

Važnost selena kao mikronutrijenta u održivoj govedarskoj proizvodnji

Babić, Ružica

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:980617>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-07**



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

Ružica Babić

Diplomski sveučilišni studij Zootehnika

Smjer Hranidba domaćih životinja

**VAŽNOST SELENA KAO MIKRONUTRIJENTA U ODRŽIVOJ
GOVEDARSKOJ PROIZVODNJI**

Diplomski rad

Osijek, 2021.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Ružica Babić

Diplomski sveučilišni studij Zootehnika

Smjer Hranidba domaćih životinja

**VAŽNOST SELENA KAO MIKRONUTRIJENTA U ODRŽIVOJ
GOVEDARSKOJ PROIZVODNJI**

Diplomski rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. izv. prof. dr. sc. Mislav Đidara, predsjednik
2. prof. dr. sc. Pero Mijić, mentor
3. izv. prof. dr. sc. Drago Bešlo, član

Osijek, 2021.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. GOVEDARSKA PROIZVODNJA	3
2.1. Značaj govedarske proizvodnje u gospodarstvu	3
2.2. Sustavi govedarske proizvodnje	4
2.2.1. Mliječno govedarstvo	4
2.2.2. Mesno govedarstvo	5
2.2.3. Kombinirano govedarstvo (meso-mlijeko ili mlijeko-meso)	5
3. HRANJIVE TVARI U HRANIDBI DOMAĆIH ŽIVOTINJA	6
3.1. Organske hranjive tvari	6
3.1.1. Ugljikohidrati	6
3.1.2. Masti-lipidi	7
3.1.3. Bjelančevine-proteini	8
3.2. Anorganske hranjive tvari	9
3.2.1. Voda	9
3.2.2. Mineralne tvari	10
4. ULOGA SELENA U FIZIOLOŠKOJ AKTIVNOSTI ORGANIZMA	11
5. IZVORI SELENA U HRANIDBI GOVEDA	14
5.1. Primjeri metodologije istraživanja selena u hranidbi mliječnih krava	14
5.2. Primjeri dobivenih rezultata istraživanja selena u hranidbi mliječnih krava	16
5.3. Primjeri istraživanja utjecaja selena na liječenje kliničkog mastitisa kod mliječnih krava	17
5.4. Primjeri istraživanja utjecaja selena na liječenje subkliničkog mastitisa kod mliječnih krava	19
6. UČINCI SUPLEMENTACIJE SELENA NA PROIZVODNE POKAZATELJE GOVEDA	20
6.1. Učinci na mlijeko i kolostrum	20
6.2. Učinci suplementacije selenom na novorođenu telad	21
6.3. Sadržaj selena u krvi	23

6.4. Učinak selena na rast	23
6.5. Učinak selena na reprodukciju goveda	24
6.6. Učinak selena na zdravlje goveda	25
6.7. Raspodjela selena u mišićima i organima	26
6.8. Učinak dodatka selena na kvalitetu mesa, kemijski sastav i profil masnih kiselina	27
7. ZAKLJUČAK	28
8. POPIS LITERATURE	29
9. SAŽETAK	34
10. SUMMARY	35
11. POPIS SLIKA	36
12. POPIS TABLICA	37
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	38
BASIC DOCUMENTATION CARD	39

1. UVOD

Kako bi govedarska proizvodnja bila ekonomski samoodrživa (profitabilna), nužno je uskladiti raspoložive resurse (površine, krmu, objekte, opremu, rad, znanja i drugo) s genetskim predispozicijama goveda te primijeniti primjeren farmerski menadžment. Održiva proizvodnja je ona čiji su troškovi proizvodnje manji od prihoda koje govedarska farma ostvaruje primarno od prodaje mlijeka i mesa, te sekundarno od prodaje teladi, junadi, krava, stajnjaka ili drugih potpora. Govedarske farme (bile one u funkciji proizvodnje mlijeka ili tova junadi za meso) proizvodno i tehnološki mogu biti različito usklađene. Ova usklađenost ovisi o raspoloživim resursima i ciljevima, no svakako treba uvažavati zemljopisne, klimatske i tradicijske osobitosti podneblja, raspoloživost i postojanost prirodnih resursa, potrebe prerađivačke industrije i potrošača, zaštitu okoliša te dobrobit goveda i svih ostalih dobnih kategorija stoke na farmi kao sredstva za proizvodnju.

Budući da je hranidba odnosno trošak krepke krme jedan od ključnih čimbenika u proizvodnji mlijeka ili mesa, postavlja se pitanje koja je razina hranidbe odnosno udio krepke krme koja treba biti ponuđena govedu obzirom na njenu proizvodnju. Često se promišlja na način da se količina krepke krme treba povećavati sve dok krava reagira na način da proizvodi više mlijeka ili toвно june na veće dnevne priraste. Međutim, ukoliko se krava ili toвно june hrani s previše krepke krme, njihova proizvodnja često neće opravdati uloženi trošak u istu, odnosno često će se javiti i metabolički poremećaji. Krepka krma može imati pozitivan učinak na proizvodnju mlijeka samo kada se daje u kombinaciji s kvalitetnim voluminoznim krmivima i kada je obrok racionalno optimiziran.

Selen kao mikroelement ima posebnu važnost kod toplokrvnih životinja, pa tako i u organizmu goveda. Predstavlja sastavni dio proteina koji utječu na rad reproduktivnog sustava životinje, imunskog sustava, funkcije jetre i živčanog sustava. Postoje još neke funkcije selena poput antioksidativnog djelovanja, te uloga u rastu i razvoju mišićnih stanica.

U prirodi se selen pojavljuje u organskim i anorganskim oblicima. Kod životinja, kao što je već spomenuto, selen predstavlja sastavni dio mnogih proteina, kao što je glutation-peroksidaza i

tioredoksin-reduktaza, koja održava redoksomeostazu, te jodotironin dejodinaza, koja regulira aktivnost hormona štitnjače.

Otrovanja selenom nastaju najčešće konzumiranjem bilja koje kumulira selen iz tla bogatog njime, hranom i vodom koja potječe iz kontaminiranog područja ili zbog pogrešaka veterinaru ili stočara prilikom dodavanja Se u hranu za životinje. Ovisno o tome može se razviti akutno, subakutno ili kronično otrovanje selenom.

Cilj ovog diplomskog rada je na pregledan način pojasniti uloga selena (Se) u organizmu životinja s posebnim osvrtom na goveda, te njegove učinke suplementacije kod goveda.

2. GOVEDARSKA PROIZVODNJA

2.1. Značaj govedarske proizvodnje u gospodarstvu

Udomaćivanjem goveda započinje jedna od najstarijih grana stočarske proizvodnje, govedarska proizvodnja, koja do danas ima značajnu ulogu u svijetu. Ranije je govedo čovjeku služilo kao živa rezerva hrane, pomagalo mu u radu, vuči ili nošenju tereta, ali i osiguravalo mu kožu za odjeću i obuću, kosti za alate ili stajnjak za održavanje plodnosti tla.

Od druge polovice 19. stoljeća do danas dan, govedarska proizvodnja trpi velike promjene u pogledu uzgoja, pasmina, hranidbe, reprodukcije, tehnologije, automatizacije, menadžmenta i sl. Na početku 21. stoljeća je tako, zbog razvoja analitičke molekularne genetike i informacijskih sustava, došlo do promjena u uzgoju u mliječnom i mesnom govedarstvu (genomska selekcija). Značajno olakšanje u vođenju govedarskih farmi je rezultat automatizacije mužnje, hranidbe, izgnojavanja, održavanja higijene i mikroklike staje (Ivanković i Mijić, 2020.).

Značaj govedarstva se očituje kroz sljedeće:

- Osigurava biološki visoko vrijedne proizvode mlijeko i meso, koji su važni izvozni proizvodi, te o njima ovisi standard stanovništva
- Proizvodi sirovine za prerađivačke industrije koje zapošljavaju znatan dio stanovništva
- Goveda, kao preživaci, prerađuju voluminozne ratarske proizvode koji se ne mogu efikasnije iskoristiti u visoko vrijedne proizvode
- Proizvode najbolji stajski gnoj, koji poboljšava plodnost tla te povećava prinose
- Utječe na ostanak stanovništva na selu
- Osigurava i jeftinu radnu snagu u manje razvijenim zemljama

Temelj razvoja ukupne stočarske proizvodnje neke zemlje čini govedarska proizvodnja. Značenje govedarstva za dohodak poljoprivrede i životni standard neke zemlje, očituje se u udjelu govedarstva u ukupnom prihodu poljoprivrede. U razvijenim zemljama taj udio iznosi 43 – 48% (Uremović, 2004.). Prema ovom autoru, razvijenost govedarske proizvodnje najčešće se iskazuje kroz:

- broj krava i steonih junica,

- broj krava po ha oranica,
- godišnjoj proizvodnji mlijeka po kravi,
- godišnjoj proizvodnji mesa po kravi.

Uz sve navedene koristi, suvremena proizvodnja nosi sa sobom određene nedoumice. Na primjer, naglašava se negativan utjecaj govedarske proizvodnje na okoliš, posebno glede povećanja koncentracije “stakleničkih plinova”. Velike aglomeracije životinja nose veće rizike od širenja bolesti i značajnijeg onečišćenja okoliša (Ivanković i Mijić, 2020.).

Unatoč svemu, govedo je zbog svojih osobitosti, prilagodljivosti i visokovrijednih namirnica zadržalo dominantnu važnost u animalnoj proizvodnji.

2.2. Sustavi govedarske proizvodnje

Sustavi se mogu sistematizirati na više načina, a najčešće je to podjela na intenzivne ili ekstenzivne sustave, sustave na obiteljskim ili velikim farmama, samoopskrbeni ili tržišno orijentirani, pašne ili stajske, mliječne ili mesne itd. S obzirom na glavni cilj uzgoja, proizvodni sustavi se dijele na:

- Mliječno govedarstvo
- Mesno govedarstvo
- Kombinirano govedarstvo (meso-mlijeko, mlijeko-meso)

2.2.1. Mliječno govedarstvo

Maksimalno iskorištavanje kapaciteta krave za proizvodnju mlijeka podrazumijeva mliječno govedarstvo. Obolijevanja i neplodnost su vrlo česta pojava kod visokoproizvodnih grla (dnevna proizvodnja do 50 kg mlijeka). Visoka proizvodnja mlijeka zahtijeva izvrsno izbalansiran obrok, kvalitetnu njegu i smještaj. Proizvodni vijek kod takvih grla je kratak zbog ranog izlučivanja grla iz stada uslijed reproduktivnih poremećaja, neplodnosti, mastitisa, smanjene proizvodnje i drugih oboljenja. Vijek trajanja je otprilike tri do četiri godine. Osim mlijeka, tele je također proizvod ovog sustava proizvodnje (Kralik i sur., 2011.).

