

# Primjena minerala u hranidbi mliječnih goveda

---

**Batorek, Robert**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:838863>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-29**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Robert Batorek, absolvent  
Diplomski studij, Zootehnika  
Hranidba domaćih životinja

**Primjena minerala u hranidbi mliječnih goveda**  
**Diplomski rad**

**Osijek, 2022.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Robert Batorek, absolvent  
Diplomski studij, Zootehnika  
Hranidba domaćih životinja

**Primjena minerala u hranidbi mliječnih goveda**  
**Diplomski rad**

**Osijek, 2022.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Robert Batorek, absolvent  
Diplomski studij, Zootehnika  
Hranidba domaćih životinja

**Primjena minerala u hranidbi mliječnih goveda**  
**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Pero Mijić, predsjednik
2. prof. dr. sc. Zvonimir Steiner, mentor
3. izv. prof.dr.sc. Josip Novoselec, član

**Osijek, 2022.**

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. ULOGA MINERALA U ORGANIZMU .....	2
3. PODJELA MINERALA.....	3
4. MINERALI U HRANIDBI STOKE .....	5
4.1. Najvažniji zadatci i izvori minerala u organizmu.....	5
4.2. Utjecaj mineralnih materijala na reprodukciju .....	7
4.3. Stabilnost hranjivih tvari.....	7
4.4. Nedostatak minerala može uzrokovati bolesti životinja.....	9
4.4.1. Poremećaji odnosa fosfora i kalija mogu uzrokovati različite anomalije.....	10
4.4.2. Nedostatak natrij-klorida jače izražen kod biljojeda.....	11
4.4.3. Povećanje produktivnosti uzrokuje poremećaje hranidbe kod goveda .....	11
5. KELIRANI MINERALI.....	12
6. HIDROKSI MINERALI .....	13
7. NOVI KONCEPTI U DODACIMA MINERALA U TRAGOVIMA STOCI KOJA PASE.....	15
7.1. Hidroksi minerali u tragovima.....	15
8. TRI RAZLOGA ZA PONOVRNO RAZMIŠLJANJE O SULFATNIM MINERALIMA U TRAGOVIMA U MLIJEČNOM OBROKU.....	17
8.1. Razlog 1: Sulfatni minerali u tragovima imaju visoku reaktivnost u buragu .....	18
8.2. Razlog 2: Sulfatni minerali u tragovima mogu oštetiti korisne mikrobe buraga..	18
8.3. Razlog 3: Pokazalo se da minerali u tragovima sulfata smanjuju probavljivost NDF-a.....	19
8.4. Planiranje puta naprijed .....	19
9. MATERIJAL I METODE.....	20
9.1. Plan pokusa hranidbe krava sa različitim oblikom minerala – kelirani vs hidroksi minerali.....	20
10. REZULTATI I RASPRAVA.....	23
11. LITERATURA .....	34
12. SAŽETAK .....	36
13. SUMMARY .....	37
14. POPIS TABLICA .....	38
15. POPIS SLIKA .....	39

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

## BASIC DOCUMENTATION CARD

## 1. UVOD

Minerali su kemijski elementi esencijalni za normalno funkcioniranje organizma, u kojem se pojavljuju kao slobodni ioni ili kao sastavni dio određenih organskih spojeva (hormona, enzima). Svaki mineral ima specifično djelovanje, a prijeko su potrebni u mnogim biokemijskim procesima, kao što je regulacija metabolizma i ravnoteže tekućine u tijelu, kontrakcije mišića, sinteza proteina, proizvodnja energije, izgradnja kostiju, funkcioniranje staničnih membrana i provođenje živčanih impulsa.

Minerali su anorganski kemijski elementi koji čine 4-5% naše tjelesne mase. Pronalazimo ih u tkivima i tjelesnim tekućinama, a sudjeluju u različitim biokemijskim procesima u organizmu kao što je izgradnja kostiju, mozga, krvi, enzima, hormona, regulacija metabolizma i ravnoteže tekućine u tijelu. Nužni su za funkcioniranje organizma, a mogu biti prisutni kao slobodni ioni ili vezani u određenim organskim spojevima. Minerali su esencijalne tvari što znači da ih naš organizam ne može sintetizirati nego ih je potrebno unositi hranom i vodom te dodacima prehrani.

## 2. ULOGA MINERALA U ORGANIZMU

Minerali imaju veoma važnu ulogu u odvijanju metaboličkih procesa. Biološka uloga pojedinih elemenata ogleda se u njihovom značaju u procesu biomineralizacije (Ca, Mg, Si, P i F). Djeluju kao aktivni centri metalo-proteina (oko 30% enzima). Važni su za funkcioniranje staničnih membrana (Na, K, Ca i Mg), a izuzetno su važni za reguliranje ravnoteže tekućina u tijelu, provođenje živčanih impulsa, kontrakciju mišića itd. Poznato je da živi organizmi selektivno biraju određene elemente iz prirode, dok druge odbacuju. Ljudsko tijelo sadrži otprilike 35 elemenata. Četiri od njih (vodik, kisik, ugljik i dušik) sačinjavaju 99% strukture atoma. Tako npr. najrasprostranjeniji element u Zemljinoj kori je kisik (67%) silicij (28%) i aluminij (8%). Preostali 1% elemenata u ljudskom tijelu (s izuzetkom sumpora) neorganski su ili mineralni sastavni dijelovi tijela. Sedam preostalih elemenata: natrij, kalij, kalcij, magnezij, fosfor, sumpor i klor zajedno predstavljaju 0.9% težine čovjeka. Sedamnaest drugih sačinjavaju ostalih 0.1%, od kojih se neki, ali ne svi, smatraju esencijalnim u prehrani. Ovi elementi javljaju se u mjerljivim koncentracijama, ali ne obavljaju esencijalne biološke funkcije. Kadmij je jedan takav primjer. Novorođena beba nema ove elemente, ali postepeno akumulira kadmij jedući i dišući, do te mjere da tokom svog života prosječna osoba koja živi u industrijskoj oblasti akumulira na miligrame ovog elementa. Ne samo da kadmij nema nikakvu esencijalnu funkciju u našem tijelu, već je čak i nepoželjan element i potencijalno štetan. Minerali su izuzetno efikasni katalizatori za sve stanične funkcije. Neki minerali funkcioniraju tako da povećavaju električni potencijal stanice. Ostali minerali djeluju kao metaloenzimi, koji potom mogu djelovati kao reaktori enzima u stanicama, kao transformatori signala i nosioci poruka. U ljudskoj prehrani minerali imaju ulogu u velikom broju ključnih tjelesnih funkcija. Poremećaji u mineralnim aktivnostima i nutritivni nedostatak bilo kojeg od minerala veoma su česti i kao posljedica su pojave degenerativnih stanja.



### 3. PODJELA MINERALA

Minerale možemo podijeliti na mikro i makro elemente. Makro elementi su oni koji su nam potrebni u većim količinama (natrij, kalij, kalcij, magnezij, klor, sumpor). Mikro elementi su nam potrebni u manjim količinama (željezo, jod, cink, fluor, bakar, mangan, krom, molibden, kobalt, selen, vanadij).

Minerale svakodnevno gubimo probavom, znojenjem i disanjem pa je potrebno svaki dan nadoknađivati njihov gubitak. Za većinu esencijalnih minerala određene su preporučene dnevne doze (RDA), no ako se minerali unose kao dodaci prehrani potrebno je biti oprezan te se savjetovati prije uzimanja istih jer unatoč tome što su nam potrebni, minerali u prevelikim količinama mogu biti štetni za naš organizam.

