

# Utjecaj kisele indigestije buraga na zdravlje i proizvodnost mliječnih krava

---

Kratofil, Iva

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:435340>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-18**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



# **UTJECAJ KISELE INDIGESTIJE BURAGA NA ZDRAVLJE I PROIZVODNOST MLIJEČNIH KRAVA**

DIPLOMSKI RAD

Iva Kratofil

Zagreb, rujan, 2020.



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Hranidba životinja i hrana

# **UTJECAJ KISELE INDIGESTIJE BURAGA NA ZDRAVLJE I PROIZVODNOST MLIJEČNIH KRAVA**

DIPLOMSKI RAD

Iva Kratofil

Mentor:

Izv.prof.dr.sc. Antun Kostelić

Zagreb, rujan, 2020.



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



## **IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Iva Kratofil**, JMBAG 10048758, rođen/a 17.05.1995. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

### **UTJECAJ KISELE INDIGESTIJE BURAGA NA ZDRAVLJE I PROIZVODNOST MLIJEČNIH KRAVA**

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

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



## IZVJEŠĆE

### O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **Iva Kratofil**, JMBAG 10048758, naslova

#### **UTJECAJ KISELE INDIGESTIJE BURAGA NA ZDRAVLJE I PROIZVONOST MLIJEČNIH KRAVA**

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana \_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. Izv. prof. dr. sc. Antun Kostelić mentor

\_\_\_\_\_

2. Izv. prof. dr. sc. Goran Kiš član

\_\_\_\_\_

3. Prof. dr. sc. Krešimir Salajpal član

\_\_\_\_\_

## Zahvala

Veliku zahvalnost dugujem svojem mentoru Izv. prof. dr. sc. Antunu Kosteliću koji mi je svojim trudom, savjetima i stručnim znanjem pružio veliku pomoć pri izradi ovog diplomskog rada te imao razumijevanja, vremena i strpljenja za moje broje upite.

Također, posebno se zahvaljujem svojoj obitelji i rodbini koji su me podupirali u svim mojim odlukama i poticali me da ostvarim svoje ciljeve.

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Pregled literature.....	2
2.1. Hranidba mliječnih krava.....	2
2.1.1. Voluminoza.....	3
2.1.2. Koncentrati.....	6
2.1.3. Sustavi hranidbe.....	7
2.2. Uzroci bolesti.....	8
2.2.1. Lako probavljivi ugljikohidrati.....	9
2.2.2. Neuravnotežena hranidba.....	10
2.2.3. Promjena pH.....	12
2.3. Znakovi bolesti.....	13
2.3.1. Supklinička indigestija.....	13
2.3.2. Teška indigestija sa intoksikacijom.....	14
2.4. Utjecaj na proizvodnost i druge bolesti.....	16
2.4.1. Ruminitis.....	19
2.4.2. Laminitis.....	20
2.5. Dijagnoza bolesti.....	21
2.5.1. Određivanje pH buraga.....	21
2.5.2. Kvaliteta obroka.....	24
2.6. Liječenje.....	25
2.6.1. Lakši oblik indigestije.....	26
2.6.2. Teži oblik indigestije.....	26
2.7. Preventiva.....	27
2.7.1. Analiza sastojaka u obroku.....	27
2.7.2. Postupna promjena obroka.....	28
2.7.3. Dodaci u hrani.....	28
3. Zaključak.....	29
4. Popis literature.....	30
5. Životopis.....	36

## Sažetak

Diplomskog rada studenta/ice **Ive Kratofil**, naslova

### **UTJECAJ KISELE INDIGESTIJE BURAGA NA ZDRAVLJE I PROIZVODNOST MLIJEČNIH KRAVA**

Kisela indigestija je zdravstveni poremećaj koji se sve češće pojavljuje u stadima mliječnih krava koji može dovesti do ozbiljnih posljedica i pada proizvodnje. Povećani unos lako probavljivih ugljikohidrata, nedostatan puferiranje buraga, nagla promjena krmiva bez prilagodbe i nepravilan redoslijed obroka zajednički dovode do pada pH vrijednosti buražnoga sadržaja ispod 5,5. Zbog povećane kiselosti u buragu dolazi do odumiranja mikrobne populacije, što rezultira smanjenom probavljivošću celuloze. Smanjuje se proizvodnja mlijeka i udio mliječne masti te se javljaju i sekundarne bolesti ruminitis i laminitis. Supklinički oblik bolesti je puno opasniji jer su simptomi indirektni i teže se primijete. Pouzdana metoda dijagnoze je praćenje promjena pH-vrijednosti sadržaja buražnoga soka. Kod kisele indigestije najbitnije su preventivne mjere koje uključuju analizu sastojaka i redoslijed obroka, sprječavanje naglog prejedanja, pripremu hrane odgovarajuće veličine čestica i dodavanje dodataka u obrok.

**Ključne riječi:** kisela indigestija, lako probavljivi ugljikohidrati, pad pH vrijednosti, mliječna mast, ruminitis, laminitis, redoslijed obroka, veličina čestica



## Summary

Of the master's thesis – student **Iva Kratofil**, entitled

### **INFLUENCE OF RUMINAL ACIDOSIS ON HEALTH AND PRODUCTIVITY OF DAIRY COWS**

Ruminal acidosis is a health disorder which appears increasingly often in herds of dairy cows and which can lead to serious consequences and a decline in production. Increased intake of easily digestible carbohydrates, insufficient buffering of rumen, sudden change of feed without adjustment and irregular feeding schedule can together lead to a drop of pH value below 5,5 in the content of rumen. Due to increased acidity in the rumen, the extermination of microbe population occurs which results in a decreased digestability of cellulose. Milk production and milk fat content are decreasing with the occurrence of secondary diseases of ruminitis and laminitis. The subclinical form of the disease is much more dangerous because the symptoms are indirect and harder to detect. A reliable method of diagnosis is observing changes in pH value of the content of ruminal fluid. With ruminal acidosis the most important are preventive measures which include ingredient analysis and feeding schedule, prevention of sudden overeating, preparation of feed with appropriate particle size as well as adding supplements in the meal.

**Keywords:** ruminal acidosis, easily digestible carbohydrates, drop of pH value, mik fat, ruminitis, laminitis, feeding schedule, particle size

## 1. Uvod

Kisela indigestija ili acidoza buraga je metabolička bolest preživača koja je najčešće javlja u mliječnim stadima kojima su potrebne velike količine energije radi proizvodnje mlijeka. Obroci bogati lako probavljivim ugljikohidratima dovode do nastanka većih količina mliječne kiseline. Mliječna kiselina uzrokuje zakiseljavanje buraga te negativno djeluje na njegov mikrobiološki sustav. Hranidba s većim količinama ugljikohidrata povećava proizvodnju mlijeka, ali dugoročno loše djeluje na zdravlje i proizvodnju životinja.

Za pravilan rad probave u buragu bitan je njegov pH i odgovarajuća duljina vlakana koja pogoduje stvaranju sline nužne za održavanje puferskog kapaciteta buraga. Bolest se javlja u dva oblika, supklinički (SARA) i teška indigestija s intoksikacijom. Stočarima veći problem predstavlja supklinički oblik koji ne pokazuje tipične kliničke simptome stoga se teško dijagnosticira na vrijeme. Uz indigestiju dolazi i do sekundarnih bolesti laminitisa i ruminitisa. Kisela indigestija zajedno s laminitisom dovodi do smanjenja proizvodnje mlijeka, slabog apetita, preuranjenog izlučivanja iz uzgoja te neobjašnjene smrtnosti. Glavni uzrok pojave kisele indigestije je neuravnotežen obrok, nepravilno izbalansiran omjer koncentrata i krmnog bilja te nagla promjena obroka.

Cilj ovog rada je prikazati uzroke, simptome i štetne posljedice kisele indigestije na opće zdravstveno stanje i proizvodnju mliječnih krava.

## 2. Pregled literature

### 2.1. Hranidba mliječnih krava

Optimalna proizvodnja mlijeka i maksimalno iskorištenje genetskog potencijala moguće je jedino s pravilnom hranidbom. Dobro izbalansiran obrok mora zadovoljiti uzdržne i proizvodne potrebe krave za održavanje njenog zdravlja i profitabilnu proizvodnju mlijeka.

Mliječne krave trebaju dovoljne količine kvalitetnog i higijenski ispravnog obroka kako bi se proizvela što veća količina mlijeka sukladno njenom fiziološkom stanju i opterećenosti organizma. Neadekvatnom hranidbom dolazi do pada mliječnosti i raznih metaboličkih bolesti. Plan hranidbe ovisi o tjelesnoj masi, zdravlju, starosti, visini proizvodnje te stadiju laktacije krava. Hranidba se raspoređuje na ljetni i zimski period radi pravilnog i isplativog izbora hrane. Ljeti se najviše konzumira zelena krma ili paša koja ima smanjen udio suhe tvari koja je nužna za proizvodnju energije i unos potrebnih vlakana za probavu. Uz pašu, dodaju se i koncentрати te sijeno. U zimskoj razdoblju krave se hrane voluminozom u konzerviranom obliku kod koje je bitna bespriječna higijena i stručnost jer može doći do kvarenja te nastanka mikroorganizama koji su uzročnici raznih probavnih poremećaja krava. Također u obrok se dodaju i veće količine koncentrata ovisno o stupnju proizvodnje krave. Tijekom cijele godine u obrok se stavljaju vitaminsko-mineralni dodaci s naglaskom na kalcij, fosfor, vitamini A i D (J. Haluška, 2004 ).

### 2.1.1. Voluminoza

Voluminoza je osnovni dio obroka koji se daje u svježem (paša, zelena krma) i/ili konzerviranom obliku (sijeno, silaža), a kravama predstavlja glavni izvor vlakana i energije. Bitno je da je voluminoza prvi obrok koji se daje kravama jer osigurava puferni kapacitet i potiče stvaranje sline te neutralizira brzo fermentirajuću hranu unesenu u burag. U slučaju da je prvi obrok koncentrat može doći do ugibanja celulitičkih bakterija koje razgrađuju vlakna. Manjak voluminoze, odnosno vlakana može dovesti do kisele indigestije. Preporučuje se više od 40% voluminozne krme u obroku (Fox i sur., 1992.). Voluminoza podmiruje potrebe za proizvodnju mlijeka do 10 litara, za veću proizvodnju mlijeka dodaje se smjesa koncentrata (J. Haluška, 2004.).

Dokazano je da su krave na paši zdravije i sretnije. Također, njihovo mlijeko je bogato nezasićenim masnim kiselinama koje povoljno djeluju na zdravlje ljudi u odnosu na mlijeko krava hranjenih silažom (Jahreis i sur., 1997.; Drackley i sur., 2001.; White i sur., 2001.; Bargo i sur., 2006.). Dobra paša sadrži u najvećem postotku raznovrsne trave, npr. engleski ljulj, mahunarke i korovno bilje. Paša sadrži čak 70 - 80% vode, dok je udio suhe tvari 18 - 24%. Zbog manjeg postotka suhe tvari, krave dobiju manje energije i na kraju proizvode manje količine mlijeka. Na mliječnim farmama potrebna je visokokvalitetna hrana s nižim troškovima proizvodnje koja ima male gubitke hranjivih sastojaka da bi farma mogla biti profitabilna.



Slika 1. Pašni način držanja krava

Izvor:

[https://www.123rf.com/photo\\_3759173\\_friesian-holstein-dairy-cows-grazing-on-lush-green-pasture.html](https://www.123rf.com/photo_3759173_friesian-holstein-dairy-cows-grazing-on-lush-green-pasture.html)

Konzerviranje voluminoze u obliku silaže odlično je rješenje za farme jer omogućuje dostupnost hrane tijekom cijele godine, neovisno o klimatskim promjenama. Biljke se kose u optimalnoj fazi zrelosti i konzerviraju u što kraćem roku da bi smanjili moguće gubitke od košnje do hranjenja. Kod košnje bitna je dužina sječke, u slučaju preduge dolazi do težeg utiskivanja sječke za siliranje. Bitna stavka je osiguranje anaerobnih uvjeta u skladištenju silaže za djelovanje bakterija mliječno-kiseloga vrenja. Nakon dobrog zbijanja mase dolazi do ispuštanja biljnog soka između izmiješanih čestica biljne mase stvarajući anaerobne uvjete. Dio hranjivih tvari iz biljke prelazi u biljni sok i zajedno čine odličnu podlogu za razvoj bakterija. U silosu kreću reakcije stvaranja raznih bakterija pod prisustvom povoljne temperature.