Zbog kraćeg proizvodnog života, remont stada godišnje je visok (20 - 40%), stoga se sva zdrava ženska telad ostavlja za rasplod, a muška odlazi u tov. Tovljenici mliječnih pasmina daju lošije rezultate u tovu.

2.2.2. Mesno govedarstvo

U cilju proizvodnje govedeg mesa, mesno govedarstvo podrazumijeva uzgoj mesnih pasmina kao što su hereford, aberendin angus, sharolais i limousin. Na dva načina mesno govedarstvo može biti organizirano, kao intenzivno i ekstenzivno. U predjelima s velikim površinama prirodnih travnjaka se najčešće primjenjuje ekstenzivno govedarstvo, organizirano u sustavu krava-tele. U ovakvom sustavu prihod predstavlja samo tele s određenim prirastom. Kada se govori o intenzivnom govedarstvu, ono podrazumijeva farmski uzgoj teladi i junadi mesnih pasmina, te hranidbu različitim udjelima koncentriranih i voluminoznih krmiva u obroku (Kralik i sur., 2011.).

2.2.3. Kombinirano govedarstvo (meso-mlijeko ili mlijeko-meso)

Kombinirano govedarstvo je utemeljeno na dvojakom iskorištavanju goveda – za proizvodnju i mesa i mlijeka. U tu svrhu se koriste kombinirane pasmine goveda kao što su simentalska i smeđa. Svojim proizvodnim kapacitetima, ove pasmine osiguravaju znatnu proizvodnju mlijeka po kravi te kvalitetnu telad za tov i postizanje visokog randmana. Ovaj sustav proizvodnje ima veće tehnološke i ekonomske prednosti u odnosu na prethodna dva sustava. U kombiniranom govedarstvu krave imaju duži proizvodni vijek (5 – 6 godina) te samim time daju i više teladi (Kralik i sur., 2011.).

3. HRANJIVE TVARI U HRANIDBI DOMAĆIH ŽIVOTINJA

Hranjive tvari u hranidbi domaćih životinja su sve neophodne tvari, koje služe u izgradnji organizma, njegovom normalnom funkcioniranju, kao i za stvaranje proizvoda. Stočna krmiva su izvor hranjivih tvari životinjama, ali u različitim koncentracijama i odnosima ovisno o karakteru krmiva. Životinjski organizam potražuje svakodnevno više desetaka hranjivih tvari (oko 90); 25 ugljikohidrata, 20 aminokiselina, 15 masnih kiselina, 18 vitamina i 20 mineralne tvari. One su potrebne za normalno odvijanje svih funkcija u životinjskom organizmu (Domaćinović, 2006.).

Hranjive tvari se razlikuju po kemijskom sastavu i fiziološkoj funkciji. Po kemijskom sastavu se dijele na organske i anorganske, a po fiziološkoj funkciji u organizmu na energetske, strukturne i djelotvorne. Neprekidno snabdijevanje vodom, kisikom i hranjivim tvarima je od izuzetne važnosti kada je riječ o održavanju života u stanici, izgradnji i stvaranju proizvoda i sl. U isto vrijeme iz organizma se izlučuju sve neiskorištene tvari, kao i tvari nastale procesom disimilacije u stanici tijela životinje. Ovi procesi kretanja, razgradnje, pretvaranja i sinteze primljenih tvari, nazivaju se metabolizmom (Domaćinović, 2006.).

Metabolizam je podijeljen na unutrašnji i vanjski. Unutrašnji metabolizam se čini značajnijim, jer obuhvaća kretanje hranjivih tvari od trenutka resorpcije iz digestivnog sustava do momenta sinteze istih u visokomolekularne tvari stanice organizma.

3.1. Organske hranjive tvari

3.1.1. Ugljikohidrati

Oni predstavljaju veliku skupinu organskih spojeva, točnije oko 50 njih, koji u svom sastavu imaju C (ugljik), H (vodik) i O (kisik), a H i O su u istom omjeru kao u vodi. Unatoč tome, neki ugljikohidratni spojevi u svom sastavu sadrže i fosfor, dušik i sumpor, a kod nekih vodik i kisik nisu u uobičajenom odnosu 2:1. Zajednička formula ugljikohidrata je $C_{11}(H_2O)_{n-1}$.

Ugljikohidrati u biljkama s jedne strane služe kao građevni materijal drvenastog dijela biljke, a s druge strane kao pogonska i rezervna hranjiva tvar sintetizirana u sjemenju. U aktivnim

organima i tkivima životinjskog organizma, ugljikohidrati su zastupljeni u vrlo maloj količini (oko 1%) i to većinom u formi glukoze i glikogena. Iako ih je u organizmu tako malo, predstavljaju vrlo bitan izvor energije za životinje, pri čemu glukoza predstavlja trenutnu energiju a glikogen rezervnu. Višak ugljikohidrata u organizmu se deponira kao tjelesna mast (Domaćinović, 2006.).

Ugljikohidrati, s obzirom na broj molekula iz kojih su sastavljeni, se dijele na:

- Monosaharide: pentoze (arabinoza, riboza, ribuloza, ksiloza), heksoze (glukoza, manoza, galaktoza, fruktoza),
- Disaharide: saharoza (glukoza + fruktoza), laktoza (glukoza + galaktoza), maltoza (glukoza + glukoza), celobioza (glukoza + glukoza)
- Trisaharidi: rafinoza (glukoza + galaktoza + fruktoza)
- Tetrasaharidi: stahioza (2 galaktoze, glukoza i fruktoza)
- Polisaharidi: pentozani (araban, ksilan), heksozani (škrob, dekstrini, glikogen, inulin, celuloza, fruktozani)
- Heteropolisaharidi i lignin: hemiceluloza, pektin i lignin.

3.1.2. Masti – lipidi

Naziv masti ili lipidi potiče od grčke riječi *lipos* = mast. Predstavljaju skupinu organskih hranjivih tvari koje se razlikuju u kemijskom sastavu, ali imaju zajedničku osobinu a to je da su topivi u istim otapalima: eteru, benzenu, acetonu itd. (Domaćinović, 2006.). Masti nisu jedinstveni spojevi, već ih čine: prave masti, složene masti, derivati masti i pratioci masti. Raširene su u prirodi, te predstavljaju značajnu komponentu biljnog i životinjskog organizma. Kao i ugljikohidrati, masti su također energetska komponenta koja životinjama služi za održavanje tjelesne topline, energije za odvijanje mnogih proizvodnih funkcija organizma ili za sintezu masti tijela kao rezervne energije (trigliceridi). Razlikuje se spremišna i tkivna mast u organizmu životinje. Masti su energetske 2,25 puta bogatije tvari od škroba, što je povezano s udjelom ugljika i vodika u molekuli masti. Kemijska formula karakteristične masti je $C_{57}H_{105}O_6$.

Masne tvari su izvori esencijalnih masnih kiselina, liposolubilnih vitamina (A, D, E i K), sastavni dio su staničnih membrana, stoga je njihova uloga u organizmu od iznimne važnosti.

3.1.3. Bjelančevine – proteini

Bjelančevine ili proteini predstavljaju skupinu visokomolekularnih organskih hranjivih tvari. Naziv dolazi od grčke riječi „*proteios*“, što označava najbitniji značaj ovih tvari u organizmu životinja. Bjelančevine su osnovne strukturne tvari organa i cijelog životinjskog organizma, one predstavljaju stanični sadržaj, izgrađuju sastav mišićnog tkiva, vezivnog tkiva, kostiju, dlake, vune, perja, rogova i papaka. Enzimi su također bjelančevinaste prirode, kao i veći broj hormona i protutijela. Bjelančevine u tijelu mogu biti građene samo od bjelančevina iz hrane, te rezerve ovih strukturnih tvari u organizmu su ograničene na oko 7%. Stoga, životinje bi trebale svakodnevno konzumirati dostatne količine bjelančevina u obroku.

Postoje četiri razine organizacije bjelančevina. Prva je primarna struktura kojom se opisuje sekvenca aminokiselina u peptidnom lancu. Sekundarnom strukturom je definiran spiralni oblik pojedinih peptidnih lanaca, dok tercijarna struktura pokazuje povezivanje istih ili različitih peptidnih lanaca poprečnim vezama čineći tako trodimenzionalnu strukturu. Zadnja struktura je kvartarna koja je najviši oblik organizacije bjelančevina izražene između polimera. Bjelančevine denaturacijom gube složenu organizaciju uz aktivnost topline, lužine, kiseline i organskih otapala. Kao i ugljikohidrati, sastavljeni su od C, H i O, uz to prilično stalna je i koncentracija N (dušika), a velik broj ih u strukturi sadrži još i S (sumpor) i P (fosfor). Aminokiseline, koje čine molekulu bjelančevine, građene su iz istih elemenata (Domaćinović, 2006.).

Bjelančevine se dijele na:

- Proste ili prave
- Složene ili konjugirane

Proste ili prave bjelančevine se dalje dijele na:

- Globularne: albumini, globulini, protamini, glutelini, prolamini
- Vlaknaste: keratini, kolageni, elastini

Složene bjelančevine se dijele na:

- nukleoproteini, glikoproteini, kromoproteini, lipoproteini, fosfoproteini, metaloproteini, bjelančevine – enzimi, bjelančevine – hormoni, zaštitne bjelančevine - protutijela

3.2. Anorganske hranjive tvari

3.2.1. Voda

Važna i nezamjenjiva komponenta obroka bez koje nema života je voda, iako se ne smatra hranom. Nalazi se u svakoj stanici i sudjeluje u svim fiziološkim procesima koji se odvijaju u organizmu životinje. U organizmu čovjeka ili životinje se može naći u količini od 45 – 80%. Kod mladih kategorija životinja je udio vode u organizmu najveći, a starošću se postupno smanjuje. Nije ravnomjerno raspoređena u svim organima, a u tijelu se nalazi kao intracelularna i ekstracelularna voda.

Životinje za svoje podmirenje potreba koriste egzogenu i endogenu vodu. Egzogenu vodu primaju napajanjem i iz hrane. Potrebe za vodom se razlikuju, te ovise o količini suhe tvari u hrani, o intenzitetu proizvodnje, starosti životinje i kondiciji, te karakteru obroka. Na primjer, hrana s povećanom količinom mineralnih i bjelančevinastih tvari povećava i potrebe za vodom. Vanjski čimbenici također utječu na količinu konzumirane vode, kao što su: temperatura biozone, mogućnost stalne dostupnosti vode, te njena kvaliteta. Potrebe za vodom imaju i mlade kategorije životinja kada im je hrana samo mlijeko, koje sadrži velike količine bjelančevina.