Ljudski organizam minerale ne može proizvoditi, pa ih je potrebno unositi hranom ili vodom, a njihov adekvatni unos je nužan za održavanje zdravlja organizma. Prema dnevno potrebnoj količini minerali se dijele u dvije skupine: makro elementi i mikro elementi (minerali). Glavni minerali ili makro minerali su potrebni u količinama većim od 100 mg dnevno i uključuju kalcij (Ca), sumpor (S), fosfor (P), magnezij (Mg), kalij (K), klor (Cl) i natrij (Na). Elementi u tragovima ili mikro minerali su potrebni u količinama manjim od 100 mg dnevno (1-100 mg dnevno) i uključuju cink (Zn), željezo (Fe), silicij (Si), mangan (Mn), bakar (Cu), fluor (F), jod (I) i krom (Cr). Posebnu skupinu elemenata u tragovima čine elementi koji su potrebni u količinama manjim od 50 mg dnevno, a to su bor (B), molibden (Mo), selen (Se), nikal (Ni), vanadij (V), arsen (As), kositar (Sn), brom (Br), kadmij (Cd), litij (Li) i olovo (Pb). Međutim, točna biokemijska funkcija mnogih navedenih elemenata u tragovima još nije točno definirana.

Tablica 1. Podjela minerala prema potrebama organizma

<b>Makrominerali</b>	<b>Mikrominerali</b>	<b>Oligoelemnti</b>
natrij ( Na )	cink ( Zn )	bor ( B )
kalij ( K )	bakar ( Cu )	germanij ( Ge )
kalcij ( Ca )	jod ( I )	silicij ( Se )
fosfor ( P )	fluor ( F )	vanadil ( V )
magnezij ( Mg )	krom ( Cr )	olovo ( Pb )
sumpor ( S )	kobalt Co )	arsen ( As )
klor ( Cl )	mangan ( Mn )	nikal ( Ni )
	molibden ( Mo )	stoncij ( Sr )
	selen ( Se )	bizmut ( Bi )
	željezo ( Fe )	

#### 4. MINERALI U HRANIDBI STOKE

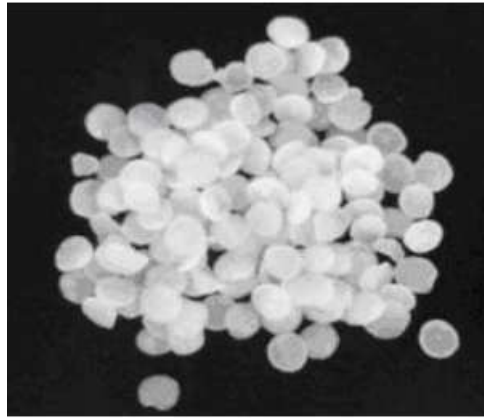
Za hranjivu vrijednost krmiva važni čimbenici u hranidbi su: ugljikohidrati, bjelančevine, minerali i vitamini, što je već opće poznato, ali i makro i mikro elementi kao dopuna obroku ako ih u krmi nema.

##### 4.1. Najvažniji zadatci i izvori minerala u organizmu

U nedostatku minerala u krmnom obroku troše se iz pričuve koja se taložila u organizmu. Isto tako ubrzavaju različite procese, kemijske reakcije i služe kao katalizatori izmjene hranjivih tvari. Mineralne tvari su nužne za izmjenu bjelančevina i masti te reguliraju metabolizam vode u organizmu. Važni su za pravilan razvoj ploda te potrebne težine. Kod mladunčadi se ne razvijaju kosti i tkivo u slučaju nedovoljne količine minerala. Sisanjem i dojenjem se troše minerali iz organizma koje se mora nadomjestiti. Isto tako je važan za prirast u tovu. Bolja je nesivost te je količina vuna veća kod ovaca uz dovoljno minerala. Sa dovoljnom količinom je i reprodukcija bolja i sigurnija.

Minerali se moraju nadomjestiti jer se izlučuju mokraćom i balegom. Za pravilnu hranidbu važno je da hrana sadrži dovoljne količine svih hranjivih sastojaka, da je svjež, da nije pokvarena, da je zdrava i da se obroci uzimaju na vrijeme. Hrana mora biti različita, jer tako postaje punovrijednom. Najprije i sigurno minerali se utvrđuju redovito u pepelu, a to su kalij, natrij, magnezij, kalcij, željezo, sumpor, klor, fosfor, aluminij, silicij, mangan, jod, fluor i bakar.

Kalija (K) svaki kg tijela sadrži 1,5 grama. Hrana ga sadrži dosta. Natrij (Na) sadrže sokovi u 1 kg tijela, i to 0,7-1,5 grama. Kalcij (Ca) je važan za razvitak kostiju, mišićja i sokova. On parira štetno djelovanje kalija i natrija u hrani. Osobito je nužan za porast, mliječnost i bređost. Na svaki 1 kg tijela opada 6-12 g kalcija. Količina kalcija varira. Najviše ga sadrže zeleni dijelovi bilja, sijeno mahunarke i uljarice. Fosfor (P) je većinom vezan s kalijem, a važan je za porast, mliječnost i gravidnost. Sadrže ga kosti, mozak, mišići, jezgra (nukleus) stanica i mlijeko. Magnezija (Mg) je dovoljno u hrani. Nedostatak izaziva grčeve i nervozu životinja. Željezo (Fe) nalazimo u hemoglobinu (krvi), u mlijeku. Ono je vezano uz bakar (Cu). Ako nema dovoljno željeza, u tijelu se javlja anemija, najčešće kod prasadi koja se mora cijepiti preparatom željeza što vrijedi i za nestašicu bakra. Željezo se nalazi u rogovima, dlaci, koži, perju i vuni.



Slika 1. Natrij hidroksid, <https://hr.puntomariner.com/sodium-hydroxide-properties-preparation-and/>

Klor (Cl) je važan jer u želucu stvara HCl, tj. solnu kiselinu koja aktivira ferment pepsin potreban za normalnu probavu. Klor se nalazi u bubrezima, slezeni, plućima, koži, kostima, krvi i želucu. I jod (J) je važan, zbog tiroksina, hormona koji regulira izmjenu tvari i utječe na rast. Nestašica joda uzrokuje gušavost, a ponekad i pobačaj. Flour (F) se nalazi u svakom organizmu, a najviše u zubima i kostima.

Ipak treba istaknuti da su za životinjski organizam najvažniji minerali kalcij, fosfor, natrij i klor i da minerale nalazimo najviše u zelenoj krmu 1-2 %, u sijenu i slami 5-10 %, zrnju žitarica 1-4 %, u zrnju uljarica 4-12 %. Količina minerala koje stoka prima u hrani redovito ne zadovoljava potrebe životinjskog organizma, pa ih treba dodavati i kompletirati, što već rade prerađivačke industrije ako se stoka hrani tvorničkim smjesama. Ako smjese nisu kompletne i ne mogu se postizati rezultati koji se traže u intenzivnom uzgoju ili tovu, moraju se dodavati najčešće mikro mineralni dodaci, osobito ako se hrani prirodnim krmivima, kako bi se podmirile potrebe životinjskog organizma.

U suprotnom, zbog nestašice minerala oslabi cjelokupna djelatnost staničja i tkiva u organizmu, što znači cijela konstitucija. Između uzročnika bolesti, minerala, vitamina i bjelančevina u organizmu nema neposredne veze, ali posredna je veza često vrlo izražena. Nepravilna prehrana s obzirom na navedene tvari smanjuje otpornost životinjskog organizma i tako ga čini sklonim infekcijama.

#### 4.2. Utjecaj mineralnih materijala na reprodukciju

Veliki utjecaj na reprodukciju imaju mineralne materije (kalcija, fosfor, mangan, selen i dr.), pojedinačno i zajedno sa drugim utjecajnim faktorima organske prirode. Naročito nedostatak kalcija i fosfora, pogotovo ako su u nepravilnom međusobnom odnosu, mogu nepovoljno uticati na reprodukcijski ciklus. Deficit kalcija i fosfora smanjuje otpornost životinja prema abortusu i mrtvo rođenim, povećavane plodnost koja je naročito izražena u uvjetima štalskog držanja.

Neki oligo elementi kao što su: mangan, cink, jod, željezo, bakar, selen i neki drugi, jako utiču na plodnost goveda.

