Utjecaj hranidbe na kvalitetu mlijeka holstein-frizijskih krava

Zubčić, Zvonimir

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:178:173599

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Veterinary Medicine - Repository of PHD, master's thesis

zir.nsk.hr

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
VETERINARSKI FAKULTET

ZVONIMIR ZUBČIĆ

UTJECAJ HRANIDBE NA KVALITETU MLIJEKA HOLSTEIN-FRIZIJSKIH KRAVA

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2018.

Zavod za prehranu i dijetetiku životinja
Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Predstojnik: Doc. dr. sc. Hrvoje Valpotić

Mentori: Doc. dr. sc. Hrvoje Valpotić
Izv. prof. dr. sc. Silvijo Vince

Članovi povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. Dr. sc. Diana Brozić
2. Izv. prof. dr. sc. Silvijo Vince
3. Doc. dr. sc. Hrvoje Valpotić
4. Prof. dr. sc. Željko Mikulec (ZAMJENA)

Ovaj rad posvećujem, uz veliku zahvalu svojoj obitelji koja mi je uvijek bila potpora i pružala mi je svu pomoć koja mi je bila potrebna.

Zahvaljujem se svojim mentorima Doc.dr.sc. Hrvoju Valpotiću i Prof.dr.sc. Silviju Vincu koji su mi svojim stručnim znanjem i savjetima pomogli u izradi diplomskog rada.

Veliku zahvalu upućujem svim djelatnicima Zavoda za prehranu i dijetetiku životinja koji su mi pružili mogućnost demonstriranja na njihovom zavodu, kao i pomoć i potporu za vrijeme trajanja studija.

Želim se zahvaliti svim djelatnicima Veterinarskog fakulteta koji su mi pomogli da steknem znanje o veterini koje će mi biti korisno u radu u struci.

Zahvaljujem se svima koji su me poticali na rad i učenje kako bih uspješno završio fakultet koji sam upisao.

Na kraju se zahvaljujem kolegama s godine s kojima sam proveo puno lijepih trenutaka na fakultetu i izvan njega i uz koje sam lakše i ugodnije proveo vrijeme na fakultetu.

Posebno se zahvaljujem svojim prijateljima Hrvoju Bielenu, Mariju Mravuncu i Luki Radmaniću za svu pomoć i podršku na fakultetu.

Sadržaj

1. UVOD……1
1.1. Važnost prehrane mliječnih krava……1
1.2. Uvod u prehranu preživača…..……1
1.3. Anatomija i fiziologija probavnog sustava preživača……1
1.4. Dobrovoljan unos hrane……4
1.4.1. Čimbenici koji utječu na dobrovoljan unos hrane……4
1.4.2. Praktična važnost kvalitete prehrane……7
2. ENERGIJA……8
2.1. Mjesta probave energije……8
2.2. Optimalizacija mikrobnog rasta u buragu……8
2.3. Dobivanje energije iz hrane……9
2.4. Proizvodi važni za opskrbu energijom ……10
2.5. Masti kao izvor energije……10
3. BJELANČEVINE……12
3.1. Probava bjelančevina……12
3.2. Odgovor na visokoproteinski obrok……13
3.3. Praktični aspekt probave proteina……13
4. UTJECAJ NA SASTAV MLIJEKA……15
4.1. Važnost manipulacije sastavom mlijeka…..……15
4.2. Mliječne bjelančevine……15
4.3. Mliječna mast ……19
4.4. Laktoza……21
5. ZAKLJUČAK……23
6. POPIS LITERATURE……24
7. SAŽETAK……29
8. SUMMARY……30
9. ŽIVOTOPIS……31

POPIS PRILOGA

Popis tablica

Tablica 1. Preporučeni sadržaj sirovih bjelančevina u obroku za krave

Tablica 2. Odgovor na povećanje količine koncentrata ponuđenog sa silažom *ad libitum*

Tablica 3. Masnoća mlijeka u odnosu na sirovu vlakninu, energiju i proteine u krmivima krava (oko 650 kg težine)

Popis slika

Slika 1. Shematski prikaz buraga u krava, gledano s lijeve strane

Slika 2. Predviđanje unosa suhe tvari za kravu od 600 kg tjelesne mase koja proizvodi 30 kg mlijeka sa 4% mliječne masti te je hranjena obrocima različite kvalitete

Slika 3. Putevi sinteze mliječne masti

Slika 4. Učinak povećanja unosa koncentrata na sastav mlijeka

Slika 5. Učinak različitih tipova koncentrata na prinos mlijeka i sadržaj bjelančevina

Slika 6. Učinak unosa vlakana (kisela detergentska vlakna) na sadržaj mliječne masti

Slika 7. Učinak stadija laktacije na sastav mlijeka

Popis kratica

MB- mikrobna bjelančevina

TMR – kompletan obrok

NDV - neutralna detergentska vlakna

KDV - kisela detergentska vlakna

UH – ugljikohidrati

NMK – niže masne kiseline

ST – suha tvar

FME - fermentabilna metabolizirajuća energija

SB – sirova bjelančevina

RDP – u buragu razgradiva bjelančevina

UDP – u buragu nerazgradiva bjelančevina

ERDP - učinkovite u buragu razgradive bjelančevine

MP-AA - ukupne aminokiseline dostupne za razgradnju u tankom crijevu

1. UVOD

1.1. Važnost prehrane mliječnih krava

Proizvodnost mliječnih krava je pod značajnim utjecajem genetike, prehrane te zdravstvenog statusa. U ovome radu naglasak će biti na prehrani jer je ona pod izravnim utjecajem držatelja životinje, od izuzetne je važnosti kako za zdravlje same životinje tako i za njenu proizvodnost te predstavlja značajan izdatak na farmama mliječnih krava. U situacijama kada je proizvodnja mlijeka limitirana kvotama, a cijena mlijeka sve više pod kontrolom kupca proizvođač može povećati dobit jedino poboljšanjem kvalitete proizvoda ili smanjenjem troška proizvodnje, pri čemu je vjerojatnije da će veći naglasak biti na smanjenju troška proizvodnje mlijeka (Chamberlain i Wilkinson, 1996.; Tomlison i Perry, 1993.).

1.2 Uvod u prehranu preživača

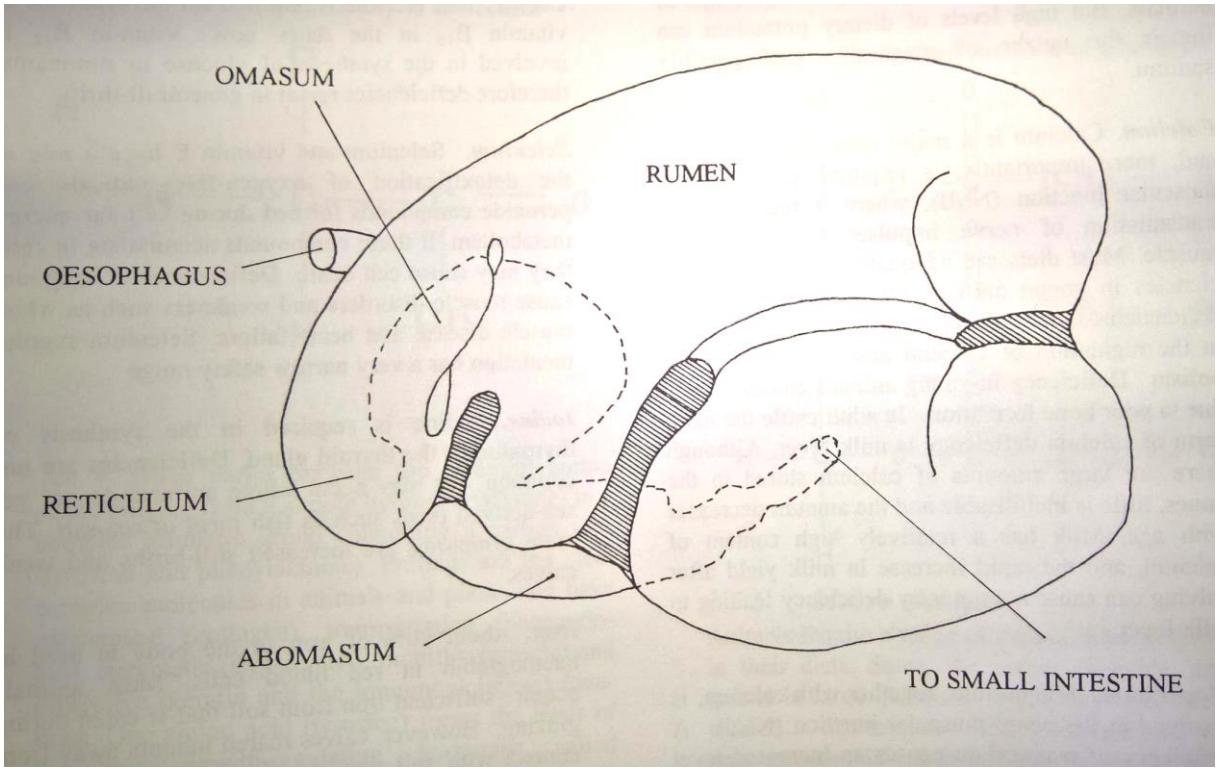
Osim potreba preživača za energijom, proteinima i mineralima, treba imati na umu i potrebe mikroorganizama odgovornih za razgradnju strukturnih dijelova biljnog materijala i koji proizvode većinu bjelančevina absorbiranih u tankom crijevu. Funkcija buraga je najučinkovitija kada je obrok formuliran da zadovolji, kako potrebe mikroorganizama tako i potrebe same životinje. U niskoproduktivnih životinja i krava u suhostaju potrebe mikroorganizama za bjelančevinama ili dušikom mogu premašiti potrebe same životinje, dok s druge strane, za visoko produktivne mliječne krave potrebe životinje za bjelančevinama su veće od kapaciteta mikrobne populacije u buragu stoga se mora staviti naglasak na u buragu nerazgradive bjelančevine tzv. „by-pass“ bjelančevine. Da bi takve životinje mogle konzumirati što više suhe tvari, funkcija buraga mora biti optimalna, a mikrobna razgradnja biljnog materijala najučinkovitija (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