Pojedine hranjive tvari i minerale organizam prima vodom, a vodom (znojenje) mineralne tvari bivaju izlučene iz organizma; hranjive tvari moraju biti otopljene u vodi da bi mogle biti resorbirane, ako se ne otapaju u vodi, tada se u njoj emulgiraju; voda je osnovni sastojak krvi i limfe koje su važne u prijenosu hranjivih tvari u organizmu; vodom se iz organizma iznose štetne tvari. To su sve fiziološke funkcije vode u organizmu životinja, koje se odnose na višeznačnu metaboličku ulogu (Domaćinović, 2006.).

3.2.2. Mineralne tvari

Mineralne tvari predstavljaju veći broj anorganskih elemenata koji se nalaze u stočnim krmivima biljnog i životinjskog porijekla, većinom su u obliku anorganskih soli. Vrlo su važne građevne tvari i sudionik svih važnih fizioloških procesa u organizmu, iako nemaju neku energetska vrijednost, te se nalaze u relativno malim količinama.

Koncentracija pojedinih mineralnih elemenata u tijelu životinje je različita, pa su i potrebe pojedinih elemenata u hrani različite.

Mineralne tvari, čiji je udio u tijelu iznad 50 mg/kg mase životinje nazivaju se **makroelementi** (Ca, P, Mg, K, Na, Cl, S), a one tvari čiji je udio ispod 50 mg/kg mase životinje nazivaju se **mikroelementi** (Fe, Mn, Cu, Co, Zn, Si, V, Mo, F, J, Se, As, Ni, Cr, Sn).

Minerali obavljaju brojne vitalne funkcije u organizmu životinje: sudjeluju u izgradnji kostura i zuba, kao sastavni dijelovi enzima, hormona i vitamina imaju značajnu ulogu u probavi hrane, održavaju normalan osmotski tlak, održavaju određenu stalnu reakciju krvi i tkivnih sokova, sudjeluju u prijenosu plinova u organizmu, te u održavanju pufernog sustava (acido-bazne ravnoteže).

Životinje bi trebale hranom primiti dovoljnu količinu potrebnih minerala, kako bi se svi procesi odvijali pravilno (Domaćinović, 2006.).

4. ULOGA SELENA U FIZIOLOŠKOJ AKTIVNOSTI ORGANIZMA

U davnim vremenima, kada još nije objašnjena nutritivna i fiziološka vrijednost, vjerovalo se da je selen toksičan element. Kada je utvrđena funkcionalna veza s metabolizmom vitamina E, tada je potvrđena njegova esencijalna uloga u organizmu. U većim količinama nalazi se u testisima, zatim u jetri, mišićnom tkivu, bubrezima, te u rožnatom tkivu (dlaci, perju i kopitu).

Tablica 1. Preporučene doze selen u hrani za različite vrste domaćih životinja (Ghaderzadeh i sur., 2016.)

Vrsta životinje	Preporučene doze
Mliječne krave	0,3 mg/kg suhe tvari
Tovna goveda	0,1 mg/kg suhe tvari
Konji	0,1 mg/kg suhe tvari
Prasad	0,3 mg/kg suhe tvari
Tovne svinje i krmače	0,15 mg/kg suhe tvari
Ovce	0,5 mg/kg tjelesne mase/koefficient resorpcije
Koze	0,5 mg/kg tjelesne mase/koefficient resorpcije
Pilići (0-8 tjedana starosti)	0,3 mg/kg suhe tvari

Potrebe za selenom ovise o vrsti životinje, dobi i intenzitetu proizvodnje. Preporučene dnevne doze su od 0,1 do 0,3 mg/kg suhe tvari, što je prikazano u Tablici 1.

U stanicama i tkivima životinjskog organizma, selen obavlja ulogu antioksidansa. Selen izravno doprinosi razgradnji stvorenih peroksida u stanici, gradeći enzim glutation peroksidazu, inhibirajući tako njihov negativan utjecaj u stanici. Prijenosom vodika u respiracijskom lancu se također ogleda fiziološka funkcija selen. Sudjeluje aktivno i u metabolizmu prostaglandina. Još jedna od uloga selen je ta, da potiče aktivnost gušterače (pankreas) na sintezu pankreasne lipaze koja je važna za normalnu resorpciju vitamina E i pravih masti. Jednim dijelom sudjeluje i u građi keratinskih bjelančevina, tj. sumpornih aminokiselina: metionina, cistina i cisteina,

gdje zamjenjuje sumpor. Kod preživača se osobito ističe navedena aktivnost selena. Selen, kao i vitamin E, kod mliječnih krava ima stimulativan učinak na zdravlje vimena i broj somatskih stanica u mlijeku tijekom laktacije.

Na resorpciju Se, pozitivan učinak imaju i vitamini A i E. Resorpcija može iznositi između 30 – 100 % od količine Se primljenog hranom. Kao antagonisti metabolizma selena se navode S (sumpor), As (arsen), Ag (srebro), Ca (kalcij), Cu (bakar), kao i visok udio nezasićenih masnih kiselina, užegla mast, nitrati, sulfati i vitamin C.

Aktivnost glutation-peroksidaze u krvnoj plazmi i eritrocitima je vrlo pouzdan indikator statusa selena u organizmu životinje. Animalna bjelančevinasta krmiva i ribe su bogati selenom, ali je bolje korištenje selena iz biljnih krmiva, pogotovo kada se nalazi u anorganskom obliku: selenitu i selenatu. Ta dva oblika su najrasprostranjeniji oblici selena u prirodi, a uz njih za životinjski organizam još je značajan i selen iz selenometionina i selenocistina. Nakon resorpcije se iz ovih oblika Se deponira u sumpornim aminokiselinama.

U hranu se kombiniraju preparati na bazi kvasca koji imaju sposobnost pretvaranja većeg dijela za organizam nedostupnog natrij-selenita iz biljne hrane (soje, kukuruza, pšenice) u korisniji selenometionin. Time je životinjama osigurana opskrba organskim selenom. Kod domaćih životinja, fiziološki tolerantne doze selena se kreću oko 0,2 – 0,3 mg/kg ST (suhe tvari) hrane.

Izlučivanje Se se odvija uglavnom preko izmeta i mokraće, a jedino u slučajevima povećane koncentracije se izlučuje i dišnim sustavom (Domaćinović, 2006.).

Kod preživača se primarno pojavljuje deficit selena. Nedostatak se manifestira nizom poremećaja koji su uobičajeni pri nedostatku vitamina E, a to su: smanjen prirast, manja proizvodnja mlijeka, smanjena plodnost, smanjena kvaliteta sjemena rasplodnih životinja uz visoku smrtnost potomaka (Beckett i Arthur, 2005.).

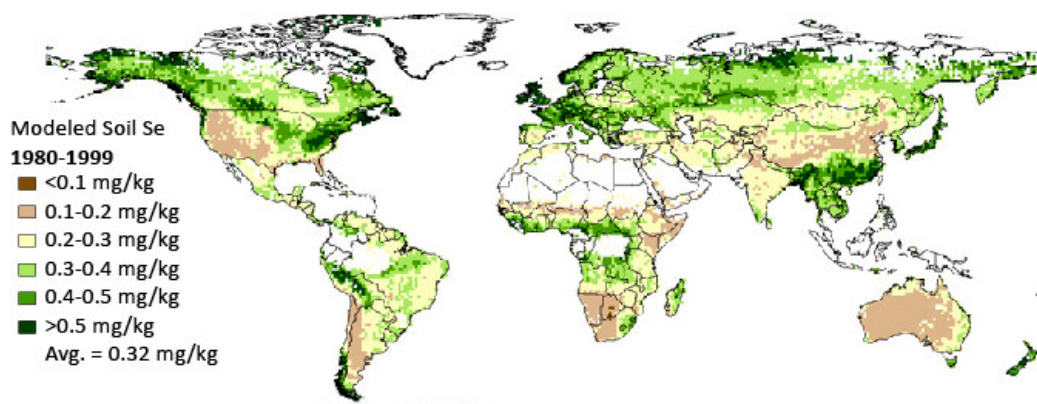
Ovisno o staništu na kome je proizvedena biljna hrana, opskrbljenost selenom može značajnije varirati, od izrazitog suficita do potpunog nedostatka. Povećane potrebe za selenom su u slučajevima smanjene količine vitamina E. Unatoč tome što je fiziološka funkcija selena i vitamina E slična, ipak se u praktičnim okolnostima ne mogu u cijelosti kompenzirati.

Kod preživača, selen u velikim dozama (oko 4 – 5 mg Se/kg ST) može izazvati trovanje. Trovanje životinja selenom se povezuje s njegovom povećanom koncentracijom u tlu, preko

0,5 mg/kg krmiva, te je toksičnost česta kod životinja na ispaši. Drugi uzrok trovanja selenom mogu biti tzv. biljke indikatori, koje akumuliraju i do 800 mg Se/kg vegetirajući na tlima bogatim selenom. Također, veterinari ili stočari mogu biti jedan od uzroka trovanja, zbog nepravilnog dodavanja selena u hranu za životinje. Trovanje može biti kronično i akutno.

Kod kroničnih trovanja selenom životinje najčešće gube apetit, javlja se anemija, dlaka dobiva grubi izgled i opada, ukočenost udova zbog jakih bolova u zglobovima, te nastajanje šepavosti, bolovi u abdomenu, poremećeni procesi probave, povećana salivacija sline, dolazi do ciroze jetre, te u krajnjem slučaju postoji mogućnost i uginuća životinje. Simptomi toksičnosti Se izraženi su i kod rasplodnih životinja, gdje se odražavaju vrlo negativno na potomstvo. Ukoliko majka u obroku prima velike količine Se, zbog velike propusnosti kroz placentu, pored smanjenog uspjeha koncepcije odraslih rasplodnjaka, dolazi do povećanog rađanja slabih ili mrtvorodenih životinja u leglu (Shortridge i sur, 2011.).

Akutno trovanje Se može uspješno riješiti arsen (5 mg As/l vode), ali i zbog arsenove toksičnosti, njegova uporaba nije preporučljiva. Kontroliranje sastava tla bi bila dobra preventivna mjera zaštite od trovanja Se. Organizam se od prekomjernih toksičnih količina selena u biljnoj hrani štiti neutralizacijom selena metiliranjem i lučenjem organizma. Djelomična zaštita organizma od trovanja je povećana bjelančevinasta vrijednost obroka, kao i visok udio sulfata (Domaćinović, 2006.).



Slika 1: Rasprostranjenost selena u tlu (Izvor: Jones i sur., 2017.)