Nedostatak mangana u obrocima krava nepovoljno utječe na dužinu servis perioda i abortusa, a novorođena telad su pokazivala slabost u nogama. Dokazano je da nedostatak cinka utiče ne samo na promjene na koži i dlaci, deformacije na papcima, već i na sterilnost u goveda. Jod je vrlo značajan za funkciju štitne žlijezde koja luči hormon tiroksin, koji je odgovoran za metabolizam ugljikohidrata.

Nedostatak joda je praćen poremećajima u plodnosti: smanjenje broja teljenja, resorpcija ploda, rađanje mrtvih i slabih mladunaca koji su vrlo često bez dlake. Poremećaji u funkciji štitne žlijezde javljaju se kod goveda na pašnjacima kada su biljke suviše mlade i kada se u ishrani koriste veće količine uljane repice i stočnog kelja. Međutim, ove pojave se mogu ukloniti ako se putem obroka osigura dovoljna i svakodnevna količina jodirane stočne soli.

#### 4.3. Stabilnost hranjivih tvari

Bakar, cink i mangan ključni su za zdravlje, produktivnost i dugovječnost krave. Ovi minerali u tragovima utječu na fiziološke performanse krave, uključujući imunitet kompetencija, integritet kopita i reprodukcija. Ali stabilnost, a time i dostupnost izvor minerala u tragovima dosta se razlikuje.



Slika 2. Minerali u tragovima, Article about Intellibond in Dairy Global Magazine

Minerali u tragovima utječu na fiziološke performanse krave uključujući imunološku sposobnost, cjelovitost kopita i reprodukcija. Kada su 1940-ih i 1950-ih uvedeni izvori minerala u tragovima sulfata, malo je istraživanja provedeno o tome kako su radili u životinji. Kako su istraživači saznali više o posljedicama upotrebe sulfatnih minerala u tragovima u obroku, organski izvori minerala u tragovima razvijeni su 1970-ih i 1980-ih. Dok su organski izvori poboljšali neke probleme povezanim sa sulfatnim mineralima u tragovima, učinili su to uz naglo povećanje cijene. Uvođenje hidrosikloridnih minerala u tragovima 1990-ih pružilo je učinkovit i ekonomičan pristup hranjenju esencijalnim mineralima u tragovima. Minerali u tragovima hidrosiklorida daju učinkovitost jednaku – i potencijalno bolju – od organskih, ali po pristupačnijoj cijeni. Napravljen s kristalnom strukturom i čvrst kovalentne veze, minerali u tragovima hidrosiklorida manje su topljivi i manje reaktivni od sulfatnih minerala u tragovima.



Slika 3. Vremenski okvir inovacije minerala u tragovima, Article about Intellibond in Dairy Global Magazine

Svaki poremećaj odnosa mineralnih tvari u organizmu dovodi do promjena zdravstvenog stanja, dok nepovoljna vitaminska hranidba dovodi do najrazličitijih patoloških stanja kod raznih vrsta i kategorija domaćih životinja.

Minerali su elementi bez kojih su u organizmu životinja nezamislive mnoge fiziološke funkcije. Od njih ovise biokemijski procesi u organizmu, zatim kretanje tekućine u tkivima, koagulacija krvi, procesi probave. Svaki poremećaj odnosa mineralnih tvari u organizmu dovodi do promjena zdravstvenog stanja. Pojedini minerali poput kalcija, fosfora, kalija, natrija i magnezija se nalaze u tijelu u većim količinama, a služe za formiranje čvrstine kostura i drugih tkiva.

#### 4.4. Nedostatak minerala može uzrokovati bolesti životinja

Postoje i drugi neophodni minerali koji se nazivaju mikro elementima, kao što su: bakar, kobalt, jod, cink i drugi. Oni se nalaze u tkivima u vrlo malim količinama, ali svi imaju ozbiljnu ulogu u funkcioniranju čitavog organizma. U praksi je najčešće riječ o nedostatku jednog ili više potrebnih mineralnih sastojaka u hrani ili o nepovoljnom odnosu pojedinih minerala. Ti poremećaji se nepovoljno odražavaju na organizam životinje. Povećane potrebe za mineralnim tvarima pokazuju životinje s većim proizvodnim sposobnostima i u procesu razvoja organizma. Gravidne životinje troše više minerala, kao i mlade životinje kojima trebaju veće količine minerala za izgradnju tkiva i kostura.

#### 4.4.1. Poremećaji odnosa fosfora i kalija mogu uzrokovati različite anomalije

Veće količine minerala troše se i kod povećane proizvodnje mlijeka, jaja, vune, u tovu. Posebice je potrebno osigurati dovoljne količine kalcija i fosfora koji moraju biti u određenom odnosu. Ali taj odnos je često poremećen pa dolazi do mnogih anomalija kao što su: rahitis i osteomalacija, proždiranje raznih predmeta, lizanje zidova, pijenje tekućeg stajnjaka, nošenje jaja s mekom ljuskom, kanibalizam i slično. Također, manjak kalija i natrija u organizmu dovodi do različitih anomalija, kao što su poremećaji u probavi, smanjenje produkcije mlijeka, gubljenje apetita, lizanje raznih predmeta, smetnje u funkciji mišića i tako dalje.



Slika 4 . Rahitis kod teladi, <https://bs.pastureone.com/7499-rickets-in-calves-how-and-what-to-treat.html>



#### 4.4.2. Nedostatak natrij-klorida jače izražen kod biljojeda

Veći značaj se pridaje natriju, posebno njegovoj vezi s klorom, odnosno natrij-kloridu. Nedostatak natrij-klorida izraženiji je kod biljojeda jer oni s hranom primaju manje količine tog minerala, zato se ovcama daje sol, najčešće u vidu kamena koji one slobodno ližu. Među mineralima neophodnim za životinjski organizam nalazi se i željezo. Posebno je veliki njegov značaj kod mladih životinja, naročito kod prasadi, a donekle i kod teladi i janjadi kod kojih se, kao posljedica nedostatka željeza, javlja anemija. Treba spomenuti i nedostatke bakra, kobalta i joda u hrani, a oni su vrlo važni u funkcijama organizma jer njihov nedostatak dovodi do raznih poremećaja.

#### 4.4.3. Povećanje produktivnosti uzrokuje poremećaje hranidbe kod goveda

Organizam životinja se neprekidno troši. U njemu se odvijaju stalni procesi oksidacije. Da bi se ti procesi održali na razini fizioloških potreba, organizmu je redovno potrebna hrana. Poremećaj u tom sastavu i odnosu dovodi i do poremećaja u funkcijama. Intenziviranjem stočarske proizvodnje i željom za što većom produktivnošću domaćih životinja, sve više dolaze do izražaja razne nepravilnosti u hranidbi stoke. Najčešće je slučaj da životinje hranom ne dobivaju u dovoljnim količinama samo neke sastojke, čiji nedostatak dovodi do oboljenja ili smanjenja produktivnosti. Takva nepotpuna hranidba se ne primjećuje odmah, već kroz određeno vrijeme dolazi do pojave i patoloških stanja. U praksi se najčešće sreću pojave nedovoljne hranidbe u odnosu na sadržaj u hrani bjelančevina, minerala i vitamina.

## **5. KELIRANI MINERALI**

Kelirani minerali su minerali koji su kemijski spojeni s aminokiselinama u komplekse. Proizvodi su označeni kao kelirani bor, kelirani kalcij, kelirani krom itd.

Kelirani minerali koriste se za održavanje normalnog rasta, stabilizaciju bipolarnog poremećaja, izgradnju jakih mišića i kostiju te poboljšanje funkcije imunološkog sustava i općeg zdravlja. Kelirani minerali se prodaju kao dodatke prehrani koji su superiorniji od drugih mineralnih dodataka, tvrdeći da se kelatirani minerali lakše koriste u tijelu (više bioraspoloživi) od nekeliranih minerala. No, nema dokaza koji potkrepljuju ovu tvrdnju. Zapravo, postoji vrlo malo znanstvenih podataka o keliranim mineralima.

Minerali su potrebni za pravilan rast i održavanje tijela. Nema dokaza koji potkrepljuju tvrdnju da tijelo može koristiti kelirane minerale bolje od ne keliranih minerala.

