

DR. IVAN BALZER
Poljoprivredni fakultet, Zagreb

Siliranje lucerne i djeteline uz dodatak konzervansa

1. UVOD I PROBLEM

U godini 1957.—1958., izvršen je obiman rad na istraživanju kvaliteta silaža na poljoprivrednim dobrima NR Hrvatske. Taj rad je započeo već 1955. godine, kada su izvršena prva veća pokusna siliranja stočne hrane hladnim postupkom u trapovima i kada su izvršene prve analize tako siliranih zelenih masa. Kod toga rada sudjelovali su njemački stručnjaci dr. ORTH i prof. KÖNKAMP. Prve analize silaža iz trapova izvršio je dr. ORTH u svojem laboratoriju u Kielu.

Silirana je bila lucerna krajem mjeseca maja. Uzorci za analizu uzeti su sredinom mjeseca septembra, tako da je silaža bila stara tek nešto više od 3 mjeseca. To je doista vrlo kratak rok, a usto i vrlo povoljan za kvalitet silaže.

Od osam analiziranih uzoraka silaža, jedna je silaža dobila ocjenu (po Fliegeu) loše, tri ocjenu slabo, jedna ocjenu zadovoljava i tri ocjenu vrlo dobar. U svakom slučaju rezultat, koji nikako nije mogao zadovoljiti, tim više, što bi taj rezultat analiziranjem istih silaža, ali starijim za dva do tri mjeseca bio još daleko nepovoljniji. Nadalje se iz analitičkih podataka dr. ORTHA vidi, da su dobiveni bolji rezultati kod silaža, koje su bile silirane u trapovima, nego kod silaža siliranih u okruglim betonskim silo-tornjevima.

Jedan uzorak silaže bio je siliran uz dodatak od 2% melase, ali nije dao povoljan rezultat, pa se činilo kao da dodatak melase nepovoljno djeluje na proces siliranja. Karakteristično je, da su sve silaže osim dva uzorka, koje su i inače dobile ocjenu vrlo dobar, pokazivale pH vrijednost veću od 4,84, što je skoro siguran dokaz o slaboj kvaliteti silaže.

Čini se, da su ti slabi rezultati kvaliteta silaža ponukali dr. ORTHA da dadé jednu vrlo opreznu ocjenu o provedenom načinu siliranja, iako ne posve negativnu, jer u svom referatu zaključuje ovako: »Čini se vjerojatnim, da bi se pod tamošnjim okolnostima mogla silirati lucerna i dati upotrebljivu silažu.«

Iako kvalitet silaža siliranih u trapovima nije mogao biti na osnovu prvih rezultata ocijenjen kao zadovoljavajući, ipak su takvim načinom siliranja silirane znatne količine zelene mase u 1956. godini a naročito u 1957. Siliranje se vršilo u trapovima svih mogućih dimenzija, a količina silirane zelene mase kretala se u njima od 4—200 vagona. Nužno se je dakako javila potreba vršenja kontrole siliranja, odnosno ocjena kvaliteta dobivene silaže, kao i to, da se odredi hranidbena vrijednost pojedinih silaža.

Kontrola kvalitete silaža vršena je na silažama poljoprivrednih dobara u toku 1957. godine. Uzimanje uzoraka provedeno je u prva tri mjeseca 1958. godine. Uzorci silaža uzimani su na poljoprivrednim dobrima u Vukovaru, Vinkovcima, Županji, Božjakovini, Topolovcu, Čepiću i Novigradu u Istri. Broj izvršenih analiza i procjena svih vrsta silaža kretao se oko 60. I ovoga puta se pokazalo, da kvalitet silaže lucerne

ne zadovoljava. Od 10 analiziranih uzoraka silaža lucerne uz dodatak melase (1—4,8%), ocijenjene su, ocjenom loše četiri uzorka, ocjenom slabo dva uzorka, zadovoljava dva uzorka i vrlo dobar dva uzorka.