1.3 Anatomija i fiziologija probavnog sustava preživača

Želudac domaćih preživača se s obzirom na oblik i građu ubraja u složeni želudac, a čine ga četiri komore: burag (lat. *Rumen*), kapura ili mrežac (lat. *reticulum*), knjižavac ili listavac (lat. *omasum*) te sirište (lat. *abomasum*). Burag, kapura i knjižavac se ubrajaju u predželuce i zaduženi su za fermentacijsku razgradnju složenih ugljikohidrata (UH), osobito

celuloze, koja čini većinu normalne hrane preživača, uz nastajanje kratkolančanih masnih kiselina (octene, propionske i maslačne) uz pomoć mikroorganizama, a u vezi sa svojom funkcijom sadrže kutanu sluznicu (bez žlijezda). Za razliku od njih, posljednji odjeljak, sirište, ima žljezdanu sluznicu i građom odgovara jednostavnom želucu u ostalih domaćih sisavaca. Nakon što tele počne jesti voluminoznu hranu (u dobi od oko 3 tjedna), burag i kapura počinju brzo rasti, nakon 8 tjedana gotovo prerastu sirište, dok su nakon 12 tjedana više od dva puta veći. U isto vrijeme mijenja se i sluznica želuca, a definitivne proporcije i topografija složenog želuca nastaju u dobi od 3 do 12 mjeseci, a ovise o prehrani (König i Liebich, 2009.). Volumen buraga i kapure, koji su usko povezani, u odraslih krava može iznositi 180 do 225 litara te oni zauzimaju većinu lijeve strane trbušne šupljine (Slika 1.). Burag djeluje kao velika komora za fermentaciju u kojoj prevladavaju anaerobni uvjeti, a njegova glavna funkcija je povećati mikrobnu razgradnju pohranjujući hranu određeno vrijeme, čak i do 10 dana te smanjivanje čestica hrane kako bi se povećala njihova površina i omogućilo prodiranje mikroorganizama (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

Slika 1. Shematski prikaz buraga u krava, gledano s lijeve strane



Izvor: A.T. Chamberlain i J.M. Wilkinson, (1996): Figure 1.4 Diagram of the rumen of the cow, seen from the left hand side. Anatomy and physiology of the digestive tract. Introduction. Feeding the Dairy cow, str. 8.

Svake minute mnoštvo velikih čestica unesene hrane koje su došle u burag nakon početnog žvakanja i gutanja bude regurgitirano i ponovno prožvakano (remastikacija) što dalje smanjuje veličinu čestica koje budu ponovno progutane. Burag se otprilike svake minute podvrgava cikličkoj kontrakciji koja je bitna za miješanje sadržaja buraga. Niže masne kiseline (NMK) dobivene mikrobnom fermentacijom UH apsorbiraju se u krvotok iz buraga i mogu činiti do 75% ukupne opskrbe energijom u krava. U mliječnih krava hranjenih dobro izbalansiranim obrokom pH buraga rijetko pada ispod pH 6 zahvaljujući bikarbonatima i fosfatima iz sline. Dovoljno usitnjen sadržaj buraga prolazi dalje kroz knjižavac u sirište. Knjižavac je u krave otprilike veličine nogometne lopte. Nalazi se između buraga u kojem je blago kiseo do neutralan pH i sirišta u kojem je jako kiselo pa osigurava da sadržaj iz sirišta ne ulazi u burag. U goveda je knjižavac i apsorpcijski organ pa tako 1/3 do 2/3 konzumirane vode, kao i oko pola NMK i znatne količine natrija, kalija i drugih iona bivaju u njemu apsorbirane. Zadnja želučana komora je sirište i kako je već navedeno ono odgovara želucu u monogastričnih životinja. Sirište vodi u tanko crijevo koje je glavno mjesto probave i apsorpcije hranjivih tvari. Enzimi iz gušterače, žučnog mjehura i stijenke crijeva se izlučuju u tanko crijevo kako bi se obavila konačna razgradnja UH, bjelančevina i masti koji se preko crijevne stijenke potom apsorbiraju u krv. Epitelne stanice koje oblažu crijeva se moraju nositi s velikim brojem spojeva, od kojih su neki toksični za normalne stanice. Ti spojevi se moraju pretvoriti u oblik u kojem se mogu apsorbirati u krv i iz tih razloga ove stanice imaju veliku površinu i visoku stopu zamjene stanica. Nešto škroba formiranog od strane mikroorganizama, zajedno sa škrobom koji nije razgrađen u buragu dolazi u tanko crijevo gdje se izlučevinama iz gušterače i stijenke crijeva razgrađuju na jednostavne šećere te apsorbiraju. 60-90% bjelančevina iz obroka se razgradi pomoću mikroorganizama u buragu i iskoristi se za sintezu mikrobnih bjelančevina (MB) i nukleinskih kiselina. U sirištu se dospjele bjelančevine cijepaju pod utjecajem aktiviranog pepsina, a probava se nastavlja pankreasnim enzimima i izlučevinama tankog crijeva koji razgrađuju bjelančevine na aminokiseline koje se u tankom crijevu apsorbiraju. Masti se u početku sporo razgrađuju jer se sadržaj crijeva bazira na vodi i masnoće teže formiranju velikih kapljica pri čemu je mali odnos površine prema masi masnih kapljica. Žuč ima veliku funkciju u emulzifikaciji, odnosno smanjivanju masnih kapljica i kad su čestice masti dovoljno smanjene, enzimskom probavom masti se razgrađuju do svojih sastavnih masnih kiselina. Na tanko crijevo se nastavlja debelo crijevo kojem je glavna funkcija apsorpcija vode i bikarbonata i pohrana neprobavljivih dijelova sadržaja hrane za periodično pražnjenje fecesom. Tu se može naći i velika mikrobna populacija koja razgrađuje vlakna proizvodeći

NMK i MB, pri čemu se masne kiseline apsorbiraju, dok MB biva izgubljena (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

1.4 Dobrovoljan unos hrane

Dobrovoljan unos hrane je količina hrane koju će životinja konzumirati kada ima pristup hrani većinu vremena ili cijelo vrijeme. Pristupom „ad libitum“ definira se stalni pristup hrani, pri čemu dnevno oko 10% ponuđenog sadržaja biva odbijeno i uklonjeno. Dobrovoljan unos hrane obično se izražava kao suha tvar (ST), a period u kojem se unos mjeri obično iznosi 24 sata, naročito kada su krave hranjene jednom dnevno. Na dobrovoljan unos hrane utječe mnogo različitih faktora pa je to jedna od najzahtjevnijih komponenti hranidbe mliječnih krava i stoga ju je teško dobro predvidjeti. Postizanje visokog unosa voluminoze je poželjno iz razloga jer je ona jeftinija od koncentrata i dovodi do smanjenja troškova proizvodnje (Chamberlain i Wilkinson, 1996.). Dobar apetit i želja za uzimanjem hrane nam je bitna iz razloga jer je to pokazatelj zdravstvenog stanja i dobrih proizvodnih sposobnosti. Ako životinje privlači okus, miris i kvaliteta krmiva, one mogu uzimati hranu iako nisu gladne, dok zbog lošeg mirisa, okusa, uznemiravanja i drugih razloga one mogu odbijati hranu iako su gladne (Feldhofer, 2010.). Niži dnevni unos hrane je karakterističan za krave u vrlo ranoj ili vrlo kasnoj laktaciji ili npr. za životinje hranjene voluminoznom krmom slabe kvalitete ili principom samostalnog uzimanja silaže uz dva obroka koncentrata prilikom mužnje, dok je viši dnevni unos hrane karakterističan za životinje koje dobivaju kompletan obrok (TMR). Pri nižem dobrovoljnom unosu hrane, mora se voditi računa o razini energije u obroku kako bi je bilo dovoljno za održavanje visoke proizvodnje mlijeka, dok pri višem dobrovoljnom unosu, udio hrane s relativno manjim sadržajem energije može biti povećan. U praksi se pri višim dnevnim unosima udio energije u obroku obično održava na visokoj razini pa stoga krave proizvode veću količinu mlijeka ili dobivaju na težini (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

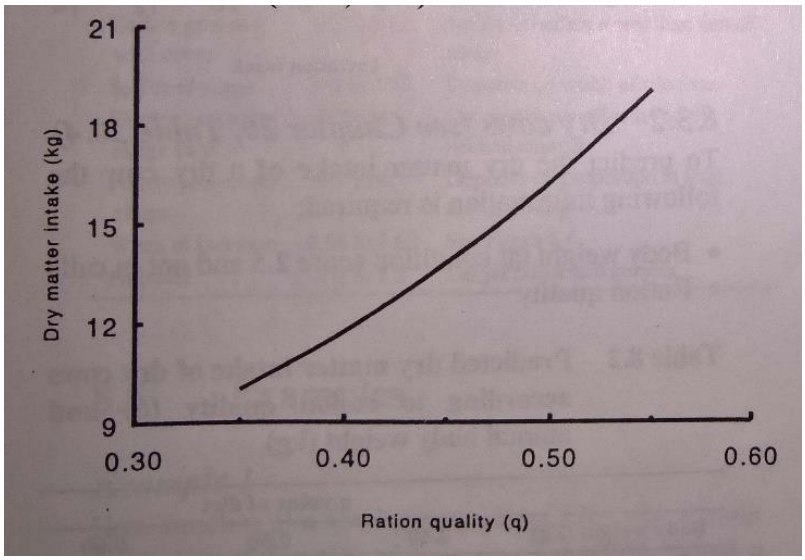
1.4.1. Čimbenici koji utječu na dobrovoljni unos hrane