## 6. HIDROKSI MINERALI

Hidroksi minerali u tragovima razvijeni su kao novi izvor minerala. Oni su praktički netopljivi pri pH iznad 4,0. Usporedno, anorganski izvori minerala poput bakrenog sulfata vrlo su topljivi.

Bioraspoloživi hidroksi minerali u tragovima za optimalno zdravlje i učinak Smart Hydroxy Trace Minerals treća su generacija minerala u tragovima. Nakon dugotrajne uporabe sulfata i oksida, druge generacije organskih minerala u tragovima (npr. kelati, glicinati), hidroksi minerali u tragovima uspješno su ušli na tržište kao visoko bioraspoloživ i ekonomski koristan izvor minerala u tragovima. Hidroksi minerale u tragovima odobrila je EU kao prehrambeni dodatak za sve životinjske vrste, uključujući upotrebu u organskoj hrani. Pametni hidroksi minerali u tragovima imaju kristaliziranu strukturu s pametnim, kovalentnim vezama. Ove pametne veze objašnjavaju visoku stabilnost premiksa i potpune stočne hrane.

Granulometrija stabilne kristalizirane strukture osigurava vrhunsko rukovanje i stabilnost prije, tijekom i nakon proizvodnje hrane. Smart nije higroskopan i bez prašine, te pokazuje izvrsnu tečnost, sposobnost miješanja i stabilnost. Visok sadržaj minerala (Smart C s minimalno 54% bakra i Smart Z s minimalno 56% cinka) omogućuje veću fleksibilnost u formulaciji premiksa.

Niska topljivost pri neutralnom pH rezultira manje topivim reaktivnim slobodnim metalima koji su dostupni za stvaranje kompleksa s drugim sastojcima poput kalcija i fitata. Osim toga, slobodni metali također mogu imati negativan učinak na druge vrijedne hranjive tvari u stočnoj hrani, budući da je poznato da je bakar sulfat prooksidans za mast. Čini se da su hidroksi elementi u tragovima ukusniji od drugih mineralnih izvora i to će imati pozitivan utjecaj na unos hrane.

Prednost pametnih kovalentnih veza ide dalje od pozitivnih učinaka tijekom proizvodnje stočne hrane. Niska topljivost u neutralnom pH uzrokuje da minerali prolaze kroz burag i pokazuju učinak sporog otpuštanja u probavnom traktu. Ova kombinacija niske reaktivnosti i učinka sporog otpuštanja rezultira visokom bio raspoloživošću elemenata u tragovima i drugih hranjivih tvari za životinje koje se koriste za povećanje rasta i održavanje optimalnog zdravlja. Pozitivni učinci na gastrointestinalno zdravlje preživača i monogastričnih životinja pokazuju se kada se hidroksi minerali u tragovima usporede s izvorima sulfata. Post apsorpcijski učinci prikazani su npr. povećano zdravlje i plodnost.

Veća bio raspoloživost Smart Hydroxy Trace Minerals osigurava veći unos u životinji i kao rezultat, manje izlučivanje bakra i cinka u okoliš.

## 7. NOVI KONCEPTI U DODACIMA MINERALA U TRAGOVIMA STOCI KOJA PASE

Hranidba goveda na ispaši mineralima u tragovima komplicirana je zbog nekoliko čimbenika među kojima su utjecaj antagonista minerala u tragovima u krmi na ispaši i oslanjanje na predvidljiv, ujednačen unos mineralnih dodataka po slobodnom izboru. Dostupne su brojne opcije za pomoć u upravljanju hranidbom stoke na ispaši mineralima u tragovima. Posljednjih su godina značajni istraživački naponi bili usmjereni na nove tehnologije, koje su otkrile uvid u njihovu upotrebu u programima suplementacije minerala u tragovima. Jedna od tehnologija je hidroksi minerale u tragovima.

### 7.1. Hidroksi minerali u tragovima

Jedna od najnovijih tehnologija za utjecaj na hranidbu stoke mineralima u tragovima je stvaranje izvora hidroksi minerala u tragovima Cu, Zn i Mn. Ovi specifični kristalni anorganski mineralni izvori formirani su kovalentnim vezama unutar kristalne matrice. Ova struktura kovalentne veze razlikuje se od ionskih veza prisutnih u uobičajenim mineralima na bazi sulfata i sličnija je kovalentnim vezama prisutnim u izvorima organskih minerala u tragovima. Dok su organski minerali u tragovima kovalentno vezani za ligand koji sadrži ugljik, hidroksi minerali u tragovima su kovalentno vezani za OH skupinu. Jedna od najfunkcionalnijih karakteristika hidroksi minerala u tragovima je njihov nedostatak topljivosti u neutralnim pH rasponima, kao što je burag zdravih goveda. Otapanje metala događa se pri nižim pH vrijednostima, koje su uobičajene u donjem dijelu gastrointestinalnog trakta. Uz ove nutritivne karakteristike, kristalna matrica hidroksi minerala u tragovima omogućuje iznimne karakteristike rukovanja. Oni nisu hidroskopski i bez prašine što dovodi do prednosti rukovanja i miješanja kojih nema u većini drugih anorganskih i organskih izvora minerala u tragovima. Unutar miješane formulacije, hidroksi minerali u tragovima vrlo su stabilni, osobito u usporedbi sa sulfatnim analogima. Ova stabilnost pomaže u smanjenju oksidativnog gubitka vitamina topljivih u mastima. Također se sugerira da hidroksi minerali u tragovima imaju veću bioraspoloživost u usporedbi sa sulfatnim parnjacima (Spears i sur, 2004.), a zbog svoje slabije topljivosti mogu izbjeći određene antagonizme minerala u tragovima u buragu (tj.  $Cu \times S \times Mo$ ; Arthington i Spears, 2007). Dodatno uz ove funkcionalne karakteristike, hidroksi minerali u tragovima također su visoko koncentrirani što omogućuje veću fleksibilnost s prostorom

za formulaciju. Na primjer, mineralni dodatak koji sadrži 4000 mg/kg Zn zahtijevao bi samo 0,73% prostora formulacije za uključivanje hidroksi Zn (IntelliBond [Mikronutrijenti]; 55% Zn), ali bi zahtijevao 2,7% prostora formulacije za uključivanje organskog Zn (tj. Bioplex [Alltech] Zn; 15% Zn).

Potrebno je razviti aplikacije upravljanja hranom, koje će optimizirati status minerala u tragovima kod goveđe teladi prije odbijanja. Odbijanje je jedan od najstresnijih događaja s kojima će se tele susresti tijekom svog života, a gubitak minerala u tragovima posljedica je tog stresa. Uobičajene prakse držanja teladi kao što su kastracija i cijepljenje također doprinose stresu i gubitku minerala u tragovima. Stoga će optimiziranje hranidbe teladi mineralima u tragovima prije odbijanja pomoći osigurati odgovarajući status minerala u tragovima nakon oporavka od stresa odbijanja. Jedno područje istraživanja je upotreba "ograničeno hranjenih" dodataka. Koncept "ograničene hranidbe" bitan je u ovoj primjeni. Mnoga su istraživanja potvrdila da je učinkovitost dodanog prirasta kod teladi restriktivnim hranjenjem loša, zapravo najlošija od svih faza sustava proizvodnje govedine. Zbog toga se nastojalo koristiti ograničeno restriktivno hranjenje kao sustav za isporuku minerala u tragovima teladi koja je prethodno odbijena od sise. U jednom istraživanju otkriveno je da telad ima jaku averziju prema konzumaciji hrane obogaćene mineralima, što nije postojalo kod teladi koja su konzumirala isti dodatak bez obogaćenja mineralima (Moriel i Arthington, 2013.). Uz pretpostavku da se sulfatni izvori minerala, osobito Cu i Zn, razdvajaju u ustima teladi, uzrokujući averziju prema okusu, kakvu osoba može iskusiti s iskustvom metalnog okusa. Ovu hipotezu podupire vrlo topljiva priroda Cu- i Zn sulfata. Vizualno promatranje reakcija teladi dok su pokušavali konzumirati dodatke također je poduprlo ovu hipotezu.