Silaže od lucerne bez dodatka melase ocijenjene su sa ocjenom loše četiri uzorka, slabo — loše jedan uzorak, slabo tri uzorka, zadovoljava jedan uzorak, dobar dva uzorka i vrlo dobar tri uzorka. Siliranje silažnog kukuruza bilo je uspješno provedeno sa vrlo povoljnim ocjenama. **Na osnovu tako dobivenih rezultata vidi se, da je siliranje lucerne bez konzervanša vrlo nesigurno.** Lucerna a i druge leguminoze, koje se siliraju, sadrže premale količine fermentabilnih ugljikohidrata iz kojih bi trebala nastati vrenjem mliječna kiselina. Osim toga, bjelančevina lucerne djeluje kao pufer, pa jednom nastalu mliječnu kiselinu veže, tako da se smanjuje koncentracija vodikovih iona (smanjuje se kiselost, a ta, konzervira) povećava se pH što omogućava drugim mikroorganizmima, koji se nalaze u siliranoj zelenoj masi, da razviju svoju djelatnost. **Tada nastaje na račun mliječne kiseline — maslačna kiselina, a visoki pH omogućava veću ili manju razgradnju bjelančevina.**

Ocjena kvaliteta silaže vrši se na osnovu kemijskih analiza kiseline, koje nastaju fermentiranjem. To su kiseline: mliječna, octana i maslačna. Na osnovu procentualnog sadržaja ovih kiselina ocjenjuje se silaža sa bodovima od 0—100 i ocjenama loše, (0—20), slabo (21—40), zadovoljava (41—60), dobar (61—80), vrlo dobar (81—100). Metoda određivanja kiselina je ona po Fliegeu i osniva se na destilaciji hlapivih kiselina (octene i maslačne) iz 10% vodenog ekstrakta silaže.

Provedena kontrola kvalitete silaža ukazala je, da siliranje krmiva, koje je bogato bjelančevinama »spontanom vrenjem« ne zadovoljava. Što je bila starija silaža lucerne, bila je i manje kvalitetna. U takvoj silaži ne dolazi samo do razgradnje (fermentacije) fermentabilnih ugljikohidrata, nego se **razgrađuju također i bjelančevine**, a često puta i celuloza. **Razgradnjom bjelančevina mogu se stvoriti međutim toksični produkti, koji su štetni i za ljude i za životinje.**

Za silažnu zelenu masu u trapu moglo bi se uprošteno kazati, da je to konzerva pripravljena iz relativno nečistog materijala, nepasterizirana, nesterilizirana, bez konzervansa. Svi mogući procesi fermentacija mogu se i vrše se u takvim silažama. Nije dakle onda ni čudo, ako veliki broj silaža bude djelomično ili potpuno neupotrebljiv.

U silažama, a naročito kod silažnog kukuruza nalazi se do 4% sveukupnih kiselina, odnosno 10—20% kiselina na suhu tvar silaže.

To je svakako visoki procenat kiseline, koji ne može djelovati povoljno onda, kada se prehrana stoke provodi pretežno sa silažom. Nepovoljno djelovanje ne treba svoditi samo na relativno veliku koncentraciju kiselina, nego vjerojatno i na ostale razgradne produkte.

Fermentacijom ugljikohidrata, kako je već rečeno, nastaje mliječna kiselina, no manjim dijelom i octena. S energetskog stanovišta nema većih prigovora silaži dobivenoj spontanom vrenjem, jer nije izgubljeno mnogo na toj supstanci. Kalorička vrijednost mliječne kiseline, tek je za 3% manja od kaloričke vrijednosti fermentiranog ugljikohidrata (glukoze). Kod fermentacije glukoze u octenu kiselinu gubici su nešto veći. **međutim, ne radi se kod siliranja samo o gubitku energetske supstance. Problem leži, čini se, u relativno velikom sadržaju kiselina.** Poznato je, da stelne krave treba prestati hraniti sa silažom najmanje 1—2 mjeseca prije telenja. Te godine bio je zabilježen veći pomor teladi, pa se čini, da bi uzrok tome mogao biti relativno veliki sadržaj kiseline u silažama.