5. IZVORI SELENA U HRANIDBI GOVEDA

5.1. Primjeri metodologije istraživanja selena u hranidbi mliječnih krava

U što boljem razumijevanju i tumačenju teme ovog diplomskog rada poslužit ćemo se nekim primjerima istraživanja učinka selena u hranidbi goveda kako na proizvodnju mlijeka, tako i na zdravlje. Kao dobar primjer provedbe pokusa prikazano je istraživanje provedeno u Brazilu na Institutu zootehnike, u Novoj Odessi, San Paulo (Oltramari i sur, 2014.). U pokusu su bile 24 krave u laktaciji (Holstein i Brown Swiss), prosječne tjelesne mase 600 kg s dnevnom prosječnom proizvodnjom mlijeka od 18,1 kg. Krave su bile smještene u slobodnu staju, dužine 36 i širine 12 m, s otvorenim stranama 3,80 m i puni pod, bez ventilatora i prskalica. Hranilica je bila iste duljine kao i staja, sa šest pojilica i 28 odmorišta. Krave su bile podijeljene u dvije skupine, prema pasmini, prema broju laktacije i razdoblju laktacije. Prije početka eksperimenta, izveden je Kalifornijski mastitis test, te je statistička analiza pokazala kako nema razlike u zdravlju vimena između te dvije skupine. Obrok se sastojao od kukuruza, sojine sačme, cijelog sjemena pamuka i silaže kukuruza. Sve krave su hranjene identično izmiješanom hranom, s $0,278 \text{ mg.kg}^{-1}$ ST selena dodanog iz dva različita izvora: kvasac selena (278 mg.kg^{-1} ST Sel-Plex, Alltech, 0,1% Se) i natrij selenit ($0,617 \text{ mg/kg}^{-1}$ ST, 45% Se) uključeni u premiks.



Slika 2: Izgled pakiranja kvasca s dodatkom selena, Sel-Plex, Alltech (Izvor: <https://madbarn.com/feeds/sel-plex-1000-alltech/>)



Slika 3: Izgled pakiranja natrijev selenita – dodatka selena u hranidbi goveda (Izvor: <https://onlinevetpharmacy.com/product/v-sel-injection/>)

Prije nego se započelo s pokusom, prikupljeni su uzorci hrane za određivanje suhe tvari, pri čemu su utvrđeni sirovi protein, eterski ekstrakt i mineralne tvari. Također su analizirana neutralna deterdžentna vlakna (NDF) i kiselinsko deterdžentna vlakna (ADF).

Tablica 2. Sastojci i kemijski sastav eksperimentalne hranidbe (Oltramari i sur, 2014.)

Sastojci:	%
• Silaža kukuruza	53,6
• Triturirani kukuruz	18,4
• Sojina sačma	6,0
• Cijelo sjeme pamuka	10,8
• Proteinsko-mineralni premiks	11,2
Hranjive tvari:	
• Sirovi protein, % ST	17,55
• Ekstrakt etera, % ST	4,70
• Mineralne tvari, % ST	7,78
• Neutralna deterdžentska vlakna, % ST	38,87
• Kiselinsko deterdžentna vlakna, % ST	24,94
• Metabolička energija, Mcal/g ST	2,82

Tijekom eksperimentalnog razdoblja (124 dana), krave su se muzle dva puta dnevno. Mliječni uzorci od svake krave su se tjedno skupljali, zbog određivanja masti, proteina, laktoze, krute tvari bez masti, te postotka ukupne krute tvari. Kako bi se odredila koncentracija selena, skupljana su tri uzorka mlijeka od svake krave (1., 62. i 124. dan). Ukupna koncentracija selena u mlijeku utvrđena je atomskim apsorpcijskim spektrometrom.

Za procjenu kliničkog i subkliničkog mastitisa, promatrano je 10 životinja. Četiri dana prije eksperimenta i u zadnjem eksperimentalnom tjednu, provedena je analiza vimena radi otkrivanja kliničkog mastitisa. Kalifornijski mastitis test (KMT) je korišten kao pokazatelj broja leukocita. KMT reakcije kodirane su kao negativne. Fiziološke varijable su mjerene jednom

tjedno na iste dane kada se radilo i uzorkovanje mlijeka. Frekvencija disanja dobivena je brojanjem pokreta desnog boka životinja. Rektalna temperatura mjerena je digitalnim kliničkim termometrom. Temperatura dlake na glavi, leđima, potkoljenici i vimenu mjerena je infracrvenim termometrom.

Kompozicija mlijeka (Se, mast, protein, laktoza, krute tvari bez masti, ukupne čvrste tvari) i fiziološke varijable (frekvencija disanja, rektalna temperatura i temperatura dlake) su analizirane s neparametarskim Wilcoxonovim testom za uparene podatke.

5.2. Primjeri dobivenih rezultata istraživanja selena u hranidbi mliječnih krava

Rezultati dobiveni istraživanjem pokazali su kako je prosječna konzumacija unosa suhe tvari u organizam krava bila 18 kg, a dnevna potrošnja Se za oba tretmana 6,44 mg, pri čemu su oba izvora Se pridonijela 5,00 mg po kravi. Iako se očekivao određeni pomak u povećanju proizvodnje mlijeka, to se ipak nije desilo. Istraživanja su pokazala kako su obje promatrane skupine krava imale vrlo sličnu proizvodnju (Tablica 3.).

Tablica 3. Proizvodnja mlijeka krava koje su konzumirale natrijev selenit (anorganski selen) i kvasac selena (organski selen) kroz 124 eksperimentalna dana (Olttramari i sur, 2014.).

Variable	Tretman	N	X	Med	P
Ukupna proizvodnja mlijeka	Anorganski selen	9	2247,3	2147,8	0,95
	Organski selen	9	2251,9	2299,1	
Proizvodnja mlijeka korigiranog na 4 % mliječne masti	Anorganski selen	9	2233,8	2134,9	0,39
	Organski selen	9	2302,6	2350,8	

Slični rezultati su dobiveni i u drugim istraživanjima koji su koristili približno iste količine natrijevog selenita i kvasca selena u obroku krava. Tako istraživanja Juniper-a i sur., (2006.) pokazuju kako izvori organskog selena povećava koncentraciju selena u mlijeku, a to povećanje pripisao većoj bioraspoloživosti selena u organskom obliku, kao posljedicu veće apsorpcije u

crijevima. Prema meta-analizi Ceballos-a i sur., (2009.) životinje koje su dobivale 6 mg organskog selena dnevno, imale su veću koncentraciju selena u mlijeku (75 dana nakon početka unosa suplementa) od životinja koje su dobivale anorganski selen.

5.3. Primjeri istraživanja utjecaja selena na liječenje kliničkog mastitisa kod mliječnih krava

Zanimljivo je pratiti učinak selena na zdravlje goveda. Između ostalog, rađena su istraživanja učinka selena na liječenje kliničkog i subkliničkog mastitisa kod mliječnih pasmina krava. U pred-eksperimentalnoj fazi čak 10 % tretiranih životinja s oba tretmana imale su klinički mastitis. Ovaj udio je bio veći od međunarodno prihvaćenog indeksa koji iznosi 3 % kliničkog mastitisa u stadu. Međutim, u posljednjem eksperimentalnom tjednu bila je manja učestalost kliničkog mastitisa. Dobiveni rezultati bili su izvrsni. Tako su pri tretiranju anorganskim selenom krave imale klinički mastitis i to u dvije četvrti vimena. Međutim, kod krava tretiranih organskim selenom nije bio zabilježen niti jedan slučaj kliničkog mastitisa. To se može objasniti preventivnom funkcijom neutrofila i antioksidativnim djelovanjem selena. Kako navode neki autori (Sordillu i Aitken, 2009.), pri postojanju dokazane upale vimena, neutrofil i makrofagi migriraju iz krvotoka u tkivo mliječne žlijezde kako bi se borili protiv iste. Fagocitoza uzročnika upale za obrambene stanice uzrokuje naglašeno povećanje proizvodnje staničnog kisika, koji je vrlo otrovan. Kada odgovarajuće količine Se cirkuliraju, ti se otrovni metaboliti neutraliziraju antioksidativnim enzimima, uglavnom glutathion peroksidazom, povećavajući fagocitni kapacitet organizma. S druge strane, nedostatak selena dovodi do nakupljanja kisika koji može uzrokovati lezije ili lizu stanica. Lezije su oštećenja ili nenormalna promjena u tkivu organizma, najčešće uzrokovana bolešću ili traumom, a lize predstavljaju razaranje stanica zbog oštećenja ili razdora membrane, djelovanjem enzima ili toksina.

Slične rezultate pronašli su Weiss i sur. (1990.), kada su opskrbljivali mliječne krave povećanom razinom natrijevog selenita. Autori su utvrdili značajno veću koncentraciju Se u krvi i nižu učestalost kliničkog mastitisa. S druge strane, Costa i sur. (1997.) nisu uočili značajniju razliku između tretiranja Se (1,8 mg natrijevog selenita po životinji, dnevno) i kontrolne skupine (bez dodatka) u pogledu učestalosti kliničkog mastitisa, subkliničkog mastitisa i intramamarnih infekcija. Ovi rezultati mogu biti objašnjeni relativno niskim

dnevnim dodatkom selena. Dnevni dodatak s 5 mg natrijevog selenita, započet 30 dana prije teljenja, smanjuje učestalost kliničkog mastitisa u 12 tjedana laktacije za 38% (Paschoal i sur., 2003.).



Slika 4: Primjer testiranja srednjeg kliničkog mastitisa u mlijeku krava (Izvor: <https://www.merckvetmanual.com/reproductive-system/mastitis-in-large-animals/mastitis-in-cattle>)

5.4. Primjeri istraživanja utjecaja selena na liječenje subkliničkog mastitisa kod mliječnih krava

U pred-eksperimentalnoj fazi istraživanja kojeg su radili Oltramari i sur. (2014.), obje skupine krava (one opskrbljene organskim i one s anorganskim Se) bile su u sličnim zdravstvenim uvjetima. U eksperimentalnoj fazi došlo je do smanjenja broja slučajeva subkliničkog mastitisa u oba tretmana prema usporedbi s fazom prije eksperimenta. Uzorci mlijeka su se svakodnevno prikupljali prije hranjenja selenom. U eksperimentalnoj fazi, Se je dodavan u razdoblju od 18 tjedana. U 18. tjednu su se uzorci skupljali svaki dan, a analiza je obavljena kalifornijskim mastitis testom.



Slika 5: Primjer uzorkovanja mlijeka u plitkicu na mastitis test - Kalifornijski mastitis test (Izvor:https://www.researchgate.net/figure/a-b-Modified-California-mastitis-test-for-indirect-detection-of-subclinical-mastitis-in_fig1_345128395)

Skupina krava tretiranih anorganskim selenom imala je 20% porasta u slučajevima negativnog kalifornijskog mastitis testa između predeksperimentalne i eksperimentalne faze, mijenjajući se sa 15 na 18 četvrtina vimena bez subkliničkog mastitisa. Tretman organskim selenom promijenio se s 12 negativnih slučajeva u predeksperimentalnoj fazi na 5 slučajeva nakon unosa suplementa (58,3%).