## **8. TRI RAZLOGA ZA PONOVO RAZMIŠLJANJE O SULFATNIM MINERALIMA U TRAGOVIMA U MLIJEČNOM OBROKU**

Nalazi iz studija koje su provela vodeća istraživačka sveučilišta i pioniri u prehrani mineralima u tragovima sugeriraju da je možda došlo vrijeme da se ponovno razmisli o upotrebi anorganskih minerala u tragovima u mliječnim obrocima.

Evo nekoliko podataka vezano za evolucija minerala u tragovima u mliječnom obroku. Nutricionisti već dugo znaju da je nadopuna kravljjoj prehrani malim količinama bakra, cinka i mangana vitalni dio potpornih funkcija kao što su imunitet, plodnost, proizvodnja i metabolizam.

Počevši od 1930-ih, oksidni minerali u tragovima postali su dostupni kao koncentriraniji izvor mineralnih dodataka u tragovima za upotrebu u stočnoj hrani. Sulfatni minerali u tragovima uslijedili su kasnih 1940-ih nudeći proizvođačima izvor minerala u tragovima s većom bio raspoloživošću nego oksidi po umjerenoj cijeni. Na temelju ove razlike, minerali u tragovima na bazi sulfata postali su primarni izvor mineralne prehrane u tragovima u mliječnoj industriji.

Kako bi se dodatno poboljšala bioraspoloživost i učinkovitost minerala u tragovima, 1970-ih uvedeni su organski minerali u tragovima. Iako su mnogi organski izvori minerala u tragovima dali poboljšane rezultate, njihova visoka cijena značila je da su proizvođači nadomjestili samo mali dio ukupnih potreba za mineralima u tragovima (na primjer 20% organskih i 80% sulfatnih minerala u tragovima).

Početak 2000-ih novi izvor mineralnih dodataka u tragovima postao je dostupan uvođenjem hidroksi minerala u tragovima (IntelliBond). Hidroksi minerali u tragovima nude bolju kvalitetu miješanja i rukovanja uz jednake ili bolje performanse u usporedbi s kvalitetnijim organskim mineralima u tragovima, uz znatno nižu cijenu.

Provedena su višestruka istraživanja kako bi se procijenilo i usporedilo kako različiti izvori minerala u tragovima djeluju unutar gastrointestinalnog trakta krava. Nalazi su ukazali na tri razloga zbog kojih bi mljekari i njihovi savjetnici mogli ponovno razmisliti o upotrebi minerala u tragovima na bazi sulfata u svojim obrocima.

### 8.1. Razlog 1: Sulfatni minerali u tragovima imaju visoku reaktivnost u buragu

Dok su znanstvenici proučavali izvore minerala u tragovima na bazi sulfata i uspoređivali ih s mineralima u tragovima IntelliBond, struktura minerala u tragovima postala je važno područje fokusa. Sulfatni minerali u tragovima imaju slabe ionske veze koje su znatno bolje topljive u vodi (rumenskoj tekućini) od hidroksi minerala u tragovima.

Slabe ionske veze između metalnog iona i molekule sulfata brzo se raspadaju kada naiđu na vlagu koja oslobađa metalni ion. Ovaj visoko reaktivni metalni ion sada je u obliku u kojem može negativno reagirati s antagonistima prehrane i korisnim mikrobima prisutnima u gornjem dijelu gastrointestinalnog trakta.

### 8.2. Razlog 2: Sulfatni minerali u tragovima mogu oštetiti korisne mikrobe buraga

Nakon što se razgradi u buragu, metalni ion (cink i bakar) izvorno povezan unutar sulfatnog minerala u tragovima sada posjeduje antimikrobna svojstva. Posljedično, ti slobodni metalni ioni potencijalno mogu naškoditi korisnim bakterijama koje probavljaju vlakna.

Nasuprot tome, hidroksi minerali u tragovima sastoje se od kristalne strukture i kovalentnih veza koje ih čine znatno manje topivim i manje osjetljivim na rastavljanje u buragu, čime je potpuno nemoguće oslobađanje slobodnih metalnih iona u buragu. 'Dobri' mikrobi u buragu igraju ključnu ulogu u promicanju probavljivosti vlakana i podržavanju proizvodnje važnih hlapljivih masnih kiselina koje krava koristi za optimiziranu produktivnost i dobrobit.

Kako se ti mikrobi množe i putuju niz probavni trakt, postaju visokokvalitetni izvor zaobilaznih proteina za kravu, osiguravajući oko polovicu ukupnih potrebnih proteina u prehrani. Dakle, izvor minerala u tragovima koji ometa mikrobnu aktivnost u buragu – gdje se odvija 90% probave – može ometati produktivnost i zdravlje životinje.

Praktično zapažanje je saznanje da se sulfatni minerali u tragovima desetljećima koriste u kupkama za stopala zbog svoje učinkovitosti u ubijanju mikroba. Nažalost, ista svojstva zbog kojih su sulfatni minerali u tragovima učinkoviti u kupkama za stopala (antimikrobna svojstva metalnih iona) mogu potencijalno naškoditi populaciji mikroba buraga. Negativni utjecaj na mikrobe buraga ne bi trebao biti cilj pri odabiru izvora minerala u tragovima koji je najbolji za vaše krave.



Kao usporedna napomena, dodatni bakar, cink i mangan nisu potrebni mikrobima buraga kada se hrane praktičnim obrocima, s obzirom da sastojci bazalne hranidbe osiguravaju odgovarajuće razine cinka, bakra i mangana za podršku mikrobiološkim potrebama. To omogućuje da svi dodaci minerala u tragovima budu usmjereni na potrebe životinje.

### 8.3. Razlog 3: Pokazalo se da minerali u tragovima sulfata smanjuju probavljivost NDF-a

Dobro je poznato da je mikrobna aktivnost u buragu ključna za promicanje optimizirane probavljivosti vlakana neutralnog deterdženta (NDFd), što dodatno podupire proizvodnju važnih hlapljivih masnih kiselina. Kako bi dodatno procijenili utjecaj izvora minerala u tragovima na ovaj proces, znanstvenici za životinje s više istraživačkih sveučilišta usporedili su kako su sulfatni minerali u tragovima i hidroksi minerali u tragovima (IntelliBond) utjecali na NDFd u buragu.

Istraživanje je pokazalo smanjenje NDFd od 1,1 do 4,6 bodova kada su hranjeni sulfatnim mineralima u tragovima u usporedbi s hidroksi mineralima u tragovima. Kao što literatura i podaci sugeriraju, promjena od jedne točke u NDFd može se prevesti u promjenu od pola funte u proizvodnji mlijeka s korigiranim sadržajem masti od 4,0%. Rezultati studije sugeriraju da kada se sulfatni minerali u tragovima zamijene hidroksi mineralima u tragovima, kod mliječnog goveda može se vidjeti povećanje proizvodnje mlijeka, što se prevodi u poboljšanu profitabilnost za mljekare.

### 8.4. Planiranje puta naprijed

Postoje tri puta naprijed kada se uklanjaju sulfatni minerali u tragovima iz obroka mliječnih proizvoda. Jedna je mogućnost hraniti se svim organskim mineralima u tragovima. Međutim, prednosti možda neće biti nadoknađene velikim dodatnim troškovima. Druga opcija je potpuna zamjena sulfatnih minerala u tragovima hidroksi mineralima u tragovima. Posljednja opcija je potpuna zamjena sulfatnih minerala u tragovima kombinacijom organskih (20%) i hidroksi minerala u tragovima (80%). Razgovor s vašim savjetnikom za hranidbu može pomoći mljekarima da procijene koliko zamjena sulfatnih minerala u tragovima može biti od koristi njihovim stadima. Dok mljekari razmatraju promjene kako bi poboljšali prehranu svojih stada bez žrtvovanja ekonomije, razgovor s nutricionistom za mljekare dobro je mjesto za početak.