Pri sličnoj tjelesnoj masi visoko proizvodne krave jedu više po jedinici tjelesne mase nego slabije produktivne. Kontrola apetita je pod kontrolom hipotalamusa, a signali u hipotalamus pristižu iz crijeva, jetre, krvnih i tjelesnih zaliha energije. Hormoni topivi u

mastima mogu također biti uključeni u regulaciju ravnoteže između signala koji ukazuju na sitost i onih koji ukazuju na glad. Sitost može biti signalizirana preko metabolita u krvi ili jetri i preko receptora u stijenci crijeva preko kojih može biti signalizirana i glad. Primjerice, goveđi hormon rasta povećava unos obroka bogatih energijom, gdje završni produkti probave mogu ograničiti unos hrane, ali ne i nisko energetskih obroka gdje fizička masa hrane u crijevima i njihova stopa razgradnje mogu ograničiti unos. Unos ST se povećava povećanjem energije obroka do određenog iznosa, nakon kojeg pada (Forbes, 1983.). Ova promjena označava kraj fizičkog ograničavanja unosa ST i početak fiziološke, odnosno metaboličke kontrole dobrovoljnog unosa. Glavni čimbenici koji utječu na dobrovoljni unos ST su tjelesna težina, proizvodnja mlijeka (prinos ili prinos korigiran za sadržaj energije), kvaliteta obroka, stadij laktacije i stadij graviditeta (Chamberlain i Wilkinson, 1996.). Tjelesna težina je glavni čimbenik koji određuje unos (MAFF, 1984.). Iako je tjelesna težina povezana s kapacitetom probavnih organa, ta povezanost se promijenila povećanjem utjecaja Holstein goveda tako da je kapacitet probavnih organa na kg tjelesne mase povećan. Osim tjelesne težine, bitno je voditi računa o tjelesnoj kondiciji krava jer je vjerojatnije da će deblje krave jesti manje (Chamberlain i Wilkinson, 1996.). Visoko proizvodne krave trebale bi dnevno unositi ST oko 3,5-4% svoje tjelesne težine da bi se održala dobra proizvodnja mlijeka u stadu. Od bitnih faktora koji utječu na unos hrane treba navesti održavanje mjesta za hranjenje čistim, uvijek popunjenim, s odgovarajućom frekvencijom i redoslijedom hranjenja, omjerom vlage između 25 i 50 posto kako bi se optimizirao unos ST, vođenjem računa o socijalnim interakcijama unutar stada, izbjegavanjem naglih promjena obroka koje mogu negativno utjecati na unos te fizikalnim karakteristikama obroka i temperaturi okoliša. Za vrućeg vremena valja češće hraniti životinje kako bi hrana bila svježija i ukusnija (Looper, 2012.). Krave u laktaciji, kako je već rečeno ranije za visoko produktivne životinje, jedu više nego iste krave na istoj prehrani kada ne daju mlijeko. Hallberg, (1992.) u pokusima sa goveđim somatotropinom dokazuje da se prvo povećava prinos mlijeka, a unos raste nekoliko tjedana poslije. S obzirom na činjenicu da prinos mlijeka potiče dobrovoljan unos, vjerojatno na njega utječe i kvaliteta mlijeka pa tu činjenicu neka predviđanja uzimaju u obzir korigiranjem proizvodnje mlijeka na korigirano mlijeko koje sadrži 4% mliječne masti. Na dobrovoljan unos utječu i kvaliteta obroka i potrebe same životinje. Hrana niže kvalitete ostaje duže vrijeme u buragu jer joj je potrebno više vremena da se razgradi pod utjecajem mikroorganizama i tek kad čestice, nakon razgradnje prođu burag može još hrane biti konzumirano. Pri hranjenju obrocima veće probavljivosti dobrovoljan unos nije ograničen brzinom probave i krava jede da zadovolji svoje nutritivne potrebe te obično dobiva na težini.

Kvaliteta obroka se često računa pomoću formule za kvaltetu obroka (Q=ME/BE) pri čemu je metabolička energija (ME) i bruto energija (BE) hrane inače dostupna. Na Slici 2. je vidljivo kako predviđeni dobrovoljan unos hrane raste u korelaciji sa kvalitetom obroka (**Q**) (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

Slika 2. Predviđanje unosa suhe tvari za kravu od 600 kg tjelesne mase koja proizvodi 30 kg mlijeka sa 4% mliječne masti te je hranjena obrocima različite kvalitete (ARC, 1980.).



Izvor: Chamberlain, A.T. i J. M. Wilkinson (1996): Fators affecting intake, Quality of the ration, Predicting feed intake, Feeding the Dairy cow, str. 97.

Stadij laktacije također ima značajan utjecaj na dobrovoljan unos hrane. Veliki dio abdomena u visoko gravidnih krava zauzima maternica i fetus, pa je burag iz tog razloga manji, kao i mogućnost konzumiranja hrane. Drugo, značajna je promjena u vrsti prehrane kod teljenja, od visokog udjela voluminoze u hrani do visokog udjela koncentrata pa se stijenka buraga i mikrobna populacija moraju prilagoditi na takvu vrstu prehrane i to može potrajati 10-14 dana (Chamberlain i Wilkinson, 1996.). Početna laktacija je i razdoblje mogućih infekcija maternice i mliječne žlijezde što može dodatno dovesti do smanjene mogućnosti konzumiranja hrane. Samo zdrave i pravilno hranjene životinje mogu maksimalno konzumirati hranu pa je uloga veterinara i njegova prisutnost na farmi od izuzetne važnosti. Pri hranidbi većim količinama siliranih krmiva i fermentacijskih nusproizvoda prehrambene industrije, mora se voditi računa da u navedenom razdoblju u obroku nema više od 35% vode jer njena količina negativno djeluje na konzumiranje hrane te još više smanjuje unos energije (Šerman i sur., 2012.). Pad dobrovoljnog unosa hrane je nizak u prve 2/3 gravidnosti i normalno je zanemariti učinak graviditeta na dobrovoljni unos

do zadnja dva mjeseca graviditeta, kada se, kako je već spomenuto, volumen buraga smanjuje, a maternica povećava u kasnoj gravidnosti i stoga je dobrovoljni unos tada manji (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

1.4.2. Praktična važnost kvalitete prehrane

Visoko produktivne pasmine domaćih životinja su osjetljivije na greške u prehrani, reagiraju na njih ranije i jače od slabo produktivnih, domaćih pasmina. U praksi često u hrani nedostaje istovremeno i po nekoliko neophodnih sastojaka, što nam otežava da ustanovimo uzroke i poduzmemo mjere prevencije i terapije (Findrik i Kalivoda, 1968.). Veću produktivnost prati i bolji apetit, međutim, dok se uzimanje hrane u visoko produktivnih krava poveća dva puta, njihove potrebe se povećaju 3-4 puta pa je iz tog razloga nužno i povećanje hranidbene vrijednosti obroka. Na unos ST porijeklom od voluminoznih krmiva najviše će utjecati probavljivost krmiva, odnosno životinje će moći pojesti više krmiva koja imaju manje sirove vlaknine, dok će najviše hranjivih tvari krave uzeti ako su im obroci sastavljeni od voluminoznih i krepkih krmiva jer se krepka krmiva brže probavljaju, brže napuštaju probavne organe i na taj način, do određene mjere ne umanjuju uzimanje voluminozne hrane. Osim mehaničkog djelovanja, hrana na regulaciju apetita utječe kemostatički i termostatički. Za kemostatičko djelovanje hrane odgovoran je utjecaj koncentracije određenih metabolita u krvi na apetit životinje, a termostatički utjecaj hrane na regulaciju apetita se temelji na depresornom učinku povećanog zagrijavanja tijela na apetit životinje čime se prevenira hipertermija (Kalivoda, 1968.). Kod hranjenja niskim količinama koncentrata, najveći izazov u prehrani mliječnih krava je postići visoki dobrovoljni unos, dok je pri visokim udjelima koncentrata u obroku povećan rizik od probavnih poremećaja. Neutralna detergentska vlakna (NDV) su potrebna da bi se održala pravilna funkcija buraga, međutim previše NDV će dovesti do pada unosa ST pa je stoga od iznimne važnosti ravnoteža količine vlakana u obroku. Ako je prihvaćena važnost NDV u određivanju unosa ST voluminoznog dijela obroka, onda se može formulirati obrok s različitim sadržajem NDV da se zadovolji potreba za visokim unosom ST u visoko produktivnih životinja i za manjim unosom u slabije produktivnih životinja. Budući da je ME sadržaja stanice obično viša nego stanične stijenke, formuliranje obroka do određene koncentracije NDV u ST će dovesti do proizvodnje obroka sa visokim sadržajem ME pri nižem sadržaju NDV i obrnuto. Kako je unos u mliječnih krava ograničen u ranoj laktaciji korisno je smanjiti udio strukturnih UH kako bi se smanjio „hotel“ efekt koliko je god

moguće u ovom stadiju i maksimalno povećao sadržaj hranjivih tvari i brzina probave hrane tako da i unos bude što viši (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

2. ENERGIJA

Nepravilna opskrba energijom je jedna od najčešćih i najvažnijih grešaka u hranidbi krava, pri čemu je najčešći uzrok pomanjkanje hrane ili davanje hrane loše kvalitete (Kalivoda, 1968.). Manjak energije je najjače izražen kod krava u početnoj laktaciji jer krave ne mogu izlučivati mlijeko s manjom količinom laktoze, pa manjak energije nadoknađuju djelomičnim smanjenjem mliječnosti ili razgradnjom vlastitih zaliha masti (Šerman i sur., 2012.).

2.1 Mjesta probave energije

U preživača se većina unesenih UH probavi u buragu, a masti u tankom crijevu. Gotovo svi probavljivi UH bivaju u buragu pretvoreni u NMK i vrlo malo ih dospije u tanko crijevo gdje se absorbiraju kao glukoza. Iz tog razloga mliječne krave moraju sintetizirati dnevno i do 2 kg glukoze u jetri. Ipak, različite količine škroba mogu izbjeći djelovanje mikroorganizama buraga i probave se u tankom crijevu te absorbiraju u obliku glukoze, što dovodi do većeg sadržaja bjelančevina mlijeka (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

2.2. Optimalizacija mikrobnog rasta u buragu

U buragu se nalazi širok raspon mikroorganizama, prvenstveno bakterija, protozoa i gljivica. Bakterije su uglavnom odgovorne za razgradnju celuloze, dok protozoe imaju važnu ulogu u održavanju stabilnosti i fleksibilnosti mikroflore buraga (Chamberlain i Wilkinson, 1996.). Mikrobna populacija u sadržaju buraga se prema djelovanju dijeli na celulolitičke, amilolitičke, proteolitičke i lipolitičke. Celulolitički mikroorganizmi razgrađuju celulozu, hemicelulozu i pentozane, amilolitički mikroorganizmi razgrađuju škrob i šećere, dok proteolitički mikroorganizmi razgrađuju bjelančevine, aminokiseline i druge dušične spojeve poput uree, amonijaka, nitrata i dr. Razgradnjom celuloze nastaju NMK od kojih najveću ulogu imaju octena i maslačna, a razgradnjom škroba i šećera stvaraju se jednostavni šećeri, propionati i mliječna kiselina koja brzo prelazi u propionsku kiselinu i alkohol. (Feldhofer, 2010.). Za optimalnu probavu celuloze moraju se ispuniti određeni uvjeti koji potiču rast mikroorganizama. Najvažniji uvjeti su toplina (toplina od fermentacije, tjelesna toplina i izolacija kravlje kože održava burag na stabilnih 37 °C i u vrlo hladnim uvjetima),

