do 30 cm), pri stolpnih silosih pa 8 cm (od 3 do 14 cm). Dnevni odvzem silaže iz silosa pri koritastih silosih ni imel večjega vpliva na kvarjenje silaže, v stolpnih silosih pa se je kvarila vsa silaža, ki je imela povprečni dnevni odvzem manjši od 5 cm. Pomembnejši od dnevnega odvzema je bil način odvzema silaže iz silosa. Pri stolpnih silosih se silaža v silosih z gladkimi odzemnimi ploskvami ni kvarila, pri koritastih silosih pa je bilo v silosih z gladkimi odzemnimi ploskvami silaž, ki so se kvarile, za 17 % manj kot v silosih z zrahljano ploskvijo.

7 VIRI

- Andrae J.G., Hunt C.W., Pritchard G.T., Kennington L.R., Harisson J.H., Kezar W., Mahanna W. 2001. Effect of hybrid maturity and mechanical processing of corn silage on intake and digestibility by beef cattle. *Journal of Animal Science*, 79: 2268-2275
- Amours L.D., Savoie P. 2005. Density profile of corn silage in bunker silos. *Canadian Biosystem Engineering*, 47: 21-28.
<http://www.agrireseau.qc.ca/grandescultures/documents/Compte-rendu%202005.pdf>
(7. feb. 2006)
- Bal M.A., Shaver R.D., Jirovec A.G., Shiner K.J., Coors J.G. 2000. Crop processing and chop length of corn silage: Effects on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 83: 1264-1273
- Bernard J.K., West J.W., Trammell D.S., Cross G.H. 2004. Cross influence of corn variety and cutting height on nutritive value of silage fed to lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87: 2172-2176
- Berger L., Pyatt N., Sewell J. 2005. Covering Bunker Silos. V: Tri-State Dairy Nutrition Conference, 2-3 May 2005: 45-49.
<http://tristatedairy.osu.edu/Berger%20paper.pdf> (7. feb. 2006)
- Bolsen K., Dickerson J.T., Brent B.E., Sonon R.N. Jr., Dalke B.S., Lin C., Boyer J.E. Jr. 1993. Rate and extent of top spoilage losses in horizontal silos. *Journal of Dairy Science*, 76: 2940-2962
- Bolsen K., Bolsen R. 2004. The silage triangle and important practices in managing bunker, trench and drive-over piles. V: Dairy herd management conference, Macon Georgia, 16-17 Nov. 2004.
http://www.oznet.ksu.edu/pr_silage/publications/2005_Silage%20website%20SE%20Dairy%20Herd%20Mngt%20Conf%20November,%202004%20Sila%E2%80%A6.pdf
(20. jan. 2005)
- Bolton K., Holmes B. 2005. Management of Bunker Silos and Silage Piles. University of Wisconsin – Madison.
<http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/mgmt-bunkers-piles-bjh2.PDF>
(24. feb. 2006)
- Craig P. 2005. Penn State University Bunker Silo Study. Summary report 2004-2005. Penn State University, 15 July 2005.
http://cornandsoybeans.psu.edu/pdfs/bunker_silo_study.pdf (7. feb. 2006)
- Čobič T., Bačvanski S., Vučetič S. 1985. Proizvodnja i korišćenje silaže u ishrani stoke. Beograd, Nolit: 347 str.

- 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
- Holmes B.J. 2000. Managing forage in tower silos. University of Wisconsin - Madison. <http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/storage.html> (26. jan. 2006)
- Holmes B.J., Muck R.E. 2000. Preventing silage storage losses. University of Wisconsin - Madison Extension, Department of Dairy Science, 22. May. 2000 <http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/prevent-silage-storage7.PDF> (14. feb. 2005)
- Johnson L.M., Harisson J.H. 2001. Scientific aspect of silage making. V: 31st Proceedings California Alfalfa & Forage Symposium, Modesto, 12-13 Dec. 2001. Davis, University of California, UC Cooperative Extension. <http://www.alfalfa.uedavis.edu> (20. jan. 2005)
- Kung L. 2005 Practical management aspects of corn silage for dairy cattle. University of Delaware. http://ag.udel.edu/anfs/faculty/kung/articles/practical_management_aspects_of_.htm (7. feb. 2006)
- Muck R.E., Holmes B.J. 2000. Factors affecting bunker silo densities. *Applied Engineering in Agriculture*, 16: 613-619
- Muck R.E., Pitt R.E. 1994. Aerobic deterioration in corn silage relative to the silo face. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineering*, 37: 735-743
- Nout M.J.R., Bouwmeester H.M., Haaksma J., Van Dijk H. 1993. Fungal growth in silages of sugarbeet press pulp and maize. *Journal of Agricultural Science*, 121: 323-326
- Pitt R.E., Muck R.E. 1993. A diffusion model of aerobic deterioration at the exposed face of bunker silos. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 55: 11-26
- Ruppel K.A., Pitt R.E., Chase L.E., Galton D.M. 1995. Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 78: 141-153
- Savoie P., Muck R.E., Holmes B. 2004. Laboratory Assessment of Bunker Silo Density, Part II: Whole-Plant Corn. *Applied Engineering in Agriculture*, 20, 2: 165-171
- Shaver R.D. 2005. Harvest and storage of high-quality corn silage for dairy cows. University of Wisconsin - Madison Extension, Department of Dairy Science. <http://www.wisc.edu/dysci/uwex/nutritn/pubs/cshvst.PDF> (20. jan. 2005)
- Stekar J. 1999. Siliranje. Ljubljana, Kmečki glas: 150 str.
- Statistični letopis Republike Slovenije 2006: 298 str. <http://www.stat.si/letopis/2006/16-06.pdf> (15. jan. 2007)