## 9. MATERIJAL I METODE

### 9.1. Plan pokusa hranidbe krava sa različitim oblikom minerala – kelirani vs hidroksi minerali

S obzirom na razliku u cijeni keliranih minerala i hidroksi minerala, istraživanje je provedeno na govedarskoj farmi. Pokus je proveden na dvije istovjetne skupine prema proizvodnji i ostalim parametrima hranjenih s dvije različite TOP smjese, kontrolna sa keliranim mineralima i pokusna s hidroksi mineralima .

U pokusu je bilo 40 višetelki Holštajn pasmine, po 20 krava u svakoj grupi. Za provedbu 1.faze pokusa bilo je potrebno iz TSH osigurati smjesu GJKM- DO 40% SP top bez premixa u dnevnoj količini od 5,5 kg/HD-u odnosno 5.000 kg ukupno. Za 2. fazu pokusa bilo je potrebno osigurati GJKM-DO 40% SP top pokus u dnevnoj količini od 5,5 kg/HD tj. 2500 kg ukupno.

#### 1. FAZA

U prvoj fazi pokusa, 40 krava holštajn pasmine bilo je izdvojeno u zasebnu štalu gdje su hranjene TMR- om + GJKM- DO 40% SP TOP bez premixa narednih 21 dan. Cilj takve hranidbe je „očistiti“ krave od minerala koji su do sada korišteni u standardnoj hranidbi.

#### 2. FAZA

U pokusnoj i kontrolnoj grupi bilo će raspoređeno po 20 krava iz prve faze. Druga faza pokusa traje također 21 dan.

Kontrolna grupa se hranila sa smjesom GJKM-DO 40% SP TOP ZPT, a eksperimentalna sa smjesom GJKM-DO 40% SP TOP Popovac, pokus.

Tablica 2. Krmne smjese (GJKM smjesa)

Komponente	Kontrola %	Pokus %
Sačma soje	56,55	56,55
Sačma uljane repice	15	15
Pogača suncokreta	6	6
Pšenica	5,4	5,2
CaCO <sub>3</sub>	4,5	4,5
Suhi repin rezanac	3,6	3,6
NaCl	3,2	3,2
Urea	2,15	2,15
Premix s keliranim mineralima	1,2	
Premix bez minerala 8MN, Zn, Cu)		1,2
Mn Oxid	1	1
P-Minokalcij	0,7	0,7
DI Metionin	0,6	0,6
Yea-sacc	0,1	0,1
Synergen		0,2
Ukupno:	100	100

Tablica 3. Kemijski sastav krmne smjese (GJKM smjesa)

Kemijski sastav	Kontrola	Pokus
Suha tvar %	88,96	88,87
NEL, MJ	6,56	7,11
Sirovi protein, g	44,09	44,1
Mast, %	2,9	3
NDF, %	20,84	20,76
ADF, %	13,5	13,32
Ca, %	2,47	2,47
P, %	0,9	0,89

Tablica 4. Obrok za mliječna goveda u pokusu

Komponente	Kontrola , kg	Pokus, kg
Silaža kukuruza	24,2	24,3
Kukuruz zrno	6,6	6,6
Voda	6	6
DDGS	5	5
GJKM smjesa	4,7	
Sjenaža lucerne	4	4
Sjenaža raži	3,5	3,5
Melasa	2,5	2,5
Sijeno lucerne	1,5	1,5
Lomljeni kukuruz	0,7	0,7
Hidrogenizirana mast	0,5	0,4
Na bikarbonat	0,1	0,1
GJKM smjesa s synergenom		4,7

Tablica 5. Kemijski sastav obroka za mliječna goveda u pokusu

Kemijski sastav	Kontrola	Pokus
Suha tvar	45,65	45,54
NEL MJ	7,09	7,13
Sirovi protein, g	16,19	16,23
Mast, %	4,42	4,06
NDF, %	29,03	29,14
ADF, %	16,09	16,15
Ca, %	0,68	0,68
P, %	0,41	0,41

## 10. REZULTATI I RASPRAVA

U Tablici 6. prikazani su opći proizvodni pokazatelji krava u laktaciji. Prije početka istraživanja prosječan broj laktacije svih krava iznosio je 3,3, prosječan broj dana u laktaciji (DUL) 130,9, prosječna količina mlijeka (L) bila je 41,9 litara, a prosječna konzumacija suhe tvari iznosila je 27,25 kg/HD.

Prilikom prvog mjerenja prosječan broj laktacije kod pokusne (P) skupine bio je 3,4, a kod kontrolne (K) skupine 3,2 dana, pri tome je DUL kod pokusne skupine iznosio 140 odnosno 135,9 kod kontrolne skupine. Prosječna količina mlijeka po danu iznosila je 41,9 L kod pokusne skupine dok je kod kontrolne iznosila 41 L. Konzumacija ST bila je 26,19 kod pokusne skupine i 24,7 kod kontrolne skupine odnosno bila je 6 % viša.

Na drugome mjerenju (9.5.) prosječan broj laktacije kod pokusne skupine bio je 3,3, a kod kontrolne skupine 3,2, prosječan broj dana u laktaciji iznosio je 147,6 kod pokusne skupine, odnosno 144,9 kod kontrolne skupine. Prosječna količina mlijeka kod pokusne skupine iznosila je 40,4 L, dok je kod kontrolne skupine bila 41,4 L. Konzumacija suhe tvari bila je ujednačena pa je kod pokusne skupine iznosila 22,61 kg a kod kontrolne 22,85 kg/HD.

Prilikom trećeg mjerenja (16.5.) prosječan broj laktacije pokusne skupine iznosio je 3,3, dok je kod kontrolne skupine iznosio 3,2, broj dana u laktaciji bio je ujednačen (154,6 : 154,2). Prosječna količina mlijeka po danu kod pokusne skupine iznosila je 40,3, a kod kontrolne skupine 39,7 L, dok je konzumacija suhe tvari bila za 13,5 % veća kod pokusne skupine u odnosu na kontrolnu (25,09 : 21,7).

Kod četvrtog mjerenja provedenog 23.5. utvrđen prosječan broj laktacije kod pokusne i kontrolne skupine bio je 3,2. Prosječan broj dana u laktaciji iznosio je 164,9 u pokusnoj skupini, dok je u kontrolnoj bio 161,3. Količina mlijeka u prosjeku iznosila je 39,5 L kod pokusne skupine, pri čemu je kod kontrolne iznosila 40,1 L. Konzumacija suhe tvari kod pokusne skupine bila je 24,08, a kod kontrolne skupine 23,71 kg/HD. Pri posljednjem mjerenju provedenom 30.5. prosječan broj laktacije kod pokusne skupine iznosio je 3,2, a kod kontrolne 3,3, dok je broj dana u laktaciji kod pokusne skupine bio 170,2, a kod kontrolne skupine 165. Prosječna količina mlijeka bila je ujednačena te je kod pokusne skupine iznosila 39,4, dok je kod kontrolne bila 39,7 L. Ujednačena je bila i konzumacija suhe tvari koja je kod pokusne skupine bila 25,62, dok je kod kontrolne skupine bila 25,2 kg/HD.

Tablica 6. Opći proizvodni pokazatelji

	Datum:	broj krava (kom)	broj laktacije (Ø)	DUL (Ø)	L (Ø)	Kozumacija ST (kg/HD)
<b>prije pokusa</b>	<b>25.4.</b>	59	3,3	130,9	41,9	27,25
<b>P</b>	<b>2.5.</b>	29	3,4	140	41,9	26,19
<b>K</b>		30	3,2	135,9	41	24,7
<b>P</b>	<b>9.5.</b>	29	3,3	147,6	40,4	22,61
<b>K</b>		29	3,2	144,9	41,1	22,85
<b>P</b>	<b>16.5.</b>	29	3,3	154,6	40,3	25,09
<b>K</b>		30	3,2	154,2	39,7	21,7
<b>P</b>	<b>23.5.</b>	28	3,2	164,9	39,5	24,08
<b>K</b>		29	3,2	161,3	40,1	23,71
<b>P</b>	<b>30.5.</b>	28	3,2	170,9	39,4	25,62
<b>K</b>		26	3,3	165	39,7	25,2

Prema Tablici 7. vidljivo je kako nije bilo ozbiljnijih odstupanja u zdravstvenom statusu životinja. Tako nisu utvrđeni enteritisi, acidoze, ketoze, opstipacije, dislokacije sirišta te intoksikacije. Utvrđen je nadam kod jedne krave iz kontrolne skupine. Mastitis se pojavio kod jedne krave u svakoj skupini.