Među tim bakterijama nastaju i bakterije mliječno-kiselog vrenja koje zakiseljavaju krmivo i stvaraju mliječnu kiselinu koja je glavni prirodni konzervans. U slučaju aerobnih uvjeta dolazi do razvoja kvasaca koji „jedu“ šećere i škrob iz silaže te time smanjuju nutritivne vrijednosti. Kvasci stvaraju uvjete za razvoj plijesni, a plijesni za razvoj mikotoksina, najpoznatijeg zearalenona koji je uzročnik reproduktivnih i probavnih poremećaja životinja. Kontaminirana silaža veliki je financijski trošak jer životinje odbijaju jesti radi lošeg okusa i mirisa te dolazi do manjih prirasta i smanjene proizvodnje.



Slika 2. Silaža

Izvor

[:https://grama.com.hr/silaza-i-hranidba-mljecnih-krava-moguci-problemi/](https://grama.com.hr/silaza-i-hranidba-mljecnih-krava-moguci-problemi/)

Za brži proces siliranja i manje gubitke koriste se inokulanti. Inokulanti su biološki dodaci sa sojevima bakterija mliječno kiselinskog vrenja koji vrše brzinsko nastajanje mliječne kiseline i time bržu fermentaciju ili sprječavaju naknadno zagrijavanje. Silaža kukuruza cijele biljke je glavno voluminozno krmivo visokomliječnih krava u Hrvatskoj (M.

Vranić i sur., 2004.). U dnevnom obroku sudjeluje s otprilike 40 - 60% ukupnog obroka. Silaža kukuruza je najlakša za obradu, ukusna, probavljiva i najjeftinija. Kukuruznu biljku treba kositi na visini od 15 cm ako nije zaprljana zemljom ili na većim visinama ako je jako zaprljana zemljom (> 5,5% pepela) (D. Grbeši, 2016.). Većinom se obroci sa silažom kukuruza nadopunjuju sa suhim zrnom kukuruza da bi se spriječila kisela indigestija. Prema Grbeši D., 2004., kukuruz tipa polutvrduca sadrži više caklavogendosperma pa se njegov škrob manje i sporije fermentira u buragu što povoljno djeluje na kiselost buraga. Također se navodi da se kravama smanjuje proizvodnja mlijeka ako su hranjene s više od 65% silaže kukuruza u obroku.

Krave bi trebale imati najmanje 30% voluminoze u obroku, a najbolje je sijeno lucerke (Grbeša D., 2016.). Sijeno nastaje sušenjem zelene voluminozne mase dijelom na tlu, a dijelom u sjenicima. Najčešće se koristi sijeno livadnih trava, leguminoza i DTS-a. Prema Ocokoljoviću, 1983., crvena djetelina se uzgaja kao čisti usjev ili u smjesi s travama za proizvodnju sijena za hranidbu mliječnih krava kako bi se proizvelo što kvalitetnije mlijeko. Nadalje, sijeno je dobar izvor provitamina vitamina A,  $\beta$ -karotena te vitamina D, a ovisi o načinu sušenja. Kvalitetno sijeno ima pozitivno djelovanje na probavu jer ima laksativan učinak koji je potreban za krave nakon telenja. Također, sadrži sirova vlakna koja nakon preživljanja stvaraju octenu kiselinu koja povećava masnoću mlijeka.



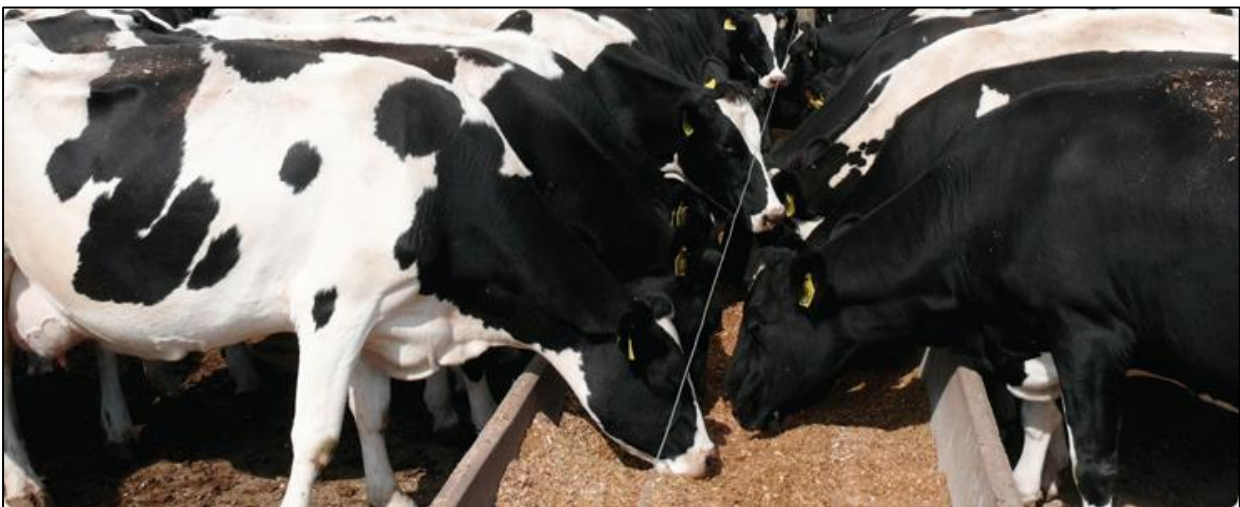
Slika 3. Prikaz sijena

Izvor : <https://www.agroklub.com/stocarstvo/kosnja-i-spremanje>

Sjenaža je vrsta hrane koja ima karakteristike i silaže i sijena. Dobiva se siliranjem biljne mase vlažnosti 45 - 60%, a ima izgled sijena. Glavna prednost sjenaže je bolja ješnost i zadržavanje hranjivih vrijednosti same biljne mase. Sjenaža ima manju vlažnost i time je onemogućen rad truležnih bakterija, ali ne i plijesni. Anaerobni uvjeti bitni su stoga i za sjenažu. Uz organsku kiselinu, javlja se i ugljični dioksid u ulozi konzervansa nastao kao nusproizvod biljne mase. Sjenaža se sprema u rolo i kvadratne bale obložene plastikom. Sjenaža trava i leguminoza treba imati energetska vrijednost 5 - 6 NEL MJ/kg ST (0,78 HJ), a dnevna konzumacija je do 20 kg sjenaže za mliječne krave (Glavić M. i sur., 2016).

### 2.1.2 Koncentrati

Koncentrati su smjesa krmiva biljnog, životinjskog ili mineralnog podrijetla. Hranjive tvari, koje nedostaju voluminozi, nadoknađuju se dodatkom koncentrata. Glavna karakteristika je ta što sadrže niski postotak vode i vlakana, a visoku vrijednost energije i bjelančevina. Kao visokoenergetska krmiva koriste se zrnje žitarica, uljarice i masti, a u bjelančevinasta krmiva spadaju sačme i pogače uljarica, mahunarke (Grbeša D., 2004). Energija se dobiva od lako probavljivih ugljikohidrata, šećera, škroba, masti i ulja. U intenzivnoj proizvodnji mlijeka uobičajena je hranidba s krmivima bogatim ugljikohidratima kako bi se održala kondicija, postigao pravilan rast i razvoj ploda i najvažnije, postigla visoka proizvodnja mlijeka. Osim toga, koncentrati imaju i ulogu ješnosti u slučaju da voluminoza, koja je osnovni dio obroka, nije dobre kvalitete pa je životinje odbijaju jesti. Međutim, previsok unos može ometati fermentaciju u buragu i tako dovesti do probavnih i metaboličkih poremećaja (Forenbacher 1975.). Pravilan udio koncentrata ovisi o proizvodnom kapacitetu mliječnih krava, odnosno o količini mlijeka koju proizvede. Opće pravilo za koncentrat za hranjenje predlaže 1 kg koncentrata na svake 2 - 3 litre mlijeka.



Slika 4. Prikaz hranidbe krava s koncentratima

Izvor :<https://www.pioneer.co.nz/maize-grain/product-information/maize-grain-for-dairy-cows/nutritional-benefits-for-dairy-cows/>

### 2.1.3. Sustavi hranidbe

Kako bi se postigla željena količina mlijeka te ujedno održalo zdravo stado, bitno je odrediti odgovarajući način hranidbe. Farme s manjim prinosima mlijeka prakticiraju ad libitum sustav hranidbe u kojoj krave imaju pristup voluminozi po volji, a koncentracije se daju ovisno o prinosu mlijeka. Problem ad libitum hranidbe je moguća pojava prežderavanja pojedinih krava što povećava rizik od nastajanja nadma.

Prema Communs i sur., 2009., vraćanje pH buraga na optimalnu vrijednost duže je trajalo u ad libitum hranidbi. Za unos svih potrebnih hranjivih sastojaka u svakom obroku mliječnih krava može se koristiti total mixed ration (TMR). TMR je mješavina proteina, ugljikohidrata i minerala potrebnih za uspješnu proizvodnju mlijeka. Zbog ovako izmiješanog obroka krava neće razabirati koje će krmivo jesti, već samo količinu obroka. Takav način hranidbe stabilizira burag i smanjuje učestalost metaboličkih poremećaja (Østergaard i Gröhn, 2000.). Farme koje koriste TMR hranidbu moraju grupirati krave na one u laktaciji i one u suhostaju.



## 2.2. Uzroci bolesti

U slučaju dijagnosticiranja kisele indigestije u stadu bitno je otkriti uzrok koji je doveo do pojave bolesti. Najčešće su to: prekomjeran unos lako probavljivih ugljikohidrata, nedostatan puferiranje buraga i nagla promjena krmiva dok se krave još nisu priviknule (Oetzel i Nordlund, 1998.). Kisela indigestija nastaje obilnom hranidbom ugljikohidrata koji izazivaju nagli i brzi pad pH na  $<5$  koji uništava acidobaznu ravnotežu buraga. Međutim, stadij kisele indigestije ovisi o brojnim čimbenicima, uključujući količinu konzumiranih lako probavljivih ugljikohidrata, stadij proizvodnje i apsorpcije kiselina, kapacitet pufera (Xu i Ding, 2006.). Održavanje pH između 6 i 7 bitno je za zdravlje i funkcioniranje mikroorganizama u buragu.

U slučaju manjka ili viška jedne populacije bakterija u buragu dolazi do štete na drugoj populaciji. Ekosustav buraga čine bakterije: celulitičke bakterije koje razgrađuju celulozu (Fibrobactersukinogene i Butyrivibrio fibrisolvens, Ruminococcus albus i Ruminococcus flavefaciens), amilolitičke bakterije – razgradnja škroba (Prevotellaruminicola, Streptococcus bovis, Bacteroides amylophilus, Succinomonas amylolytica i Selenomonas ruminantium (Hungate 1966.)), proteolitičke bakterije – razgradnja proteina, protozoa i gljive.

Zadaća mikroorganizama je fermentacija hranjivih tvari do hlapljivih masnih kiselina koje koristi domaćin odnosno krava. Bitno je osigurati povoljne uvjete u buragu kako bi mikroorganizmi mogli neometano obavljati svoj zadatak. Obroci za kravu moraju sadržavati dovoljno dugačkih vlakana radi proizvodnje sline koja je nužna za održavanje vrijednosti pH u buragu koji odgovara mikroorganizmima.

Svi uzroci kisele indigestije zapravo počinju nepravilnom hranidbom. Nepravilnom hranidbom podrazumijevamo pogrešan omjer voluminoze i koncentrata u obroku, prejedanje krava, prekiselu ili trulu silažu te naglu promjenu hrane. Također, bitno je razdoblje suhostaja radi obnove papila te razdoblje nakon telenja. Suhostaj je temelj uspješne laktacije, a kvalitetni suhostaj doprinosi kvalitetnom kolostrumu.

### 2.2.1. Lako probavljivi ugljikohidrati

Kukuruz, pšenica, ječam, tritikale i sirak su krmiva koja se najčešće koriste u hranidbi mliječnih krava, a spadaju u kategoriju lako probavljivih ugljikohidrata. U buragu se razlikuje probavljivost škroba između žitarica, grupiranih od visoke do niske probavljivosti, kako slijedi: zob, pšenica, ječam, kukuruz i sirak (Herrera-Saldana i dr. 1990., Tomankova i Homlka 2004.).

Zrno kukuruza je najznačajnije energetske krmivo u stočarstvu jer sadrži 619,9 g/kg škroba, 17,0 g/kg šećera, a oskuduje s aminokiselinama treninom (2,7 g/kg), triptofanom (0,6g/kg) i lizinom (2,7 g/kg). Više od polovice sadržaja ulja u kukuruza čini nezasićena n-6 linolna kiselina C18:2 (20,9 g/kg) čiji deficit se očituje u gubitku dlake, slabo zarastanje rana i drugo. Od vitaminskog sastava ističe se udio niacina (22,0 mg/kg) koji smanjuje vjerojatnost nastanka ketoze, vitamina B1 (3,7 mg/kg) te vitamina E (12 mg/kg) (Grbeša D., 2004.).