voda (ako je stoka lišena vode, burag se može isušiti s posljedičnim smanjenjem probave celuloze), anaerobni uvjeti (glavni mikroorganizmi buraga su anaerobi), blago kiseli pH (pH 6-7), fermentabilna energija (izvor ugljika kojeg mikroorganizmi mogu koristiti iz širokog raspona izvora), dušik (obroci koji sadrže manje od 1% dušika (6,25% bjelančevina) rezultiraju smanjenim mikrobnim metabolizmom koji će smanjiti brzinu probave celuloze te dovesti do povećanja vremena retencije u buragu i posljedično smanjenog unosa ST), sumpor (potreban za sintezu aminokiselina metionina i cisteina) te brojni elementi u tragovima koje mikroorganizmi buraga trebaju za sintezu enzima i ostalih bjelančevina, primjerice kobalt koji je potreban za sintezu vitamina B12. Za maksimalnu aktivnost mikroorganizmi buraga zahtijevaju hranjive tvari u pravilnim omjerima. Ovo je značajno u smislu odnosa energije i dušika u obroku. Premalo razgradivog dušika će smanjiti brzinu probave celuloze, dok će previše energije dovesti do povišenog stvaranja mliječne kiseline u buragu i potencijalne acidoze. Metabolizirajući sustav bjelančevina (Agricultural and Food Research Council, 1992.) ukazuje da određeni izvori energije poput NMK i masti opskrbljuju mikroorganizme buraga sa relativno malo energije i stoga ne pridonose značajno njihovom rastu. Fermentabilna metabolizirajuća energija (FME) se uzima kao količina energije koja je dostupna mikroorganizmima. FME je definirana kao metabolizirajuća energija umanjena za energiju masti i fermentirajućih proizvoda (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

2.3. Dobivanje energije iz hrane

Bruto energija hrane (BE) je ukupna količina energije koju hrana sadrži, a mjeri se spaljivanjem uzorka hrane i mjerenjem količine proizvedene topline. Hrana koja sadrži prvenstveno UH, poput krmnog bilja, ima relativno nepromjenjivu bruto energiju od otprilike 18,5 MJ/kg ST, dok silaža ima neznatno višu BE. Dodaci proteina i masti sadrže još veću BE (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

Različite količine energije se izluče fecesom. Ako od bruto energije oduzmemo energiju fecesa dobit ćemo probavljivu energiju i iznosi od oko 45% bruto energije za lošu hranu poput slame do oko 85% za hranu dobre kvalitete poput ječma. Daljnji gubici energije se odvijaju u buragu putem stvaranja metana te izlučivanjem urina. Ako od probavljive energije oduzmemo gubitke energije putem metana i urina dobit ćemo energiju koja je dostupna kravi i naziva se metabolička energija (ME). Metabolička energija iznosi oko 81% probavljive energije (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

Pretvaranje izvora energije iz oblika u kojem je apsorbirana (uglavnom NMK) u oblik koji koriste tkiva, poput glukoze, laktoze i masti uključuje nekoliko biokemijskih koraka i tijekom ovih transformacija dio apsorbirane energije se izgubi u obliku topline. Preostala energija koja je pretvorena u iskoristiv oblik naziva se neto energija (NE) i može se koristiti za održavanje tjelesnih funkcija, proizvodnju mlijeka, rast tkiva te rast tkiva fetusa. Učinkovitost kojom se ME pretvara u NE označava „k“ vrijednost. Kako se manje energije koristi za probavu visoko kvalitetne hrane tako i s porastom kvalitete obroka raste i „k“ vrijednost. Postoje razne metode za mjerenje kvalitete hrane, ali jedna je već dostupna u mnogim prehrambenim tablicama, a to je „q“ vrijednost koja se izračunava kao omjer ME i BE (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

2.4. Proizvodi važni za opskrbu energijom

Glavni proizvodi za podmirivanje energetskih potreba u mliječnih krava su NMK koje se absorbiraju u buragu te mala, ali promjenjiva količina glukoze koja se absorbira u tankom crijevu. Mliječne krave imaju potrebe za znatnim količinama glukoze za proizvodnju mlijeka, rad mozga i rast fetusa. Glukoza se sintetizira iz propionata. NMK se metaboliziraju u jetri u acetil koenzim A, zatim preko Krebsovog ciklusa u oksaloctenu kiselinu te naposljetku u glukozu. Niska razina glukoze u krvi i niska razina oksaloctene kiseline mogu uzrokovati probleme poput ketoze (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

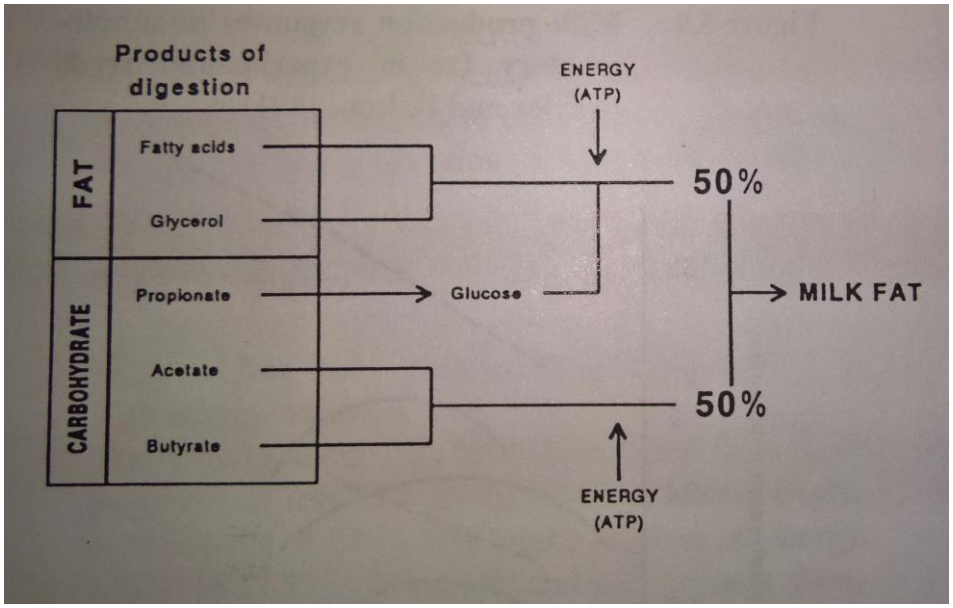
2.5 Masti kao izvor energije

Visoko mliječne krave u ranoj laktaciji imaju visoke zahtjeve za energijom, ali pritom imaju smanjen unos ST nekoliko tjedana nakon teljenja. Stoga životinje moraju unositi velike količine koncentrata kako bi zadovoljile energetske potrebe, međutim previše istih dovodi do razvijanja acidoze, indigestije, niske razine masti u mlijeku te slabe proizvodnje. Mast sadrži visokih 35 MJ ME/kg ST i njena upotreba u takvim obrocima dopušta smanjenje ukupne količine koncentrata u obroku što rezultira većom količinom pojedene silaže. Na taj način se povećava udio vlakana u obroku, a udio škroba smanjuje, međutim, mnoge masti nisu inertne u buragu pa se mora voditi računa o tome da ne ometaju aktivnost mikroorganizama. Masti nisu dostupne kao izvor energije mikroorganizmima buraga da bi se koristile za stvaranje MB i stoga nisu dio FME obroka. Masne kiseline se u buragu

hidrogeniziraju (zasićuju) i prianjaju na čestice hrane i površinu mikroorganizama što dovodi do smanjene razgradnje biljnog materijala i posljedično do smanjenog unosa i probavljivosti bjelančevina (dušika) u buragu (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

Masti se mogu koristiti u obrocima da bi se povećala energetska vrijednost obroka i da bi se povećala proizvodnja mliječne masti. Odgovor u proizvodnji mlijeka ovisi o tipu i količini masti u obroku pa je tako odgovor na nezaštićene masti maksimalan pri 40-50 g/kg ST, a nakon toga opada. Primjenom zaštićenih masti moguće je puno veće dodavanje masti u obroku (do 130 g/kg ST) s kontinuiranim povećanjem proizvodnje mlijeka (Naylor i Ralson, 1991.). Konačni učinak dodavanja masti u obrok ovisi o stimulaciji gornje rute bez smanjivanja donje rute sinteze mliječne masti prikazanih na Slici 3. (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

Slika 3: Putevi sinteze mliječne masti



Izvor: Chamberlain, A.T. i J. M. Wilkinson. Figure 5.10 Pathways of milk fat synthesis. Inclusion of fat in diets. Fat. Energy. Feeding the Dairy cow. Str. 62.

Zaštita masnoća, osim zaštite mikroflore buraga ima zadaću i zaštititi masnoće od aktivnosti mikroorganizama buraga tako da proizvedeno mlijeko sadrži nezasićene masne kiseline čime bi se proizveo maslac koji se lakše maže (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

Galler (1995.) navodi da su za preživače od posebne važnosti NMK nastale djelovanjem mikroorganizama buraga te količina nezasićenih masnih kiselina biljnih krmiva koje neposredno utječu na kvalitetu mlijeka i mliječne masti.

3. BJELANČEVINE

Bjelančevine su treći najvažniji limitirajući čimbenik u prehrani mliječnih krava nakon dobrovoljnog unosa hrane i energije, što je naročito slučaj kod visokoproduktivnih mliječnih krava, jer njihovo mlijeko ima znatno veći omjer bjelančevina i energije nego ostali njihovi proizvodi. Sadržaj bjelančevina u hrani se mjeri kao sirova bjelančevina (SB) koja se računa iz sadržaja dušika u hrani. Pretpostavka je da sav dušik u hrani dolazi iz bjelančevina i da bjelančevine sadrže 16% dušika. Stoga se udio SB izračunava tako da se sadržaj dušika pomnoži sa 6.25 (1/0,16=6,25). Ovo je veoma gruba procjena, sirove bjelančevine neke hrane su puno probavljiviji nego neke druge. Općenito, hrana sa visokom Q vrijednošću ima veću probavljivost bjelančevina, dok hrana s niskom Q vrijednosti ima nisku probavljivost bjelančevina. Kako bi se prepoznala korist bjelančevina za životinju uvedeno je novo mjerenje probavljive sirove bjelančevine, što je dovelo do poboljšanja u odnosu na SB, ali je došlo do neslaganja kada hrana sadrži visoke udjele nebjelančevinastih dušičnih spojeva (NBN) (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

3.1. Probava bjelančevina

U buragu razgradiva bjelančevina (RDP) predstavlja dio bjelančevina koje se pomoću mikroorganizama u buragu razgrade stvarajući amonijak, energiju i fragmente ugljika, dok manji dio bjelančevina (u buragu nerazgradiva bjelančevina, (UDP)) prođe čitav u sirište. Dio slobodnog amonijaka u buragu može biti apsorbiran od strane mikroorganizama i ugrađen u njihovu bjelančevinu pa tako sirište sadrži bjelančevine iz hrane kao i MB (Chamberlain i Wilkinson, 1996.). Sinteza MB u buragu ovisi o koncentraciji amonijaka i lako topljivih i probavljivih dušičnih spojeva, a uvjetovana je prisutnošću lako probavljivih i topivih UH i NMK koje služe kao izvor energije i temeljna su građa za reprodukciju mikroorganizama buraga (Feldhofer, 2010.). U siristu pepsin počinje razgradnju bjelančevina razgrađujući ih na manje peptide i pojedine aminokiseline.

