Utjecaj primjene aditiva na konzumaciju i in vivo probavljivost suhe tvari sjenaže u hranidbi kastriranih ovnova

Županović, Matea

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:842232

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

UTJECAJ PRIMJENE ADITIVA NA KONZUMACIJU I IN VIVO PROBAVLJIVOST SUHE TVARI SJENAŽE U HRANIDBI KASTRIRANIH OVNOVA

DIPLOMSKI RAD

Matea Županović

Zagreb, rujan, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Biljne znanosti

UTJECAJ PRIMJENE ADITIVA NA KONZUMACIJU I IN VIVO PROBAVLJIVOST SUHE TVARI SJENAŽE U HRANIDBI KASTRIRANIH OVNOVA

DIPLOMSKI RAD

Matea Županović

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Krešimir Bošnjak

Zagreb, rujan, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, Matea Županović, JMBAG 0178096206, rođena 06.08.1994. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

UTJECAJ PRIMJENE ADITIVA NA KONZUMACIJU I IN VIVO PROBAVLJIVOST SUHE TVARI SJENAŽE U HRANIDBI KASTRIRANIH OVNOVA

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studenta / studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice_____, JMBAG_____,naslova

UTJECAJ PRIMJENE ADITIVA NA KONZUMACIJU I IN VIVO PROBAVLJIVOST SUHE TVARI SJENAŽE U HRANIDBI KASTRIRANIH OVNOVA

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo: potpisi:

1. Izv. prof. dr. sc. Krešimir Bošnjak, mentor _____
2. Prof. dr. sc. Marina Vranić, član _____
3. Doc. dr. sc. Zvonimir Prpić, član _____

SADRŽAJ

SAŽETAK

SUMMARY

1. UVOD I PREGLED LITERATURE 1

1.1. HRANIDBA 2

1.2. PROBAVNI SUSTAV I PROBAVA 3

1.3. PROBAVLJIVOST 5

1.4. POKUS PROBAVLJIVOSTI 5

1.5. SILIRANJE 7

1.5.1. FERMENTACIJA SILIRANE MASE 8

1.5.2. HRANIDBENA VRIJEDNOST SILAŽE 9

1.6. SJENAŽA 9

1.7. ADITIVI 10

2. HIPOTEZA I CILJ ISTRAŽIVANJA 12

3. MATERIJALI I METODE 13

3.1. LOKACIJA ISTRAŽIVANJA 13

3.2. SILAŽA 13

3.3. HRANIDBENI TRETMANI 14

3.4. POKUSNE ŽIVOTINJE 14

3.5. KEMIJSKE ANALIZE 15

3.6. STATISTIČKE ANALIZE 16

4. REZULTATI I RASPRAVA ISTRAŽIVANJA 17

4.1. *AD LIBITUM* KONZUMACIJA SUHE TVARI 17

4.2. *IN VIVO* PROBAVLJIVOST SUHE TVARI 18

4.3. RASPRAVA 19

5. ZAKLJUČAK 20

6. POPIS LITERATURE 21

SLIKE..... 23

SAŽETAK

Hranidba životinji omogućuje opskrbu potrebnim hranjivim tvarima koje dobiva iz krmiva preko niza biokemijskih i fizioloških procesa koji se odvijaju u organizmu životinje. Zato je nužno istražiti različite aspekte hranidbe domaćih životinja s ciljem maksimalnog iskorištenja potencijala ponuđene hrane. U tu se svrhu provode pokusi probavljivosti na živim životinjama (*in vivo*) koji prate razliku između količine hranjivih tvari unesenih obrokom i količine hranjivih tvari izlučenih izmetom. Primjena aditiva kod pripreme silaže ima mnoge pozitivne učinke poput smanjenja gubitka hranjiva, povećanje hranidbene vrijednosti silaže, poboljšanje kvalitete fermentacije u silosu, može poboljšati animalnu proizvodnju i povećati sadržaj suhe tvari (ST). Cilj ovog rada bio je utvrditi utjecaj primjene aditiva na konzumaciju suhe tvari i *in vivo* probavljivost suhe tvari sjenaže u hranidbi kastriranih ovnova. Rezultati rada pokazali su da je dodatak aditiva utjecao na povećanje ($P < 0,001$) *ad libitum* konzumacije suhe tvari i *in vivo* probavljivosti suhe tvari silaže u odnosu na silažu koja nije bila tretirana aditivima.

KLJUČNE RIJEČI: suha tvar, *ad libitum* konzumacija, *iv vivo* probavljivost, hranidba, aditivi.

SUMMARY

Feeding the animal enables the supply of necessary nutrients derived from the feed through a series of biochemical and physiological processes occurring in the animal organism. Therefore, it is necessary to explore different aspects of nutrition in domestic animals with the aim of maximal utilization of food offered. For this purpose, the digestibility experiments with living animals (*in vivo*) are carried out, which follow the difference between the quantity of nutrients fed and excretes through feces. The application of additives at ensiling might have many positive effects on fermented forage such as reducing nutrient loss, increasing nutritional value of silage, improving the quality of fermentation in a silo and animal production, increaseinge the dry matter (DM) concentration. The aim of this study was to determine the influence of additives supplementation on DM *ad libitum* intake and *in vivo* digestibility in the ration of wether sheep. The results of the work showed that the additive supplementation to increased ($P < 0.001$) *ad libitum* DM intake and *in vivo* digestibility in comparison with the control feeding treatment.

KEYWORDS: dry matter, *ad libitum* intake, *iv vivo* digestibility, nutrition, additives

1. UVOD I PREGLED LITERATURE

Živa su bića međusobno povezana zahvaljujući neprestanom kruženju tvari u prirodi. Biljke pomoću sunčeve energije i klorofila proizvode organsku tvar koju životinje nisu u mogućnosti proizvesti, ali im je ista nužna za podmirenje svakodnevnih potreba. Tako životinja preko iskorištavanja biljke podmiruje svoje potrebne za hranjivim tvarima. Životinje su također svojevrsni pretvarači, one mogu preraditi biljnu hranu, koju čovjek ne može u potpunosti iskoristiti, u kvalitetne proizvode poput mesa, mlijeka, jaja i dr. koji tako postaju dostupni za ljudsku ishranu (Domačinović, 2006).

Da bi preživjela, životinja mora neprestano uzimati hranu koja se sastoji od biljaka, biljnih dijelova i biljnih prerađevina. Životinja iz biljke crpi energiju koju dalje iskorištava za održavanje tjelesnih funkcija (disanje, cirkulacija krvi, aktivnost živčanog sustava), razvoj tjelesnog tkiva i dobivanje mlijeka, mesa, jaja, vune i dr. Hranjive tvari definiramo kao kemijske supstance hrane koje životinja, odnosno njen organizam, koristi za održavanje života, proizvodnju i normalno zdravlje, a metabolizam kao niz kemijskih reakcija, kojima podliježu hranjive tvari hrane u tjelesnim tkivima i organima životinje (Jovanović i sur., 2001).

