

# Utjecaj hranidbenog menadžmenta na kvalitetu mesa goveda

---

Ćurković, Petar

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:176733>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-26**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



# **UTJECAJ HRANIDBENOG MENADŽMENTA NA KVALITETU MESA GOVEDA**

DIPLOMSKI RAD

Petar Ćurković

Zagreb, rujan, 2019.



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Hranidba životinja i hrana

# **UTJECAJ HRANIDBENOG MENADŽMENTA NA KVALITETU MESA GOVEDA**

DIPLOMSKI RAD

Petar Ćurković

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Goran Kiš

Zagreb, rujan, 2019.



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



## **IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Petar Ćurković**, JMBAG 0178098312, rođen 19.04.1994. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

### **UTJECAJ HRANIDBENOG MENADŽMENTA NA KVALITETU MESA GOVEDA**

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Potpis studenta*



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



## IZVJEŠĆE

### O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta **Petra Ćurkovića**, JMBAG 0178098312, naslova

#### UTJECAJ HRANIDBENOG MENADŽMENTA NA KVALITETU MESA GOVEDA

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

Povjerenstvo:

potpisi:

1. izv. prof. dr. sc. Goran Kiš mentor

\_\_\_\_\_

2. doc. dr. sc. Kristina Kljak član

\_\_\_\_\_

3. izv. prof. dr. sc. Ivica Kos član

\_\_\_\_\_



## Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Odlike govedine.....	2
3. Vrste tova goveda.....	4
4. Kvalitativna svojstva govedine.....	7
4.1. Boja i okus mesa.....	8
4.2. Mekoća, sočnost i mramoriranost mesa.....	9
4.3. Kapacitet vezanja vode.....	14
4.4. Kiselost (pH) mesa, sadržaj glukoze i glikolitički potencijal.....	14
4.5. Kvaliteta i sastav masti.....	15
4.6. Manipuliranje količinom masti u trupu hranjenjem.....	17
4.7. Antioksidativni status mesa.....	18
5. Konjugirana linolna kiselina (CLA).....	19
6. Minerali u hranidbi goveda.....	23
6.1. Magnezij.....	24
6.2. Kalcij i kalij.....	24
7. Vitamini u hranidbi goveda.....	25
7.1. Vitamin E.....	25
7.2. Vitamin D.....	26
8. Nutrigenomika.....	27
9. Zaključak.....	29
10. Popis literature.....	30

# Sažetak

Diplomskog rada studenta **Petra Ćurkovića**, naslova

## UTJECAJ HRANIDBENOG MENADŽMENTA NA KVALITETU MESA GOVEDA

Iako pasmina značajno doprinosi genetskoj varijaciji u kvaliteti govedine, hranidba je jedan od najvažnijih negenetskih čimbenika. Hranidba značajno utječe na brzinu rasta goveda, sastav trupa te kvalitetu mesa i masti. Hranidba utječe na promjenu sastava govede masti (omjer n-3/n-6 masnih kiselina), a konzumiranjem ribljeg ulja i ribljeg brašna raste udio n-3 masnih kiselina. Moguće je manipulirati i udjelom masnog tkiva, a također i udjelom polinezasićenih masnih kiselina i zasićenih masnih kiselina u masnom tkivu. U zadnje vrijeme manipulacija sadržaja konjugirane linolne kiseline mesa goveda hranjenih na pašnjaku dobiva veliku pozornost, prvo zbog antikancerogenog svojstva CLA, i drugo, jer su masti preživača hranjenih na pašnjacima bogate sadržajem CLA. Hranidbom se manipulira i kvalitetom govedine, utječe na njena kvalitativna svojstva: mramoriranost, mekoću, kapacitet vezanja vode, okus, miris, pH, izgled i boju. U novije vrijeme sve više se istražuje utjecaj nutrigenomike na kvalitetu govedine. Nutrigenomika predstavlja snažnu veza između genetske osnove životinje i hranjivih tvar kao najvažnijeg okolišnog čimbenika. Tehnologija, kao što je nutrigenomika, koja točno analizira utjecaj nutritivnih sastojaka na ekspresiju gena, može biti ključna za poboljšanje kvalitete govedine. Upravljanje kvalitetom govedine putem hranidbe će ostati aktualna sve dok je praktična, ekonomična i dok ne narušava unutrašnja i vanjska svojstva kvalitete govedine ili bilo koji drugi aspekt povezan za ekološkom prihvatljivošću ili etikom proizvodnje mesa goveda.