Tanjšek T. 1991. Koruza. Ljubljana, Kmečki glas: 180 str.

Verbič J., Babnik D., Žnidaršič T. 2003. Aerobno kvarjenje koruzne silaže. V: Zbornik predavanj 12. posvetovanja o prehrani domačih živali. Zdravčevi-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. 1995. Novosti pri preprečevanju kvarjenja silaž. Kmetovalec, 63, 11: 15-17

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

Verbič J. 2005b. "Podatki o gostotah na kmetijah." Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije (osebni vir, december 2005)

Verbič J., Čergan Z. 2005. Dejavniki, ki vplivajo na onesnaženje silaže z mikotoksini. V: Zbornik predavanj 14. posvetovanja o prehrani domačih živali. Zdravčevi-Erjavčevi dnevi, Radenci, 14-15 nov. 2005. Pen A. (ur.). Murska Sobota, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije in Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota: 20-29

ZAHVALA

Iskrena hvala mentorju doc. dr. Jožetu Verbiču za razumevanje in strokovno pomoč.

Podatkov ne bi dobil brez prijaznega sodelovanja vseh kmetov, ki so odgovarjali na anketo in mi pomagali pri vzorčenju silaž.

Pri organizaciji vzorčenja in iskanju naslovov sodelujočih kmetov ne bi šlo brez g. Janeza Drašlerja s Kmetijske svetovalne službe Vrhnika. Zahvaljujem se mu za pomoč.

Sestrični Senji se iskreno zahvaljujem za lektoriranje.

Najlepša zahvala sošolcem, s katerimi sem obiskoval vsa tri leta študija. Hvala za zapiske, spodbude, druženje ter nepozabni čas, ki smo ga preživeli skupaj.

Zahvaljujem se staršem, ki so me znali navdušiti in navezati na kmetijstvo ter mi omogočili šolanje in me pri tem spodbujali.

Najlepše pa se moram zahvaliti sestri in sošolki Lidiji, ki je skrbela za zapiske, za to, da sva pravočasno prišla na predavanja, za to, da sem na vajah vedno imel vse potrebne pripomočke in ker me je obveščala o vseh študijskih obveznostih. Vseh izpitov verjetno ne bi uspešno opravil brez njenega priganjanja k študiju.

PRILOGE

Priloga A: Anketni list

Zaporedna številka anketnega lista:

Datum vzorčenja:

1. Kmetija:
Ime:
Priimek:
Naselje:
2. Velikost kmetije:
3. Povšina, namenjena koruzi za silažo: _____ ha
4. Starost kmeta (vpisati starost tistega, ki vodi dela na kmetiji):
5. Tip popisane silosa:
6. Lega silosa:
 - a) sončna
 - b) osojna
7. Ali je urejeno odtekanje silažnega soka:
 - a) da
 - b) ne

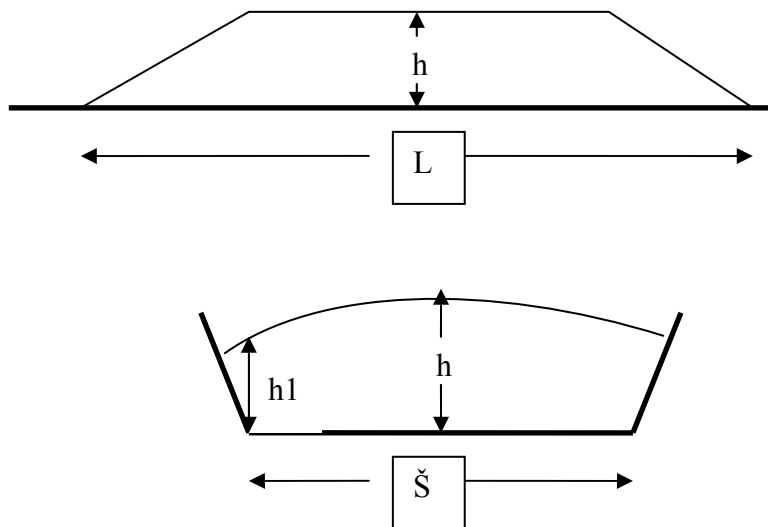
Koritasti silos

8. Silos je:
 - a) pokrit
 - b) nepokrit

9. Širina silosa ($\check{S}$ v m):