Životinja može normalno funkcionirati sve dok redovito dobiva hranjive tvari poput vode, kisika, ugljikohidrata, masti, proteina, mineralnih tvari te vitamina koje nije u mogućnosti sintetizirati sama (ili ih ne sintetizira u dovoljnoj količini). One životinji omogućavaju opstanak, rast, razvoj, reprodukciju i dr. Životinja uzima hranu koju zatim probavlja čime se oslobađaju spomenute hranjive tvari koje se tada nalaze u obliku pogodnom za daljnje iskorištavanje (Jovanović i sur., 2001).

1.1. HRANIDBA

Hranidba označava kontinuirani proces pomoću kojeg se životinjski organizam iz krmiva, preko biokemijskih i fizioloških procesa, zadovoljava potrebnim hranjivim tvarima. Pravilna hranidba podrazumijeva poznavanje hranjive vrijednosti krmiva, probavljivost, odnosno stupanj iskorištenja u životinjskom organizmu, te stvarne potrebe životinje za pojedinim hranjivim tvarima definirane kao norme (Domačinović, 2006).

Hranidba se također definira kao primijenjena biološka znanost koja proučava i opisuje međusobno povezane procese kojima životinja crpi, apsorbira i upotrebljava hranjive tvari za rast, obnovu stanice, tkiva, organa i za proizvodnju. Ona proučava utjecaj hrane na životinju, okolinu i kakvoću animalnog proizvoda za ljude. Reagiranje životinje na hranu ovisi o sastavu obroka, tipu probavila i potreba životinja (Grbeša, 2015).

Osnovna teorijska znanja o načinu iskorištavanja krme i o hranidbenoj vrijednosti pojedinih sastojaka suhe tvari krme povezuje opća hranidba tumačeći je s gledišta moderne stočarske proizvodnje. Ona daje ključne informacije potrebne za daljnje razumijevanje potreba životinja te organizaciju pravilne hranidbe prilikom proizvodnje pojedinih vrsta i kategorija domaćih životinja (Pintić i sur., 1996).

Životinjski je organizam gotovo uvijek u neprestanom pokretu (rast, lučenje mlijeka, nesenje jaja, laktacija, bređost i rad) i zato zahtjeva unos određene količine hranjivih tvari na dnevnoj bazi. Kako bi životinjski organizam provodio osnovne procese (resorpciju hranjivih tvari, tonusa mišića, funkcioniranje endokrinog sustava, cirkuliranje krvi i zamjenu dotrajalih tkiva) bez gubitka tjelesne mase ili promijene sastava nužno mu je osigurati dnevnu količinu hranjiva definiranu kao uzdržne potrebe (Domačinović, 2006).

Uzdržne potrebe definiraju se kao potrebe životinje za hranjivim tvarima, koje su neophodne za održavanje osnovnih životnih funkcija, bez ikakvog prirasta ili gubitka tjelesne mase ili nekih proizvodnih funkcija. Uzdržne potrebe životinji moraju omogućuju toplinu potrebnu za održavanje tjelesne temperature, dovoljne količine energije za održavanje životnih procesa u optimalnom stanju, energiju potrebnu za minimalno kretanje te nužne hranjive tvari potrebne za obnovu oštećenih i zamjenu nefunkcionalnih ćelija i tkiva. Postoje vanjski i unutarnji čimbenici koji utječu na uzdržne potrebe. Pod vanjske čimbenike spadaju kretanje, vremenski uvjeti, stres i zdravlje te ih je u nekoj mjeri moguće kontrolirati, dok u unutarnje čimbenike spadaju veličina tijela, temperament životinje, individualne razlike, stupanj proizvodnje i laktacija (Jovanović i sur., 2001).

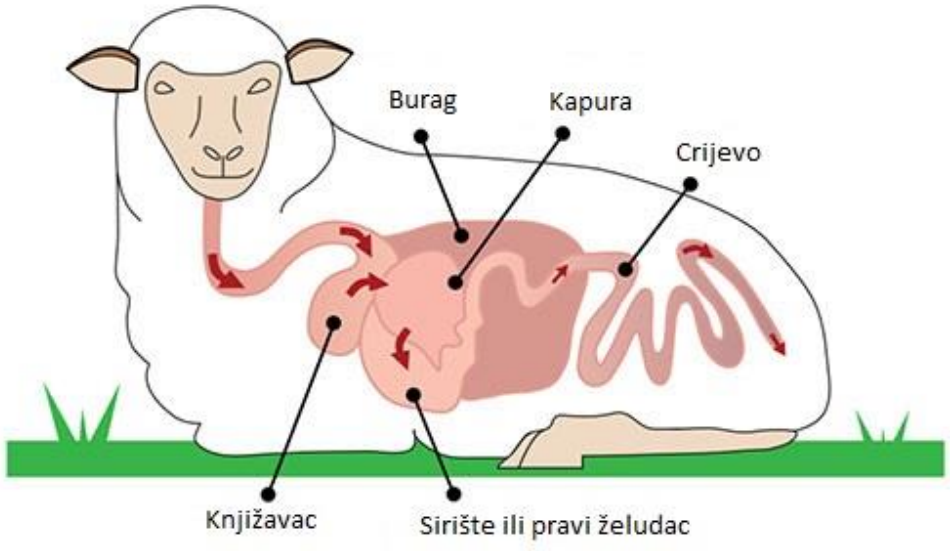
Životinja nikada u potpunosti ne iskoristi puni potencijal konzumirane hrane, jedan dio započinje s procesom probave i usvajanja od strane organizma (hranjive tvari) dok se drugi dio izlučuje iz organizma u obliku fecesa. Hrana koju životinja konzumira treba proći proces probave kako bi se iz iste oslobodile hranjive tvari koje će organizam upotrijebiti za daljnje funkcije (Jovanović i sur., 2001). Svaka nepravilna hranidba nepovoljno utječe na organizam životinje uključujući njen rast, razvoj, reprodukciju, proizvodnost i zdravlje (Grbeša, 2015).