Zanetti i sur. (1998.) došli su do zaključka kako je dnevni oralni dodatak s 5 mg natrijevog selenita, u posljednjem mjesecu gestacije, značajno povećao serumsku razinu ovog minerala kod muznih krava, što je smanjilo učestalost subkliničkog mastitisa (dijagnosticiranog kalifornijskim testom). Nadalje, telad krava koje su primile dodatak selena pokazale su razinu seruma koja je bila 66% viša od potomstva krava koje nisu imale dodatak u hrani.

U istraživanju Ibeagha i sur. (2009.) potvrđeno je kako dodatak Se, većinom u organskom obliku, povećava djelovanje neutrofila i posljedično poboljšava imunološki odgovor životinja unutarstaničnom fagocitozom. To objašnjava smanjenje učestalosti i jako pozitivnog subkliničkog mastitisa.

6. UČINCI SUPLEMENTACIJE SELENA NA PROIZVODNE POKAZATELJE GOVEDA

6.1. Učinci na mlijeko i kolostrum

Jednostavan način za procjenu statusa selena u stadu je sadržaj selena u mlijeku. Uzorkovanje se obično vrši u spremniku za mlijeko na farmi, što omogućuje procjenu ukupnog statusa selena u stadu. Wichtel i sur. (2004.) daju referentne razine za procjenu statusa selena iz mlijeka. Ti se pragovi mogu formulirati na sljedeći način: sadržaj selena manji od 0,12 mol/L definira status nedostatka, sadržaj selena veći od 0,28 mol/L je primjeren, a između 0,12 i 0,28 mol/L je graničan.

Najveće razine selena pronađene su u mliječnoj sirutki (56,6%), dok je najniža razina pronađena u masnoj fazi (10,1%). Udio od 55% -75% selena koji se nalazi u mlijeku ugrađen je u kazein, dio od 17% -38% sadržan je u sirutki, a 7% je lokaliziran u masti. Ovi nalazi ne variraju ovisno o vrsti unesenog selena. Sadržaj selena u mlijeku varira uglavnom ovisno o količini selena u prehrani krava (Muniz-Naveiro, 2005.).

Općenito, količina selena u plazmi je tri do pet puta veća od one koja se nalazi u mlijeku. Krave koje se oralnim putem prije poroda hrane selenom, proizvode kolostrum dva puta bogatiji selenom od krava koje se ne hrane (170 u usporedbi s 87 g/L). Otkriveno je da je kolostrum dva do tri puta bogatiji selenom od mlijeka (Paragon, 1995.).

Na količinu selena u mlijeku utječe njegov sadržaj u hrani ovisno o godišnjem dobu i poljoprivrednoj regiji. U studiji provedenoj tijekom sezone ispaše, Ceballos-Marquez i sur. (2010.) izvijestili su o marginalnim razinama selena u mlijeku od 14% mliječnog stada. Ovo se opažanje uglavnom odnosilo na neadekvatan unos selena zbog slabe stočne hrane. Studije provedene u Belgiji, Južnoj Koreji, Grčkoj i Australiji izvijestile su o sadržaju selena od 30, 60, 15 i 22 g/kg u mlijeku. Osim toga, selen prisutan u mlijeku pomaže zadovoljiti dnevni unos prehrambenih potreba selena kod ljudi. Na primjer, u Belgiji 4% selena koje stanovništvo konzumira dolazi iz mlijeka i njegovih derivata. U Južnoj Koreji ta se stopa povećava na 7%. Količina selena u mlijeku izravno je proporcionalna sadržaju organskog selena u hrani za životinje. Ceballos i sur. (2010.) izvijestili su da u prosjeku krave hranjene organskim selenom imaju 0,37 mol/L više mliječnog selena od krava s anorganskim oblicima. Dodavanjem

selenskog kvasca ili natrijevog selenita u stočnu hranu značajno se povećava sadržaj selena, postotak polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) i linolne kiseline u mlijeku u usporedbi s kontrolom. Povećanje ovih parametara izraženije je kod kvasca selena u usporedbi s dodavanjem natrijevog selenita. Osim toga, pokazalo se da organski dodatak selena mliječnim kravama u obliku kvasca potiče koncentraciju selena u mlijeku koja doseže razinu do 190% veću u usporedbi s mlijekom krava s anorganskim selenom. Istu razliku primijetili su Salman i sur. (2013.) u mlijeku i kolostrumu. Osim toga, Salman i sur. (2013.) izvijestili su da na subpopulacije limfocita i fagocitoznu aktivnost neutrofilnih granulocita nije utjecao unos selena niti različiti dodaci prehrani (natrijev selenit i selenski kvasac). Nasuprot tome, čini se da dodatak selena hrani za životinje nema značajan utjecaj na proizvodnju mlijeka u krava i njegov kemijski sastav (u smislu masti, bjelančevina, laktoze). Učinak na proizvodnju mlijeka zabilježen je kada se daje suplement sa selenom povezanim s jodom i kobaltom u obliku ruminalnog bolusa, ili kada je selen povezan s vitaminom E.

Eulogio i sur. (2012.) izvijestio je i o povećanju postotka sirovih bjelančevina, nemasnih krutih tvari i laktoze kada je dodatak selena povezan s vitaminom E. Ovo povećanje proizvodnje mlijeka kod krava nije primijećeno kada se povezivanje elemenata u tragovima napravi kao injekcija. Doista, Machado i sur. (2013.) nije našao učinak injekcije selena (25 mg), cinka (300 mg), mangana (50 mg) i bakra (75 mg) na proizvodnju mlijeka. Mliječne krave koje su primale oralno dodatak selena od 300 g/kg ST zajedno s injekcijom 50 mg selena i 300 IU vitamina E, 21 dan prije teljenja, održavale su odgovarajuće koncentracije selena u plazmi osiguravajući dobru razinu selena u mlijeko.

6.2. Učinci suplementacije selenom na novorođenu telad

Kod preživača prijenos selena s krave na novorođenče vrši se posteljicom i mlijekom. Prijenos putem placente učinkovitiji je od onog koji se vrši putem mlijeka. Razlog može biti veća koncentracija selena u krvnom serumu nego u mlijeku. Posljednji mjeseci gestacijske krave predstavljaju kritično razdoblje za dostupnost selena. Prijenos selena na fetus, a potom i na tele javlja se čak i kada kravama nedostaje selen. Krave žrtvuju selen koji im je na raspolaganju kako bi osigurale odgovarajući unos za novorođenčad. Ova se situacija objašnjava činjenicom da razina bubrežnog selena u fetusu ostaje nepromijenjena, dok se kod krava, na kraju trudnoće,

smanjuje. Mineralni selen ne prenosi se dobro u mlijeko, pa stoga nije učinkovit u održavanju odgovarajućeg statusa selena u teladi. U usporedbi s mineralnim selenom, pokazalo se da uporaba organskog selena u hrani uzrokuje bolje prijenose selena kod teladi. Dodatak selena teladima općenito nema utjecaja na rast teladi. Pozitivni učinci zabilježeni su kada se dodavanje selena provodi kod teladi s nedostatkom. Povećao se prosječni dnevni prirast teladi koja su tretirana injekcijom selena (0,05 mg/kg 2., 70., 114. i 149. dana) u usporedbi s kontrolom. To proizlazi iz studije Guntera i sur. (2003.) da vrsta selena, naime anorganski ili organski, nema značajan utjecaj na porođajnu težinu, prirast i stopu smrtnosti teladi. Slično, tijekom suplementacije od 0,08 mg/dan kod novorođene teladi, Salles i sur. (2014.) izvijestili su da nema utjecaja na povećanje tjelesne težine i rast visine ili duljine teladi.

Međutim, značajni učinci dodatka selena na imunološki sustav teladi zabilježeni su u studiji Salles i sur. (2014.). Oni izvještavaju da su visoke koncentracije selena u serumu izazvale povećanje fagocitne aktivnosti makrofaga kod teladi stare 30 dana. Pokazalo se da je povećanje koncentracije imunoglobulina kod teladi uzrokovano dodavanjem mineralnog selena kravama prije teljenja. Doista, jačanje njihovog nezrelog imunološkog sustava pomaže im da se odupru neodgovarajućim uvjetima okoline. Na temperaturama ispod 14,6 stupnjeva, novorođena telad je osjetljiva na hladnoću. Kako bi se nosio s ovim stresom, termogeni odgovor generira metabolizam smeđeg masnog tkiva. Metabolizam masnog tkiva regulira hormon T3 koji je seleno ovisan hormon. U slučajevima ozbiljnog nedostatka selena u teladi, preporučljivo je upariti injekciju selena zajedno sa samouslužnim pristupom izvoru selena u prehrani. Takva praksa pomaže u brzom vraćanju odgovarajućeg statusa selena i popravljanju na nekoliko mjeseci. Osim toga, kod teladi s nedostatkom selena potkožno ubrizgavanje povezano s dodatkom prehrane selenom poboljšava aktivnost glutation-peroksidaze. Može se zaključiti da selen nema izravnu ulogu u poticanju rasta teladi, ali pomaže u uklanjanju svih ograničenja koja mogu usporiti ili spriječiti rast. Injekcija selena smatra se korisnim korektivnim alatom za brzo uspostavljanje odgovarajućeg statusa selena kod teladi. Međutim, ne treba ga smatrati stalnim izvorom unosa selena.

6.3. Sadržaj selena u krvi

U krvi je selen vezan za alfa i beta - globuline, LDL (lipoprotein niske gustoće) i VLDL (lipoprotein vrlo niske gustoće) i albumin. Deset atoma selena kao selenocistein su uključeni u selenoprotein-P koji je selenoprotein opskrbljivač selena tjelesnim tkivima (Burk, 2009.).

Stopa primjerenog selena u krvi goveda je između 0,08 i 0,16 mg/L. U plazmi se selen uglavnom nalazi u albuminskoj frakciji (Dargatz, 1996.).

Odgovarajuća razina selena u plazmi je između 51 i 85 g/L. Da bi se postigla ta odgovarajuća stopa, može biti dovoljan dodatni unos hrane od 0,5 mg/kg ST. Porast koncentracije selena u prehrani praćen je povećanjem koncentracije selena u serumu unutar dva do šest dana nakon suplementacije. Dodatak selena u prehrani teladi, junica ili tovnih junadi obično se očituje povećanjem sadržaja selena i aktivnosti glutathion-peroksidaze u krvi. Ovo povećanje je izraženije dodavanjem selena u organskom obliku u hranu u odnosu na anorganski oblik. Razlika u učinku između ova dva oblika selena procjenjuje se na 20% za sadržaj selena u krvi i 16% u aktivnosti glutathion-peroksidaze (Villard, 2002.).

Krave hranjene dodatkom selenovog kvasca tijekom posljednjih 8 tjedana trudnoće imale su veće koncentracije selena u cijeloj krvi (ukupno 52% više) i serumu (ukupno 36% više) nakon 48 sati i 14 dana laktacije. Organski dodatak selena na mliječne krave izaziva niže koncentracije kolesterola u serumu i veće omjere alfa-tokoferola/kolesterola pri teljenju i nakon 48 sati u usporedbi s kontrolom (Hall i sur., 2014.).