2. MOGUĆNOSTI RJEŠAVANJA PROBLEMA

a) Siliranje lucerne uz dodatak solne kiseline

Svi ti momenti ukazivali su na to, da bi trebalo pokušati provođenje siliranja krmiva uz dodatak nekog konzervansa. Kao konzervans bila je u prvim pokusima uzeta solna kiselina različite koncentracije. Na 100 kg zelene mase stavljeno je 360, 720 i 1080 g solne kiseline.

Znatna koncentracija vodikovih iona trebala je inaktivirati encimatske procese vrenja i disanja, te tako konzervirati silažu. Kod dodatka od 1080 g solne kiseline pH je bio znatno ispod 4, pa kod te silaže nije bilo ni razgradnje bjelančevina ni fermentabilnih ugljikohidrata. I silaža sa 720 g pokazala je zadovoljavajuće rezultate. Početni i finalni pH iznosio je 4,1. Silaža sa 360 g solne kiseline nije u potpunosti zadovoljavala. PH vrijednost te silaže kretala se unutar 40 dana siliranja između 4,5—5,0.

Lucerna silirana bez dodatka konzervansa imala je pH koji se kretao između 4,85—5,5. Kod te je silaže nakon 40 dana bilo razgrađeno 45,3% čistih proteina, dok kod silaže sa 1080 g solne kiseline samo 2,41%. Način siliranja s kiselinama iako je pokazivao odlične rezultate, ipak nije bilo smatrano, da bi se mogao primijeniti u praksi u većim razmjerima. Rad sa kiselinama, naročito s koncentriranom solnom i sumpornom, zahtijeva mnogo pažnje i stručnosti.

Transport tih kiselina moguć je jedino u staklenim balonima, što bi dakako znatno poskupljivalo cijenu koštanja procesa konzerviranja. **Taj proces siliranja ne bi se mogao preporučiti ni radi velikog sadržaja kiselina i povećavanja kiselosti silaže.**

b) Siliranje lucerne i djeteline uz dodatak bisulfita

Drugi konzervans koji je privukao našu pažnju i koji je mogao doći u obzir za konzerviranje i znatnih količina zelenih masa bio je **natrijev metabisulfid**. **Kalijev metabisulfid** poznat je u upotrebi kao »vinobran« i služi kao dezinficijens. Stavljen u najmanjim količinama u vino inhibira procese vrenja. Prvi pokusi za konzerviranje silaže provedeni su s koncentracijom 0,2, 0,4, 0,6 i 0,8% kalijevog metabisulfita na siliranu zelenu masu. Za manje količine dodatog metabisulfita (0,2%) pokazalo se, da ove stimuliraju rad mikroorganizama.

U silažama je došlo do stvaranja većih koncentracija mliječne i octene kiseline. **Maslačna se kiselina međutim nije javljala.** Veće količine kalijevog metabisulfita (0,6 i 0,8%) inhibirale su rad mikroorganizama, pa je u tim silažama bilo manje i mliječne i octene kiseline. Sadržaj amonijaka iznosio je kod kontrolne silaže 0,087%, a kod silaže silirane sa 0,8% metabisulfita 0,019%. **Broj mikroorganizama bio je dakako najmanji kod silaže s najvećom koncentracijom metabisulfita.** Sadržaj sveukupnih slobodnih kiselina bio je najveći kod silaža sa 0,2 i 0,4% metabisulfita, a najmanji kod silaže sa 0,8%.