1.2. PROBAVNI SUSTAV I PROBAVA

Jovanović i sur. (2001) navode kako je osnovna uloga probavnih organa da omoguće neophodne uvjete za primanje, probavu i efikasno iskorištenje hranjivih tvari, a zatim odstranjivanje (ekskreciju) neprobavljenih ili potencijalno štetnih sastojaka hrane za organizam životinje. Usporedno time Domačinović (2006) ističe kako je osnovna uloga procesa probave upravo podvrgavanje kompleksnih molekula hranjivih tvari hrane kataboličkim procesima razgradnje do najjednostavnijih oblika, pogodnih organizmu životinje za uzdržne potrebe, rast i proizvodnju.

Domaće životinje prema građi probavnog sustava dijelimo na svejede koji imaju jednostavni želudac, biljojede koji imaju jednostavni želudac s funkcionalnim slijepim crijevom, preživače koji imaju složeni želudac i ptice koje imaju dvostruki želudac. Probavni se sustav sastoji od usta, ždrijela, jednjaka, predželuca, želuca, tankog i debelog crijeva, rektuma, te gušterače (*pancreas*) i jetre (*hepar*). Unutar tog sustava se povezano i istovremeno odvijaju mehanički i fizički procesi razgradnje, digestivna selekcija, kemijski procesi razgradnje te resorpcija hranjivih tvari, pri čemu jedan proces uvjetuje radu drugoga. Preživači bez problema probavljaju krepku hranu dok onu voluminoznu preživaju, ponovno je vračajući u usta radi bolje mehaničke i kemijske razgradnje (Domačinović, 2006).

Ovca je preživač i ima složeni želudac (*vertriculus compozitus*) izgrađen iz buraga (*rumen*), kapure (*reticulum*), knjižavaca (*omasum*) i sirišta ili pravog želuca (*abomasum*). Takva građa omogućuje veliku zapremninu želuca te veći sadržaj mikroorganizama u buragu. Mikroorganizmi buraga omogućuju preradu sirovih vlakana, razgrađuju celulozu u organske kiseline te sintetiziraju hranjive tvari potrebne životinji. Kiselost, odnosno pH buraga varira od 5,5 do 7,0, a temperatura od 39 do 40 °C što predstavlja idealne uvjete za razvoj mikroorganizama od kojih su najvažniji bakterije i protozoe (Jovanović i sur., 2001).



Slika 1: Probavni sustav ovce (https://www.learnaboutwool.com/lesson-plans/ruminant-digestion/)

Bakterije koje naseljavaju unutrašnjost buraga dijelimo na celulitičke bakterije (razgrađuju celulozu), bakterije koje razgrađuju hemicelulozu, amilolitičke bakterije (razgrađuju škrob), bakterije koje koriste šećere, bakterije koje koriste kiseline, proteolitičke bakterije, organizme koji proizvode amonijak, bakterije koje proizvode metan, lipolitičke bakterije te organizmi koji sintetiziraju vitamine (Hungate, 1966).

Ovan proizvede oko 10 litara sline dnevno koja ima mnogobrojne funkcije u organizmu. Ona je izvor dušika, fosfora i natrija koje će mikroorganizmi buraga iskoristiti za daljnje procese. Zbog svog izrazito pufernog karaktera održava idealan pH buraga, pomaže pri žvakanju hrane, povećava enzimatsku aktivnost, sprječava stvaranje plinova i vlaži unutrašnjost usta (Jovanović i sur., 2001).

Jovanović i sur. (2001) opisuju probavu kao niz uzastopnih procesa kojima se proteini, masti i ugljikohidrati razgrađuju na jedinice dovoljno male veličine, koje se mogu apsorbirati kroz crijevnu membranu u organizam životinje.

1.3. PROBAVLJIVOST

Probavljivost označava stupanj iskorištenja hrane tijekom prolaska kroz probavni sustav (Domačinović, 2006), probavljivost određene hranjive tvari predstavlja onaj njezin dio koji se apsorbira u crijevima (Jovanović i sur., 2001).

Probavljivost se izražava u postocima (%) i varira ovisno o vrsti životinje, sastavu, količini i pripremi hrane, životnoj dobi životinje, individualnosti i dr. Može se ispitivati na razini cijelih obroka, krmiva ili pojedinih hranjivih tvari. Koeficijent probavljivosti označava količinu razgrađene i resorbirane hrane od ukupno primljene hrane u obroku. Kako bi izračunali koeficijent probavljivosti potrebno je provesti *pokus probavljivosti* na živim životinjama (*in vivo*). Svrha pokusa je pratiti razliku između količine hranjivih tvari unesenih obrokom i količine hranjivih tvari iznesenih u obliku izmeta. (Domačinović, 2006).

1.4. POKUS PROBAVLJIVOSTI

Pokus probavljivosti najčešće se provodi upotrebom metaboličkih kaveza koji omogućavaju odvajanje fecesa od mokraće i precizno praćenje unosa i iznosa hranjivih tvari životinje. Za pokus se preporučuje koristiti muške životinje i kavez odgovarajuće veličine čiji pod treba biti od rešetka ili mreža što omogućuje olakšani prolaz i sakupljanje mokraće. Iza zadnjeg dijela, kavez također mora sadržavati kontejner u koji pada izlučeni feces. Prehrana životinje se tada sastoji od unaprijed određenih količina hranjiva (Jovanović i sur., 2001).

Za dobivanje što boljih rezultata poželjno je koristiti zdrave životinje dobre kondicije, uz uvjet da pokus provode isključivo stručno osposobljene osobe. Najmanje tri pokusne životinje smještaju se u kaveze i započinju s pripremnim razdobljem u trajanju od 14 – 20 dana gdje se životinje privikavaju na ispitivanu hranu i čiste probavne organe. Zatim slijedi razdoblje ispitivanja koje otprilike traje 10 dana, a nakon prikupljenih podataka o količini hrane i izlučenog izmeta se izračunava prividna i stvarna probavljivost (Domačinović, 2006).

Hranjive tvari koje je životinja apsorbirala konzumirajući hranu, odnosno hranjive tvari koje nisu izlučene preko fecesa i urina iz organizma životinje definiraju se kao prividna probavljivost. Stvarna probavljivost uzima u obzir metan koji životinja proizvodi fermentirajući ugljikohidrate, a gubi eruktacijom, nadalje uzima u obzir ostatke hrane, enzime koji se nalaze u fecesu i ostale neprobavljive tvari koje nisu usvojene od strane životinje (McDonald i sur., 1995). Dakle stvarna probavljivost bilježi apsorbiranu količinu hranjivih tvari i količinu suhe

tvari izmeta metaboličkog podrijetla (Domačinović, 2006). Bez obzira na vrstu voluminozne krme, konzumacija suhe tvari bit će proporcionalna količini metaboličkog materijala izlučenog fecesom (Minson, 1990.).