Nadalje, postoji i faktor različite obrade najčešćeg krmiva kukuruza koji dovodi do želatinizacije škroba odnosno škrob se pretvori u gel-puding i time stvara bržu fermentaciju i pogodnu okolinu za pojavu kisele indigestije (Huntington, 1988.). Pšenica se razlikuje od kukuruza u tome što ima nešto veći udio sirovih proteina i aminokiselina. Od vitamina sadrži nešto više vitamina E (13mg/kg) i niacina (50mg/kg) (Grbeša D., 2004.).

Ugljikohidrati su glavni izvor energije za mliječne krave te su neophodni u obroku za visoke priraste i proizvodnju. Većina ugljikohidrata u hrani za životinje su polimeri; celuloza, hemiceluloza, pektin i škrob. Početak probave ugljikohidrata je razgradnja polisaharida na oligosaharide i disaharide (Baldwin i Allison, 1983.). Škrob je osnovni sastojak u obroku kojim se hrane mikroorganizmi buraga. Općenito probavni sustav preživača anatomske i fiziološke odgovara probavi vlakana, a ne škroba tako da svako postupanje u kojem se uvodi u obrok škrob mora biti stručno i adekvatno smišljeno da se izbjegnu neželjene posljedice. Nakon povećanog obroka škroba, mikrobi u buragu krave vrše brzu i naglu fermentaciju kojom prekorači buragov kapacitet apsorpcije (Haji-Hajikolaei et al, 2006.) u kojoj nastaju hlapljive masne kiseline, metan i ugljikov dioksid. Veći prirasti i količina mlijeka dobiva se fermentacijom škroba negoli fermentacijom vlakana jer nastaje veća količina hlapljivih masnih kiselina (energija) i mikroba (Grbeša D., 2016.) te dolazi do povećanog rasta svih mikroorganizama u buragu i porasta koncentracije hlapljivih masnih kiselina. Zbog narušene ravnoteže u buragu, smanjuje se normalan pH, slijedi povećanje bakterije *Streptococcus bovis*, populacije koja ima najveću brzinu rasta od ostalih mikroba buraga (Russell i Hino, 1985.), a smanjenje ostalih mikroba. Russell i Dombrowski, 1980., dokazali su da se broj celulitičkih bakterija rodova *Butyrivibrio* i *Ruminococcus* smanjio čim je porastao postotak zrna ječma ili kukuruza u buragu. Stvaraju se velike količine mliječne kiseline koja remeti homeostazu buraga i prekida fermentaciju buraga te se mliječna kiselina apsorbira u krvotok. Pad pH na 5,3 smanjuje populaciju *Streptococcus bovis* (Russell i Hino, 1985.), a njih zamjenjuju laktobacili koji proizvode laktate koji vrše daljnji pad pH buraga (Russell, 1986.).

Uslijed sniženja pH dolazi do prevelikog otpuštanja mliječne kiseline koja se nagomilava u 2 isomera: D-laktat u manjoj količini i L-laktat koji ima veću apsorpciju. Povećanje apsorpcije D-laktata u krvi iscrpljuje kapacitet puferiranja HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> i uzrokuje kiselu indigestiju (Harmon et al, 1985.).

Prema Ragfaru, 2007., kisela indigestija smatra se jednom od najznačajnijih zdravstvenih poremećaja kod preživača koji se hrane zelenom krmom i visokoenergetskim žitom zbog toga što indirektno smanjuje proizvodnju mlijeka i priraste, a može dovesti i do uginuća životinje i time do velikih ekonomskih gubitaka. Mliječna industrija u sjevernoj Americi godišnje ima gubitke između 500 milijuna i 1 bilijuna (Enemark, 2009.).

## 2.2.2. Neuravnotežena hranidba

Dobar hranidbeni program mora osigurati kravama kvalitetnu voluminozu uz koncentrate čija količina ovisi o kapacitetu proizvodnje krave. Nadalje, bitan je omjer voluminoze i koncentrata u obroku. Prema Haluški J., 2004., voluminozna hrana treba biti zastupljena 30 - 60%, a koncentrata 40 - 70%.

Voluminozna krmiva sadrže vlakna koja su bitna za optimalan rad buraga. Vlakna su frakcije stijenke biljne stanice, a označavaju se kao neutralna deterdžent vlakna (NDV). NDV se sastoji od celuloze, lignina i hemiceluloze u biljci, a u preživača zauzimaju prostor u probavnom traktu te ili su sporo probavljivi ili su neprobavljivi. Nužna su za preživljavanje, lučenje slina, održavanje zdravlja stijenki buraga te održavanje puferskog kapaciteta. Moraju biti dovoljno duga jer stvaraju vlaknastu mrežu koja lebdi na površini tekućeg dijela buraga. Zadaća vlaknaste mreže je da hvata čestice hrane i na taj način pomaže mikrobima u razbijanju tih čestica. Maksimalni unos suhe tvari (DMI) ovisi o kvaliteti i veličini vlakana (Journet i Remond, 1976.; Spahr, 1977.; Wangsness i Muller, 1981.). Suha tvar bi trebala iznositi 50-70% obroka u hranidbi mliječnih krava (Haluška J., 2004.). Smanjeni unos suhe tvari (DMI) očit je uzrok acidoze i korišten je kao klinički znak za dijagnozu supkliničke indigestije (Kleen i sur., 2003.; Oetzel, 2003.).

Također, vlakna potiču preživljavanje kod krava odnosno povećavaju proizvodnju pljuvačnih pufera i time pomažu u održavanju pH buraga iznad 6,0. Nedovoljan unos vlakana uzrokuje snižen postotak mliječne masti u mlijeku, poremećaj fermentacije buraga i pojavu kisele indigestije. Međutim, i preduga vlakna mogu dovesti do indigestije jer krave prebiru hranu po hranidbenom stolu, uzimaju prvo energetska krmiva koja su im ukusnija. Dužina vlakana mora biti 0,6 cm, u slučaju manje dužine dolazi do smanjenja mliječne masti čak ako je i dovoljna količina NDV-a u obroku.

Prejedanje je isto jedan mogući uzrok zakiseljenja buraga, a sprječavamo ga na način da kravama prvo ponudimo voluminozni dio obroka koji im zauzima povećani dio u želudcu te onda ne mogu pojesti veće količine koncentrata odnosno lako probavljivih ugljikohidrata.

Potrebno je obratiti pozornost na prijelaznu hranidbu, a to su najčešće ljetno-zimski period i faze prije i poslije telenja tzv. tranzicijska faza. Prilagodba na drugačiju vrstu obroka treba biti postupna 10 – 14 dana da se mikroorganizmi buraga priviknu na novu hranu, promijeni epitel buraga i održi homeostaza buraga (Liebich i dr., 1987.).

Tranzicija je period 3 - 4 tjedna prije telenja i 3 - 4 tjedna poslije telenja. Tijekom tog razdoblja iznimno je bitna hranidba za proizvodne mliječne krave zbog toga što ne mogu unijeti onoliko energije koliko potroše. Ukoliko hranidba prije telenja nije bila adekvatna javlja se negativna energetska bilanca odnosno smanjena konzumacija suhe tvari nakon telenja koja može stvoriti niz metaboličkih i reproduktivnih poremećaja. Prije telenja krava se priprema da unese što više hranjivih tvari u organizam kako bi mogla proizvesti što više mlijeka bez negativnih posljedica. U obrok se postupno povećavaju energetska krmiva, a smanjuju vlakna čime se povećava apsorpcijska površina papila buraga. Ako se sluznica bubrega ne prilagodi na promijenjeno krmivo, što se često događa tijekom razdoblja suhostaja i rane laktacije, papile se neće u potpunosti razviti, što rezultira ograničenom apsorpcijskom površinom koja se neće moći nositi s naglim porastom razine kratkolančanih masnih kiselina (Nordlund i sur., 1995.). U zadnjoj trećini gravidnosti plod raste 80% tjelesne porodne mase stoga se mora hraniti zelenom masom koja ne zauzima veliki volumen u želudcu.

Nakon telenja, kravu se nastavlja hraniti istim sastavnom obroka kao i prije telenja. Nakon 14 dana povećava se obrok, tako da 30. dan krava uzima potpuni obrok.

### 2.2.3. Promjena pH

PH u buragu mijenja se tijekom dana ovisno o vrsti krmiva kojim se hrane krave te redosljedu obroka s koncentratima ili sijenom. Smanjenje veličine čestica krme ili prerada zrna, također smanjuje pH buraga (Krause i sur., 2002.).

Hranjenje lako probavljivim ugljikohidratima po 3h dnevno dovodi do opadanja vrijednosti pH buraga na duži vremenski period zbog nakupljanja hlapljivih masnih kiselina i nedovoljnog puferiranja buraga te se sukladno tome pojavljuje kisela indigestija. Konzumacija hrane i preživanje potiču proizvodnju sline koja ima bitan zadatak kod puferiranja buraga. Hranidba voluminozom potiče preživanje koje dnevno traje 8 – 11 sati, a snizuje u slučaju dodatka koncentriranog obroka. Naime, slina sadrži neorganske pufere, poput natrijevog bikarbonata, koji doprinose neutralizaciji organskih kiselina nastalih tijekom fermentacije u buragu (Church, 1988.). PH buraga počinje padati odmah nakon unosa koncentrata ili silaže. Koncentrati uzrokuju brži pad pH buraga od silaže. Najniža vrijednost pH buraga javlja se između 2 – 4 sata nakon hranjenja.

Krause i sur. (2002.) utvrdili su da je najniži pH buraga kod krava kojima je data kruta silaža pet sati nakon hranjenja, a za krave koje su hranjene sitno sjeckanom silažom bio je manje izražen devet sati nakon hranjenja. Kapacitet pufera definira se kao sposobnost pufera da se odupre promjeni pH-vrijednosti. Fiziološka sposobnost pufera buraga omogućava da se u većini obroka pH vrijednost buraga održava između 6 i 7. Međutim, kada se lako probavljivi ugljikohidrati konzumiraju obilno i naglo, u buragu se događa brza fermentacija, što rezultira smanjenjem pH buraga s između 6 i 7 na 5,5 ili niže. Količina smanjenja pH nakon povećanja brzine fermentacije ovisi o sposobnosti pufera buraga (Counotte i sur., 1979.). Primarni puferi buraga bikarbonati su dobiveni slinom i hlapljive masne kiseline prisutne u buragu (Counotte i sur., 1979.). Sekundarni puferi uključuju fosforne pufere, ponekad klasificirane kao neutralizirajuća sredstva (Counotte i sur., 1979.) i karbonatne pufere, također dobivene iz sline (Lean, 1987.).

U normalnom pH području rumena najvažniji su puferi oni koji potiču iz sline, a slabe hlapljive masne kiseline važnije su u nižim pH vrijednostima. Kad je pH u rumenu manji od 6,0, smanjenje koncentracije bikarbonata i, prema tome, kapaciteta pufera predstavljaju potencijalnu prijetnju za životinju, posebno ako može doći do ponovnog hranjenja koncentratima prije oporavka kapaciteta pufera. Ispod pH 5,5 bakterije koje vrše fermentaciju laktata ne mogu se razmnožavati, dijelom i zbog potrebe za bikarbonatom, koji nije prisutan u tim uvjetima, što omogućuje stvaranje mliječne kiseline u buragu, a i dodatno smanjivanje pH.

Kisela indigestija se određuje sa vremenom kojim pH buraga padne sa 5,5 na 5,0, i zadrži se u tom rasponu 111 do 180 minuta kroz 24 sata (Krause and Otsel 2006., Rustom et al 2006., Penner et al 2010., Castillo-Lopez et al 2014.).

## 2.3. Znakovi bolesti

Oboljela krava trpi bolove zbog nastalog upalnog procesa nakon što je mliječna kiselina oštetila epitel buraga. Manifestira se škripanjem zubiju u slučaju intoksikacije, gubitkom apetita i prestankom preživljanja (Odongo et al, 2006.). Aminokiselina histidin koja je prirodno prisutna u organizmu služi za razvoj i održavanje zdravog tkiva, podvrgnuta je dekarboksilaciji pri sniženju pH buraga ispod 5 te nastaje histamin (Huber, 1976.). Histamin ulazi cirkulacijom u ekstremitete krave te pokreće upalu, odnosno laminitis. Histamin je važan regulator unosa hrane i vode kod goveda (Lecklin i Tuomisto, 1990; Rossi i sur., 1998.).

Postoje dva klinička oblika kisele indigestije: Supklinička indigestija i teška indigestija sa intoksikacijom. Drugi oblik pokazuje vidljive simptome poput žutozelenog proljeva sa mjehurićima, povećanje obujma trbuha i dr. Prvi oblik je opasniji za zdravlje i proizvodnju jer se očituje u smanjenju mliječnosti, zaostajanju posljedice, gubitak apetita te sama dijagnoza može biti prekasno otkrivena.