Očito je, da male količine metabisulfita kao i drugih otrova stimuliraju rad mikroorganizama. Veće pak koncentracije djeluju baktericidno i bakteriostatski. Kemijsko djelovanje metabisulfita svodi se na reduktivno djelovanje sumpornog dioksida, koji nastaje djelomično hidrolizom metabisulfita u vodi, a djelomično utjecajem organskih kiselina (mliječne i octene), koje su nastale mikrobiološkim procesima u silaži. Nastali sumporni dioksid se kemijski veže, blokira encime u silaži i onemogućava enzimatsku razgradnju bjelančevina i ugljikohidrata (šećera). Stvaranje mliječne i octene kiseline nalazi se u dinamičnoj ravnoteži s mikrobiološkim procesima. Ako su u silaži mikrobiološki procesi vrlo intenzivni, stvorit će se mnogo sumporaste kiseline

koja će djelovati inhibitorски na mikrobiološke procese i potisnut će ih. To će opet izazvati smanjenje koncentracije sumporaste kiseline. Sumporasta kiselina se troši u silaži na reduktivne procese, pa će ponovno doći do intenzivnijeg mikrobiološkog rada, do stvaranja organskih kiselina, a time i do stvaranja sumporaste kiseline i proces počinje ponovno.

Na osnovu tako dobivenih laboratorijskih rezultata pristupilo se je siliranju crvene djeteline s natrijevim bisulfitom na Poljoprivrednom dobru u Šašinoj Gredi. Natrijev bisulfit upotrebljen za siliranje razlikuje se od natrijevog metabisulfita sa svojom znatno manjom koncentracijom na aktivnoj supstanci (sumpornim dioksidom).

Koncentracija sumpornog dioksida u natrijevom bisulfitu, iznosi oko 25%, dok se ona u natrijevom metabisulfitu kreće nešto iznad 60%. Natrijev bisulfit dolazi, osim toga, u otopini pa je njegov transport jedino moguć u staklenim balonima od cca 50 l. To dakako znatno poskupljuje cijenu transporta i proces siliranja, pa siliranje sa bisulfitom ne će naći širu primjenu. Dobivanje metabisulfita iz bisulfita ne predstavlja veće tehničke poteškoće. Metabisulfit se dobiva iz bisulfita dehidracijom u vacuumu prema slijedećoj formuli:



Natrijev metabisulfit dolazi u kristalima, pakuje se u papirnatim vrećama od 50 kg. Njegov transport je prema tome jeftin, a doziranje za vrijeme siliranja ne predstavlja nikakav problem.

Tvornica »ZORKA« u ŠAPCU isporučila je potrebnu količinu natrijevog bisulfita, (tvornica još nije proizvodila metabisulfit), pa se krajem mjeseca jula 1958. godine pristupilo siliranju većih količina crvene djeteline na poljoprivrednom dobru u Šašinoj Gredi. Siliranje je provedeno u trapovima dimenzija $12 \times 4 \times 4$ metra kapaciteta cca 4 vagona. Crvena je djetelina neposredno nakon košnje sječkana na motornoj sječkalici kapaciteta 2 vagona i bačena u trap. Tamo je ručnim radom bila jednakomjerno razdijeljena po čitavoj površini trapa. Nabijanje djeteline u trapu vršeno je teškim traktorom »ZETOR«. **Rasprskavanje bisulfita po silažnoj masi provedeno je prskalicama s malim ručnim kompresorom i rezervoarom za tekućinu od cca 100 l.**

Taj je kompresor na poljoprivrednom dobru u Šašinoj Gredi služio za dezinfekciju staja s klornim krečom. Preko odulje gumene cijevi i sapnice na kraju, razdjeljivana je otopina bisulfita jednakomjerno po nabitaj zelenoj masi. Dodavanje bisulfita provedeno je ispočetka kontinuiranim prskanjem zelene mase, ali kasnije se prešlo na povremeno prskanje pojedinih slojeva i to nakon svakih pola sata, ili već prema slobodnoj ocjeni, vodeći računa dakako o jednakomjernom dodavanju po cijeloj masi kroz čitavo vrijeme trajanja punjenja trapa. Radi ispitivanja najpovoljnije koncentracije bisulfita, siliranje je provedeno u dva odvojena trapa istih dimenzija. U jedan i drugi trap dodata je ista količina zelene mase i to 41 tona, no različite količine bisulfita. U prvi trap stavljeno je 7 balona otopine bisulfita ili 350 kg, a u drugi trap 650 kg. Količina bisulfita dodata na 1 tonu zelene mase iznosila je prema tome u prvom slučaju 8,54 kg, što bi odgovaralo približno 3,56 kg metabisulfita odnosno 2,12 kg SO_2 . Količina dodatog bisulfita iznosila je u drugom slučaju 16 kg na tonu zelene mase, što bi odgovaralo približno 6,7 kg metabisulfita, odnosno 4 kg SO_2 na tonu zelene mase.