Povećanje selena provodi se postupno tijekom dodatka prehrani (2 mg organskog ili anorganskog selena). Kombinacija injekcije i prehrane dopunjene selenom pomaže u održavanju normalnog sadržaja selena u krvi i aktivnosti glutathion-peroksidaze kod junica tijekom prvih tjedana u jedinicama za tov.

6.4. Učinak selena na rast

Selen sudjeluje u metabolizmu hormona štitnjače. Prehrana s nedostatkom selena uzrokuje smanjenje trijodotironina (T3) i povećanje tetrajodotironina (T4) te smanjenje omjera razina T3/T4 u krvi (Thompson i sur., 1995.).

Ti učinci mogu utjecati na stope rasta budući da je T3 aktivni oblik T4 za koji se zna da je uključen u mehanizme rasta. Aktivacija T4 vrši se pomoću enzima 5-joditironin dejodinaze. Ovaj seleno ovisni selenoprotein jedan je od posljednjih proteina na koji će utjecati u slučaju nedostatka selena. Ovo kašnjenje moglo bi objasniti činjenicu da nekoliko studija koje su istraživale različite načine dodavanja selena ne pokazuju nikakav značajan utjecaj dodatka selena na rast, povećanje tjelesne težine teladi, krava ili bikova. Potkožna injekcija ili intramuskularni selen također nemaju utjecaj na rast. Slični su rezultati zabilježeni u dodacima mineralnog selena (natrijev selenit) ili organskog (selenizirani kvasac) u prehrani krava i teleta. Izvor selena nema utjecaja na unos suhe tvari i povećanje tjelesne težine junica (Chorfi, 2011.).

Kada se koriste koncentрати sastavljeni od žitarica proizvedenih gnojivima obogaćenim selenom, nema značajnog utjecaja obogaćivanja tla na rast tovnih bikova. Slično, suplementacija s intra-ruminalnim bolusom krave nije imala utjecaja na porođajnu težinu niti na prosječni dnevni prirast teladi (Mehdi, 2015.).

Na rast goveda može neizravno utjecati nedostatak selena. To je uzrokovano poremećajima miokarda i koštanih mišića, poput bolesti bijelih mišića. Zbog toga je potrebno uključiti selen u hranu za životinje. Obogaćivanje selenom putem ishrane mladih tovnih bikova nije imalo značajan utjecaj na težinu pri klanju i prinos trupova (Lawler i sur. 2004.; Netto i sur., 2013.; Mehdi, 2015.).

6.5. Učinak selena na reprodukciju goveda

Nedostatak selena predstavlja faktor koji pogoduje pojavi perinatalnog metritisa i zadržavanju posteljice kod mliječnih goveda. Osim toga, nedostatak selena može uzrokovati poremećaj u sintezi testosterona i spermatozoida, što uzrokuje neplodnost kod muškaraca. Poznato je da selen utječe na histološku morfologiju testisa (Ahsan, 2014.).

Nedostatak selena često je karakteriziran smanjenom pokretljivošću spermatozoida. Neki selenoproteini su lokalizirani u testisima kao selenofosfat sintaza-2 (SPS-2) i selenoprotein mitohondrijske kapsule (MCSeP). Tijekom suplementacije žitaricama obogaćenim selenom, mineralnim selenom (selenit) i organskim selenom (kvasac) dolazi do povećanja sadržaja selena u testisima goveda. Povećanje plodnosti pri dodavanju selena može se pripisati smanjenju

embrionalne smrti u prvom mjesecu bređosti krava (gestacije). Dodatak selena može smanjiti pojavnost metritisa i cista na jajnicima tijekom postporođajnog razdoblja.

Također je važno napomenuti da kronična selenoza kod goveda, prema navodu Zarczynska (2013.) smanjuje plodnost podupirući rast cista jajnika i produljujući neplodno razdoblje krava (anestrus).

6.6. Učinak selena na zdravlje goveda

Hranidbeni status mliječnih krava prilično je povezan s održavanjem optimalne imunološke funkcije i zdravlja. Nedostaci selena (Se), joda (I), cinka (Zn) i bakra (Cu) u goveda često su povezani s bolestima. Primjena tri potkožne injekcije minerala (300 mg cinka, 50 mg mangana, 25 mg selena i 75 mg bakra) imale su pozitivan utjecaj na zdravlje vimena, smanjujući linearne rezultate broja somatskih stanica, učestalost subkliničkog mastitisa i učestalost kliničkog mastitisa (Machado, 2013.).

Hranjenjem krava tijekom kasne gestacije, dodatkom kvasca selena poboljšava se antioksidativni status i imunološki odgovor nakon teljenja. Putem humoralnih i staničnih aktivnosti, selen utječe na urođene i adaptivne imunološke reakcije mliječne žlijezde (Salman i sur., 2009.).

Dokazano je značajno smanjenje učestalosti mastitisa kod muznih krava nakon što su im dodani selen i/ili vitamin E (Finch i sur., 1996.).

Otkriveno je da dodatak selena (natrijevog selenita) kolostrumu povećava apsorpciju imunoglobulina G (IgG) kod novorođene teladi. Redoks ravnoteža kolostruma ima važnu ulogu u pasivnom prijenosu imuniteta iz kolostruma na tele (Kamada i sur., 2007.).

Smanjena je fagocitna sposobnost neutrofila krvi i mlijeka da ubijaju patogene kod krava muzara s nedostatkom selena. Obrnuta situacija zabilježena je kod krava s višim statusom selena. Visoke razine selena mogu uzrokovati i inhibiciju proliferacije tumorskih stanica i poboljšanje in vivo i in vitro imuniteta (Petrie i sur., 1989.).

Studija o toleranciji glukoze kod muznih krava pokazala je da su krave koje su dobivale selen i vitamin E prije teljenja pokazale poboljšanu inzulinsku osjetljivost tijekom prvog tjedna

laktacije. Iako je selen bitan mikronutrijent za različite imunološke mehanizme, višak selena može imati štetan učinak na neke imunološke funkcije. Općenito, pretjerano dodavanje antioksidansa može povećati proizvodnju reaktivnih vrsta kisika (Abuelo i sur., 2016.).

6.7. Raspodjela selena u mišićima i organima

O sadržaju selena u tlu izravno ovisi sadržaj selena u krmi i travi. To stvara razliku u razinama selena u životinjskom mesu prema područjima uzgoja. Sadržaj selena u mesu također varira među vrstama zbog morfologije probavnih organa i metabolizma selena. Apsorpcija selenita je oko 80% kod monogastričnih životinja i peradi, dok je ta stopa samo 29% kod preživača. Kod preživača pokazalo se da je organski selen kao selenometionin u većoj mjeri ugrađen u mikroorganizam buraga od anorganskih izvora selena te je rezultirao manjim stvaranjem elementarnog selena. Oralna bioraspoloživost organskog selenometionina trebala bi biti veća u usporedbi s anorganskim izvorima selena zbog veće ugradnje selena u mikroorganizme buraga i smanjenog stvaranja elementarnog selena mikroorganizmom buraga (Galbraith i sur., 2015.).

Tijekom dodavanja selena u životinje, učinak obogaćivanja sadržaja selena u mišićima i organima je različit. Dio apsorbiranog organskog selena ugrađen je izravno u mišićne proteine, dok se anorganski selen uglavnom koristi za sintezu selenoproteina. Dodatak anorganskog selena ne daje značajne razlike u koncentraciji selena u mišićima. Tijekom dodavanja selenita, većina selena je ugrađena u selenoproteine. Tijekom suplementacije organskim selenom dio slijedi iste metaboličke puteve kao selenit, ali se određena količina izravno i nespecifično taloži u mišićnim proteinima (Combs i sur., 2015.).

Za životinjske vrste hrana obogaćena selenom učinkovitija je od selenometionina pri povećanju aktivnosti glutation-peroksidaze, što bi moglo rezultirati sadržajem selena u bubrezima (Birmingham i sur., 2014.).

Najveća gustoća sadržaja selena kod goveda nalazi se u bubrezima, dok je u mišićima prisutan u najvećim količinama. Prvi organi zahvaćeni nedostatkom selena su srce, skeletni mišići i jetra. Kod suplementacije selena, bubrezi i jetra imaju najveći sadržaj selena. Bubrezi su organi koji skladište najveću količinu, a zatim jetra, testisi i pluća (Lawler i sur., 2004.).

Dodatak natrijevog selenita uzrokuje distribuciju selena u cijelom organizmu. Tijekom apsorpcije, veliki dio je usmjeren prema jetri, koja se smatra organom za skladištenje selena. Selen se nakuplja u jetri, u slučaju viška selena u usporedbi s potrebama, dio selena pohranjenog u jetri izlučuje se putem žuči. Drugi najvažniji dio se izlučuje putem bubrega. Kad je selena u višku, selenid se polimetilira i izlučuje (u dahu, izmetu i urinu) (Patterson i sur., 1989.).

6.8. Učinak dodatka selena na kvalitetu mesa, kemijski sastav i profil masnih kiselina

Oksidacija lipida glavni je uzrok pogoršanja kvalitete mesa. Reakcije oksidacije u mesu imaju najveći utjecaj na kvalitetu mesa. Ove reakcije utječu na boju, okus, teksturu i hranjivu vrijednost mesa. Nedavna istraživanja su pokazala da selen ima učinak očuvanja osjetljivih karakteristika mesa i njegove teksture kod domaćih životinja (Joksimović-Todorović i sur., 2012.).

Uporaba žitarica bogatih selenom nije imala značajan utjecaj na boju, pH, gubitak vode, nježnost i oksidacijsku užeglost mesa. Osim toga, ova vrsta suplementacije izazvala je smanjenje sadržaja masti u mesu (Mehdi i sur., 2015.).

Smanjenje udjela kolesterola u mesu zabilježeno je tijekom suplementacije mineralnim selenom. Glutathion peroksidaza 4 esencijalni je antioksidans selenoenzim za koji je poznato da štiti od peroksidacije lipida (Papp i sur., 2010.).

Nadalje, selen može igrati ulogu u promjeni metabolizma lipida. Kolesterol je biološki važan spoj koji je prisutan u proizvodima životinjskog podrijetla. Sadržaj kolesterola u mesu i mesnim proizvodima je promjenjiv, općenito je manji od 70 mg/100 g mesa. Povoljan učinak suplementacije selenom bilo bi smanjenje sadržaja kolesterola u mesu. Meso bi bilo dijetalno i zdravo. Oksidacijom kolesterola nastaju spojevi za koje je utvrđeno da su citotoksični, mutageni i kancerogeni. Proizvodi oksidacije kolesterola također se smatraju glavnim pokretačem ateroskleroze (Khan i sur., 2015.).