Tablica 7. Zdravstveni pokazatelji

	<b>POKUS</b>	<b>KONTROLA</b>
<b>ENTERITIS</b>		
<b>ACIDOSIS RUMINIS</b>		
<b>INTOX.</b>		
<b>OPSTIPATIO začep</b>		
<b>TYMPANIA, nadam</b>		1
<b>DYSLOCAT. ABOMASI</b>		
<b>MASTITIS</b>	1	1
<b>KETOZA</b>		

U Tablici 8. nalaze se rezultati analize mlijeka provedene prije i na kraju pokusa. Vidljivo je kako su vrijednosti postotka mliječne masti na početku pokusa bile ujednačene kod pokusne i kontrolne skupine (5,85 : 5,48) kao i vrijednosti postotka bjelančevina (3,30 : 3,33) te ureje (22,30 : 22,80 mg/100 ml). Na kraju provedenog pokusa vrijednosti postotka mliječne masti bile su za 9 % manje kod pokusne skupine u odnosu na kontrolnu (4,64 : 5,10). Mliječne bjelančevine bile su ujednačene te je njihov postotak iznosio 3,26 kod pokusne skupine, dok je kod kontrolne skupine bio 3,19 %. Koncentracija ureje kod pokusne skupine bila je nešto viša (23,42) u odnosu na kontrolnu skupinu (22,24).

Tablica 8. Sastav mlijeka

	PRIJE POKUSA			KRAJ POKUSA		
	4.4.2022			5.6.2022		
	% m.m.	% bjel.	urea (mg/100 mL)	% m.m.	% bjel.	urea (mg/100 mL)
pokus	5,85	3,30	22,30	4,64	3,26	23,42
kontrola	5,48	3,33	22,80	5,10	3,19	22,24

Slike sa ispiranja balege i podatci o vaganju:



Slika 5. Prvo sito kontrola (Izvor: Robert Batorek, 2022)



Slika 6. Kontrola 2. sito (Izvor: Robert Batorek, 2022)



Slika 7. Kontrola 3. sito (Izvor: Robert Batorek, 2022)





Slika 8. Pokus 1. sito (Izvor: Robert Batorek, 2022)



Slika 9. Pokus 2. sito (Izvor: Robert Batorek, 2022)



Slika 10. Pokus 3. sito (Izvor: Robert Batorek, 2022)

**Pokus:**

Količina uzete balege/ Masa balege + plastična plitica sito 1480 grama

Vaganje ostataka u sitima nakon ispiranja:

1 sito/ 261 gram

2 sito/ 59 gram

3 sito/ 248 grama

**Kontrola:**

Količina uzete balege/ Masa balege + plastična plitica= 1480 grama

Vaganje ostataka u sitima nakon ispiranja:

1 sito/ 463 gram

2 sito/ 25 gram

3 sito/ 237 grama

Ovim ispiranjima je završeno 1. kontrolno sakupljanje uzoraka balege za ispitivanje na fakultetu, te ispiranje Nasco sitima. Uzorci TMR-a pokusne i kontrolne skupine su odneseni danas.

Prema planu:

Kontrolno, nulto sakupljanje uzoraka balege za ispitivanje na fakultetu, te ispiranje balege Nasco sitima ( za vizualni pregled) dogovoreno za 25.04.2022.

Početak hranjenja 26.04.2022.

Prva kontrola uzoraka 10. ili 11.05.2022/ sakupljanje uzoraka balege za ispitivanje na fakultetu, te ispiranje balege Nasco sitima ( za vizualni pregled)/ TMR analize pokusne i kontrolne skupine.

Druga kontrola uzoraka 24. ili 25.05.2022/ sakupljanje uzoraka balege za ispitivanje na fakultetu, te ispiranje balege Nasco sitima ( za vizualni pregled) s čime završavamo pokusni period i uzimanje podataka za mjerenje probavljivosti.



Slika 11. Završno uzimanje uzoraka kontrola 1. sito (Izvor: Robert Batorek, 2022)



Slika 12. Završno uzimanje uzoraka kontrola 2. sito (Izvor: Robert Batorek, 2022)



Slika 13. Završno uzimanje uzoraka kontrola 3. sito (Izvor: Robert Batorek, 2022)



Slika 14. Završno uzimanje uzoraka pokus 1. sito (Izvor: Robert Batorek, 2022)



Slika 15. Završno uzimanje uzoraka pokus 2. sito (Izvor: Robert Batorek, 2022)



Slika 16. Završno uzimanje uzoraka pokus 3. sito (Izvor: Robert Batorek, 2022)

**Pokus:**

Količina uzete balege/ Masa balege + plastična plitica= 1632 grama

Vaganje ostataka u sitima nakon ispiranja:

1 sito/ 489 gram

2 sito/ 35 gram

3 sito/ 182 grama

**Kontrola:**

Količina uzete balege/ Masa balege + plastična plitica= 1631 grama

Vaganje ostataka u sitima nakon ispiranja:

1 sito/ 445 gram

2 sito/ 43 gram

3 sito/ 243 grama

Ovo ispiranje nije pokazalo značajnu razliku, no bitno je uzeti u obzir da je rađeno nakon produljenog vikenda.

## 11. ZAKLJUČAK

Promatrajući rezultate općih proizvodnih pokazatelja dobivenih u ovome istraživanju nisu utvrđene uočljive razlike i između pokusne i kontrolne skupine, jedino je konzumacija suhe tvari prilikom prvog i trećeg mjerenja bila za 6 %, odnosno 13,5 % viša kod pokusne u odnosu na kontrolnu skupinu. Zdravstveni status životinja bio je ujednačen te nije bilo značajnih odstupanja između skupina. Analizom mlijeka na kraju pokusa ustanovljena je razlika od 9 % u postotku mliječne masti u korist kontrolne skupine. Probavljivost hrane je na prvome mjerenju bila bolja kod pokusne skupine, dok je na drugome mjerenju probavljivost hrane bila ujednačena. Prema navedenom može se izvući zaključak kako dodavanje hidroksi minerala u odnosu na kelirane nije donijelo poboljšanje u promatranim pokazateljima, međutim, kako su hidroksi minerali na tržištu ipak povoljniji od keliranih mogli bi biti ekonomski isplativiji.

## 12. LITERATURA

1. Arthington J. dr: New Concepts in Trace Mineral Supplementation of Grazing Cattle Hydroxy Sources str. 104, Injectable Sources and Pasture Application, 2015 Florida Ruminant Nutrition Symposium 26th Annual Meeting
2. Arthington, J. D., and J. W. Spears. 2007. Effects of tribasic copper chloride versus copper sulfate provided in corn- and molasses-based supplements on forage intake and copper status of beef heifers. *J. Anim. Sci.* 85:871-876.
3. Ammerman, C. B., Baker, D.H., Lewis, A.J. (1995. ): Bioavailability of Nutrients for animals: AminoAcids, Minerals and Vitamins. Academic Press, NewYork, NY.
4. Domaćinović M. (2006.): Hranidba domaćih životinja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
5. Caput, P. (1996.): Govedarstvo, Celeber d.o.o. Zagreb.
6. FAO/WHO (2001): Human vitamin and mineral requirements. Report of a joint FAO/WHO expert consultation. Bangkok, Thailand.
7. Fry S. dr: Three reasons to rethink sulphate trace minerals in the dairy ration, [http://www.positiveaction.info/pdfs/articles/dt18\\_4p7.pdf](http://www.positiveaction.info/pdfs/articles/dt18_4p7.pdf), 25.7.2022.
8. Grubić G. i Adamović M ( 2003 ): Ishrana visokoproduktivnih krava
9. Hadžić A. (2013): Minerali u ishrani, Sveučilište Sarajevo.
10. Ivanković, S. (2006): Osnovi opće hranidbe i krmiva. Sveučilište u Mostaru.
11. Moriel, P., and J. D. Arthington. 2013. Effects of trace mineral-fortified, limit-fed preweaning supplements on performance of pre-and postweaned beef calves. *J. Anim. Sci.* 91:1371-1380.
12. Nemeč L.M. i sur: Immune responses in lactating Holstein cows supplemented with Cu, Mn, and Zn as sulfates or methionine hydroxy analogue chelates, *J. Dairy Sci.* 95 :4568–4577, <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5404>
13. M. J. Faulkner i W. P. Weiss: Effect of source of trace minerals in either forage- or by-product-based diets fed to dairy cows: 1. Production and macronutrient digestibility, *J. Dairy Sci.* 100:5358–5367, <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12095>
14. Pintić V., Marenčić, D., Pintić-Pukec N. (2016): Hranidba domaćih životinja, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Križevci.
15. Spears, J. W. i sur. 2004. Bioavailability of copper from tribasic copper chloride and copper sulfate in growing cattle. *Anim. Feed Sci. Tech.* 116:1-13.