**Ključne riječi:** hranidba, govedina, kvalitativna svojstva, nutrigenomika , konjugirana linolna kiselina



## Summary

Of the master's thesis – student **Petar Ćurković**, entitled

### **THE IMPACT OF NUTRITIONAL MANAGEMENT ON BEEF QUALITY**

Although the breed contributes significantly to the genetic variation in the quality of beef, nutrition is one of the most important non-genetic factors. Nutrition significantly affects the rate of cattle growth, carcass composition and quality of meat and fats. Nutrition affects the change in the composition of beef fats (n-3/n-6 fatty acids ratio), and with consumption of fish oil and fish meal increases the proportion of n-3 fatty acids. It is possible to manipulate the proportion of fatty tissue and also the proportion of polyunsaturated fatty acids and saturated fatty acids in fatty tissue. Lately, manipulation receive gets great attention, first due to the anticancer properties of CLA, and second because fats of ruminants fed on pastures are rich in CLA content. Beef quality is manipulated by nutrition which affects its qualitative properties: marbling, tenderness, water binding capacity, taste, smell, pH, look and color. More recently, the effect of nutrigenomics on the quality of beef is being investigated. Nutrigenomics represents a strong relationship between the genetic base of the animal and the nutrient as the most important environmental factor. Technology, such as nutrigenomics, which accurately analyzes the influence of nutritional components on the expression of genes, can be essential for improving the quality of beef. Manipulation of beef quality through feeding will only remain viable as long as it is practical, economical and does not detract from the intrinsic and extrinsic attributes of beef quality, or any other aspect relating to environmentally acceptable or ethical beef production.

**Keywords:** nutrition, beef, qualitative properties, nutrigenomics, conjugated linoleic acid

## 1. Uvod

Iako pasmina značajno doprinosi genetskoj varijaciji u kvaliteti govedine, hranidba je jedan od najvažnijih negenetskih čimbenika. Hranidbeni menadžment je alat koji se najčešće koristi za kontrolu kvalitete u proizvodnji mesa. Hranidbom se utječe na poboljšanje i kontrolu performansi životinja i njihovog mesa, nutritivnu vrijednost mesa i utječe na zadovoljstvo konzumacije govedine. Hranidba (slika 1.1.) značajno utječe na brzinu rasta, a time i na sastav trupa, te kvalitetu mesa i masti. Kvaliteta mesa jedan je od važnijih prodajnih čimbenika jer što je kvaliteta bolja meso je privlačnije potencijalnom kupcu. Kvalitativna svojstva mesa koja su uvelike povezana s hranidbom u velikoj mjeri utječe na njih: mekoća, izgled, okus, boja, kapacitet vezanja vode, pH, miris, mramoriranost. Navedena svojstva su veoma važna jer utječu na zadovoljstvo kupca. Industrija proizvodnje govedine ima za cilj proizvesti meso visoke kvalitete koje će kupcu biti ukusno te koje će on ponovno kupiti. Proizvodnja govedine u vidu sustava hranidbe i organizacije je varijabilan proces koji uključuje različite pasmine goveda, raznovrsne obroke (odnos voluminoze i koncentrata) te raznoliku organizaciju samog tova (stajski sustav, tov na otvorenom, ...).



Slika 1.1. Hranidba goveda na farmi

Izvor:

[https://www.google.com/search?q=cattle+eating&hl=hr&tbm=isch&source=Int&tbs=isz:l&sa=X&ved=0ahUKEwj3s\\_SGzbnkAhWJsaQKHfbLA74QpwUIIQ&biw=1536&bih=754&dpr=1.25#imgrc=UWD3Y9Z2SEs5PM:](https://www.google.com/search?q=cattle+eating&hl=hr&tbm=isch&source=Int&tbs=isz:l&sa=X&ved=0ahUKEwj3s_SGzbnkAhWJsaQKHfbLA74QpwUIIQ&biw=1536&bih=754&dpr=1.25#imgrc=UWD3Y9Z2SEs5PM:) - pristup: 05.09.2019.