### 2.3.1. Supklinička indigestija

Supklinička indigestija pokazala se kao jedna od opasnijih metaboličkih bolesti mliječnih krava zbog svojih indirektnih simptoma prema kojima je teško pravovremeno identificirati bolest. Često dijagnoza bude prekasno otkrivena, dogodi se iznenadna smrt krave ili trajni poremećaji u reprodukciji. Aktivnost preživljanja je pokazatelj koji govori da nešto nije u redu s probavom. Krave provedu 7 - 10 sati preživajući, smanjena aktivnost pokazuje na nedostatak adekvatnih vlakana u obroku te je također i jedan od simptoma supkliničke indigestije. Nadalje, smanjena je konzumacija hrane za više od 10% i gubitka tjelesne mase te pada kondicije. Razlozi smanjenog unosa hrane su : smanjena probavljivost vlakana (Plaizier i sur., 2001.; Krajcarski-Hunt i sur., 2002.) i povećanje hlapljivih masnih kiselina (posebno propionata) te osmolarnost u buragu (Allen, 2000.; Gozho et al., 2006. )

Upala buražnoga epitela (rumenitis) također bi mogla igrati ulogu u smanjenju unosa hrane (Krause i Oetzel, 2006.). Tijekom rane laktacije dolazi do energetske deficita jer krave nisu u mogućnosti konzumirati dovoljno energije stoga loša kondicija nije preporučljiva ako se želi dostići maksimalna proizvodnja mlijeka. Praćenje postotka mliječne masti i proteina mogu biti pokazatelj indigestije, ako je omjer <1.5 : 1. Plaizier i sur. (2008.) naveli su u svome radu da je smanjenje mliječne masti i bjelančevina prisutno tijekom cijele laktacije.

Mikroorganizmi u buragu razlažu velike količine unesenog škroba do glukoze koja odlazi u jetru i pohranjuje se u glikogenu, dok u normalnoj stanju acidobazne ravnoteže dolazi do razlaganja celuloze do krajnjeg produkta acetil-koenzima A. Zbog navedenog procesa nastaje manje octene kiseline, a sukladno tome i opadanje postotka masti u mlijeku.

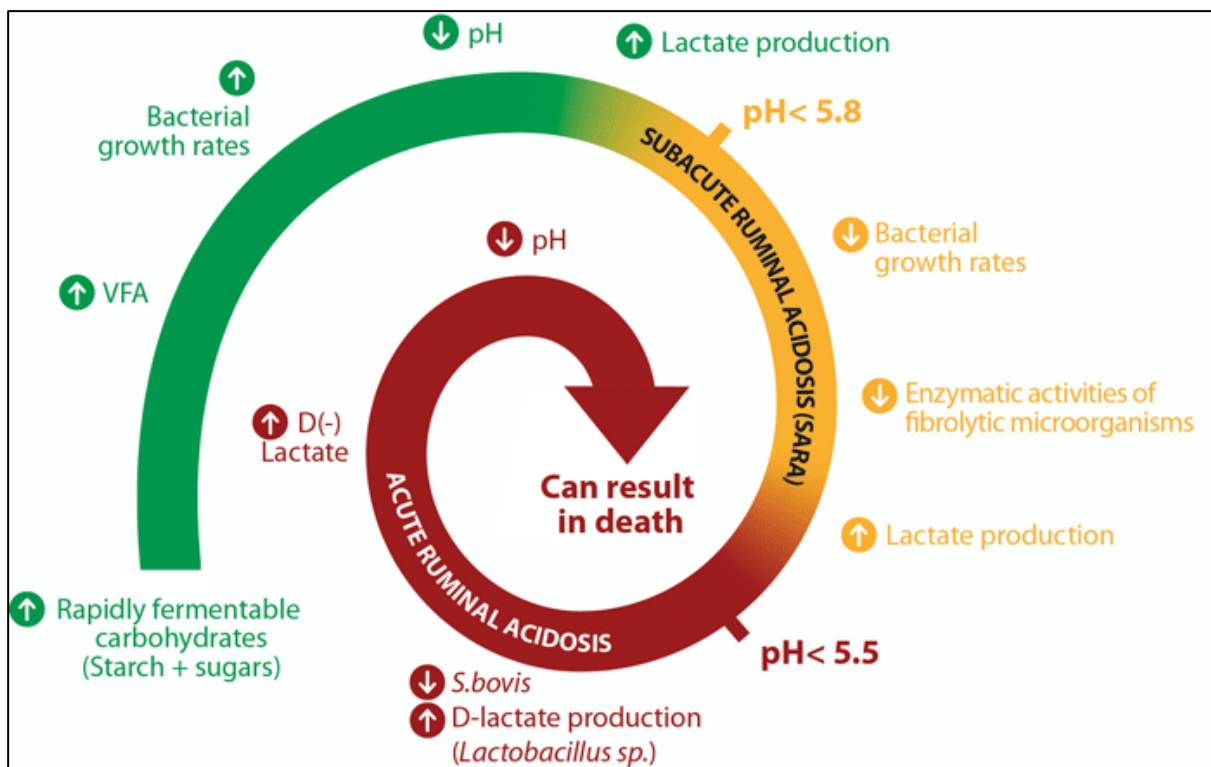
Dugotrajna hranidba lako probavljivim UH rezultira opadanjem postotka masti u mlijeku zbog smanjenog nastanka octene kiseline pošto bakterije buraga radije razlažu škrob do glukoze koja odlazi u jetru i pohranjuje se u obliku glikogena nego celulozu do krajnjeg proizvoda acetil-koenzima koji sudjeluje u izmjeni tvari.

SARA može biti povezana s laminitisom i naknadnim preraslim papcima i apscesima. Ovaj poremećaj je rasprostranjen kod mliječnih krava tijekom rane laktacije i kod tova junadi (Underwood, 1992). Laminitis se može primijetiti u stadu po tome što oboljele krave šepaju.

### 2.3.2. Teška indigestija sa intoksikacijom

Teška indigestija je povezana s apscesima u jetri (Dirksen i sur., 1985.; Nocek, 1997.; Kleen i sur., 2003.; Oetzel, 2003.). Jetreni apscesi uzrokovani su premještanjem bakterija buraga, poput *Fusobacteriumnecrophorum* i *Arcanobacteriumpyogenes*, u portalnu krv kao rezultat smanjene barijerske funkcije sluznice buraga (Dirksen i sur., 1985.; Nocek, 1997.; Kleen i sur., 2003.). Navedene bakterije mogu se proširiti iz jetre na druge organe, poput srca, pluća i bubrega (Nordlund i sur., 1995.; Nocek, 1997.; Kleen i sur., 2003.; Oetzel, 2003.). Smanjena barijerska funkcija sluznice rumena povezana je s rumenitisom i lezijama na sluznici buraga zbog niskog pH koji se javlja tijekom SARA-e (Nocek, 1997.; Andersen, 2000.; Kleen i sur., 2003.). Može doći i do uginuća životinje ako dođe do dehidracije radi pretjeranog gubitka vode kroz dijareju. Ako životinje prežive ovaj šok, rumenitis uzrokuje mikrobnu kontaminaciju krvi i krave mogu umrijeti nakon nekoliko tjedana. Stopa remonta i broj neobjašnjivih uginuća u stadu sa kiselom indigestijom mogu biti neprihvatljivo visoki (Nordlund i Garret, 1994.).

Nadalje, znanstveni spominju i dijareju kao simptom indigestije kod mliječnih krava (Nocek, 1997.; Kleen i sur., 2003.; Oetzel, 2003.). Feces krave sa supkliničkom indigestijom je svjetao i žućkast (Kleen i sur., 2003.). To je zbog toga što se konzistencija fecesa određuje kretanjem vode u probavnom traktu, a rezultat bolesti je hipertonični digest koji u usporedbi s plazmom potiče veće izlučivanje tekućine i time sputava rehidraciju (Huber, 1976.). Feces izgleda pjenasto sa mjehurićima plina i sadrži više od normalne količine neprobavljenih vlakana ili zrna (Hall, 2002.). Pjenasti feces i proljev ukazuju na veliku fermentaciju u stražnjem dijelu crijeva koja je također povezana sa bolešću (Nordlund i sur., 2004.) Feces sadrži fibrin što ukazuje na ozbiljno oštećenje sluznice debelog crijeva izazvano kiselinom (Argenzio i Meuten 1991 ). Krave neprestano zamahuju repom iako nema muha što je povezano sa iritacijom uzrokovana stvaranjem kiselog urina i fekalija. Zamahivanje repom dovodi do primjetne zaprljanosti vimena i repa. Može doći i do uginuća životinje ako je dijareja prisutna duži period.



Slika 5. Tijek kisele indigestije

Izvor: <https://ruminantdigestivesystem.com/potential-challenges/dimensions-of-acidosis/>



## 2.4. Utjecaj na proizvodnost i druge bolesti

Indirektni simptom kisele indigestije može biti i omjer bjelančevina mlijeka i mliječne masti  $< 1.15 : 1$ . Povećanje postotka bjelančevina u obroku sa 12 - 14 % na približno 18 % smanjuje postotak mliječne masti za 0,5 % (Thomas i Martin, 1988.). Mliječna mast je najvarijabilnija i ekonomski najvažnija komponenta mlijeka te predstavlja čimbenik koji određuje otkupnu cijenu mlijeka. Vlakna utječu na stimulaciju proizvodnje mliječne masti, dok šećer i škrob stimuliraju proizvodnju mliječnih bjelančevina. Fermentacijom celuloze, odnosno vlakana nastaju prekursori za sintezu mlijeka (acetat i butirat), a škrob stimulira proizvodnju propionata koji je prekursor za glukozu i neesencijalne aminokiseline koji također sudjeluju u procesu stvaranja mliječne masti. Smanjenje količine vlakana (NDV-a) ispod minimalne količine utječe negativno na stvaranje acetata i butirata te rasta mikroorganizama u buragu te sukladno tome i smanjenje količine masti u mlijeku. Ako je dužina vlakana ispod 0.6 može doći do smanjenja mliječne masti iako je dovoljno NDV-a u obroku.

Adekvatna hranidba je ta koja mora osigurati dovoljne količine prekursora za proizvodnju mliječne masti. U periodu negativne energetske bilance (npr. pothranjenosti), mliječna mast se sintetizira iz glicerola i masnih kiselina iz masnog tkiva te hlapljivih masnih kiselina iz buraga jer je smanjena opskrba acetatima i glukozom te uzrokuje mobilizaciju masnog tkiva. Tijekom perioda pozitivne energetske bilance, mliječna mast se sintetizira samo iz prekursora (propionata, acetata, butirata i masnih kiselina). Stoga, proizvodnja mlijeka i mliječne masti varira ovisno o uvjetima u buragu koji su potrebni za rad mikroorganizama kako bi fermentacijom proizveli hlapljive masne kiseline. Mliječna mast je u pozitivnoj korelaciji s koncentracijom octene i maslačne kiseline u buragu, a u negativnoj korelaciji s propionskom kiselinom. Utjecaj propionata javlja se kad prijeđe nivo 25% od hlapljivih masnih kiselina. Linearni rast postotka masti postoji sve dok je omjer acetat: propionat 2,5 : 3,1. Manji omjer od 2:3 smanjuje količinu i mijenja sastav mliječne masti. Za održavanje optimalnog omjera, u suhoj tvari obroka ne smije biti više od 25 – 27% škroba. Na postotak proizvodnje octene, propionske i maslačne kiseline utječu razni faktori hranidbe, pogotovo pred telenje i u laktaciji. Faktori hranidbe mijenjaju pH buraga i time potiču povećani rast mikroorganizama koji stvaraju propionat. Velika količina unesenog škroba i šećera radi disbalans mikrobnih populacija u buragu. Naime, povećava se broj amilolitičkih bakterija, a sukladno tome smanjenje celulitičkih bakterija čija je zadaća fermentacija celuloze do acetata. Nadalje propionat stimulira proizvodnju inzulina, odvlači energiju (acetat, butirat) u tjelesna tkiva umjesto u mliječnu žlijezdu te sprječava korištenje masti iz masnog tkiva za sintezu mliječne masti u vrijeme kad je inače niska opskrba acetatom (Emery, 1989.).