Prema laboratorijskim rezultatima, koji su već ranije citirani, prva količina bisulfita 8,54 kg/tona trebala je biti optimalna, a dobivena silaža kvalitetna. Količina bisulfita 16 kg/tona zelene mase trebala je biti predozirana. Ta znatna razlika u

koncentracijama uzeta je, da bi se u praksi u velikim razmjerima preispitali laboratorijski rezultati, koji su bili najpovoljniji, kada je siliranje izvršeno sa 0,2—0,6% kalijevog metabisulfita. Punjenje i prešanje zelene mase u trapovima trajalo je cca 2—3 dana. Trapovi su tada pokriti s tanjim pokrovom slame, na koju je nabacana zemlja u sloju debljine 40—50 cm. Trapovi su bili ukopani u zemlju cca 1 m a sveukupna debljina zelene mase u trapu mogla je biti oko 2—2,5 m.

Rad sa bisulfitom nije činio ljudima nikakvih poteškoća. Tek kod veće koncentracije osjetio se nešto jači miris po sumpornom dioksidu.

Prvi trap, dakle onaj sa silažom siliranom uz dodatak 0,84% bisulfita na zelenu masu otvoren je 7.II. 1959. godine, a hranidba stoke tom silažom započela je 8. II. 1959. godine.

Drugi trap, onaj u kojem je zelena masa bila konzervirana sa 1,6% bisulfita, otvoren je 10. III. 1959. godine, a hranidba stoke tom silažom započela je 11. III. 1959. godine.

Kemijska analiza na kvalitet silaže (sadržaj na kiselinama) dala je slijedeće rezultate:

	Trap I.	Trap II.
Octena kiselina	0,67%	0,62%
Maslačna kiselina	0,00%	0,07%
Mliječna kiselina	2,03%	0,80%
pH	4,65	4,50
Ocjena	vrlo dobar	dobar
Broj bodova	95	65

Boja silirane mase iz trapa I. bila je svijetlo do žuto zelena. Znatno svijetlija i zelenija od silaže dobivene spontanom vrenjem. **Miris** silaže po slobodnim kiselinama bio je slab. Slabiji nego kod normalnih silaža. **Konzistenca** silaže nešto se je razlikovala od konzistencije zelene mase na dan siliranja. **Lišće i cvijet** tek djelomično su otpali od stabljike. Crvena boja cvijeta je međutim potpuno nestala. Slojevi silaže odozgo, na dnu i sa strane 5—10 cm bili su neuporabivi. Trap broj I. ispražnjen je u roku od 28 dana. Kravama muzarama davano je dnevno 20—25 kg silaže. Prije te silaže davana je silaža silažnog kukuruza. Samo poneka životinja, i to prvog dana, otklanjala je da uzima tu silažu. Miris po sumpornom dioksidu mogao se tek neznatno primijetiti, a primjećivali su ga samo oni, koji su znali sa čime i kako je ta silaža pripravljena.

Silaža iz trapa II., dakle ona konzervirana sa 1,6 bisulfita imala je relativno jak miris po sumpornom dioksidu. **Silaža** (djetelina) je bila skoro potpuno zelena i ostavljala je utisak, kao da je tek nedavno pokošena i bačena u trap za siliranje. **Konzistenca** djeteline bila je skoro identična onoj svježije biljke. Biljka je bila tvrda, a lišće i cvijetovi potpuno sačuvani i držali su se uz stabljiku. **Boja** cvijeta je potpuno izbledjela. Kravama muzarama davana je ispočetka količina od 20 kg te silaže, ali morala je biti smanjena na 5—10 kg jer su životinje odbijale da uzimaju toliku količinu. I od te manje količine (5—10 kg) jednu manju količinu životinje nisu koristile. **Kod hranjenja s tom silažom pojavio se proljev kod nekih krava.** Uzrok tome mogla je biti znatna koncentracija bisulfita u silaži (1,6%). Nakon prestanka dodavanja te silaže prestao je i proljev, koji se opet pojavio kada se je nastavilo hranjenjem.