Cilj rada je prikazati i kritički analizirati podatke o kvaliteti govedine pri primjeni različitih hranidbenih menadžmenta.

## 2. Odlike govedine

Prema Ahmadu i sur. (2014.), govedina drži jednu od važnijih pozicija u prehrani ljudi. Smatra se da ima visoku nutritivnu vrijednost (tablica 2.1.) jer njezin protein je dostupan 70% za ljudski organizam, te time predstavlja bitnu hranu tijekom planiranja dnevnog obroka. Dobar je izvor željeza i poboljšava apsorpciju hranjivih tvari iz drugih namirnica. Odličan je izvor vitamina B kompleksa, uključujući vitamin B12 (2 mg/100 g mesa), kojeg nema u biljkama.

Tablica 2.1. Nutritivna vrijednost govedine (u 100 g)

<b>HRANJIVA TVAR</b>	<b>GOVEDINA</b>
<b>Protein (g)</b>	21,0
<b>Mast (g)</b>	4,5
<b>Zasićene masti (g)</b>	1,9
<b>Energija (kcal/kJ)</b>	123,0 / 514,6
<b>Vitamin B12 (mg)</b>	1,9
<b>Na (mg)</b>	59,0
<b>Zn (mg)</b>	1,7
<b>P (mg)</b>	167,0
<b>Fe (mg)</b>	1,3

Izvor: Ahmad i sur. (2014.)

Prema Ahmadu i sur. (2014.), meso predstavlja najbolji izvor proteina visoke biološke vrijednosti. Neka istraživanja su pokazala kako starenjem životinje raste udio slijedećih aminokiselina: valin, izoleucin, fenilalanin, arginin i metionin. Također, obrada mesa soljenjem ili dimljenjem utječe na koncentraciju vrijednosti aminokiselina u mesu. Tablica 2.2. prikazuje udio esencijalnih i neesencijalnih aminokiselina u govedini, svinjetini i janjetini.

Tablica 2. 2. Aminokiselinski sastav govedine, svinjetine i janjetine (u 100 g)

<b>AMINOKISELINE</b>	<b>GOVEDINA</b>	<b>SVINJETINA</b>	<b>JANJETINA</b>
<b>Esencijalne aminokiseline</b>			
<b>Lizin</b>	8,2	7,9	7,5
<b>Leucin</b>	8,5	7,6	7,2
<b>Izoleucin</b>	5,0	4,8	4,7
<b>Cistin</b>	1,5	1,2	1,5
<b>Treonin</b>	4,2	5,2	4,8
<b>Metionin</b>	2,2	2,6	2,4
<b>Triptofan</b>	1,3	1,5	1,2
<b>Fenilalanin</b>	4,1	4,3	3,8
<b>Arginin</b>	6,4	6,6	6,8
<b>Histidin</b>	2,8	3,1	2,9
<b>Valin</b>	5,6	5,2	5,1
<b>Neesencijalne aminokiseline</b>			
<b>Prolin</b>	5,2	4,4	4,7
<b>Glutaminska kiselina</b>	14,3	14,6	14,5
<b>Aspartanska kiselina</b>	8,9	8,8	8,6
<b>Glicin</b>	7,2	6,0	6,8
<b>Tirozin</b>	3,3	3,1	3,3
<b>Serin</b>	3,9	4,1	3,8
<b>Alanin</b>	6,3	6,4	6,2

Izvor: Ahmad i sur. (2014.)

Iz tablice 2.2. može se vidjeti kako govedina ima viši udio valina, lizina, izoleucina i leucina u odnosu na svinjetinu i janjetinu. Ali zato ima manje histidina, metionina i treonina od janjetine i svinjetine.

Proizvodnja govedine spada u stočarsku proizvodnju koju prati velika različitost, kao što su različiti sustavi uzgoja, različite završne (klaoničke) tjelesne mase goveda ili različite želje i zahtjevi kupaca. Također treba napomenuti i izbor spola, koji je u pravilu na muškoj strani, odnosno najčešći je izbor muške teladi za tov. Razlozi su mnogobrojni, a ogledaju su u ograničenosti nekoga drugoga iskorištenja muških jedinki, boljoj konverziji konzumirane krme, boljim rezultatima u prirastu te većim završnim tjelesnim masama (Kuterovac, 2006.).