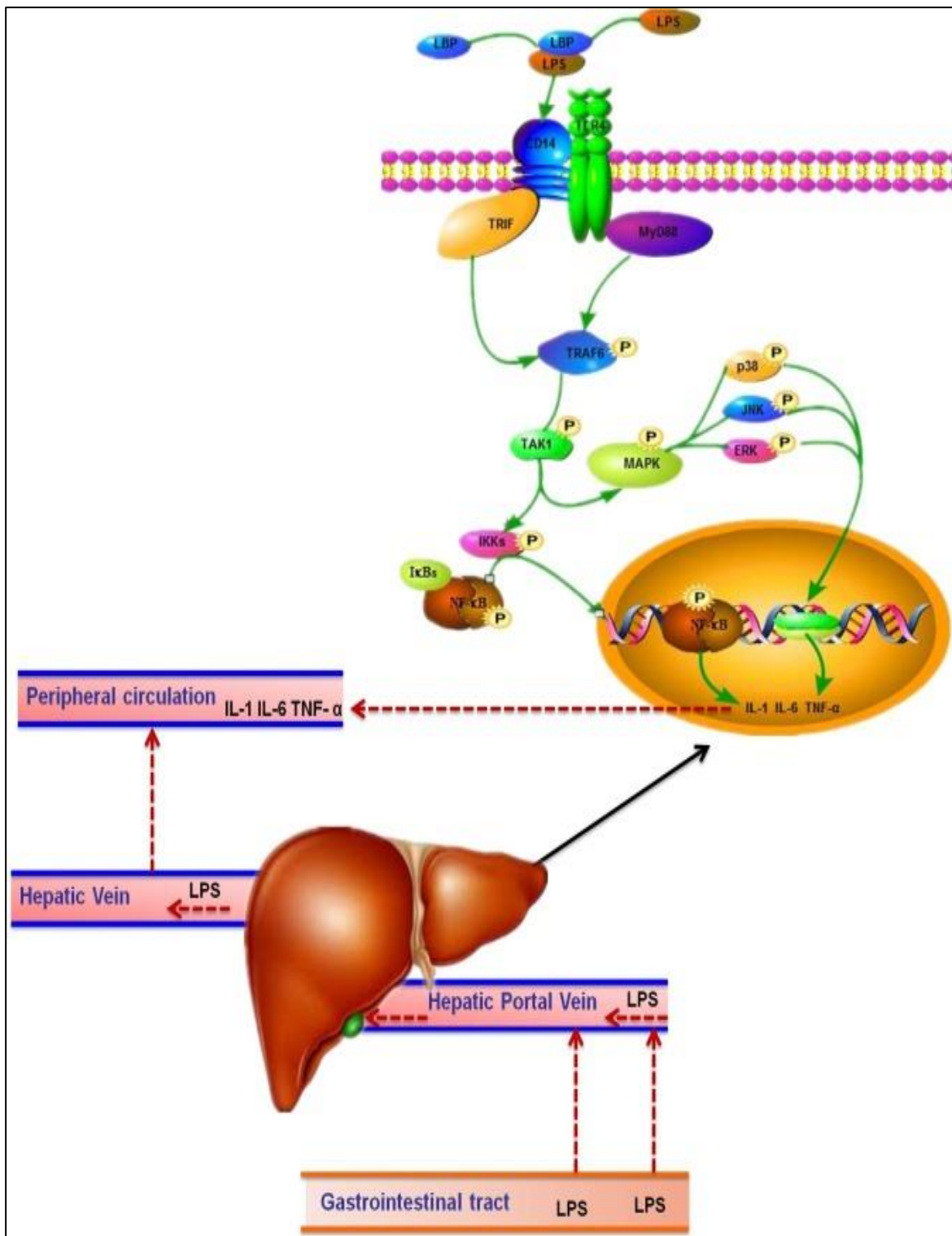
Povećanje mliječne masti u mlijeku može se postići višim sadržajem vlakana u obroku, učestalošću vlakana te dodacima masti u obrok. Prema Žgajnaru, 1990., ukupna dnevna masa koncentrata treba se rasporediti u više obroka te udio koncentrata u jednom

obroku ne smije biti veći od 2,5 kg. Negativan učinak koncentrata na omjer octene i propionske kiseline može se smanjiti češćim davanjem koncentrata (4 x dnevno) postiže se omjer 3:1, a 2x dnevno 2,6:1 što uzrokuje pad masti sa 4,04 na 3,69 (Zintzen, 1976.). Krmiva bogata kratko-lančanim masnim kiselinama (paša) mogu povećati količinu masti u mlijeku dok hranidba višestruko nezasićenim masnim kiselinama (ulje soje, repice) smanjuje (Grbeša i Samaržija, 1994.). Spominje se i dodavanje niacina u obroke bogate škrobom tijekom dva tjedna prije i poslije poroda jer povoljno djeluje na rast bakterija u buragu, povećava mliječnost 0,5 – 5 % i postotak mliječne masti (Harmayer i Kollenkirchen, 1989.)

Nadalje, supklinička indigestija povezana je i sa nastankom sekundarne bolesti laminitisa. Laminitis je upala papka zbog kojeg dolazi do šepavosti krave. Oboljele životinje otežano se kreću, stoga dolazi i do smanjene konzumacije hrane. Proizvodnja mlijeka opada radi smanjene konzumacije suhe tvari. U reproduktivnom aspektu, prijavljena je bol u vezi s zdravljem papaka što štetno utječe na reprodukciju mliječnih krava, uključujući smanjenje reproduktivne sposobnosti (Machado i sur., 2010.; Alawneh i sur., 2011.) i aktivnost jajnika (Garbarino i sur., 2004.). Često dolazi do pojave mastitisa budući da se oboljele životinje otežano kreću zbog boli koja se pojavljuje prilikom upale papaka. Iz tog razloga, životinje više vremena provode ležeći te je na taj način olakšan ulazak patogenih mikroorganizama u sisne kanale vimena, posebice u neadekvatnim higijenskim uvjetima smještaja.

Brojni znakovi SARA u mliječnih krava, uključujući upalu, reakcije akutne faze, laminitis i apscese jetre pripisani su translokaciji slobodnih lipopolisaharida (LPS) u gram-negativnim bakterijama iz probavnog trakta u unutarnju cirkulaciju. LPS je dio negativne bakterijske stanične stijenke i pridonosi propusnosti gastrointestinalnog trakta. Tijekom kisele indigestije dolazi do djelovanja bakterija mliječne kiseline koje dovode do stančnog razmnožavanja i raspada gram – negativnih bakterija te oslobađanja LPS iz stanične stijenke koji stvara izrazito toksičnost. LPS se translocira u krvotok kroz portalnu venu do jetre gdje uzrokuje oštećenje hepatocita, funkciju jetre i aktivira upalne signale. LPS se može kombinirati s proteinom koji veže LPS (LBP) i prenijeti na površinu stanice.

Zbog svega navedenoga, posljedice kisele indigestije mogu imati dugoročan negativan učinak na reprodukciju krava.



Slika 6. LPS u gastrointestinalnom traktu

Izvor:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5564522/figure/F7/>

### 2.4.1. Ruminitis

Stupanj preopterećenosti buraga ili ruminitisa ovisi o udjelu prekrupe zrnja žitarica. Često se javlja u stadima u kojima je novokupljeni dio stoke zajedno sa ostalima i nije imao period prilagodbe na novu hranu. Ruminitis je izravni rezultat supkliničke indigestije mliječnih krava. Kako je došlo do propadanja okoline buraga, njegovi epiteli neprestano su bili izloženi visokim razinama LPS-a u kravama. LPS su slobodni lipopolisaharidi koji se povećavaju u buragu krava tijekom niskog pH. LPS je induktor upale i može izazvati razvoj rumenitisa. Zhang i sur. (2016.) također je izvijestio da je LPS uključen u razvoj upale epitela buraga zaraženih krava supkliničkom indigestijom.

Znakovi se javljaju 12 - 18 sati nakon konzumacije, a očituju se atonijom buraga tj. prestankom kontrakcija, žučkastim proljevom i seroznim iscjetkom iz nosa. Oboljele krave sporo se kreću, javlja se dehidracija, otečenje očiju, udaranje nogama prema trbuhu i mahanje repom. Kako raste stupanj indigestije tako sukladno tome raste i brzina disanja te otkucaji srca na 120 u minuti. Klinički znakovi pripisuju se supkliničkoj acidozi i dehidraciji, a lezije na buragu kiselošću i visokim osmotskim tlakom. Osmotski tlak stvara ogroman protok tekućine u buragu iz tjelesne cirkulacije.

Životinja se ne može oporaviti sve dok se pH sadržaja rumena ne smanji i ponovo ne uspostavi flora rumena.

## 2.4.2. Laminitis

Laminitis je akutna, subakutna ili kronična difuzna aseptična upala nokatnog i postranog papčanog korijuma. Uzroci mogu biti mehanički – nemogućnost kretanja, preveliko opterećenje jedne noge ako je druga bolesna, neprikladne potkove ili alergijski – pokvarena hrana, hrana bogata dušikom. Mlađa goveda oboljevaju češće od akutne upale dok starija od kronične.

Nekoliko je studija pokazalo da prekomjerno hranjenje lako probavljivih ugljikohidrata kod goveda može izazvati supkliničku acidozu (Khafipour i sur., 2009.; Li i sur., 2012.), a posljedično tome dolazi do translokacije endotoksina (lipopolisaharida; LPS) u krvotok koji pokreće upalu (Plaizier i sur., 2012.). Povećanje LBP-a vjerojatno je u skladu s hipotezom da LPS koji pokreće upalni odgovor dovodi do neučinkovitosti hemodinamike (dinamika protoka krvi) mikro-žila unutar papka, uzrokujući nedostatnu opskrbu krvlju korijevih tkiva, a samim tim i laminitis (Nocek, 1997.).

Provedeno je istraživanje Bustamante i sur., 2015., u kojem su uočene promjene kortizola, proteina i nekoliko biomarkera boli kod junica zaraženih supkliničkom acidozom. Istraživanjem su dokazali da su junice bile u stresu te da su osjećale bol. Bol i upala negativno utječu na proizvodnju mlijeka (Zebeli i Ametaj, 2009.) i reprodukciju (Dobson i Smith, 2000.). Isto tako, laminitis može produžiti interval teljenja do začeca i smanjiti broj oplodnje (Seesupa i sur., 2016.). Bolesne krave mogu se prepoznati po ispruženom stavu nogu, ležanjem dok je obrok na hranidbenom stolu te sapetom hodu.

## 2.5. Dijagnoza bolesti

Postavljanje dijagnoze kisele indigestije je problem zbog toga što ne postoje direktni simptomi koji mogu isključiti ostale zdravstvene poremećaje već puno indirektnih simptoma koji se javljaju periodično i pojedinačno u stadu.

Prema Garrett i sur., 1999., trebaju se koristiti dijagnostički postupci kojima se procjenjuju parametri koji se proučavaju na razini cijelog stada. Pri sumnji na kiselu indigestiju uzima se anamneza sa podacima o hranidbi i rutinski pregled buražnog sadržaja. Ph koncentracija manja od 5 upućuje na zaraženost kiselom indigestijom. Osim vrijednosti pH, tipičan simptom je smanjen unos suhe tvari i pad mliječnosti te pojava laminitisa. Međutim, smanjen udio mliječne masti kao rezultati kisele indigestije nije pouzdan kriterij za njegovo dijagnosticiranje (Oetzel, 2007.).

Promatranje stajskog gnoja može se koristiti za procjenu funkcije buraga (Hall, 2007.). Vodeni i pjenasti feces ukazuje na abnormalnu fermentaciju u zadnjim crijevima (Li i sur., 2013.; Abdela, 2016.). Neubauer i sur. (2018.) kombinirali su stalno mjerenje debljine sluznice buraga korištenjem ultrazvuka sa brojem laktacija pojedinih krava. Istraživanje je otkrilo da je ova metoda prikladna za dijagnozu SARA kod mliječnih krava jer daje povećane vrijednosti debljine sluznice buraga tijekom sniženog pH.

Spominje se još metoda analize kiseline i baze u krvi za dijagnozu kisele indigestije. Giansella i sur. (2010.) otkrili su da moguće oboljele krave imaju visok CO<sub>2</sub>, nizak O<sub>2</sub> i niski pH krvi. Postojanje valerične kiseline u buragu može biti pokazatelj acidoze jer se mliječna kiselina pretvara u valeričnu koristeći bakterije i protozoe.

### 2.5.1. Određivanje pH buraga

Istraživanja brojnih autora preporučila su mjerenje tekućine buraga kao parametar za dijagnozu supkliničke acidoze jer daje izravne informacije o uvjetima u buragu (Duffield i sur., 2004.; Tajik i Nazifi, 2011.). Ph tekućina u buragu mjeri se u određeno vrijeme ovisno o hranidbi. Niski pH buraga javlja se nakon 5 – 8 sati nakon obroka krava TMR-o, a u slučajevima djelomično mješovitog obroka 2 – 4 sata (Humer i sur., 2018.).

Postoji više metoda za prikupljanje tekućine buraga jer neke mogu negativno djelovati na izmjerenu vrijednost pH. Nakon prikupljanja tekućine, slijedi mjerenje pH sensorima. Koristi se stalni intraruminalni senzor – može se koristiti samo na fistuliranim kravama. Sonda povezana s vanjskim monitorom pričvršćenim na leđa krave predstavljala je veliku prednost dopuštajući slobodno kretanje krava tijekom snimanja (Al Zahal i sur., 2007.). Također, mjerenje pH može biti i stalnim bežičnim intraruminalnim senzorom koji je nešto noviji alat za kontinuirano praćenje. Ne preporučuje se uporaba pH indikatorskih papira zbog poteškoća u tumačenju promjena boje.