Hranjenjem krava muzara sa silažom iz trapa I. povećana je muznost u prosjeku za 1 litru, iako je sveukupna količina dodanih krmnih jedinica bila nešto smanjena.

Prethodno su životinje bile hranjene s istom količinom silaže silažnog kukuruza (20 kg), sijenom po želji, i 8 kg koncentrata. Kada je vršeno hranjenje sa bisulfitnom silažom (20 kg), dodavano je sijena po želji i 5 kg koncentrata. Na prvi će pogled, obzirom na težinu dodatnog krmiva u kilogramima izgledati, da povećanje muznosti nije moguće.

Koeficijenti probavljivosti silaže silažnog kukuruza ovise o kvaliteti silaže. Oni se kreću prema **D. L. G. tabelama** za surove bjelančevine između 44—63%, surove masti 52—100%, surova vlakna 57—78% i nedušičnate ekstraktivne tvari 67—85%.

Sigurno je, da će koeficijent probavljivosti biti to manji što je procentualni sadržaj sveukupnih kiselina veći. Koeficijenti probavljivosti silaže lucerne konzervirane sa metabisulfitom morali su biti svakako veći od koeficijenata probavljivosti kod silažnog kukuruza, radi manjeg sadržaja kiselina, što je uvjetovalo veću škrobnost vrijednost, dakle i veću produkciju mlijeka.

3. ZAKLJUČAK

Sigurno je, da način siliranja krmiva koja su bogata bjelančevinama dosadašnjim postupkom spontanom vrenjem ne može zadovoljiti. Sve su takve silaže manje ili više u razgradnom stanju. **Jedini način kvalitetnog siliranja može biti uz dodatak nekog konzervansa.**

Nema sumnje, da s mineralnim kiselinama i metabisulfitima nisu iscrpljene sve mogućnosti. Međutim se je metabisulfit pokazao kao sredstvo, koje se može upotrebiti sa mnogo uspjeha u konzerviranju stočne hrane. Cijena metabisulfita igrat će odlučnu ulogu u njegovoj upotrebi kao konzervansa. Ta cijena trebala bi se kretati između 50—80 dinara po 1 kg. Kod toga bi kod količine od 0,4% metabisulfita za zelenu masu poskupljenje cijene koštanja silaže iznosilo 0,20—0,32 dinara po 1 kg. Dakle, na našoj je kemijskoj industriji da proizvede dovoljne količine toga konzervansa, a također i uz povoljne cijene.

4. LITERATURA I PODACI

1. Balzer-Pajalić: Siliranje hladnim načinom krmiva bogatih na bjelančevinama. »Poljoprivredna znanstvena smotra« 16/2
2. Balzer-Zlatic: Siliranje krmiva bogatog na proteinima sa solnom kiselinom; »Poljoprivredna znanstvena smotra« 16/2
3. Virtanen: Die Erzeugung vom Viehfutter und Milch und deren Bedeutung für die Volksernährung. Forschungsdienst 1942, 13, 1.
4. Ruschman und Dunker: Die Einsäuerung von Luzerne mit verschiedenen Salzsäure-Phosphorsäuregemischen. Landw. Jahrbuch Bd. 80, 1934, 497-520
5. Beynum und Pette: Butersäuregärung im Silofutter. Zentralblatt f. Bakt. II. Abt. 1940, 102, 178.
6. Bratzler, Cowan and Seviť: Preservation of grass silage with sodium metabisulfite. Pa Agr. Exp. Sta. Bulletin 597, April 1955.
7. Bratzler, Cowan and Swift: Grass silage preservation with sodium metabisulfite. Animal science 15, 1, 1956.