10. Dolžina silosa (L v m) (opisati na način, da bo mogoče izračunati prostornino silaže):

11. Višina silaže v silosu (h , h_1 v m):



12. Kakšne so stene silosa?

- a) pravokotne na podlago
- b) nagnjene
- c) drugo (opiši)

13. Nagnjenost sten v cm (odklon od navpičnice m):

14. Način pokrivanja silaže v silosu:

- a) klasično folija in pnevmatike
- b) podfolija, folija, mreže in vreče
- c) drugo (opiši)

15. Ali je onemogočeno zatekanje vode v silazni kup:

- a) da
- b) ne

Stolpni silos

16. Material iz katerega je silos izdelan (beton, les, poliester):

17. Ali so stene silosa zaščitene z vstavljenimi vrečami?

- a) da
- b) ne

18. Kolikšna je višina polnjenja silosa (v m)?

19. Višina, na kateri se sedaj vzorči (m):

20. Način polnjenja silosa:

- a) siloreznica
- b) trak
- c) drugo (opiši)

21. Kako je potekalo poravnavanje silaže :

- a) sprotno s razdelilcem na siloreznici
- b) po vsaki pripeljani prikolici
- c) na nekaj prikolic
- d) samo na koncu

22. Obtežitev silaže na vrhu silosa:

- a) da
- b) ne

Spravilo silaže

23. Koruza za silažo je bila žeta s:

- a) traktorjem in enorednim kombanjem
- b) samohodnim kombanjem
- c) drugo (opiši)

24. Spravilo zelene mase od njive do doma:

- a) lastni stroji
- b) pomoč sosedov
- c) najeta pomoč

25. Vreme ob spravilu:

- a) suho
- b) deževno

26. Stanje koruznice v času siliranja:

- a) zelena
- b) večji del zelena

c) rjava posušeno listje

27. Vrsta stroja za tlačjenje krme:

- a) traktor
- b) kombinirka
- c) drugo

28. Tip in znamka stroja, uporabljenega za tlačjenje:

29. Okvirna masa: dodatnih uteži, planirne deske ali druge naprave, ki je nameščena pri tlačjenju:

30. Skupna masa traktorja in morebitne dodatne obtežitve traktorja (masa traktorja iz kataloga + dodatna obtežitev):

31. Okvirna masa stroja, s katerim tlačijo, če to ni traktor :

32. Tip stroja, s katerim se tlači:

- a) kolesnik 4x4
- b) kolesnik 2x4
- c) goseničar

33. Okvirni čas od začetka spravila do napolnitve silosa (v urah):

34. Čas efektivnega polnjenja silosa (brez odmorov) (v urah):

35. Tlačenje:

- a) stalno med polnjenjem
- b) stalno, razen v času raztovarjanja prikolice
- c) s prekinitvami
 - skupno trajanje prekinitev (v % od časa polnjenja)

36. Tip prikolice za prevoz zelene mase :

- a) kiper
- b) na trak

37. Približna debelina sloja silaže pri eni pripeljani prikolici (v cm):

38. Površina, po kateri se razgrinja vsebina ene prikolice:

- a) po celotni površini
- b) po delu površine (v % ob upoštevanju dolžine in širine)

39. Hitrost polnjenja silosa (v prikolicah na uro):
40. Približen povprečen volumen prikolic (m^3):
41. Hitrost polnjenja v m^3/h (izračunana iz zgornjih dveh podatkov):
42. Število prehodov čez isto mesto pri posameznem tlačenju:
43. Čas od napolnitve do pokritja silosa:
- a) takoj
 - b) do 6 ur
 - c) naslednji dan

Izgled silaže in odvzem iz silosa

44. Ali silaža plesni v zgornjih kotih ob stenah:
- a) da
 - b) ne
45. Če plesni, kolikšna je debelina plesnivega sloja (v cm):
46. Ali so v silaži prisotne vidne kolonije plesni:
- a) da
 - b) ne
49. Ali se silaža na mestu odvzema segreva:
- a) da
 - b) ne
47. Če se segreva, je to:
- a) stalno
 - b) samo pri odprtju
48. Kako odvzemajo silažo:
- a) ročno
 - b) strojno (tip stroja)
49. Kakšena je odvzemna ploskev v silosu:
- a) odvzemna ploskev gladka
 - b) odvzemna ploskev razrahljana
50. Kolikšen je dnevni odvzem silaže (v cm):
- a) ocena (v cm)
 - b) prek računa
 - datum odprtja silosa

- razdalja od začetka silosa do mesta odvzema

51. Ali so bili krmi dodani silirni dodatki:

- a) da
- b) ne

52. Če so bili dodani, kateri so to:

Podatki o vzorčenju

53. Globina izvrtkov (v cm):

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

54. Opombe:

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Anton MRZLIKAR

**VPLIV RAZLIČNIH DEJAVNIKOV NA GOSTOTO IN
KVARJENJE KORUZNIH SILAŽ**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2007