Tijekom dodavanja selena kod goveda, na iznos zasićenih masnih kiselina, mononezasićenih i polinezasićenih za meso, nije utjecao izvor selena (natrijev selenit ili selenizirani kvasci). Ali poznato je da je organski selen povezan s većim udjelom selena u mesu u usporedbi s anorganskim selenom (Pereira i sur., 2012.).

7. ZAKLJUČAK

Minerali obavljaju brojne vitalne funkcije u organizmu životinje, te bi hranom trebale primiti dovoljnu količinu istih, kako bi se svi procesi odvijali neometano.

Na temelju utvrđenih brojnih istraživanja koje smo jednim dijelom naveli i u ovom diplomskom radu, dodatak Se u obrok goveda može smanjiti učestalost različitih zdravstvenih problema mliječne žlijezde i reproduktivnih organa. Zbog boljeg usvajanja u organizam kod teladi, preporuča se korištenje organskog Se u hrani u odnosu na mineralni Se. Izvrсни rezultati su utvrđeni i kod odraslih goveda. Tako primjerice, dodavanjem selenovog kvasca u obrok mliječnih krava značajno se povećava sadržaj Se i postotak polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) u mlijeku, u usporedbi s dodatkom natrijevog selenita. Za što bolje rezultate usvajanja Se kod goveda bitni su različiti čimbenici poput fiziološkog stadija životinje, trenutnog statusa Se, vrste i sadržaja Se, te tip i primjene Se.

Također, u radu smo naveli i posljedice nedostatka selena u organizmu životinje, a ovi nedostaci imaju izravne ili neizravne negativne učinke na rast, proizvodnju i zdravlje goveda. Prekomjerna količina selena u obroku životinja može biti štetna za zdravlje jer dovodi do toksičnosti. Dostupnost selena u dovoljnim količinama u hranidbi osigurava pravilan rad imunološkog i reprodukcijškog sustava, a njegova prisutnost osigurava visok sadržaj Se u mlijeku i mesu.

Zaključno možemo reći kako je selen vrlo važan mineral u održivoj govedarskoj proizvodnji, te smatramo kako je ova tema bitna za svakodnevnu proizvodnju i za farmere koji se bave stočarskom proizvodnjom.

8. POPIS LITERATURE

1. Abuelo, A., Alves-Nores, V., Hernandez, J., Muiño, R., Benedito, J.L., Castillo, C. (2016.): Effect of parenteral antioxidant supplementation during the dry period on postpartum glucose tolerance in dairy cows. *J. Vet. Intern. Med.*
2. Ahsan, U., Kamran, Z., Raza, I., Ahmad, S., Babar, W., Riaz, M.H., Iqbal, Z. (2014.): Role of selenium in male reproduction. A review. *Anim. Reprod. Sci.* 146: 55–62.
3. Beckett, G.J., Arthur, J.R. (2005.): Selenium and endocrine systems. *J. Endocrinol.* 184: 455-465.
4. Bermingham, E.N., Hesketh, J.E., Sinclair, B.R., Koolaard, J.P., Roy, N.C. (2014.): Selenium-enriched foods are more effective at increasing glutathione peroxidase (GPx) activity compared with selenomethionine: A meta-analysis. *Nutrients.* 6: 4002–4031.
5. Burk, R.F., Hill, K.E. (2009.): Selenoprotein P-Expression, functions, and roles in mammals. *Biochim. Biophys. Acta.* 1790: 1441–1447.
6. Ceballos, A., Sanches, J., Stryhn, H., Montgomery, J.B., Barkema, H.W., Wichtel, J.J. (2009.): Meta-analysis of the effect of oral selenium supplementation on milk selenium concentration in cattle. *J. Dairy Sci.* 92: 324-342.
7. Ceballos-Marquez, A., Barkema, H.W., Stryhn, H., Dohoo, I.R., Keefe, G.P., Wichtel, J.J. (2010.): Milk selenium concentration and its association with udder health in Atlantic Canadian dairy herds. *J. Dairy Sci.* 93: 4700–4709.
8. Chorfi, Y., Girard, V., Fournier, A., Couture, Y. (2011.): Effect of subcutaneous selenium injection and supplementary selenium source on blood selenium and glutathione peroxidase in feedlot heifers. *Can. Vet. J.* 52:1089–1094.
9. Combs, G.F. (2015.): Biomarkers of selenium status. *Nutrients.* 7: 2209–2236.
10. Costa, E.O., Lucci, C.S., Abe, S.Y., White, C.R., Ribeiro, A.R., Watanabe, E.T., Gabaldi, A.S., Sa Filho, R. (1997.): Influência da suplementação de selênio na incidência de mastite. *Rev. Bras. Med. Vet.* 19: 169-172.
11. Dargatz, D.A., Ross, P.F. (1996.): Blood selenium concentrations in cows and heifers on 253 cow-calf operations in 18 states. *J. Anim. Sci.* 74: 2891–2895.
12. Domaćinović, M. (2006.): Hranidba domaćih životinja. Sveučilište J. J. Strossmayera, Poljoprivredni fakultet u Osijeku. 77-101.

13. Eulogio, G.L.J., Hugo, C.V., Antonio, C.N., Alejandro, C.-I., Juan, M.Q. (2012.): Effects of the selenium and vitamin E in the production, physicochemical composition and somatic cell count in milk of Ayrshire cows. *J. Anim. Vet. Adv.* 11: 687–691.
14. Finch, J.M., Turner, R.J. (1996.): Effects of selenium and vitamin E on the immune responses of domestic animals. *Res. Vet. Sci.* 60: 97–106.
15. Galbraith, M.L., Vorachek, W.R., Estill, C.T., Whanger, P.D., Bobe, G., Davis, T.Z., Hall, J.A. (2015.): Rumen microorganisms decrease bioavailability of inorganic selenium supplements. *Biol. Trace Elem. Res.*
16. Ghaderzadeh, S., Aghjeh-Gheshlagh, F.M., Nikbin, S., Navidshad, B. (2016.): A review on properties of selenium in animal nutrition. *Iran. J. Appl. Anim. Sci.* 6, 753-761. Tablica 1. Preporučene doze selena u hrani domaćih životinja.
17. Hall, J.A., Bobe, G., Vorachek, W.R., Kasper, K., Traber, M.G., Mosher, W.D., Pirelli, G.J., Gamroth, M. (2014.): Effect of supranutritional organic selenium supplementation on postpartum blood micronutrients, antioxidants, metabolites, and inflammation biomarkers in selenium-replete dairy cows. *Biol. Trace Elem. Res.* 161: 272–287.
18. Ibeagha, A.E., Ibeagha-Awemu, E.M., Mehrzad, J., Baurhoo, B., Kgwatalala, P., Zhao, X. (2009.): The effect of selenium sources and supplementation on neutrophil functions in dairy cows. *Animal* 7: 1037-1043.
19. Ivanković, A., Mijić, P. (2020.): *Govedarstvo. Sveučilište J. J. Strossmayera. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.* 2-5.
20. Joksimović-Todorović, M., Davidović, V., Sretenović, L. (2012.): The effect of diet selenium supplement on meat quality. *Biotechnol. Anim. Husband.* 28: 553–561.
21. Jones, G.D., Droz, B., Greve, P., Gottschalk, P., Poffet, D., McGrath, S.P., Seneviratne, S.I., Smith Lenny, P., Winkel, H.E. (2017.): Selenium deficiency risk predicted to increase under future climate change. *PNAS*, 114, 2848-2853.
22. Juniper, D.T., Phipps, R.H., Jones, A.K., Bertin, G. (2006.): Selenium supplementation of lactating dairy cows: effect on selenium concentration in blood, milk, urine, and feces. *J. Dairy Sci.* 89: 3544-3551
23. Kamada, H., Nonaka, I., Ueda, Y., Murai, M. (2007.): Selenium addition to colostrum increases immunoglobulin G absorption by newborn calves. *J. Dairy Sci.* 90: 5665–5670.

24. Khan, M.I., Min, J.S., Lee, S.O., Yim, D.G., Seol, K.H., Lee, M., Jo, C. (2015.): Cooking, storage, and reheating effect on the formation of cholesterol oxidation products in processed meat products. *Lipids Health Dis.* 14.
25. Kralik, G., Adamek, Z., Baban, M., Bogut, I., Gantner, V., Ivanković, S., Katavić, I., Kralik, D., Kralik, I., Margeta, V., Pavličević, J. (2011.): *Zootehnika. Sveučilište J. J. Strossmayera. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.* 33-36.
26. Lawler, T.L., Taylor, J.B., Finley, J.W., Caton, J.S. (2004.): Effect of supranutritional and organically bound selenium on performance, carcass characteristics, and selenium distribution in finishing beef steers. *J. Anim. Sci.* 82: 1488–1493.
27. Machado, V.S., Bicalho, M.L., Pereira, R.V., Caixeta, L.S., Knauer, W.A., Oikonomou, G., Gilbert, R.O., Bicalho, R.C. (2013.): Effect of an injectable trace mineral supplement containing selenium, copper, zinc, and manganese on the health and production of lactating Holstein cows. *Vet. J.* 197: 451–456.
28. Mehdi, Y., Clinquart, A., Hornick, J.-L., Cabaraux, J.-F., Istasse, L., Dufrasne, I. (2015.): Meat composition and quality of young growing Belgian Blue bulls offered a fattening diet with selenium enriched cereals. *Can. J. Anim. Sci.* 95: 465–473.
29. Muniz-Naveiro, O., Dominguez-Gonzalez, R., Bermejo-Barrera, A., Cocho, J.A., Fraga, J.M., Bermejo-Barrera, P. (2005.): Determination of total selenium and selenium distribution in the milk phases in commercial cow's milk by HG-AAS. *Anal. Bioanal. Chem.* 381: 1145–1151.
30. Netto, A.S., Zanetti, M.A., Del Claro, G.R., Vilela, F.G., de Melo, M.P., Correa, L.B., Pugine, S.M.P. (2013.): Copper and selenium supplementation in the diet of Brangus steers on the nutritional characteristics of meat. *Rev. Bras. Zootec.* 42, 70–75.
31. Oltramari, C. E., da Pinheiro, M. G., de Miranda, M. S., Arcaro, J. R. P., Castelani, L., Toledo, L. M., Ambrósio, L. A., Leme, P. R., Manella, M. Q., Arcaro, I. (2014): Selenium sources in the diet of dairy cows and their effects on milk production and quality, on udder health and on physiological indicators of heat stress. *Italian Journal of Animal Science*, 13: 48-52.
32. Papp, L.V., Holmgren, A., Khanna, K.K. (2010.): Selenium and selenoproteins in health and disease. *Antioxid. Redox Signal.* 12: 793–795.
33. Paragon, B.M. (1995.): *Alimentation Minérale des Animaux Domestiques*; Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort: Maisons-alfort, France. 98.