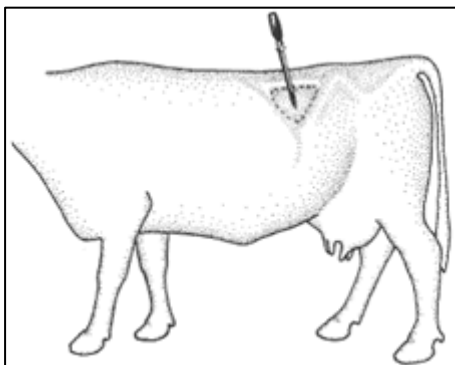
Tehnika oralno-želučane sonde je najmanje agresivna metoda za prikupljanje tekućine iz buraga. Koristi se sonda sa usisnom pumpom koja ima cijev dugu 180 cm koja može doprijeti kroz usta do buraga. Međutim, ovakva metoda za dijagnozu supkliničke indigestije nije pouzdana jer postoji rizik od kontaminacije uzorka slinom te promjene pH vrijednosti (Abdela, 2016.). Rezultati pH ovisi o vještini rukovatelja budući da je teško usmjeriti usisnu pumpu (Sato i sur., 2012.). Ova tehnika je nepraktična metoda zbog problema s postupanjem sa životinjama (Duffield i sur., 2004.), osim toga, mjerenje pH tekućine u buragu pruža pouzdane podatke na razini stada, ali ne i na pojedinačnoj kravi (Humer i sur., 2018.).



Slika 7. Prikaz tehnike oralno-želudačne sonde

Izvor: <https://www.progressivedairy.com/topics/herd-health/treating-dairy-cow-indigestion-with-rumen-transfaunation>

Ruminocenteza je također metoda za mjerenje pH tekućine buraga. Koristi se usisna igla za sakupljanje tekućine iz kaudoventralnog dijela buraga na način da se probija burag kroz trbušni zid. Punkcija se radi u lijevom ventrikularnom buragu jer je tamo najveća količina tekućine (Nordlund i sur., 1995.). Postupak se izvodi pri lokalnoj anesteziji i dezinfekciji da se spriječi ulazak patogenih mikroorganizama i daljnjih komplikacija. Postupak nije štetan za kravu i prikupi se 3 - 5ml uzorka tekućine (Garrett i sur., 1997.).



Slika 8. Prikaz ruminocenteze

Izvor: <http://ecologica7305.blogspot.com/2010/>

Ruminocenteza je bolja metoda od prethodne jer nema kontaminacije uzorka slinom. Moguće su infekcije, hematomi ili apscesi na mjestu uboda ako se zahvat ne obavi po protokolu. Korištenje male igle, duboka lokalna anestezija, lokalna dezinfekcija i mali volumen prikupljenog uzorka mogu pomoći u smanjenju postpunktturnih komplikacija (Garrett i sur., 1999.).

Metoda kanulacije buraga koristi se za proučavanje promjena pH vrijednosti. Ovom metodom omogućuje se izravan pristup na sva područja buraga, precizno mjesto uzrokovanja te prikupljanja većih količina sadržaja buraga. Koristi se kanila koja se smjesti u fistulu kako bi se osigurano stalni pristup buragu. Najbolje vrijeme za uzorkovanje je prije jutarnjeg hranjenja i 1 – 7 sati nakon hranjenja (Monroe i Perkins, 1939.; Nordlund i sur., 1995).

Provode se višestruka mjerenja u redovitim intervalima da bi se dobila vrijednost dnevnog pH. Mikroorganizmi preživača mogu promijeniti sastav tekućine buraga (Aschenbach i sur., 2011.). Slijedom toga, izmjereni pH preživača može lako biti veći od stvarne vrijednosti, a time se i stupanj SARA može podcijeniti (Garrett i sur., 1999.; Enemark i sur., 2003.).

Uređaj za pH vrijednosti buraga koristi se s ugrađenim zapisnikom podataka i tehnologijom bežične komunikacije (Penner i sur., 2006.; Abdela, 2016.). Nedostatak metode je taj što zahtjeva profesionalnost te promjena poklopca kanile može uznemiriti životinju.



Slika 9. Metoda kanulacije buraga

Izvor: <https://www.progressivedairy.com/topics/herd-health/treating-dairy-cow-indigestion-with-rumen-transfaunation>



## 2.5.2. Kvaliteta obroka

Kvalitetan obrok mora sadržavati potrebne organske i anorganske nutrijente za uspješnu laktaciju, suhostaj i maksimalnu proizvodnju mlijeka te istovremeno održavanje zdravlja krave u svim njenim stadijima proizvodnje. Hranidba obrokom s visokim udjelom škroba i šećera razgradnjom dovode do kisele indigestije i ostalih sekundarnih bolesti koje smanjuju proizvodnju mliječnih krava, a također mogu dovesti i do smrtnosti.

Silaža provenutih trava ili starijih trava imaju veću količinu suhe tvari odnosno, veću količinu strukturnih vlakana koja potiču preživljanje i bolje lučenje sline, čime se smanjuje rizik od SARA i laminitisa. Kisela silaža je jedan od uzroka kiselosti buraga, a najčešće za vrijeme zimskog razdoblja i u proljeće nakon dugotrajne hranidbe tim krmivom. Krave bi trebalo hraniti izmiješanim obrokom s ciljem da se spriječi nagla proizvodnja organskih kiselina nakon konzumiranja obroka, a ujedno da se smanji biranje pojedinih krmiva koja krave rado jedu. Ako se u stadu pojavi sumnja na kiselu indigestiju, prvo se saznaje anamneza o obroku koji se daje kravama, odnosno, ispituje se vrsta, količina, kvaliteta krmiva te redoslijed obroka.

Detaljnija analiza krmiva procjenjuje organoleptička i fizička svojstva. Problem se može dogoditi ako stočar sam proizvodi hranu bez prethodne analize krmiva. Informacije koje se dobiju analizom prikazuju udio vlakana u obroku, veličinu vlakana, obradu zrna odnosno mogu ukazati na rizik nastanka kisele indigestije.

## 2.6. Liječenje

Kisela indigestija je bolest čiji su simptomi vidljivi tek nakon određenog razdoblja nepravilnog hranjenja, stoga je bitnija preventiva kako bi uopće spriječili njenu pojavu u stadu. Pojedinačne krave je lakše liječiti nego skupno jer je lakše otkriti bolest promatrajući simptome jedne jedinke nego više njih. U suprotnom, potrebno je više radne snage i lijekova. Liječenje ovisi o tome koliko je bolest napredovala, odnosno da li je pravovremeno dijagnosticirana. U lakšim slučajevima dok se još nije došlo do intoksikacije i atonije buraga stanje krave može se poboljšati za 2 – 3 dana. Dugotrajna kiselost organizma, pojava dehidracije, ruminitisa i laminitisa govore o težem stupnju kisele indigestije. Kritično stanje je razdoblje od 1 – 2 tjedna. Ukoliko je terapija liječenja bila uspješna, krave počinju preživati, normalne kontrakcije buraga, apetit i obilna defekacija ali bez dijareje. Ukoliko liječenje nije uspješno javlja se jaka dijareja, živčani simptom poput škripanja zubiju i totalna atonija buraga. Prvi korak u liječenju je ispravljanje grešaka u hranidbi i otkrivanje uzroka bolesti. Oboljelim životinjama uskraćuje se hrana prva dva dana, a onda se daje kvalitetno sijeno.

Cilj liječenja je ublažiti preveliku kiselost u buragu oboljele krave, suzbiti abnormalnu floru i uspostaviti homeostazu buragova sadržaja. Tijekom terapije kontrolira se pH buraga koji daje informacije da li je liječenje uspješno. Često se u tijeku liječenja pojavi laminitis, sekundarna bolest kisele indigestije.

### 2.6.1. Lakši oblik indigestije

Prvi postupak u liječenju lakšeg oblika bolesti jest stavljanje oboljele krave na jednodnevnu dijetu. Drugi dan daje se samo kvalitetno sijeno, dok se koncentrat u potpunosti izbacuje kako bi se postiglo lučenje sline. Osim sijena, bitno je dati čistu i ugrišanu vodu za konzumaciju.

Prekomjerna kiselost u buragu rješava se apliciranjem peroralno-alkalno-mineralnih soli kao razrijeđenih vodenih otopina natrijevog fosfata, kalcijevog i magnezijevog karbonata, amonijevog hidroksida i npr. gotovih preparata Digestan i Rumeton (Vlatko Rupiće, 2009.). Navedeni preparati moraju se davati nakon 24 i 48 sati. Uz kvalitetno sijeno i alkalne preparate, daje se i svježi pekarski kvasac koji ima ulogu poticanja transformacije bakterija koje koriste mliječnu kiselinu i na taj način smanjuju sadržaj mliječne kiseline u buragu i stabilizacije pH.

### 2.6.2. Teži oblik indigestije

Liječenje ozbiljnijih slučajeva kisele indigestije je kompliciranije, skuplje i dugotrajnije. Ako je većinski dio stada zahvaćen ovom bolesti, liječenje nije ekonomski isplativo. Teži oblik bolesti označuje tešku intoksikaciju i prenatrpanost buraga. Potrebno je ruminotomijom odstraniti štetni sadržaj iz buraga i potom ga isprati hladnom vodom. Poslije ispiranja, također se daje svježi pekarski kvasac do 1 kg na 10 – 15 L vode i svježi topao sadržaj buraga iz zdrave krave u količini 3 – 5 L nekoliko puta (Vlatko Rupiće, 2009.). Na taj način se prenose zdravi, čisti mikroorganizmi u burag.

Slika 10. i 11.  
Desno - prikaz zdravih buragovih papila  
Lijevo - prikaz buražnoga zida koji je oštećen kiselom indigestijom  
Izvor: <https://ruminantdigestivesystem.com/potential->



## 2.7. Preventiva

Program preventive mora biti prilagođen području držanja, mikroklimi i stadiju proizvodnje. Smještaj u kojem se drže krave i hranidba temelj su uspjeha proizvodnje. U intenzivnoj proizvodnji nalazi se puno životinja na malom prostoru te najveći problem smještaja je pod. Pod pun balege i mokraće dovodi do bolesti papaka, bol inhibira oksitocin te dolazi do smanjenje proizvodnje mlijeka i tihog gonjenja (80%).

Temelj uspješne laktacije krava je suhostaj, razdoblje tijekom kojeg se obnavljaju papile buraga čija je uloga povećanje apsorpcijske površine za hlapljive masne kiseline radi lakše prilagodbe mikroba na nova krmiva. Najkritičnije razdoblje za pojavu indigestije je tranzicijsko, 3 tjedna prije poroda i 3 tjedna poslije. Burag se treba postupno pripremiti za energetska krmiva u ranoj laktaciji tako da se u periodu tranzicije postupno povećava udjel koncentrata u obroku do količine koja odgovara 0,85% tjelesne mase krave (Vlatko Rupiće, 2009.). Pri naglom uvođenju energetskih krmiva u obrok mliječnih krava pojavljuje se kiselina indigestija, sa smanjenjem konzumacije hrane, proizvodnje mlijeka i pojave sekundarnih bolesti.

### 2.7.1. Analiza sastojaka u obroku

U procesu pripreme hrane bitna je pravilna zastupljenost svih sastojaka hrane u bilo kojemu dijelu obroka (Garrett i sur., 1999.). Pravilno izbalansiran obrok je najbolja mjera prevencije za sve probavne poremećaje. Najčešće se kiselina indigestija događa na farmama gdje stočari sami proizvode hranu vođeni iskustvom i tradicijom pa se ne zna točan sastav obroka. Za normalnu probavu i fermentaciju buraga kravama su potrebna u određenim količinama voluminozna krmiva kako bi se održavala normalna homeostaza mikroba u buragu. Voluminozni dio obroka je sijeno, daje se minimalno 16 – 20 % u obrok.

Kvaliteta sijena je bitna jer kiselo, pljesnivo i nepravilno spremljeno sijeno pogoduje nastanku probavnih poremećaja. Količina koncentrata daje se individualno, ovisno o proizvodnji jedinke. Treba obratiti pozornost na količinu škroba prilikom određivanja obroka. Njegova količina ne bi smjela prelaziti 25% u ukupnoj suhoj tvari hranidbenog obroka kako bi se očuvalo ispravno funkcioniranje buraga. Zob, pšenica i ječam su žitarice koje sadrže škrob sa jako brzom razgradnjom. Radi bolje učinkovitosti obroka preferira se hibrid kukuruza sa sporijom razgradnjom u buragu. Sporija razgradnja pridonosi smanjenju rizika nastanka kisele indigestije te bolju iskoristivost vlakana. U slučaju suhe tvari veće od 38% pogoršava se unos hrane.