Razgradnja na odvojene aminomisekine se nastavlja u tankom crijevu gdje se apsorbiraju u krvotok (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

3.2. Odgovor na visokoproteinski obrok

Dodaci hrani bogati bjelančevinama imaju tendenciju povećanja unosa travnate sjenaže s posljedičnim povećanjem unosa energije što dovodi do veće proizvodnje mlijeka, a apsorbirane aminokiseline ne moraju uvijek biti iskorištene za sintezu bjelančevina. Kada je unos bjelančevina u suvišku u odnosu na unos energije, aminokiseline mogu biti deaminirane u jetri pa se u takvim situacijama one koriste i kao izvor energije i kao izvor bjelančevina za proizvodnju mlijeka pa je i prinos veći od predviđenog (Chamberlain i Wilkinson, 1996.). Za višu proizvodnju mlijeka treba davati kvalitetnije bjelančevine ili esencijalne aminokiseline, koje su po mogućnosti zaštićene od razgradnje mikroorganizmima u buragu (Feldhofer, 1997.). Višak bjelančevina u organizmu nastaje zbog hranidbe obrocima s više od 17% SB u ST, a taj sadržaj, kod probavnih tegoba može biti i manji i kod prehrane obrocima koji sadrže previše uree. Prevelika količina bjelančevina u obroku dovodi i do opsežnog oslobađanja amonijaka u buragu, a kako mikrobna populacija buraga ne može iskoristiti sav amonijak za stvaranje MB, višak opterećuje jetru i smanjuje količinu glukoze u krvi što povećava sklonost ketozi. U slučaju probavnih tegoba i intoksikacija može doći i do poremećaja u funkciji jajnika, pobačaja i preranih porođaja, rađanja slabe i nedovoljno razvijene teladi i slično (Šerman i sur., 2012.).

3.3. Praktični aspekt probave bjelančevina

Uzimajući u obzir relativno nisku cijenu mnogih bjelančevina hrane i vjerojatni odgovor krava na povećani unos putem hrane može biti opravdano osigurati višak od 100-200 g metabolizirajućih bjelančevina u rutinskoj formulaciji obroka, ali ako dolazi do povećanja kazni zbog korištenja viška bjelančevina ili proizvodnje viška dušika u stajskom gnoju zbog ekoloških pritisaka onda bi trebalo preispitati strategiju namjernog dodavanja dodatnih bjelančevina životinjama. (Chamberlain i Wilkinson, 1996.). U Tablici 1. prikazan je preporučeni sadržaj sirovih bjelančevina u obroku mliječnih krava s obzirom na dnevnu količinu proizvodnje mlijeka.

Tablica 1. Preporučeni sadržaj sirovih bjelančevina u obroku za krave

Proizvodnja mlijeka (l/dan)	Sirova bjelančevina (g/kg ST)
0	135-145
10	145-155
20	155-165
30	165-175
40	175-180
50	180-190

Izvor: Table 6.8 Recommended contents of crude protein in diets for cows u: Chamberlain, A.T. i J. M. Wilkinson. Feeding the Diary Cow (1996.).

Učinkovite, u buragu razgradive bjelančevine (ERDP) predstavljaju količinu bjelančevina ili dušika dostupnu za metabolizam i rast mikroorganizama. Otpuštanje tih dušičnih tvari iz hrane je, ako govorimo o suhoj hrani poput sijena relativno sporo, dok je kod silaže puno brže. Oslobođene ERDP se pomoću mikroorganizama brzo pretvaraju u amonijak i ako se u kratkom vremenu ne iskoristi i ugradi u MB, slobodni amonijak preko stijenke buraga odlazi u krv, u jetri se pretvara u ureu i dok se dio reciklira putem sline velika količina će se izgubiti mokraćom. Da bi mikroorganizmi mogli ugraditi amonijak koji potječe iz ERDP-a moraju u isto vrijeme imati na raspolaganju odgovarajući izvor energije. Tako npr. kad se koristi hrana poput kukuruzne silaže, morala bi biti ponuđena zajedno sa hranom poput drobljenog ječma koji ima sličnu brzinu otpuštanja UH, što će rezultirati optimalnom brzinom iskorištavanja amonijaka i maksimalnom sintezom MB (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

4. UTJECAJ NA SASTAV MLIJEKA

4.1. Važnost manipulacije sastavom mlijeka

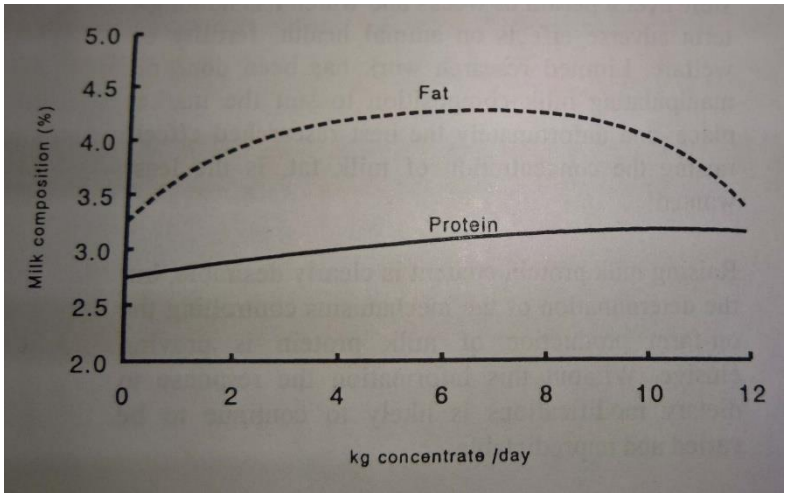
Neki proizvođači proizvode mlijeko sa fiksnim sastavom bez premije ukoliko premaše ugovorene vrijednosti sastava mlijeka. Takvi proizvođači si ne žele napraviti dodatne troškove kako bi postigli bolji sastav mlijeka, ali moraju osigurati da krave proizvode velike količine mlijeka, a da se pritom ne narušava zdravlje stada ili plodnost. Bilo da se radi o povećanju ili smanjenju prinosa ili promjena u sastavu mlijeka u širokom rasponu različitih kombinacija, sve mora biti napravljeno na način da je reverzibilno tijekom razdoblja od nekoliko tjedana i da nema dugoročan nepovoljan učinak na životinjsko zdravlje, plodnost ili dobrobit. Kao osnova plaćanja za vrijednost mlijeka, osim količine utječe i postotak mliječne masti, a u novije vrijeme, što je osobito bitno za sirarstvo, mlijeko se plaća i po postotku mliječnih bjelančevina. Tim objektivnim pokazateljima vrijednosti mlijeka treba još dodati mikrobiobiološku kakvoću te broj somatskih stanica, a važno je spomenuti i organoleptička svojstva, poput mirisa, boje i okusa mlijeka, a u nekim slučajevima i npr. koncentracija minerala i vitamina korisnih za ljudsko zdravlje ili prisutnost štetnih tvari poput antibiotika, pesticida, radioaktivnih elemenata i sl. (Chamberlain i Wilkinson, 1996.; Feldhofer, 1997.).

4.2. Mliječne bjelančevine

Na promjene u koncentraciji mliječnih bjelančevina se može utjecati prehranom, ali u puno manjem opsegu i s manjom pouzdanošću u usporedbi s onima koje su moguće u koncentraciji masti (Chamberlain i Wilkinson, 1996.). Mlijeko sadržava bjelančevine visoke biološke vrijednosti, sa svim esencijalnim aminokiselinama zbog čega je izvanredna hrana za prehranu mladunčadi, kao i za prehranu ljudi. Zbog intenzivnijeg razvoja prehrambene i prerađivačke industrije i tržišta mliječnih prerađevina, danas se osim masnoće sve više naglašava vrijednost bezmasne ST (bjelančevina, laktoze te minerala i vitamina) kao vrlo važnih hranjivih sastojaka mlijeka (Feldhofer, 2010.). Prema Tratniku (1998.) svježe mlijeko krava sadrži 2,6 do 4,2 %, odnosno prosječno oko 3,4% bjelančevina. Količina bjelančevina, kao i postotak masti u mlijeku, ovisi o genetskim svojstvima, ali za postizanje genetskog potencijala nužna je pravilna prehrana. Bjelančevine mlijeka su oko 80% sastavljene od specifične vrste kazeina, dok oko 20% čine bjelančevine sirutke, u koje spadaju albumini, globulini, peptoni i ostale dušične tvari (Feldhofer, 2010.). Najjednostavnije rečeno, vlakna

u prehrani stimuliraju proizvodnju mliječne masti, dok šećeri i škrob stimuliraju proizvodnju mliječnih bjelančevina. Vlakna se razgrađuju u buragu i bitna su za proizvodnju acetata i butirata koji se absorbiraju i budu korištni za sintezu mliječne masti. Škrob stimulira proizvodnju propionata koji je prekursor za glukozu i neesencijalne aminokiseline. Uvođenje škroba u prehranu dovodi do povećanja energije lako dostupne mikroorganizmima buraga za fermentaciju što dovodi do povećane sinteze MB te u konačnici do povećane opskrbe bjelančevinama u tankom crijevu i aminokiselina u krvotoku. Mala količina škroba iz hrane, tzv. by-pass škrob izbjegne razgradnju mikroorganizmima buraga i dođe u tanko crijevo. Kod prehrane niskim količinama škroba malo je glukoze u tankom crijevu pa se aminokiseline deaminiraju i koriste kao izvor energije. Smatra se da „by-pass“ škrob opskrbljuje glukozom tanko crijevo, čime se štedi korištenje aminokiselina u stijenci crijeva, što dovodi do povećane opskrbe aminokiselinama u jetri i u cijeloj cirkulaciji (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

Slika 4. Učinak povećanja unosa koncentrata na sastav mlijeka



Izvor: Figure 13.1 Effect of inreasing concentrate intake on milk composition (adapted from Poole et al., 1992 u: Chamberlain, A.T. i J. M. Wilkinson. The importance of manipulating milk composition. Manipulating the composition of milk. Feeding the Dairy cow, str.130.