16. Uremović Z., Uremović M., Pavić V., Mioč B., Mužić S., Janječić Z. (2002.):  
Stočarstvo, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
17. Zana van Dijk, Trace minerals in dairy ration: Why source matters, Article about  
Intellibond in Dairy Global Magazine
18. Yasui T i sur: Effects of hydroxy trace minerals on oxidative metabolism, cytological  
endometritis, and performance of transition dairy cows, J. Dairy Sci. 97 :3728–3738,  
<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7331>
19. <http://www.wattagnet.com/3136.html>, 20.08.2022.

### **13. SAŽETAK**

Minerali su važni u metaboličkim procesima u organizmu. Kako su minerali esencijalne tvari, tj. organizam ih ne može sam sintetizirati potrebno ih je unositi u organizam hranom, vodom te dodacima prehrani. U ovom radu napravljena je analiza u hranidbi mliječnih krava dodavanjem hidroksi minerala u odnosu na kelirane. Bile su dvije skupine mliječnih goveda, u svakoj skupini bilo je 20 životinja. Praćeni su proizvodni pokazatelji; proizvodnja mlijeka, kemijski sastav istog i zdravstveni pokazatelji. Osim toga pratila se i konzistencija balege, uz pomoću koje se mogla utvrditi probavljivost obroka i utjecaj dodanih suplemenata. Pokus nije donio poboljšanje u promatranim parametrima, no kako su hidroksi minerali povoljniji na tržištu mogli bi biti ekonomski isplativiji za korištenje.

#### **14. SUMMARY**

Minerals are important in metabolic processes in the body. As minerals are essential substances, i.e. the body cannot synthesize them by itself, it is necessary to introduce them into the body through food, water and nutritional supplements. In this paper, an analysis was made in the feeding of dairy cows by adding hydroxy minerals in relation to chelated ones. There were two groups of dairy cattle, in each group there were 20 animals. Production indicators were monitored; milk production, its chemical composition and health indicators. In addition, the consistency of the dung was monitored, with which the digestibility of the meal and the influence of added supplements could be determined. The experiment did not bring an improvement in the observed parameters, but since hydroxy minerals are more favorable on the market, they could be more economically profitable to use.

## **15. POPIS TABLICA**

Tablica 1. Podjela minerala prema potrebama organizma

Tablica 2. Krmne smjese (GJKM smjesa)

Tablica 3. Kemijski sastav krmne smjese (GJKM smjesa)

Tablica 4. Obrok za mliječna goveda u pokusu

Tablica 5. Kemijski sastav obroka za mliječna goveda u pokusu

Tablica 6. Opći proizvodni pokazatelji

Tablica 7. Zdravstveni pokazatelji

Tablica 8. Sastav mlijeka

## 16. POPIS SLIKA

Slika 1. Natrij hidroksid, <https://hr.puntomariner.com/sodium-hydroxide-properties-preparation-and/>

Slika 2. Minerali u tragovima, Article about Intellibond in Dairy Global Magazine

Slika 3. Vremenski okvir inovacije minerala u tragovima, Article about Intellibond in Dairy Global Magazine

Slika 4 . Rahitis kod teladi, <https://bs.pastureone.com/7499-rickets-in-calves-how-and-what-to-treat.html>

Slika 5. Prvo sito kontrola

Slika 6. Kontrola 2. sito

Slika 7. Kontrola 3. sito

Slika 8. Pokus 1. sito

Slika 9. Pokus 2. sito

Slika 10. Pokus 3. sito

Slika 11. Završno uzimanje uzoraka kontrola 1. sito

Slika 12. Završno uzimanje uzoraka kontrola 2. sito

Slika 13. Završno uzimanje uzoraka kontrola 3. sito

Slika 14. Završno uzimanje uzoraka pokus 1. sito

Slika 15. Završno uzimanje uzoraka pokus 2. sito

Slika 16. Završno uzimanje uzoraka pokus 3. sito

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
rad

Diplomski

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Sveučilišni diplomski studij, smjer Zootehnika

## Primjena minerala u hranidbi mliječnih goveda

Robert Batorek

**Sažetak:** Minerali su važni u metaboličkim procesima u organizmu. Kako su minerali esencijalne tvari, tj. organizam ih ne može sam sintetizirati potrebno ih je unositi u organizam hranom, vodom te dodatcima prehrani. U ovom radu napravljena je analiza u hranidbi mliječnih krava dodavanjem hidroksi minerala u odnosu na kelirane. Bile su dvije skupine mliječnih goveda, u svakoj skupini bilo je 20 životinja. Praćeni su proizvodni pokazatelji; proizvodnja mlijeka, kemijski sastav istog i zdravstveni pokazatelji. Osim toga pratila se i konzistencija balege, uz pomoću koje se mogla utvrditi probavljivost obroka i utjecaj dodanih suplemenata. Pokus nije donio poboljšanje u promatranim parametrima, no kako su hidroksi minerali povoljniji na tržištu mogli bi biti ekonomski isplativiji za korištenje.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** prof. dr. sc. Zvonimir Steiner

**Broj stranica:** 39

**Broj slika:** 16

**Broj tablica:** 8

**Broj grafikona:** -

**Broj literaturnih navoda:** 19

**Broj priloga:** -

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** minerali, hidroksi,, kelirani, goveda, mlijeko

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. prof. dr. sc. Pero Mijić, predsjednik
2. prof. dr. sc. Zvonimir Steiner, mentor
3. izv. prof.dr.sc. Josip Novoselec, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1.

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**

**Graduate thesis**

**Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek**

**University Graduate Studies, course Zootechnics**

### **Application of minerals in feeding dairy cattle**

**Robert Batorek**

**Abstract:** Minerals are important in metabolic processes in the body. As minerals are essential substances, i.e. the body cannot synthesize them by itself, it is necessary to introduce them into the body through food, water and nutritional supplements. In this paper, an analysis was made in the feeding of dairy cows by adding hydroxy minerals in relation to chelated ones. There were two groups of dairy cattle, in each group there were 20 animals. Production indicators were monitored; milk production, its chemical composition and health indicators. In addition, the consistency of the dung was monitored, with which the digestibility of the meal and the influence of added supplements could be determined. The experiment did not bring an improvement in the observed parameters, but since hydroxy minerals are more favorable on the market, they could be more economically profitable to use.

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

**Mentor:** prof. dr. sc. Zvonimir Steiner

**Number of pages:** 39

**Number of figures:** 16

**Number of tables:** 8

**Number of charts:** -

**Number of references:** 19

**Number of appendices:** -

**Original in:** Croatian

**Key words:** minerals, hydroxy, chelated, cattle, milk

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. prof. dr. sc. Pero Mijić, president
2. prof. dr. sc. Zvonimir Steiner, mentor
3. izv. prof.dr.sc. Josip Novoselec, član

**Thesis deposited at:** Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, J.J. Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1.