Većina mliječnih krava hrani se „ab libitum“, odnosno po volji u cilju proizvodnje što veće količine mlijeka. Međutim, takva hranidba može stvoriti probleme jer može doći do tendencije da krave jedu velike količine hrane zbog konkurencije za hranidbenim stolom te

prebiranja krmiva koja su im ukusnija, poput koncentrata. Pažljivom pripremom i sastavljanjem obroka na hranidbeni stol, mogu se spriječiti moguće prebiranje koje doprinosi nastanku kisele indigestije.

### 2.7.2. Postupna promjena obroka

Preživači su specifična skupina životinja radi svojih predželudaca i fermentacije unesene hrane od strane mikroorganizama. Pošto je mikrobna populacija nužna za normalan tijek probave bitno im je pravilnom hranidbom osigurati povoljne uvjete u buragu kako bi mogli vršiti fermentaciju i njome opskrbljivati organizam krave. U slučaju nagle promjene hrane dolazi do nadvladanja jedne populacije mikroorganizma i ugibanja druge populacije. Nadalje, mliječnim kravama potrebno je najmanje tjedan dana privikavanja mikroorganizma na novo energetske krmivo jer suprotno tome dolazi do nastanka kisele indigestije. Preporuka je da razdoblje privikavanja traje 2 tjedna. Prema Kertz i sur., 1991., tjedno povećanje unosa ugljikohidrata trebalo bi iznositi tek 0,9 do 1,6 kg.

Također, treba voditi računa o proždrljivim jedinkama koje se lako mogu prejesti i dovesti u spomenuti poremećaj probave. Postupno privikavanje kreće sa davanjem male količine hrane, koja se tokom dva tjedna povećava iz dana u dan.

### 2.7.3. Dodaci u hrani

U obrok mliječnih krava uvijek treba dodavati pufere, natrijev bikarbonat u dnevnoj količini 100 – 150 g ili magnezijev oksid 90 g koji neutraliziraju kiseline unesene hranom. Prirodni puferi nalaze se u slini, međutim prevelika koncentracija lako hlapljivih ugljikohidrata smanjuje proizvodnju sline. Poželjna je upotreba pufera po ljeti, kada krava manje jede i slabije preživa. Nadalje, korisno je i dodavanje živih kultura kvasaca 10 g/dan/grlo radi povećanja celulitičkih bakterija i smanjenje koncentracije mliječne kiseline u buragu.

Za prevenciju acidoze i laminitisa preporučuje se dodatak 20 mg biotina koji je uključen u sintezu kreatina, bjelančevine kože i papaka (Vlatko Rupiće, 2009.). Osim poboljšane kože i papaka krave, povisuje se i količina mlijeka za 1 kg/dan tijekom cijele laktacije (Vlatko Rupiće, 2009.). Spominje se i dodatak tiamina koji sudjeluje u metabolizmu ugljikohidrata te ionofora monenzima natrija koji stimulira proizvodnju propionata i sprječava napuhivanje krava. Dopunjavanje obroka mikrobiomima koji pojačavaju iskorištavanje laktata u buragu mogu smanjiti rizik od supkliničke indigestije. U tu svrhu korišteni su kvasci, propiono bakterije, laktobacili i enterokoki.

### 3. Zaključak

Kisela indigestija je česta bolest kod mliječnih stada jer zbog visoke proizvodnje mlijeka zahtijevaju veće količine energije. Prekomjerna količina energetskih krmiva, krivi redoslijed obroka, neadekvatna dužina vlakana i nedovoljni period prilagodbe na promjenu krmiva dovode do nastanka mliječne kiseline koju populacija mikroorganizma ne može probaviti te se javlja pad pH vrijednosti ispod 5,5 i poremećaji rada buraga.

Uz kiselu indigestiju mogu se javiti i druge sekundarne bolesti kao što su ruminitis te laminitis. Proizvodnja mlijeka se smanjuje radi upalnih procesa, a također dolazi i do smanjenja mliječne masti koja je najbitnija komponenta mlijeka jer o njoj ovisi otkupna cijena.

Pravovremena dijagnoza je bitna za uspjeh liječenja. Procjenjuju se parametri koji se proučavaju na razini cijelog stada. Uzima se anamneza sa podacima o hranidbi i mjeri se tekućina buraga jer daje izravne informacije o uvjetima u buragu.

Prvi korak u liječenju je ispravljanje grešaka u hranidbi i otkrivanje uzroka bolesti. Oboljelim životinjama uskraćuje se hrana prva dva dana, a onda se daje kvalitetno ispravno sijeno, svježi kvasac ili u težim slučajevima pripravci za smanjenje kiselosti buraga.

Dobrom preventivom se smanjuje rizik od nastanka kisele indigestije. Treba obratiti pozornost na: dovoljno dugi period suhostaja, prvi obrok voluminoza i zastupljenost 40% u obroku, 1 kg koncentrata na svake 2 - 3 L mlijeka, postupno privikavanje na novo krmivo 2 tjedna, dodavanje inokulanata u silažu, dodavanje pufera u hranu

Daljnja istraživanja o kiseloj indigestiji trebala bi biti fokusirana na stvaranje hibrida kukuruza koji je osnovno krmivo u hrani mliječnih krava i obraćanje pozornosti na što bolje preventivne mjere. Uključivanjem odgovarajućeg hibrida kukuruza uz izbalansiran obrok osigurat će se bolje djelovanje celulitičkih bakterija i očuvati pH vrijednost buraga u optimumu 6,2.

## 4. Popis literature

1. 58 5 - Stočarstvo - Rujan-Listopad 2004..pdfosnovna pravila hranidbe visoko mliječnih krava
2. ABDELA, N. (2016): *Sub-acute ruminal acidosis (SARA) and its consequence in dairy cattle: A review of past and recent research at global prospective. Achiev. Life Sci. 10, 187-196*
3. AL ZAHAL, O., B. RUSTOMO, N. E. ODONGO, T. F. DUFFIELD and B. W. McBRIDE (2007): *Technical note: A system for continuous recording of ruminal pH in cattle. J. Anim. Sci. 85, 213-217*
4. Alawneh JI, Laven RA and Stevenson MA 2011. *The effect of lameness on the fertility of dairy cattle in a seasonally breeding pasture-based system. J Dairy Sci. 94(11): 5487-5493.*
5. ALLEN M.S., 2000. *Effects of diet on short-term regulation and rumen tissue histology in lambs. J Anim Sci 84, 447-455*
6. ARGENZIO, R. A. & MEUTEN, D. J. (1991) *Short-chain fatty acids induce reversible injury of porcine colon. Digestive Diseases and Sciences 36, 1459 B.W., 2008. Subacute ruminal acidosis in dairy cows*
7. ASCHENBACH, J. R., G. B. PENNER, F. STUMPF and G. GÄBEL (2011): *Ruminant Nutrition Symposium: Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH. J. Anim. Sci. 89, 1092-1107*
8. Baldwin, R.L. and Allison, M.J. (1983). *Rumen Metabolism. J. Anim. Sci. 57(suppl 2): 461-477.*
9. Bargo F., Delahoy J.E., Schroeder G.F., Baumgard L.H., Muller L.D. (2006): *Supplementing total mixed rations with pasture increases the content of conjugated linoleic acid in milk. Animal Feed Science and Technology, 131, 226-240*
10. Bustamante HA, Rodriguez AR, Herzberg DE and Werner MP 2015. *Stress and pain response after oligofructose-induced lameness in dairy heifers. J Vet Sci. 16(4): 405-411.*
11. Castillo-López E, Wiese B, Hendrick S, Mckinnon J, Mcallister T, et al. *cattle. Adv Dairy Technol 15, 307-317*
12. Church, D.C., 1988. *Salivary function and production. In: Church, D.C. Clinical signs, diagnosis, treatment, and prevention. Compendium*
13. Communs L, Mialon MM, Martin C, Baumont R, Veissier I. 2009. *Risk*
14. Couston G.H.M., van't Klooster, A.T., et al. (1979). *An analysis of the buffer cow. J Anim Sci 84, 216 cows. J Dairy Sci 89 (Suppl 1), 404. dairy cows. J Dairy Sci 85, 570-573. Dairy Nutrition Conference, April 16-17. Fort Wayne, IN,*
15. D.G. Fox 1, C.J. Sniffen, J. D. O'Connor, J.B. Russell, P. J. Van Soest (1992) : *A Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle diets: III. Cattle Requirements*

- and Diet Adequacy. J. Anim. Sci., 70; 3578-3596. 265-1270.* a review. *Anim Feed Sci Technol* 126, 215-236
- acidosis in dairy herds: A review. Anim Feed Sci Technol* 126, 215-236
- Activity. J. Dairy Sci. 85: 1947-1957*
16. DING Z., XU Y., 2003. Lactic acid is absorbed from the small intestine of sheep. *J Exp Zool* 295A(1), 29-36.
  17. DIRKSEN G., 1985. *Der Pansenazidose-Komplex neuere*
  18. Dobson H and Smith RF 2000. *What is stress, and how does it affect reproduction. Anim Reprod Sci. 60- 61: 743-752.*
  19. Drackley, J. K., T.R. Overton, and G.N. Douglas. 2001. Adaptation of glucose and long-chain fatty acid metabolism in liver of dairy cows during the periparturient period. *J. Dairy Sci.* 84 (E. Suppl.): E100-E112
  20. DUFFIELD, T., J. C. PLAIZIER, R. BAGG, G. VESSIE, P. DICK, J. WILSON, J. ARAMINI and B. MCBRIDE (2004): *Comparison of techniques for measurement of rumen pH in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 87, 59-66.*
  21. Emery, R. S. ( 1989 ) : *Composition of diet influence milk components. Feedstuffs, 20 march*
  22. ENEMARK J.M.D., 2009. The monitoring, prevention and treatment of subacute ruminal acidosis (SARA): a review. *Vet J* 176(1), 32-43.
  23. ENEMARK, J. M. D., G. PETERS and R. J. JORGENSEN (2003): *Continuous monitoring of rumen pH—a case study with cattle. J. Vet. Med. Series A 50, 62-66*
  - Erkenntnisse und Erfahrungen (1). Tierärztliche Praxis 13,*
  24. Hernandez JA, Shearer JK, Risco CA and Thatcher WW 2004. *Effect of lameness on ovarian activity in postpartum Holstein cows. J Dairy Sci. 87(12): 4123-4131.*
  - feedlot cattle. J Anim Sci 43, 902-909*
  - Food Anim 14, 1 for continuing education for the practicing veterinarian.*
  25. Forenbacher, S. (1975): *Klinička patologija probave i resorpcije. Svezak I/1. Sveučilišna naklada Liber. Zagreb*
  26. FOX, D.G., C.J. SNIFFEN D.J. ODCONNER, J.B. RUSSELL and P.J. VAN SOEST (1992) *Garbarino EJ, H*
  27. GARRETT, E. F., M. N. PEREIRA, K. V. NORDLUND, L. E. ARMENTANO, W. J. GOODGER i G.R. OETZEL (1999): *Diagnostic methods for the detection of subacute ruminal acidosis in dairy cows. J. Dairy. Sci. 82, 1170-1178.*
  28. GIANESELLA, M., M. MASSIMO, C. CANNIZZO, S. ANNALISA, D. PAOLO, M. VANESSA and G. ELISABETTA (2010): *Subacute ruminal acidosis and evaluation of blood gas analysis in dairy cows, Vet. Med. Int., 1*
  29. Glavić M, Zenunovic A i Budiša A (2016): *Proizvodnja mlijeka, priručnik za poljoprivredne proizvođače*
  30. GOZHO G.N., PLAIZIER J.C., KRAUSE D.O., 2006. *Grain Fermentability in Midlactation Cows. II. Rumenal pH and Chewing*
  31. Grbeša D ( 2016 ): *Hranibena svojstva kukuruza*