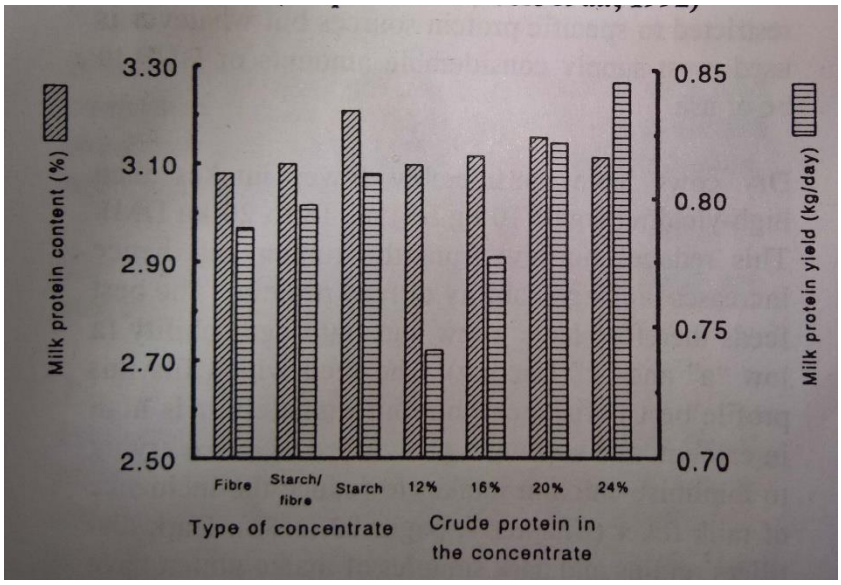
Tablica 2. Odgovor na povećanje količine koncentrata ponuđenog sa silažom *ad libitum*

	Koncentrata (kg/dan)				
	3.8	5.3	6.7	8.1	9.4
Silaža ST/ukupne ST	0.73	0.65	0.58	0.53	0.49
Unos ME (MJ/dan)	189	196	215	232	237
Sastav mlijeka (g/kg)					
Mast	40.0	40.1	39.9	40.3	40.7
Bjelančevina	30.8	31.5	31.5	32.9	33.5
Proizvodnost (kg/dan)					
Mlijeko	20.2	21.2	22.6	23.5	24.3
Mast	0.81	0.85	0.90	0.95	0.99
Bjelančevina	0.62	0.67	0.71	0.77	0.81

Izvor: Table 13.2 Response to increasing quantity of concentrates offered with silage *ad libitum* (Gordon, 1984) u: Chamberlain, A.T.i J. M. Wilkinson (1996): Raising the concentration of milk protein. Milk protein. Manipulating the composition of milk. Feeding the Dairy cow , str.131.

Povećanjem opskrbe energije iz voluminoze jednako je izgledno da će se podići mliječne bjelančevine i prinos mlijeka kao i povećanjem opskrbe energije iz koncentrata. U slučaju voluminoze, ona mora biti visoko kvalitetna, ukusna i predstavljena životinjama na način koji će dovesti do njenog maksimalnog unosa. U istraživanju prikazanim na Slici 5. u kojem je 6 kg koncentrata različitog sastava dano kravama, uočen je veći prinos mlijeka i veći sadržaj mliječnih bjelančevina prilikom hranjenja koncentratom bogatim škrobom nego onim bogatim vlaknima (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

Slika 5. Učinak različitih tipova koncentrata na prinos mlijeka i sadržaj bjelančevina



Izvor: Figure 13.2 Effect of different types of concentrate on milk yield and milk protein content(adapted from Poole et al., 1992) u: Chamberlain, A.T. i J. M. Wilkinson (1996): Rising the concentration of milk protein. Milk protein. Manipulating the composition of milk. Feeding the Dairy cow, str.131.

Povećanje unosa bjelančevina obično rezultira većim unosom suhe tvari i energije te dovodi do povećanja proizvodnje mliječnih bjelančevina, što je također vidljivo na Slici 5. ali nema značajan utjecaj na sadržaj bjelančevina u mlijeku (Chamberlain i Wilkinson, 1996.). U visoko mliječnih krava glavnina bjelančevina se koristi za sintezu kazeina mlijeka, što dovodi do određenih potreba za različitim aminokiselinama, od kojih neke mogu nedostajati, a čiji dodatak može dovesti do veće proizvodnje mlijeka, iako u praksi nije čest slučaj. U takvih krava glavni izvor bjelančevina za sintezu kazeina proizlazi iz probave mikroorganizama buraga u tankome crijevu, koji imaju vrlo dobro izbalansiran sastav aminokiselina. Mliječne krave se općenito više hrane u odnosu na njihove potrebe za bjelančevinama jer to potiče veću proizvodnju mlijeka. Dok neki obroci mogu biti manjkavi za neke aminokiseline, opskrba dodacima je primjerena, međutim, sve veća zabrinutost zbog zagađenja okoliša vjerojatno će dovesti do smanjenja koncentracije bjelančevina u prehrani i tada se mogu pojaviti određeni nedostaci aminokiselina. Metionin i lizin su prve limitirajuće aminokiseline i izvori ruminalno zaštićenih tih aminokiselina su komercijalno dostupni (Chamberlain, 2015.). Istraživanje na 8 Holstein mliječnih krava u Pensilvaniji 2015. godine potvrdilo je zaključke iz ranijih analiza da će se učinkovitost korištenja esencijalnih aminokiselina u prehrani povećati sa smanjenjem opskrbe MP-AA (MP (ukupne aminokiseline dostupne za razgradnju u tankom crijevu) = mikrobne sirove bjelančevine +

probavljive, u buragu nerazgradive bjelančevine (Lee i sur., 2015.). Procjena učinkovitosti korištenja probavljivih esencijalnih aminokiselina za sintezu bjelančevina mlijeka bila je veća za obroke s manjkom MB.

4.3. Mliječna mast

Mliječna mast se sintetizira iz novo sintetiziranih masnih kiselina u mliječnoj žlijezdi i iz masnih kiselina krvi (Waghorn i Baldwin, 1984.). Mast je najnestabilniji sastojak mlijeka i uvelike ovisi o pasmini, stadiju laktacije, tehnologiji hranidbe te sastavu krmnih obroka. Za postizanje dobre masnoće mlijeka u visoko mliječnih krava krmni obroci moraju sadržavati najmanje 17 do 23% sirove vlaknine u ST obroka, uz odgovarajuću količinu energije i bjelančevina (Feldhofer, 2010) (Grbeša i Samaržija, 1994.), što je prikazano u Tablici 3.

Tablica 3. Masnoća mlijeka u odnosu na sirovu vlakninu, energiju i proteine u krmivima krava (oko 650 kg težine)

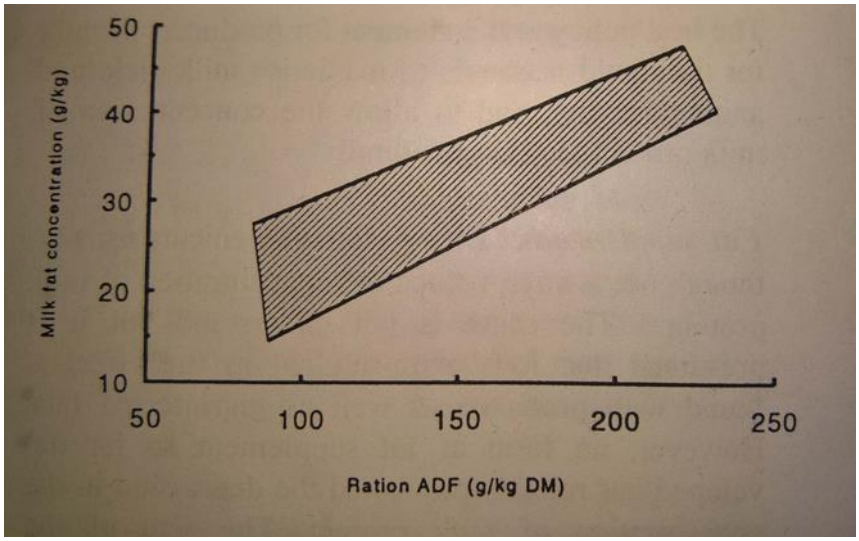
Udio masti u mlijeku	U krmivima za litru mlijeka			
	Sirove vlaknine	Energetska hranidbena vrijednost		Probavljive SB
(%)	(%)	H.j.	MJ NEl	(g)
Ispod 3.0	Do 15			
3.0-3.5	15-17	0.44	3.25	50
3.5-3.7	17-19	0.46	3.40	55
3.7-4.0	19-21	0.48	3.55	59
Iznad 4.0	21-23	0.50	3.70	62

Izvor: Tablica 3. Masnoća mlijeka u odnosu na sirovu vlakninu, energiju i proteine u krmivima krava (oko 650 kg težine) u: Feldhofer, S., Zagreb (2010.). Kisele indigestije zbog nedostatka sirove vlaknine. Sirova vlaknina i muznost krava. Probavljivost i iskorištavanje krmiva. Hranidba krava visoke muznosti. str.68.

Više nezasićenih masnih kiselina u mlijeku, koje se povećavaju uz hranidbu krava mladom travom, većom količinom kukuruza i sjemenki uljarica rezultirat će dobivanjem mekog i lako mazivog maslaca, za razliku od prehrane bogatom slamom, repom, raži, graškom, sačmi uljarica i sl. kada će mliječna mast biti tvrđa (Feldhofer, 2010.). Chamberlain i Wilkinson (1996) navode da postoji nekoliko dobro istraženih metoda za povećanje koncentracije mliječne masti, ali malo za smanjenje koncentracije mliječne masti bez uzrokovanja ozbiljnih nuspojava. Na povećanje koncentracije mliječne masti može se utjecati višim sadržajem vlakana u obroku, učestalošću obroka te dodacima masti u obrok.