Slika 2: Metabolički kavezi (https://www.researchgate.net/figure/Animals-Sheep-Goat-during-U metabolic-trial-in-different-metabolic-cages_fig4_307539536)

Pod pokuse probavljivosti ili *in vivo* metode spadaju direktna metoda, diferencijalna metoda ili metoda razlike, regresijska metoda i indirektna metoda ili metoda indikatora.

Direktna se metoda koristi za procjenu probavljivosti i praćenje konzumacije suhe tvari te započinje nakon što se životinja priviknula na ispitivanu hranu. Razlika između količine suhe tvari ponuđene životinji i količine suhe tvari izlučene iz životinjskog organizma, predstavlja količinu suhe tvari probavljenu od strane životinjskog organizma (Givens i sur., 2000).

Kod diferencijalne metode ili metode razlike prilikom sastavljanja obroka ispitivanom se krmivu dodaje krmivo poznate probavljivosti pod uvjetom da ne dolazi do interakcije krmiva (McDonald i sur., 1995). Nužno je da ispitivano krmivo prevladava u obroku životinje. Zabilježeni podaci o konzumaciji suhe tvari i količini suhe tvari izlučene putem fecesa koriste

se za izračunavanje probavljivosti suhe tvari te probavljive organske tvari u suhoj tvari (Vranić, 2005).

Regresijska je metoda slična diferencijalnoj metodi, ovdje se krmivo ispituje s različitim dodacima (Scheider i Flatt, 1975). Obroci se sastavljaju na temelju različitih omjera između ispitivanog krmiva i odabranog dodatka te se utvrđivanjem probavljivosti suhe tvari svakog obroka posebno dobiva probavljivost ispitivanog krmiva bez dodataka (Givens i sur., 2000). Indirektna metoda ili metoda indikatora koristi se kada nema mogućnosti za preciznim praćenjem konzumacije hranjivih tvari i izlučivanja hranjivih tvari putem fecesa. Tada se probavljivost izračunava upotrebom markera poznate probavljivosti. Uvjet za uspješno odvijanje pokusa je da markeri ostaju nerazgrađeni tijekom procesa probave te se u potpunosti izluče u obliku fecesa iz organizma (Omed, 1986). Ova metoda zahtjeva prikupljanje samo reprezentativnih uzoraka fecesa, a probavljivost se izračunava utvrđivanjem koncentracija markera u hrani i u izlučenom fecesu (Givens i sur., 2000).

1.5. SILIRANJE

Siliranje je jedan od način konzerviranja zelene voluminozne krme, u tom se procesu sinkroniziranom aktivnošću enzima krmiva i aerobno-anaerobnih mikroorganizama postiže kemijska promjena materijala, koja baktericidnim djelovanjem izravno utječe na stabilnost konzervirane krme (Domačinović, 2006). Konzerviranjem biljaka i njihovih nusproizvoda vlažnim putem, postiže se fermentacija u siliranoj masi s pomoću mikroorganizama bez prisutnosti zraka. Fermentacije koje nastaju u procesu siliranja posljedica su intenzivne enzimatske aktivnosti, koja traje od trenutka kosidbe do stabiliziranja silirane mase u silosu ili plastičnoj bali (Katalinić i sur., 2000).

Bakterije mliječno-kiselinskog vrenja u siliranoj masi razgrađuju ugljikohidrate do organskih kiselina od kojih je najvažnija mliječna kiselina. Te bakterije za izvođenje svojih funkcija zahtijevaju neke određene uvjete poput zadovoljenog šećernog minimuma, anaerobnih uvjeta, pH vrijednosti od 3,5 do 4,2, optimalne temperature i vlažnosti (Domačinović, 2006).

1.5.1. FERMENTACIJA SILIRANE MASE

Prva se faza fermentacije naziva aerobnom ili respiracijskom fazom zbog prisutnosti kisika, ona traje od košnje pa sve do zatvaranja silosa, odnosno dok se ne potroši sav prisutni kisik, a pH iznosi 5,5. Pod utjecajem enzima u ovoj se fazi odvija hidroliza proteina na peptide i slobodne aminokiseline te razgradnja ugljikohidrata do jednostavnih šećera. Također se povećava broj bakterija mliječno-kiselinskog vrenja i octenih bakterija.

Zakiseljavanje silaže te odsustvo kisika označavaju početak druge ili aktivne faze fermentacije. Zahvaljujući stvorenim anaerobnim uvjetima anaerobni mikroorganizmi započinju pretvorbu šećera primarno u octenu kiselinu, a zatim nešto u mliječnu kiselinu, alkohol i ugljični dioksid. U ovoj fazi koja traje 24 – 72 sata započinje dominacija octenih bakterija i bakterija mliječno-kiselinskog vrenja (Katalinić i sur., 2000). Uspješnost proizvodnje mliječne kiseline u dovoljnim količinama u ranim fazama fermentacije predstavlja ključni faktor za proizvodnju kvalitetne silaže (Weinberg i sur., 1988).

Snižavanjem pH vrijednosti silaže na 5 usporava se aktivnost octenih bakterija, a povećava se aktivnost bakterija mliječno-kiselinskog vrenja koje stvaraju jaku mliječnu kiselinu. Navedeno označava početak treće ili drugi dio aktivne faze koja traje sve do prestanka rasta i početka neaktivnosti svih bakterija što se postiže daljnjim snižavanjem pH vrijednosti.

Nakon što se pH vrijednost snizila, a sav šećer potrošio, započinje četvrta ili stabilna faza u kojoj dominira mliječno-kiselinsko vrenje. Ovo je najdulja faza u kojoj svi mikroorganizmi prestaju sa svojom aktivnošću što uzrokuje smanjenje pH vrijednosti na 4,5 ili niže, ovisno o pufernom kapacitetu. Ovako dobivena silaža može se dugotrajno čuvati pod uvjetom da su silosi u kojima je skladištena pravilno zatvoreni.

Otvaranjem silosa i prodorom kisika u siliranu masu započinje peta faza fermentacije ili izuzimanje. Kisik potiče razvoj aerobnih kvasaca i plijesni koji provode sekundarnu ili naknadnu fermentaciju. Ova je fermentacija nepoželjna jer povećava temperaturu silaže i naknadni gubitak suhe tvari, zato izuzimanje silaže iz silosa mora biti obavljeno u što kraćem vremenu (Katalinić i sur., 2000).

1.5.2. HRANIDBENA VRIJEDNOST SILAŽE

S obzirom na kemijske, biološke i hranidbene karakteristike silaže, koje podrazumijevaju sadržaj suhe tvari, organske tvari, sirovih proteina, kiselih detergent vlakana, neutralnih detergent vlakana, metaboličke energije, pH vrijednosti, koncentraciju mliječne i hlapive masne kiseline, sadržaj amonijskog dušika te konzumaciju hrane *ad libitum* i *in vivo* probavljivost utvrđuje se njena kvaliteta (Vranić, 2005).