34. Paschoal, J.J., Zanetti, M.A., Cunha, J.A. (2003.): Supplementation of selenium and vitamin E on milk somatic cell count of Holstein cows. *Rev. Bras. Zootecn.* 32: 2032-2039.
35. Patterson, B.H., Levander, O.A., Helzlsouer, K., McAdam, P.A., Lewis, S.A., Taylor, P.R., Veillon, C., Zech, L.A. (1989.): Human selenite metabolism: A kinetic model. *Am. J. Physiol.* 257, R556–R567.
36. Pereira, A.S.C., Santos, M.V.D., Aferri, G., Corte, R.R.P.D.S., De Freitas Junior, J.E., Leme, P.R., Renno, F.P. (2012.): Lipid and selenium sources on fatty acid composition of intramuscular fat and muscle selenium concentration of Nellore steers. *Rev. Bras. Zootecn.* 41: 2357-2363.
37. Petrie, H.T., Klassen, L.W., Klassen, P.S., O'Dell, J.R., Kay, H.D. (1989.): Selenium and the immune response: 2. Enhancement of murine cytotoxic T-lymphocyte and natural killer cell cytotoxicity in vivo. *J. Leukoc. Biol.* 45: 215–220.
38. Salles, M.S.V., Zanetti, M.A., Junior, L.C.R., Salles, F.A., Azzolini, A.E.C.S., Soares, E.M., Faccioli, L.H., Valim, Y.M.L. (2014.): Performance and immune response of suckling calves fed organic selenium. *Anim. Feed Sci. Technol.* 188: 28–35.
39. Salman, S., Dinse, D., Khol-Parisini, A., Schafft, H., Lahrssen-Wiederholt, M., Schreiner, M., Scharek-Tedin, L., Zentek, J. (2013.): Colostrum and milk selenium, antioxidative capacity and immune status of dairy cows fed sodium selenite or selenium yeast. *Arch. Anim. Nutr.* 67: 48–61.
40. Salman, S., Khol-Parisini, A., Schafft, H., Lahrssen-Wiederholt, M., Hulan, H.W., Dinse, D., Zentek, J. (2009.): The role of dietary selenium in bovine mammary gland health and immune function. *Anim. Health Res. Rev.* 10: 21–34.
41. Shortridge, E.H., O'hara P. J., Marshall, P.M. (2011.): Acute selenium poisoning in cattle. *New Zealand Veterinary Journal*, 19 (3): 47-50.
42. Sordillo, L.M., Aitken, S.L. (2009.): Impact of oxidative stress on the health and immune function of dairy cattle. *Vet. Immunol. Immunop.* 128: 104-109.
43. Thompson, K.M., Haibach, H., Sunde, R.A. (1995.): Growth and plasma triiodothyronine concentrations are modified by selenium deficiency and repletion in second-generation selenium-deficient rats. *J. Nutr.* 125: 864–873.
44. Uremović, Z. (2004.): *Govedarstvo. Hrvatska mljekarska udruga. Zagreb.*

45. Villard, D., Arthur, J.R., Gonzalez, J.M., Pallares, F.J. (2002.): Selenium status in cattle: Interpretation of laboratory results. *Bovine Pract.* 36: 73–80.
46. Weiss, W.P., Todhunter, D.A., Hogan, J.S., Smith, K.L. (1990.): Effect of duration of supplementation of selenium and vitamin E on periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73: 3187-3194.
47. Wichtel, J.J., Keefe, G.P., Van Leeuwen, J.A., Spangler, E., McNiven, M.A., Ogilvie, T.H. (2004.): The selenium status of dairy herds in Prince Edward Island. *Can. Vet. J.* 45: 124-132.
48. Zanetti, M.A., Neunhaus, L.E.D., Schalch, E., Martins, J.H. (1998): Effect of selenium and vitamin E supplementation in dairy cows. *Rev. Bras. Zootecn.* 27: 405-408.
49. Zarczynska, K., Sobiech, P., Radwinska, J., Rekawek, W. (2013.): Effects of selenium on animal health. *J. Elemntol.* 18: 329-340.

Internet izvori:

1. Slika 2: Kvasac selena, Sel-Plex, Alltech (Izvor:<https://madbarn.com/feeds/sel-plex-1000-alltech/>) Pristupljeno: 11.08.2021.
2. Slika 3: Natrijev selenit (Izvor: <https://onlinevetpharmacy.com/product/v-sel-injection/>) Pristupljeno: 17.08.2021.
3. Slika 4: Slučajevi srednjeg kliničkog mastitisa – primjeri mlijeka (Izvor: <https://www.merckvetmanual.com/reproductive-system/mastitis-in-large-animals/mastitis-in-cattle>) Pristupljeno: 01.09.2021.
4. Slika 5: Kalifornijski mastitis test (Izvor:https://www.researchgate.net/figure/a-b-Modified-California-mastitis-test-for-indirect-detection-of-subclinical-mastitis-in_fig1_345128395) Pristupljeno: 01.09.2021.

9. SAŽETAK

Održiva proizvodnja je ona čiji su troškovi proizvodnje manji od prihoda koje govedarska farma ostvaruje primarno od prodaje mlijeka i mesa, te sekundarno od prodaje teladi, junadi, krava, stajnjaka ili drugih potpora. Govedarske farme (bile one u funkciji proizvodnje mlijeka ili tova junadi za meso) proizvodno i tehnološki mogu biti različito usklađene. Cilj ovog diplomskog rada je pobliže pojasniti što je to selen, što on predstavlja u hranidbi i organizmu goveda, te istražiti učinke suplementacije selena. U ovom radu navedeni su izvori selena u hranidbi mliječnih krava, prikazani su primjeri istraživanja nastajanja kliničkog i subkliničkog mastitisa, učinci suplementacije na mlijeko i kolostrum, sadržaj selena u krvi, učinak selena na kvalitetu mesa i mlijeka i sl. Također su pojašnjeni načini trovanja selenom kada se selen u hranu dodaje u suvišku, kao i prevencija istog. Uloga selena u organizmu goveda je višestruka, te pozitivno djeluje na proizvodne parametre, te zdravlje i reprodukciju krava.

10. SUMMARY

Sustainable production is one whose production costs are lower than the income that the cattle farm generates primarily from the sale of milk and meat, and secondarily from the sale of calves, cattle, cows, manure or other support. Cattle farms (whether in the function of producing milk or fattening beef cattle) can be differently harmonized in terms of production and technology. Point of this final work is closely explain in more details what selenium is, what it represents in the nutrition and organism of cattle, and to investigate the effects of selenium supplementation. In this work are listed the sources of selenium in the diet of dairy cows, investigated the development of clinical and subclinical mastitis, the effects of supplementation on milk and colostrum, selenium content in the blood, the effect of selenium on meat and milk quality, etc. The methods of selenium poisoning when added to food more than necessary and its prevention are also explained. The role of selenium in organism of cattle is multiple, and has a positive effect on the health and reproduction of cows.

11. POPIS SLIKA

Slika 1. Rasprostranjenost selena u tlu	12
Slika 2. Izgled pakiranja kvasca sa dodatkom selena, Sel-Plex, Alltech	13
Slika 3. Izgled pakiranja natrijev selenita – dodatka selena u hranidbi goveda	14
Slika 4: Primjer testiranja srednjeg kliničkog mastitisa u mlijeku krava.....	18
Slika 5: Primjer uzorkovanja mlijeka u plitkicu na mastitis test - Kalifornijski mastitis test...	19

12. POPIS TABLICA

Tablica 1. Preporučene doze selena u hrani domaćih životinja	10
Tablica 2. Sastojci i kemijski sastav eksperimentalne hranidbe	14
Tablica 3. Proizvodnja mlijeka krava koje su konzumirale natrijev selenit (anorganski selen) i kvasac selena (organski selen) kroz 124 eksperimentalna dana (Oltramari i sur, 2014.)	16

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Sveučilišni diplomski studij, smjer Hranidba domaćih životinja

Diplomski rad**Važnost selena kao mikronutrijenta u održivoj govedarskoj proizvodnji****Ružica Babić****Sažetak:**

Cilj ovog diplomskog rada je pobliže pojasniti što je to selen, što on predstavlja u hranidbi i organizmu goveda, te istražiti učinke suplementacije selena. U ovom radu navedeni su izvori selena u hranidbi mliječnih krava, prikazani su primjeri istraživanja nastajanja kliničkog i subkliničkog mastitisa, učinci suplementacije na mlijeko i kolostrum, sadržaj selena u krvi, učinak selena na kvalitetu mesa i mlijeka i sl. Također su pojašnjeni načini trovanja selenom kada se selen u hranu dodaje u suvišku, kao i prevencija istog. Uloga selena u organizmu goveda je višestruka, te pozitivno djeluje na proizvodne parametre, te zdravlje i reprodukciju krava.

Rad je izrađen pri: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**Mentor:** prof. dr. sc. Pero Mijić**Broj stranica:** 39**Broj slika:** 5**Broj tablica:** 3**Broj literaturnih navoda:** 49**Broj priloga:** 0**Jezik izvornika:** Hrvatski**Ključne riječi:** selen, goveda, mliječne krave, hranidba**Datum obrane:****Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. izv. prof. dr. sc. Mislav Đidara, predsjednik
2. prof. dr. sc. Pero Mijić, mentor
3. izv. prof. dr. sc. Drago Bešlo, član

Rad je pohranjen u: Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti, Sveučilišta u Osijeku, Vladimira Preloga 1

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
University Graduate Studies, Feedeng farm animals

Graduate thesis**The importance of selenium as a micronutirent in sustainabile cattle production****Ružica Babić****Abstract:**

Point of this final work is closely explain in more details what selenium is, what it represents in the nutrition and organism of cattle, and to investigate the effects of selenium supplementation. In this work are listed the sources of selenium in the diet of dairy cows, investigated the development of clinical and subclinical mastitis, the effects of supplementation on milk and colostrum, selenium content in the blood, the effect of selenium on meat and milk quality, etc. The methods of selenium poisoning when added to food more than necessary and its prevention are also explained. The role of selenium in organism of cattle is multiple, and has a positive effect on the health and reproduction.

Thesis performed at: Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek**Mentor:** Prof. dr. sc. Pero Mijić**Number of pages:** 39**Number of figures:** 5**Number of tables:** 3**Number of references:** 49**Number of appendices:** 0**Original in:** Croatian**Key words:** selenium, cattle, dairy cows, nutrition**Thesis defended on date:****Reviewers:**

1. izv. prof. dr. sc. Mislav Đidara, president
2. prof. dr. sc. Pero Mijić, mentor
3. izv. prof. dr. sc. Drago Bešlo, member

Thesis deposited at: Library, Faculty of Agrobiotechnical Sciences, University of Osijek, Vladimira Preloga 1