Kako je vidljivo na Slici 6. za obroke koji sadrže preko 60% koncentrata ili manje od 250g/kg ST kiselih detergentskih vlakana (KDV), sadržaj KDV u obroku bitno utječe na koncentraciju mliječne masti. Žvakanje je također važno za održavanje mliječne masti te ona može biti smanjena ako se krave hrane krmnim biljem koje je sjeckano na dužinu manju od 0,7 cm, mlada paša također može utjecati na smanjenje koncentracije mliječne masti. Što se tiče učestalosti obroka, češće nuđenje manjim količinama koncentrata će smanjiti učinak potaknut velikim obrocima koncentrata dva puta na dan na smanjenje mliječne masti, ali češće hranjenje koncentratom neće uzrokovati povećanje koncentracije mliječne masti. Prema Sutton i Morant (1989.) uključenje masti u obrok do oko 6-8% ukupne ST obroka obično dovodi do povećanja prinosa mlijeka, dok odgovor u koncentraciji masti jako varira. Obično umjerene količine zasićenih masti malo povećavaju mliječnu mast, dok sličan iznos nezasićenih masti i velika količina većine izvora masti uzrokuje njen pad. Učinak dodataka masti je dijelom posljedica njihovog učinka na fermentaciju u buragu (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

Slika 6. Učinak unosa vlakana (kisela detergentska vlakna) na sadržaj mliječne masti



Izvor: Figure 13.4 The effect of dietary fibre intake (ADF) on milk fat content (from Sutton and Morant, 1989) u: Chamberlain, A.T. i J. M. Wilkinson (1996): Raising the concentration of milk fat. Milk fat. Manipulating the composition of milk. Feeding the Dairy cow. str.134.

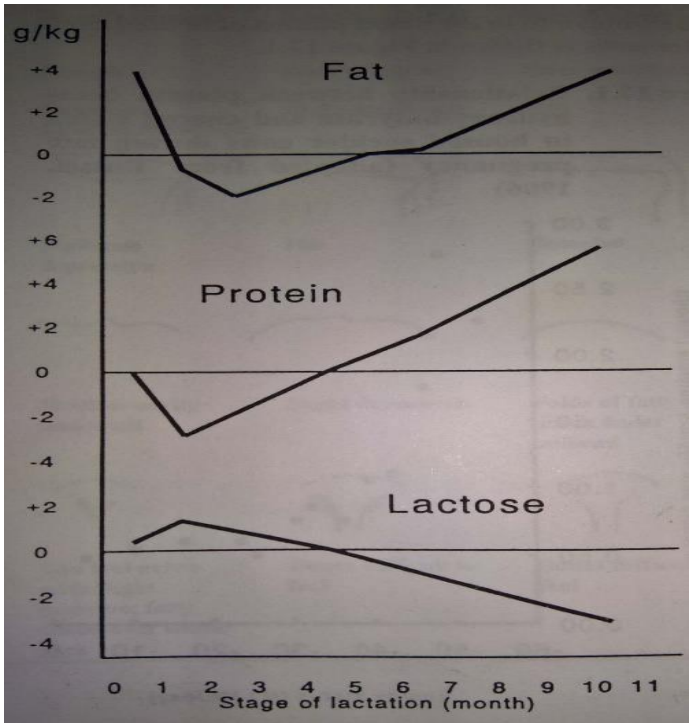
Kako je vidljivo na Slici 6. nizak unos vlakana može smanjiti sadržaj masti u mlijeku, ali mora se imati na umu da su krave koje dobivaju nisku količinu vlakana sklone razvoju acidoze i indigestije što može nepovoljno utjecati na unos hrane, prinos mlijeka, kao i na zdravlje i plodnost. Visok unos škroba i šećera će povećati proizvodnju propionata u buragu,

dok će smanjiti proizvodnju acetata i butirata što će dovesti do smanjene proizvodnje mliječne masti. Osim toga, veći unos škroba i šećera će obično značiti i smanjenje ukupne količine vlakana u obroku što, kao što je već navedeno ranije, također utječe na smanjenje proizvodnje mliječne masti. Visok prinos mlijeka je obično povezan sa smanjenjem sadržaja mliječne masti, što može biti posljedica sastava obroka koji uključuje veći udio škroba, a smanjeni vlakana, ali može se raditi i o učinku „razrjeđenja" velikog volumena mlijeka, pritom su obično mliječne bjelančevine snižene u većoj mjeri. Povećanjem udjela bjelančevina u sadržaju koncentrata sa 12% na 24% je dovelo do smanjenja sadržaja mliječne masti u mlijeku sa 4,12% na 3,89%, ali je pritom zbog povećanog unosa silaže i većeg prinosa mlijeka ukupni dnevni prinos mliječne masti bio povećan te je iz tog razloga važno promjene u sastavu mlijeka promatrati zajedno s promjenama u prinosu mlijeka (Chamberlain i Wilkinson, 1996.; Poole i sur., 1992).

4.4. Laktoza

Laktoza ili mliječni šećer je prevladavajući UH u mlijeku i isključivo proizvod mliječne žlijezde. Sastavljena je od glukoze i galaktoze i ima specifičan slatkasti okus. Otopljena je u mlijeku i u mlijeku krava se nalazi u koncentraciji od oko 4,6 do 4,8%. Glavna biološka funkcija laktoze u mlijeku je regulacija sadržaja vode, odnosno regulacija osmotskog sadržaja (Davies i sur., 1983.). Upravo zbog te funkcije laktoza je najkonstantnija mliječna komponenta. Supstrat za stvaranje glukoze u jetri dolazi iz buraga u obliku propionske kiseline, a dio glukoze se dobiva i fermentativnom razgradnjom škroba i šećera resorpcijom iz crijeva zbog čega kravama treba davati lako probavljiva krepka krmiva za potrebe mikroorganizama buraga i stvaranje propionske kiseline, ali i UH koji nisu podložni razgradnji u buragu, tzv. u buragu stabilni UH, škrobna krmiva, krupnije samljevene žitarice, osobito kukuruznu prekrupu koja sadržava škrob koji je u buragu stabilniji, a dobro razgradiv u crijevu kako bi se povećala koncentracija šećera u krvi te potaknulo stvaranje laktoze i proizvodnja mlijeka. U mlijeku krava s mastitisom, odnosno u mlijeku s većim brojem somatskih stanica, nalazi se manje laktoze (Feldhofer, 2010.). Na Slici 7. je prikazano kako se sastav mlijeka mijenja s obzirom na stadij laktacije. Za razliku od sadržaja masti i bjelančevina koji padaju u prvim mjesecima laktacije dok prinos mlijeka raste, sadržaj laktoze u mlijeku se mijenja suprotno - raste u ranoj laktaciji, a nakon postizanja maksimalne mliječnosti koncentracija počinje padati (Chamberlain i Wilkinson, 1996.).

Slika 7. Učinak stadija laktacije na sastav mlijeka



Izvor: Figure 17.2 Effect of stage of lactation on the composition of milk (adapted from Waite et al., 1958) u: Chamberlain, A.T. i J. M. Wilkinson (1996): Milk composition. Assesing nutritional status. Feeding the Dairy cow. str.162.

5. ZAKLJUČAK

Bavljenje tehnologijom prehrane na mliječnoj farmi izuzetno je zahtjevan i odgovoran posao. Naizgled malim promjenama u tehnologiji prehrane i držanja možemo znatno utjecati na proizvodnost cijele skupine, gdje je zbog zakona velikih brojeva itekako moguće na taj način utjecati na dobit mliječnog poduzeća. Prehranom možemo utjecati na kvalitetu i količinu dobivenog proizvoda, ali i na zdravlje životinja, što u konačnici utječe i na njihovu dobrobit.

Zbog specifičnosti anatomske građe probavnog sustava preživača i same fiziologije probave u kojoj glavnu ulogu imaju mikroorganizmi buraga, hranidba preživača je puno zahtjevnija od ostalih životinja jer se unos hranjivih tvari mora prilagoditi, kako potrebama organizmu same životinje, tako i potrebama mikroorganizama u buragu bez kojih životinja ne bi mogla funkcionirati.

Nekvalitetna i neodgovarajuća hranidba mliječnih krava, osim što uzrokuje pad mliječnosti može biti odgovorna i za sterilnost ili nemogućnost koncepcije krave što opet dovodi do financijskih gubitaka jer krave koje ne koncipiraju otprilike svakih godinu dana uzrokuju gubitke u obnovi stada, prodaji muške teladi i padu količine dobivenog mlijeka.

POPIS LITERATURE

1. Agricultural Research Council. ARC (1980): The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Technical Review by an Agricultural Research Council Working Party, Common wealth Agricultural Bureau, Farnham Royal, UK.

2. AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (1992): Nutritive Requirements of Ruminant Animals. Great Britain.

3. ANNONYMUS (2018): Metabolisable protein (MP) u the Dairy nutrition specialists. https://dairynutritionspecialists.co.nz/dairy-nutrition/what-formulations-are-about/metabolisable-protein-mp.

4. CHAMBERLAIN A. T. i J. M. WILKINSON (1996): Why is dairy cow nutrition important? Introduction, Feeding the Dairy cow, str.1

5. CHAMBERLAIN A. T. i J. M. WILKINSON (1996): Introduction to ruminant nutrition, Feeding the Dairy cow, str. 3

6. CHAMBERLAIN A. T. i J. M. WILKINSON (1996): Anatomy and physiology of the digestive tract, Feeding the Dairy cow, str. 8-10.

7. CHAMBERLAIN A. T. i J. M. WILKINSON (1996): Why is intake important?, Voluntary feed intake, Feeding the Dairy cow, str. 41.

8. CHAMBERLAIN, A. T. i J. M. WILKINSON (1996): Voluntary feed intake, Feeding the Dairy cow, str. 41.

9. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Factor controling voluntary feed intake, Voluntary feed intake, Feeding the Dairy cow, str. 42.

10. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Introduction, Predicting feed intake, Feeding the Dairy cow, str. 95.

11. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Fators affecting intake, Body weight, Predicting feed intake, Feeding the Dairy cow, str 96.

12. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Fators affecting intake, Milk yield, Predicting feed intake, Feeding the Dairy cow, str. 96-97.

13. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Fators affecting intake, Quality of the ration, Predicting feed intake, Feeding the Dairy cow, str. 97.

14. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Fators affecting intake, Stage of lactation, Predicting feed intake, Feeding the Dairy cow, str. 97.

15. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Fators affecting intake, Stage of pregnancy, Predicting feed intake, Feeding the Dairy cow, str. 97

16. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Optimising microbial growth in the rumen, Energy, Feeding the Dairy cow, str. 50.

17. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Sites of energy digestion, Energy, Feeding the Dairy cow, str.50.

18. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Optimising microbial growth in the rumen, Energy, Feeding the Dairy cow, str. 50.-51.

19. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Gross energy, Energy digestion, Energy, Feeding the Dairy cow, str.51-52.

20. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Digestible and metabolisable energy, Energy digestion, Energy, Feeding the Dairy cow, str.52.

21. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Net energy, Energy digestion, Energy, Feeding the Dairy cow, str.51-52.

22. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Efficiency of conversion of ME to NE, Estimating energy requirements, Energy, Feeding the Dairy cow, str.53.

23. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Products of energy digestion, Energy, Feeding the Dairy cow, str.52.

24. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Fat, Energy, Feeding the Dairy cow, str. 60.

25. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Digestion of fat, Fat, Energy, Feeding the Dairy cow, str. 60.

26. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Practical assessment of diet quality, Voluntary feed intake, Feeding the Dairy cow, str. 44.

27. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Inclusion of fat in diets. Fat. Energy. Feeding the Dairy cow. str. 61-62.

28. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996):Protected Fats. Fat. Energy. Feeding the Dairy cow. str. 62.

29. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Introduction, Protein, Feeding the Dairy cow, str. 63.

30. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Units of measurement, Protein, Feeding the Dairy cow, str. 63.

31. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Sites of protein digestion, Protein digestion, Protein, Feeding the Dairy cow, str. 64.

32. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Response to high-protein diets, Protein, Feeding the Dairy cow, str.75.

33. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Practical aspects of protein digestion, Protein, Feeding the Dairy cow, str.75.

34. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Value of degraded protein to the microbes in the rumen, The metabolisable Protein system, Protein, Feeding the Dairy cow, str.68.

35. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Matching the release of nitrogen and carbohydrate in the rumen, Practical aspects of protein digestion, Protein, Feeding the Dairy cow, str.76.

36. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): The importance of manipulating milk composition//Manipulating the composition of milk//Feeding the Dairy cow / str.129.

37. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Matching the release of nitrogen and carbohydrate in the rumen, Practical aspects of protein digestion, Protein, Feeding the Dairy cow, str.76.

38. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Milk protein, Manipulating the composition of milk, Feeding the Dairy cow, str.130.

39. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Raising the concentration of milk protein, Milk protein, Manipulating the composition of milk, Feeding the Dairy cow, str.130.

40. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Raising the concentration of milk protein, Milk protein, Manipulating the composition of milk, Feeding the Dairy cow, str.130.-131.

41. CHAMBERLAIN, A.T. i J. M. WILKINSON (1996): Milk fat. Feeding the Dairy cow, str.133-135.

42. CHAMBERLAIN, A. T. (2015): Livestock. Amino acid supplements. Manipulating milk quality n the modern dairy herd. Str.206.

43. DAVIES, D. T., C. HOLT, AND W. W. CHRISTIE. (1983): The composition of milk. Ch. 5 in Biochemistry of Lactation, T. B. Mepham, editor. , ed. Amsterdam: Elsevier.

44. FELDHOFER, S. (2010): Mikrobni proteini u hranidbi krava, Proteini u krmnim obrocima krava, Energetska krepka krmiva, Krepka krmiva, u Hranidba krava visoke muznosti. Zagreb. str. 88.

45. FELDHOFER, S. (1997): Potrebe goveda za bjelančevinama, Bjelančevine u hranidbi preživača, Hranidbene potrebe preživača, Hranidba goveda. Hrvatsko mljekarsko društvo, Zagreb, Str. 31.

46. FELDHOFER, S. (1997): Utjecaj hranidbe na kemijski sastav i na kakvoću mlijeka. Utjecaj hranidbe na kakvoću mlijeka. Hranidba goveda u rastu, tovu, reprodukciji i mliječnosti. Hranidba goveda. Hrvatsko mljekarsko društvo, Zagreb, Zagreb. str.163.

47. FELDHOFER, S. (1997): Utjecaj hranidbe na kemijski sastav i na kakvoću mlijeka, Utjecaj hranidbe na kakvoću mlijeka, Hranidba goveda u rastu, tovu, reprodukciji i mliječnosti, Hranidba goveda. Hrvatsko mljekarsko društvo, Zagreb. Str.164.

48. FELDHOFER, S. (2010): Proteini (bjelančevine) u mlijeku, Suha tvar mlijeka, Hranidba krava visoke muznosti. Zagreb. str.116.

49. FELDHOFER, S. (2010): Sastav i kvaliteta proteina mlijeka, Proteini (bjelančevine) u mlijeku, Suha tvar mlijeka, Hranidba krava visoke muznosti, str.116-117.

50. FELDHOFER S. (2010): Uzimanje hrane i tek životinja, Potrošnja krmiva u hranidbi krava, Krave u visokoj proizvodnji mlijeka, Hranidba krava visoke muznosti, Zagreb. str. 55.

51. FELDHOFER, S. (2010): Mikrobiološka populacija u buragu, Hranidba krava visoke muznosti. Zagreb. Str.40.

52. FELDHOFER, S. (2010): Hlapive masne kiseline u buragu, Hranidba krava visoke muznosti. Zagreb. Str.40-41.

53. FINDRIK, M. i M. KALIVODA (1968): Hranidba domaćih životinja, Opći dio, Uvod, Zagreb, Str. 1-2.

54. FORBES J. M. (1983): The Voluntary Food Intake of Farm Animals, Butterworths, London, str. 206.

55. GALLER, J. (1995): Milchqualität und ihre Faktoren. Förderungsdienst 43 (4), 21-25.

56. GRBEŠA, D. i D. SAMARŽIJA (1994): Sinteza mlijeka, mliječne masti i bjelančevina. Hranidba i kakvoća mlijeka. Mljekarstvo 44 (2) str. 120.

57. HALLBERG, M. C. (1992): Bovine somatotropin and emerging issues. Westview Press, Oxford.

58. KALIVODA M. (1968): Hranidba goveda, Fiziološko prehrambene karakteristike, Hranidba krava, str. 5.-7.

59. KALIVODA, M. (1968): Nepravilnosti opskrbe s energijom, Opskrba energijom i proteinima, Hranidba goveda, str.28.

60. KÖNIG H. E. I H. G. LIEBICH (2009): Anatomija domaćih sisavaca. Naklada slap, Jastrebarsko. str. 346.

61. LEE C., F. GIALLONGO, A.N. HRISTOV, H. LAPIERRE, T. W. CASSIDY, K. S. HEYLER, G. A. VARGA, C. PARYS (2015): Effect of dietary protein level and rumen-protected amino acid supplementation on amino acid utilization for milk protein in lactating dairy cows. J of Dairy Sci. 98(3):1885-902.

62. LOOPER, M. (2012): Feed intake, Factor affecting Milk Composition of Lactating Cows.

63. MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD (1984): Energy Allowances and Feeding Systems for Ruminants. Second edition. MAFF Ref. Booklet 433.

64. NAYLOR J. N. I S. L. RALSON (1991): Large animal clinical nutrition. London. Mosby Year Book.

65. POOLE, A.H., K. ASTON, J. D. SUTTON (1992): Milk from grass silage. UK Milk Marketing Bord.

66. SUTTON, J.D. I S. V. MORANT (1989): Nutrition and milk quality in dairy cow nutrition – the veterinary angles. Conference Proceedings (Ed.: A.T. Chamberlain). Reading University, Reading, UK.

67. ŠERMAN, V., Ž. MIKULEC, T. MAŠEK (2012): Hranidba krava u laktaciji, Hranidba i dijetetika životinja u: Veterinarski priručnik, 6.izdanje.

68. ŠERMAN, V., Ž. MIKULEC, T. MAŠEK (2012): Hranidba goveda u: Veterinarski priručnik, 6.izdanje.

69. ŠERMAN, V., Ž. MIKULEC, T. MAŠEK (2012): Nepravilna opskrba bjelančevinama, Pogreške u hranidbi i njihov učinak na zdravlje krava, Hranidba i dijetetika životinja, Veterinarski priručnik, 6.izdanje.

70. TOMLINSON P. I A. PERRY (1993): An analysis of Genus management costed dairy farms 1992-93. Genus management.

71. TRATNIK LJ. (1998): Mlijeko-tehnologija, biokemija i mikrobiologija. Hrvatska mljekarska udruga. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu. Str. 324.

72. WAGHORN G.C., R. L. BALDWIN (1984): Model of metabolite flux within mammary gland of the lactating cow. J Dairy Sci. 67(3):531-44.

Utjecaj hranidbe na sastav mlijeka Holstein-frizijskih krava

SAŽETAK

Hranidba domaćih životinja, osim što je bitna za proizvodnost i zdravstveni status životinja, pod izravnim je utjecajem uzgajatelja životinja. Da bi se održala visoka proizvodnja mlijeka visoko mliječnih krava, uz što manji negativni utjecaj na životinjsko zdravlje i dobrobit mora se stalno voditi računa o specifičnim zahtjevima preživača, imajući na umu njihovu složenu fiziologiju probave. Prehranom se, u manjem ili većem opsegu može utjecati na koncentraciju mliječne masti, u manjem opsegu na koncentraciju mliječnih bjelančevina, dok mliječni šećer ili laktozu možemo navesti kao najkonstantniju mliječnu komponentu. Osim o prehrani, komponente mlijeka ovise i o nizu drugih faktora poput genetike, stadija laktacije, zdravstvenom statusu, temperaturi okoliša i dr. Ovim radom pokušao sam posjednicima mliječnih krava obratiti pozornost na značaj hranidbe na njihov konačan proizvod.

Effect of nutrition on milk composition of Hollstein-Friesian cows

SUMMARY

Nutrition of domestic animals is very important for productivity and health status and is essentially influenced by the animal breeder. In order to keep high productivity of milk in high yielding dairy cows, with at least possible negative impact on their health and welfare by continuously taking into account specific needs of ruminants, in particular their complex digestive physiology. With the manipulation of the feeding regime it is more or less possible to influence the concentration of milk fats, and in lesser extent the concentration of milk proteins, whereas milk sugars or lactose could be mentioned as the most constant milk constituent. Besides nutrition, milk constituents are also dependent on many other factors such as genetics, stage of lactation, health status, environmental temperature *etc.* The purpose of this work was to focus the attention of animal owners on the importance of nutrition on their final product.

ŽIVOTOPIS

Zvonimir Zubčić rođen je 29.11.1991. u Ogulinu gdje 2006. godine završava osnovnu školu. 2010. godine završava Prirodoslovnu školu Karlovac – smjer veterinarski tehničar gdje maturira na temu pretrage mlijeka te iste godine upisuje Veterinarski fakultet u Zagrebu na kojem 2016. godine postaje apsolvent.