Kvaliteta silaže ovisi i o koncentraciji hranjiva po jedinici suhe tvari i količini krme koju životinja može konzumirati odnosno o njenoj hranidbenoj vrijednosti (Gordon i Murdoch, 1978).

1.6. SJENAŽA

Sjenaža je definirana kao specifična vrsta silaže koja se dobiva siliranjem svježe zelenih provenutih trava, djetelinsko-travnih smjesa ili leguminoza, pri vlažnosti od 40 – 60%. Provenjavanjem pokošene zelene mase do vlažnosti od 50 do 65 % povećava se koncentracija organskih kiselina i pH vrijednost jer ne dolazi do procesa fermentacije, a preostala voda nije dostupna aerobnim mikroorganizmima. U idealnim uvjetima provenjavanja traje od 6 do 8 sati, nakon čega je potrebno biljnu masu isjeckati na dužinu od 5 do 8 cm te transportirati do silosa. U silosu je potrebno postići anaerobne uvjete kako ne bi došlo do razvoja plijesni, oni se postižu dodatnim zbijanjem i pokrivanjem konzervirane mase u silosu. U slučaju nepovoljnih vremenskih uvjeta preporučuje se primjena aditiva kako bi se spriječio gubitak hranjivih tvari nastalih oksidacijom (Domačinović, 2006).

Tablica 1: Uloga bakterija koje se pojavljuju u sjenaži (izvor: Katalinić i sur., 2000., str 8.)

Mikroorganizmi	Razgradnja
Bakterije mliječne kiseline	šećer u mliječnu kiselinu
Klostridijalne bakterije	šećer u octenu kiselinu i alkohol, produkte truljenja
Bakterije maslačne kiseline	šećer u mliječnu i maslačnu kiselinu
Bakterije truljenja	Proteine u produkte truljenja
Plijesni	organsku tvar u ugljičnu kiselinu, vodu i toplinu
Kvasci	šećer i organske kiseline u alkohol i ugljičnu kiselinu

1.7. ADITIVI

U cilju poboljšanja kvalitete fermentacije u silosu, smanjenja gubitka hranjiva, sprječavanja rasta nepoželjnih mikroorganizama, sprječavanja aerobnog kvarenja silaže te dodatka hranjiva u obliku dušičnih spojeva ili minerala prilikom siliranja se dodaju razni aditivi (McDonald, 1981).

Aditivi su dodaci koji se koriste kod problema pri procesu siliranje, oni mogu smanjiti gubitke, poboljšati fermentaciju te povećati hranidbenu vrijednost silaže (Kaiser i sur., 2003). Oni se dodaju ako je silaža previše vlažna (> 80 %), sadrži malo šećera (< 3.0 %) i/ili ima visoki puferni kapacitet (Katalinić i sur., 2000). Uz primjenu aditiva otvara se mogućnost za poboljšanjem animalne proizvodnje, povišenim sadržajem suhe tvari, smanjenim gubitkom hranjivih tvari te se omogućuje poboljšanje aerobne stabilnost (Kung., 2001).

Aditivi također pozitivno djeluju na konzumaciju travne silaže (Agnew i Carson, 2000.), fermentaciju u buragu (Jacobs, 1989.; Van Vuuren i sur., 1989.), razgradnju organske tvari u buragu (Jacobs i McAllan, 1992.) te koeficijent probavljivosti organske tvari (Jacobs i McAllan, 1991.; Mayne i Steen, 1990.).

Prema načinu djelovanja aditive dijelimo na stimulatore fermentacije (potiču fermentaciju), inhibitore fermentacije (inhibiraju rast mikroorganizama), inhibitore aerobnog kvarenja (poboljšavaju aerobnu stabilnost), nutrijente (poboljšavaju nutritivnu vrijednost) te inhibitore efluenata (upijaju vlagu i podižu sadržaj suhe tvari) (Kaiser i sur., 2003). Aditive koji se dodaju prilikom hranidbe nadalje možemo podijeliti na kiseline, kombinacije kiselina i formalina, soli, šećere, inokulante, enzime, apsorbente i poboljšavače palatabilnosti (Chamberlain i Wilkinson, 1996).

Postoje aditivi koji ubrzavaju fermentaciju i oni koji snižavaju pH vrijednost sjenaže i dobro djeluju na stabilnost skladištenja. Najčešći aditivi su melasa, kuhinjska sol, kiseline, bakterijski inokulanti i enzimi.

Preradom šećerne repe kao nusprodukt nastaje melasa koja sadrži oko 50 % šećera. Njenim dodavanjem povećava se kiselost sredine zbog ubrzane razgradnje šećera u mliječnu kiselinu koju provode mikroorganizmi.

Dodavanjem kuhinjske soli smanjuje se sadržaj vlage u biljnim stanicama prilikom povećanja osmotskog pritiska.

Kiseline koje mogu biti organske ili anorganske imaju dvojaku ulogu. One dodatno zakiseljavaju sjenažu i tako stvaraju povoljne uvjete za aktivnost mliječno-kiselinskih bakterija te sprječavaju aktivnost i rast klostridija. Najčešće se koriste mravlja (88 %), sumporna (45 %) i fosforna kiselina (50 %) u praškastom obliku.

Inokulanti se koriste zbog brze prerade šećera u mliječnu kiselinu. Preradu provode mikroorganizmi mliječno-kiselinskog vrenja koji se u inokulantima nalaze u visokim koncentracijama u privremeno umrtvljenom stanju. Obično se istovremeno dodaju enzimi koji imaju ulogu razgradnje vlakana do šećera (Katalinić i sur., 2000).

2. HIPOTEZA I CILJ ISTRAŽIVANJA

Hipoteza istraživanja je da primjena aditiva povećava *ad libitum* konzumaciju i *in vivo* probavljivost suhe tvari sjenaže u hranidbi kastriranih ovnova.

Za potrebe ovog diplomskog rada provedeno je istraživanje kojemu je cilj utvrditi utjecaj primjene aditiva na konzumaciju suhe tvari i *in vivo* probavljivost suhe tvari sjenaže u hranidbi kastriranih ovnova.

3. MATERIJALI I METODE

3.1. LOKACIJA ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je provedeno na pokusnim površinama Centra za travnjaštvo smještenog na 638 m nadmorske visine unutar Parka prirode Medvednica tijekom ožujka i travnja 2008. godine. Pokušalište Centra za travnjaštvo sastavni je dio Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta, Zavoda za specijalnu proizvodnju bilja, a namijenjen je za potrebe znanstvenog, nastavnog i stručnog rada u travnjaštvu te govedarstvu i ovčarstvu.