32. Grbeša D. i Samaržija D (1994): Hranidba i kakvoća mlijeka. *Mljekarstvo* 44 (2) 119 - 132
33. Grbeša D., 2004 – Metode procjene i tablice kemijskog sastava i hranjive vrijednosti krepkih krmiva
34. Haji-Hajikolaei M, Mouri M, Saberi-Afshar F, Jafari-Dekkordi A. 2006. Effectsofexperimentallyinducedruminallacticacidosis on bloodpH, bicarbonateand pCO<sub>2</sub> in the sheep. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 9, 2005-2005
35. HALL M.B., 2002. Characteristicsofmanure. *Proc Tri-state*
36. HALL, M. B. (2007): Carbohydrate nutrition and manurescoring. Part II: tools for monitoring rumen function in dairycattle. *Proceedingsofthe Minnesota Dairy Health Conference*, 15 May 2007, St. Paul, MN, USA, 81-86.
37. Haluška J. (2004) : Najvažniji elementi visoke proizvodnje mlijeka. *STOČARSTVO* 58:2004 (5) 383-393
38. HARMEYER, J. and U. KOLLENKIRCHER (1989). Thiaminandniacin in ruminantnutrition.
39. Harmon D, Britton R, Prior R, Stock R. 1985. Net portal absorptionoflactateandvolatilefattyacids in steersexperiencingglucose-inducedacidosisorfed a 70% concentrateddiet ad libitum. *J AnimSci* 60, 560-569.
40. Herrear-Saldaña R, Huber J, Poore M. 1990. Drymatter, crude protein, andstarchdegradabilityoffivecerealgrains. *J DairySci* 73, 2386-2393.
41. Huber T. 1976. PHysiologicaleffectsofacidosis on feedlotcattle.
42. HUMER, E., R. M. PETRI, J. R. ASCHENBACH, B. J. BRADFORD, G. B. PENNER, M. TAJAJ, K. H. SÜDEKUM and Q. ZEBELI (2018b): Invitedreview: Practical feeding management recommendations to mitigate the risk of subacute ruminal acidosis in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 101, 872-888
43. HUNTINGTON G.B., 1988. Acidosis. In: Theruminantanimal, digestive pHyiologyandnutrition (Church D.C.,ed). Waveland Press, Inc ProspectHeights, IL, USA. pp. 474-480. *Induction ofsubacuteruminalacidosis (SARA) by inflammatoryresponse in lactatingdairycows. PoultSci Influence ofgraininduced subacuteruminalacidosis intake, fiberdegradabilityandmilkproduction in the lactatingdairy J AnimSci 43, 902-909. J DairySci 80, 1005-1028. J Vet Med A PHysiolPatholClin Med 50, 406-414. J.P., 2003. Subacuteruminalacidosis (SARA): a review.*
44. Jahreis, G.Fritsche, J.Steinhard H.(1997): Conjugatedlinoleicacid in milkfat: Highvariationdepending on production system. *Nutrition Research* 17, 1479-1484
45. K. V.; Garrett, E. F.; Oetzel, G. R., 1995: Herdbasedrumenocentesis: a clinicalapproach to the diagnosis subacute rumen acidosis. *Compendium on Continuing Education for the Practitioner Vet-Food Animal* 17, S48–S56
46. KERTZ, A. F., L. F. REUTZEL i G. M. THOMSON (1991): Dry matter intake from parturition to mid lactation. *J. Dairy Sci.* 74, 2290-2295.

47. Khafipour E, Krause DO and Plaizier JC 2009. A grain based subacute ruminal acidosis challenge caused by translocation of lipopolysaccharide and triggers inflammation. *J Dairy Sci.* 92(3): 1060-1070.
48. Kleen JL, Hooijer GA, Rehage J, Noordhuizen JPTM: Subacute ruminal acidosis (SARA): a review. *J Vet Med A.* 2003, 50: 406-414. 10.1046/j.1439-0442.2003.00569.x.
49. KRAJCARSKI-HUNT H., PLAIZIER J.C., WALTON J.P., (2002) : Short communication: Effect of subacute ruminal acidosis on in situ fiber digestion in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 2002 Mar;85(3):570-3. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74110-6
50. Krause K, Oetzel G. 2006. Understanding and preventing subacute ruminal
51. Krause, K.M., Combs, D.K., et al. (2002b). Effects of Forage Particle Size
52. LECKLIN A., TUOMISTO J., 1990. Feed intake after inhibition
53. Li S, Khafipour E, Krause DO, Kroeker A, Rodriguez Lecompte JC, Gozho GN and Plaizier JC 2012. Effects of subacute ruminal acidosis challenges on fermentation and endotoxins in the rumen and hindgut of dairy cows. *J Dairy Sci.* 95(1): 294-303.
54. LI, S., A. M. DANSCHEER and J. C. PLAIZIER (2013): Subacute ruminal acidosis (SARA) in dairy cattle: new developments in diagnostic aspects and feeding management. *Can. J. Anim. Sci.* 94, 353–364
55. Liebich H, Derksen G, Arbel E, Dori S, Mayer E. 1987. Fütterungsabhängige Veränderung der Pansenschleimhaut von Hochleistungskühen im Zeitraum von der Trockenstellung bis acht Wochen post partum. *J Vet Med* 34, 661-672.
56. Machado VS, Caixeta LS, McArt JAA and Bicalho RC 2010. The effect of claw horn disruption lesions and body condition score at dry-off on survivability, reproductive performance, and milk production in the subsequent lactation. *J Dairy Sci.* 93(9): 4071-4078.
57. MONROE, C. F. and A. E. PERKINS (1939): A Study of the pH values of the ingesta of the bovine rumen. *J. Dairy Sci.* 22, 983-991.
58. NEUBAUER, V., E. HUMER, I. KRÖGER, A. MEIßL, N. REISINGER and Q. ZEBELI (2018): Technical note: Changes in rumen mucosal thickness measured by trans abdominal ultrasound as a non invasive method to diagnose subacute rumen acidosis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 101, 2650-2654
59. Nocek JE 1997. Bovine acidosis: Implications on laminitis. *J Dairy Sci.* 80(5): 1005-1028.
60. NORDLUND K.V., COOK N.B., OETZEL G.R., 2004. Investigation Strategies for Laminitis Problem Herds, VOLUME 87, SUPPLEMENT , E27-E35, JULY 01, 2004
61. NORDLUND K.V., GARRET E.F., 1994. Rumenocentesis: A technique for collecting rumen fluid for the diagnosis of subacute rumen acidosis in dairy herds. Published in *The Bovine Practitioner* 28, Sept, 1994, pp. 109-112
62. NORDLUND, K. V., E. T. GARRETT and G. R. OETZEL (1995): Herd-based rumenocentesis—a clinical approach to the diagnosis of subacute rumen acidosis. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian* 17, S48-S56.
63. *Nutr. Res. Rev.*, 2; 201-225

64. Ocokoljić S., Mijatović M., Čolić D., Bošnjak D., Milošević P. (1983) Prirodni i sejani travnjaci. Nolit, Beograd.
65. Odongo N, Alzahal O, Lindenger M, Duffield T, Valdes E, et al. 2006a.
66. OETZEL G.R., 2003. Subacute ruminal acidosis (SARA) in grazing Irish dairy cows. *The Veterinary Journal* Volume 176, Issue 1, April 2008, Pages 44-49
67. OETZEL, G. R. (2007): *Subacute Ruminal Acidosis in Dairy Herds: PHysiology, PathopHysiology, Milk Fat Responses and Nutritional Management*. American Assotiation of Bovine practitioners. *Proceedings of the 40th annual Conference*, 17 September, Vancouver, Canada. str. 89-113.
68. Oetzel, G. R., and K. V. Nordlund. 1998. *Methods of evaluating ruminal pH in dairy cattle*. Page 203 in *Proc. 31st Annu. Conv. Am. Assoc. Bovine Pract.*, Rome, GA
69. Østergaard, S., Y. T. Gröhn, (2000): Concentratefeeding, drymatterintake, andmetabolicdisorders in Danishdairy cows. *LivestockProduction Science* Volume 65, Issues 1-2. Pages 107-118
70. *patterns in pygmygoats*. *J DairySci* 81, 2369-2375.
71. Penner G, Oba M, Gäbel G, Aschenbach J. 2010. A single mildepisode
72. PENNER, G. B., K. A. BEAUCHEMIN and T. MUTSVANGWA (2006): *An evaluation of the accuracy and precision of a stand-alone submersible continuous ruminal pH measurement system*. *J. Dairy Sci.* 89, 2132-2140
- pHaseproteins*. *Can J AnimSci* 86, 577.
- pHysiologicalcauses, incidence, andconsequences*. *Vet J*
73. Plaizier JC, Khafipour E, Li S, Gozho GN and Krause DO 2012. *Subacuteruminalacidosis (SARA), endotoxinsandhealthconsequences*. *AnimFeedSciTech.* 172(1-2): 9-21
- Prentice Hall, EnglewoodCliffs, NJ, pp. 117–124. preventingsubacuteruminalacidosis in diaryherds:*
74. RAGFAR, 2007. *Ruminalacidosis-aetiopathogenesis, preventionand treatment*. Reference Advisory Group on FermentativeAcidosisofRuminants, AustralianVeterinaryAssociation, Australia
- replacingalfalfahaywithalfalfapelletsdoesnotstimulate*
75. ROSSI R., DEL PRETE E., SCHARRER E., 1998. *Effects rumen acidosis in dairyherds*. *BovPract* 28, 109-112
- ruminalacidosis on in situ fiberdigestion in lactating ruminallipopolysaccharideandinflammation in Holstein*
76. RUSSELL, J. B. (1986): *Ecology of rumen microorganisms:energy use*. U: A. Dobsonand M. J. Dobson (ur.), *Aspectsof digestive pHyiology in ruminants*. *Proceedingsof a SatelliteSymposiumofthe 30th International Congressofthe International Union ofPHysiologicalSciences*. ComstockPublishingAssociates, Ithaca, N.Y. str. 74-98.
77. RUSSELL, J. B., T. HINO (1985): *Regulationoflactateproduction in Streptococcusbovis: a spiralingeffectthat contributes to rumen acidosis*. *J. Dairy Sci.* 68, 1712-1721.
78. Russell, J.B. and Hino, T. (1985). *Regulation of Lactate Production in Streptococcusbovis: A Spiraling Effect That Contributes to Rumen Acidosis*. *J.Dairy Sci.* 68: 1712-1721.

79. Rustom B, Aizahal O, Cant J, Fan M, Duffield T, et al. 2006. *T175 Sci* 87, E27-E35.
80. SATO, S., A. IKEDA, Y. TSUCHIYA, K. IKUTA, I. MURAYAMA, M. KANEHIRA, K. OKADA and H. MIZUGUCHI (2012a): *Diagnosis of subacute ruminal acidosis (SARA) by continuous reticular pH measurements in cows. Vet. Res. Comm.* 36, 201-205.
81. Seesupa S, Kanistanon K, Pilachai R and Aiumlamai S 2016. *Prevalence of subclinical laminitis and its effects on reproductive performance in lactating cows in Thailand. Thai J Vet Med.* 46(1): 109-117
82. SPRATT R., MCBRIDE B.W., 2002. *Effect of subacute strategies for laminitis problem herds. J Dairy system in the rumen of dairy cattle. J. Anim. Sci.* 49(6): 1536-1544. *technique for collecting rumen fluid for the diagnosis of subacute*
83. TAJIK, J. and S. NAZIFI (2011): *Diagnosis of subacute ruminal acidosis: a review. Asian J. Anim. Sci.* 5, 80-90
84. THOMAS, P.C. and P.A. MARTIN (1988). *The influence of nutrient balance on milk yield and composition. In: Nutrition and lactation in dairy cow. (Ed. Gransworth, P.C). buttenworths, London, page 97.*
85. Tománková O, Homlka P. 2004. *In vitro ruminal degradation of cereal grain starch. Czech Journal of Animal Science* 49, 151-155. *treatment of sub-acute ruminal acidosis (SARA): a review.*
86. UNDERWOOD W.J., 1992. *Rumen lactic acidosis. Part II. USA. pp. 141-147. Vet J* 176(1), 32-43.
87. White, S.L., Bertrand, J.A., Wade, M.R., Washburn, S.P., Green, J.P., Jenkins, T.C. (2001) : *Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. Journal of Dairy Science* 84, 2295-2301.
88. XU Y., DING Z., 2006. *A model for exploring lactic acidosis: 2. Model valuation and validation. Belg J Zool* 136(2), 125-135
89. Zebeli Q and Ametaj BN 2009. *Relationships between rumen lipopolysaccharide and mediators of inflammatory response with milk fat production and efficiency in dairy cows. J Dairy Sci.* 92(8): 3800-3809.
90. Zhang R, Zhu W, Mao S. *High-concentrate feeding upregulates the expression of inflammation-related genes in the ruminal epithelium of dairy cattle. Journal of Animal Science Biotechnology.* 2016;7(1):42.
91. ZINTZENN, H. (1976). *Dairy Cattle Feeding. Seminars Animal Nutrition in Poland. Krakow, Poznan, Olsztyn. June 1976. Hoffman - la Roche, Vienna, pages 112.*
92. ŽGAJNAR, J. (1990). *Prehrana in hrmljenje goved. ČZP Kmečki glas Ljubljana.* 564.

## 5. Životopis

Iva Kratofil rođena je 17. svibnja 1995.g. u Zagrebu, gdje je završila Osnovnu školu Antun Gustav Matoš. Godine 2010. upisala je opću gimnaziju Kušlanovu koju je završila 2014.g. Akademske godine 2014/2015 upisala je preddiplomski studij studij Animalnih znanosti na Agronomskom fakultetu kojeg je uspješno završila. Trenutno pohađa diplomski studij Hranidba životinja i hrana.

Za vrijeme studija, radila je razne studentske poslove, a u svoje slobodno vrijeme bavi se fizičkim aktivnostima i druženjima s obitelji i prijateljima.