Podaci iz pokusa ustupljeni su za izradu ovog diplomskog rada. Za hranidbene tretmane koristila se travna silaža čiji je sastavni dio činio Talijanski ljulj cv. Mir. Silaža je proizvedena tijekom proljeća 2007. godine unutar pokušališta Maksimir Agronomskog fakulteta te je uzeta u prvom roku košnje.

Tablica 2: Shema pokusa

Period / Životinja	**1**	**2**	**3**	**4**
Period 1	B	A	B	A
Period 2	A	B	A	B

A – travna silaža s dodatkom aditiva
B – travna silaža bez dodatka aditiva

3.2. SILAŽA

Za potrebe pokusa koristio se prvi otkos travne silaža iz Maksimira. Travna masa košena je u fenološkoj fazi početka cvatnje biljaka tijekom 2007 godine. Pokošena biljna masa provenuta je na tlu do sadržaja ST oko 50 - 60 %, te prešana u valjkaste bale promjera 125 cm prešom "John Deere" tip 575. Aditiv Sill All koji se sastoji od četiri vrste bakterija (*Enterococcus faecium, Lactobacillus plantarum, Pediococcus acidilactici, Lactobacillus salivarius*) i četiri vrste enzima (celulaza, hemicelulaza, pektinaza i amilaza) razrijeđen je u vodi (10 g aditiva razrijeđeno je u 2 litre vode) i ravnomjerno raspršivan po krmi prilikom baliranja u količini od 2 L / t biljne mase (tretman A). Tretman B predstavljao je sjenažu

talijanskog ljulja bez primjene aditiva. Bale su omatane mrežom širine 1,2 m a zatim s četiri sloja plastične folije 50 cm širine i 0,025 mm debljine, te ostavljene fermentirati u natkrivenu prostoru Centra za travnjaštvo na Sljemenu. Za potrebe provedbe istraživanja odvojene su bale prosječne mase 600 kg.

3.3. HRANIDBENI TRETMANI

Pokus je bio postavljen kao change over desing s dva hranidbena tretmana, travna silaža I. roka košnje s dodatkom aditiva (A) i travna silaža I. roka košnje bez aditiva (B). Travna silaža sjeckana je prije hranidbe na dužinu 3-5 cm.

3.4. POKUSNE ŽIVOTINJE

U pokusu su korištena četiri kastrirana ovna charolais pasmine ujednačene dobi (oko 18 mjeseci) i tjelesne mase oko 47 kg (35 kg - 54 kg). Životinje su prije početka pokusa tretirane protiv internih i eksternih parazita. Temperatura pokusnog prostora održavana je na 15 °C, osigurano je svjetlo u razdoblju od 08:00 - 20:00 sati kao i stalna ventilacija.

Nakon deset dana adaptacije na hranu uslijedilo je praćenje konzumacije hrane po volji u trajanju od četiri dana, a nakon toga praćenje probavljivosti u trajanju od sedam dana.

Tijekom razdoblja adaptacije na ispitivanu hranu životinje su bile smještene u individualnim boksovima (1,5 x 2,2 m), a u individualnim kavezima (136 cm x 53 cm x 148,5 cm) tijekom razdoblja mjerenja konzumacije hrane *ad libitum* i *in vivo* probavljivosti. Hrana im je ponuđena dvaput dnevno (09:00 i 15:00 h) u jednakim količinama prilagođenima da se svaki dan osigura 10 - 15% ostataka hrane od ponuđene količine. Tijekom razdoblja mjerenja *ad libitum* konzumacije i *in vivo* probavljivosti, dnevno je utvrđivana količina ponuđene hrane i ostataka hrane te količina izlučenog fecesa i urina. Uzorci ponuđene hrane, ostataka hrane, fecesa i urina skladišteni su na temperaturi od 4 °C do kraja svakog od četiriju razdoblja pokusa, kada su uskladišteni na temperaturi od -20 °C do provođenja kemijskih analiza.

Dimenzije kaveza su omogućavale životinjama samo minimalno kretanje naprijed - nazad i ležanje. Ispod rešetkastog dijela poda se nalazila ukošena metalna ploha od nehrđajućeg čelika za odvod izlučenog urina do plastičnih posuda 18 x 20 x 15 cm smještenih na kraju metalne

plohe. Feces je sakupljan u plastične vreće pričvršćene na životinje za vrijeme boravka u individualnim kavezima koje su pražnjene dva puta dnevno.

Tjelesna masa životinja utvrđivana je vaganjem na početku i na kraju svakog hranidbenog perioda. Životinje su vagane elektronskom vagom (TRU-TEST Ltd, Model 703B).

3.5. KEMIJSKE ANALIZE

Udio suhe tvari (ST) (g/kg svježeg uzorka) utvrđivan je sušenjem uzoraka u sušioniku s ventilatorom (ELE International) na temperaturi od 60 °C do konstantne mase uzoraka. Ovako osušeni uzorci samljeveni su na veličinu čestica od 1 mm korištenjem mlina čekićara (Christy, Model 11) i dalje korišteni za provođenje kemijskih analiza. Laboratorijska suha tvar utvrđivana je sušenjem 5 grama uzorka na temperaturi od 105 °C kroz četiri sata (ISO 6496).

Udio organske tvari (OT) (g/kg ST) utvrđivan je spaljivanjem cca 5 grama uzorka u peći za spaljivanje tvrtke Nabertherm na temperaturi od 550 °C tijekom 3 sata (ISO 5984).

Udio sirovih proteina (SP) u uzorku dobiven je množenjem sadržaja dušika s faktorom 6,25. Sadržaj dušika utvrđivan je metodom po Kjeldahlu (ISO 5983). Vrijednost pH određivana je u ekstraktu dobivenom od oko 10 grama svježe silaže i 100 mL destilirane vode korištenjem pH-metra 315i tvrtke WTW.

Udio kiselih detergent vlakana (ADF) i neutralnih detergent vlakana (NDF) utvrđivan je prema metodi Van Soesta i sur. (1991.), kuhanjem uzoraka u neutralnom i kiselom detergentu.

U tablici 3 prikazan je prosječan kemijski sastav travne silaže bez dodatka aditiva i travne silaže s dodatkom aditiva.

Tablica 3: Kemijski sastav travne silaže

Kemijski parametri	Travna silaža		Sig.
	Bez Aditiva	Dodatak aditiva	
ST (%)	56,64	59,22	P < 0,001***
OT (g/kg ST)	920	920	NS
SP (g/kg ST)	115	120	P < 0,001***
NDF (g/kg ST)	650	645	P < 0,001***
ADF (g/kg ST)	325	320	P < 0,001***

Iz tablice je vidljivo da je dodatak aditiva značajno utjecao na povećanje sadržaja ST, SP, NDF i ADF ($P < 0,001$). Također je vidljivo da primjena aditiva nije uzrokovala promjenu udjela OT koja je ostala nepromijenjena bez obzira na tretman.

3.6. STATISTIČKE ANALIZE

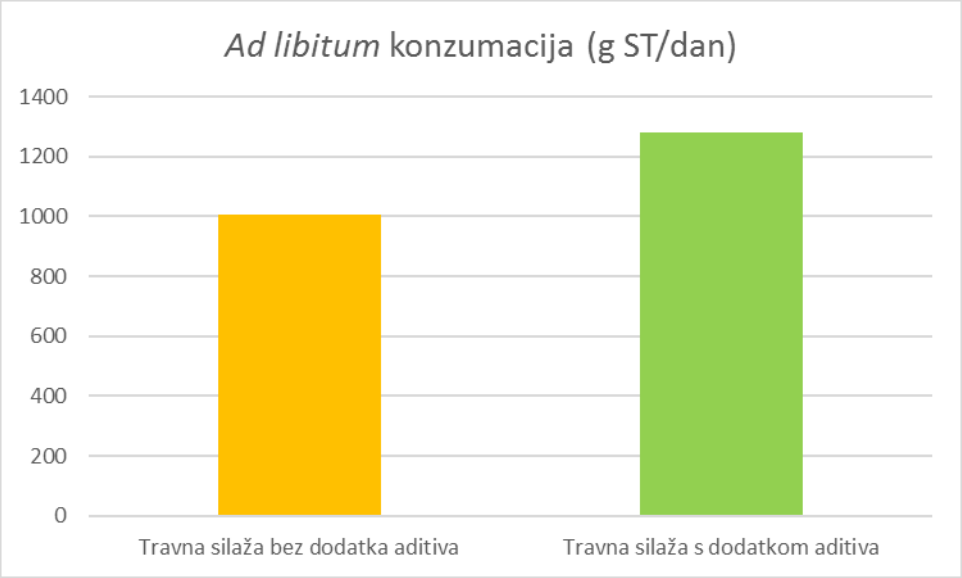
Dobiveni podaci obrađeni su u statističkom programu SAS (SAS Institut, 1999.) korištenjem GLM i MIXED procedure.

4. REZULTATI I RASPRAVA ISTRAŽIVANJA

4.1. *AD LIBITUM* KONZUMACIJA SUHE TVARI

Grafikon 1. prikazuje *ad libitum* konzumaciju ST ispitivanih silaža. Travna silaža s dodatkom aditiva imala je statistički značajno veću *ad libitum* konzumaciju u odnosu na silažu bez dodatka aditiva ($P < 0.001$). Konzumacija netretirane silaže iznosila je 1005,32 g ST po danu, a tretirane 1280,55 g ST po danu. Iz istoga možemo utvrditi da je dodatak aditiva travnoj silaži doveo do povećanja *ad libitum* konzumacije za 275,23 g ST po danu.

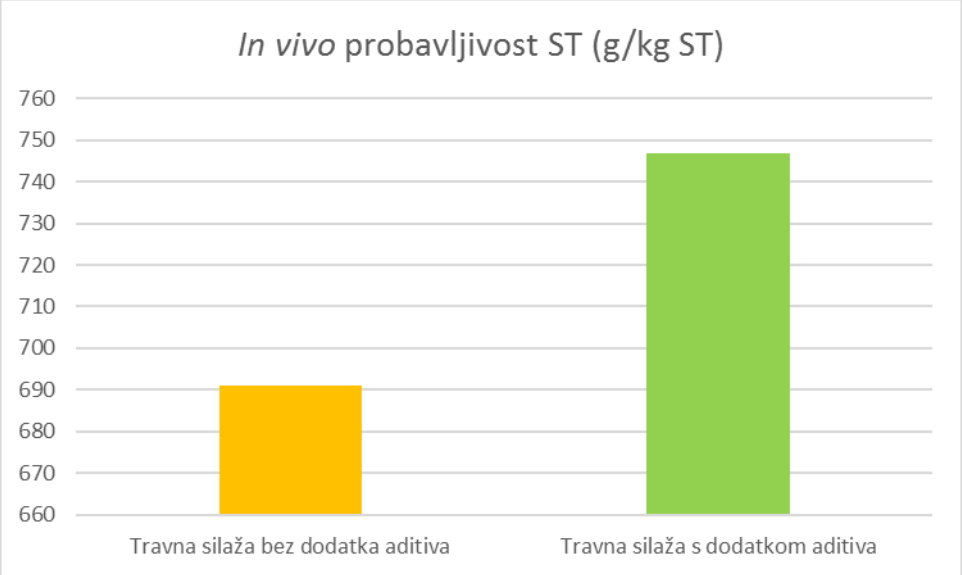
Grafikon 1: *Ad libitum* konzumacija ST



4.2. *IN VIVO* PROBAVLJIVOST SUHE TVARI

Grafikon 2. prikazuje *in vivo* probavljivost ST travnih silaža s i bez dodatka aditiva. Tretirana travna silaža ukazala je na statistički značajno povećanje *in vivo* probavljivosti ST u odnosu na netretiranu travnu silažu ($P < 0,001$). Bez dodatka aditiva in vivo probavljivost ST travne silaže iznosila je 691,15 g/kg ST, dodatkom aditiva in vivo probavljivost ST se povećala i na kraju je iznosila 746,93 g/kg ST. Dodatak aditiva u ovom je slučaju poboljšao in vivo probavljivost ST za 55,78 g/kg ST.

Grafikon 2: *In vivo* probavljivost ST



4.3. RASPRAVA

Ovo je istraživanje rezultiralo pozitivnim učinkom aditiva na *ad libitum* konzumaciju i *in vivo* probavljivost ST sjenaže kod hranidbe kastriranih ovnova. Slično istraživanje proveli su Vranić i sur. (2009) koji su promatrali utjecaj dodatka aditiva siliranoj crvenoj djetelini. Njihovi su rezultati pokazali da je dodatak aditiva imao negativan učinak na *ad libitum* konzumaciju ST, odnosno da je primjena aditiva utjecala na statistički značajno manju konzumaciju ST ($P < 0,01$). *In vivo* probavljivost ST nije se značajno razlikovala između tretiranih silaža ($P > 0,05$), ali je ipak silaža s dodatkom aditiva rezultirala manjim povećanjem probavljivosti ST. Još jedno istraživanje proveli su Knežević i sur. (2009) koji su utvrđivali utjecaj dodatka aditiva sjenaži lucerne. Njihovo istraživanje nije utvrdilo statistički značajne razlike između sjenaže lucerne tretirane aditivom i one netretirane ($P > 0,05$).

5. ZAKLJUČAK

Rezultati pokusa pokazali su da je dodatak aditiva pri siliranju sjenaže rezultirao značajno većom *ad libitum* konzumacijom suhe tvari obroka i većom *in vivo* probavljivosti suhe tvari obroka u hranidbi kastriranih ovnova ($P < 0,001$).

Iz istoga možemo zaključiti da je pokus bio uspješan, odnosno da je dodatak aditiva rezultirao uspješnim povećanjem *ad libitum* konzumacije i *in vivo* probavljivosti suhe tvari sjenaže s većinskim udjelom talijanskog ljulja kod hranidbe kastriranih ovnova.

6. POPIS LITERATURE

1. Agnew R.E., Carson M.T. (2000). The effect of a silage additive and level of concentrate supplementation on silage intake, animal performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. Grass and Forage Science, 55, 114-124
2. Chamberlain A.T., Wilkinson J.M. (1996). Feeding the Dairy Cow, Chalcombe Publications, PainShall, Ln2 3LT, UK
3. Domačinović M. (2006). Hranidba domaćih životinja, POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU, Osijek
4. Givens, D.I., Owen, E., Axford, R.F.E., Omed, H.M. (2000) Forage Evaluation in Ruminant Nutrition, CABI Publising
5. Gordon F.J., Murdoch J.C. (1978). An evaluation of a high-quality grass silage for milk production, Journal od the British Grassland Society, Volume 33, 5-11
6. Grbeša D. (2015). ANIMALNE ZNANOSTI, HRANIDBA ŽIVOTINJA, Kompendij, internet publikacija, http://documents.tips/documents/02-ag1035kompendijum.html, pristupljeno 20.06.2018.
7. Hungate, R.E. (1966). The Rumen and its Microbes, Academic Press, New York, Department of Bacteriology and Agricultural Experiment Station, University of California, Davis, CA
8. Jacobs J.L. (1989). Enzyme additives for grass silage. PhD Thesis, University of Reading
9. Jacobs J.L., McAllan A.B. (1991). Enzymes as silage additives.1. Silage quality, digestion, digestibility and performance in growing cattle. Grass and Forage Science, 46, 63-73
10. Jacobs J.L., McAllan A.B. (1992). Protein supplementation of formic acid and enzyme-treated silages. 1. Digestibilities, organic matter and fibre digestion. Grass and Forage Science, 47, 103-113
11. Jovanović R., Dujić D., Glamočić D. (2001) Ishrana domaćih životinja, Drugo izmenjeno i dopunjeno izdanje, „STYLOS - IZDAVAŠTVO“ Novi Sad, Novi Sad
12. Katalinić I., Pejaković D., Brčić J. (2000) SPREMANJE SJENAŽE, Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu, PrimuS d.o.o., Zagreb
13. Kaiser A. G., Piltz J.W., Burns H. M., Griffiths N. W. (2003). Successful Silage. Dairy Australia and New South Wales Department of Primary Industries, Orange.

14. Knežević M., Vranić M., Bošnjak K., Leto J., Perčulija G., Kutnjak H. i Matić I. (2009) Utjecaj dodatka aditiva na *ad libitum* konzumaciju, *in vivo* probavljivost i balans dušika sjenaže lucerne, Mljekarstvo 59 (3), 239-245
15. Kung, L. (2001). Silage fermentation and additives. Science and Tehcnology in the Feed Industry, 17: 145-159.
16. Mayne C.S., Steen R.W.J. (1990). Recent research on silage additives for milk and beef production. Annual Report No. 63, 31-42. Agricultural Research Institute, Northern Ireland (1989/90)
17. McDonald P. (1981). The biochemistry of silage. John Wiley & Sons, New York
18. McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D. and Morgan, C.A. (1995), Animal nutrition, 5th edn. Longman Scientific and Technical, Harlow, UK, pp. 221-237.
19. Minson, D.J. (1990) Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, San Diego, USA, 483 pp.
20. Nadeau, E.M.G., Buxton, D.R., Russell, J.R., Allison, M.J., Young, J.W. (2000): Enzyme, bacterial inoculant and formic acid effects on silage composition of orchardgrass and alfalfa. Journal of Dairy Science 83, 1487-1502.
21. Omed, H.M. (1986) Studies of the relationships between pasture type and quality and the feed intake of grazing sheep. PhD Thesis, University College of North Wales, Bangor, UK, 271 pp.
22. Pintić V., Marenčić D., Pintić Pukec N. (1996). Hranidba domaćih životinja, Opća hranidba, Krmiva, Krmne smjese, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci
23. Schneider, B.H. and Flatt W.P. (1975) The Evaluation of Feeds Through Digestibility Experiments. University of Georgia Press, Athens, USA, 423.pp.
24. Van Soest, P.J.; Robertson, J.B.; Lewis, B.A. (1991): Method for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74, 3583-3597.
25. Van Vuuren A.M., Bergsma K.M., Krol-Lramer F., Van Beers J.A.C. (1989). Effects of addition of cell wall degrading enzymes on the chemical composition and the in sacco degradation of grass silages. Grass and Forage Science, 44, 223-230
26. Vranić M. (2005). Probavljivost (in vivo) travnih silaža različitog stadija zrelosti prilikom košnje u interakciji s kukuruznom silažom, Disertacija, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb

27. Vranić M., Knežević M., Bošnjak K., Perčulija G., Leto J., Kutnjak H. i Matić I. (2009) Utjecaj dodatka aditiva na *ad libitum* konzumaciju, *in vivo* probavljivost i balans dušika silirane crvene djeteline, Mljekarstvo 59 (2), 133-140
28. Weinberg, Z. G., G. Ashbell and G. Azrieli. 1988. The effect of applying lactic acid bacteria at ensilage on the chemical and microbiological composition of vetch, wheat and alfalfa silages. J. Appl. Bacteriol. 64:1-7.

SLIKE

- Slika 1: Probavni sustav ovce -https://www.learnaboutwool.com/lesson-plans/ruminant-digestion/ pristupljeno 24.06.2018.
- Slika 2: Metabolički kavezi - https://www.researchgate.net/figure/Animals-Sheep-Goat-during-metabolic-trial-in-different-metabolic-cages_fig4_307539536 pristupljeno 29.07.2018.