Rast životinja može biti determiniran kroz energetska i proteinska sastava obroka, što utječe na promjenu sastava mesa (kosti, sadržaj mišića i masti). Dobro je poznato kako se intenzivniji rast postiže intenzivnijom hranidbom. Goveda simentalske pasmine hranjena koncentratom imaju znatno veći intenzitet rasta, dnevni prirast, završnu tjelesnu masu i iskorištavanje hrane od onih goveda koja se drže na otvorenom i jedini izvor hranjiva im je pašnjak. Bolja svojstva se povezuju sa boljom konformacijom trupa i većim sadržajem masti u trupu (Lawrie 1998.).

### 3. Vrsta tova goveda

Za uspješan tov goveda potrebna je odgovarajuća i kvalitetna hrana, organizacija i odgovarajući objekti za tov. Tovom se povećava završna tjelesna masa i kvaliteta govedine. U tovu se mogu koristiti sve kategorije goveda: telad, junad i odrasla grla. Kod teladi je naglasak na rastu mišićnog tkiva, kod junadi na rast mišićnog i masnog tkiva, te kod goveda na rast masnog tkiva (Ferizbegović i sur., 2009.).

Kako navode Ferizbegović i sur. (2009.) u tovu goveda možemo razlikovati:

- Intenzivan tov teladi mlijekom

Telad se hrani mlijekom *ad libitum* do tjelesne mase 100-110 kg. Takav tov traje 60 dana i za jedan kilogram prirasta potrebno je utrošiti 10 litara mlijeka.

- Tov teladi od 140-160 kg

Traje između 3 i 4 mjeseca uz dnevne priraste od 1200-1300 g/dan. Koristi se manja količina mlijeka, dok se koncentrat daje po volji uz male količine sijena.

- Produženi tov teladi

Ova vrsta tova je najekonomičnija, traje od 5-5,5 mjeseci do tjelesne mase 200-220 kg uz dnevne priraste 1200-1400 g/dan. Do odbića se daje manje mlijeka, koncentrat i malo sijena. Nakon odbića hranidba je intenzivna, koncentrat se daje po volji i dodaje se 0,1-1 kg sijena po grlu.

- Tov junadi od 400-450 kg („baby beef“) (slika 3.1)

Intenzivan tov koncentratom, traje 12 mjeseci, a intenzitet prirasta ovisi o vrsti obroka u tovu.

- Tov junadi od 450-550 kg

Koristi se kada je potražnja na masnijoj i težoj junadi. Prirasti su od 700-800 g/dan, a prelaskom na djelomično koncentratne obroke raste do 1000-1200 g /dan.

- Tov junadi na paši

Specifična vrsta tova grla starijih od 12 mjeseci. Provodi se u razdoblju od svibnja do listopada i traje od 3-5 mjeseci. Prirasti su od 1000-1200 g/dan, a uz pašu junad se prihranjuje koncentratom u količini od 1-2 kilograma.



Slika 3.1. „Baby beef

Izvor: <https://cdn.awsli.com.br/600x450/558/558482/produto/32214815/8948699543.jpg>– pristup: 26.09.2019.

- Tov odraslih goveda

Tov odraslih goveda primjenjuje se kod grla izlučenih iz rasploda radi popravljivanja kondicije i bolje prodaje. Prirast čini isključivo mast pa tov ne bi trebao trajati duže od 3-3,5 mjeseca. Za to vrijeme goveda dobiju oko 100 kg mase, a tov se provodi jeftinim krmivima (zelena masa, silaža, sijeno, svježi ili silirani repini rezanci, itd.) uz eventualno prihranjivanje manjom količinom žitarica.

Kako navodi Domaćinović (2006.), simentalska pasmina (slika 3.2.) je najbolja kombinirana pasmina goveda za naša područja, s dobrom proizvodnjom i mlijeka i mesa. Značajka tjelesne građe snažna je konstitucija, dobro razvijeni okvir i neprilagođeno vime za strojnu mužnju. Ima izuzetno kvalitetno i mramorirano meso. Dnevni prirasti dosta su dobri (u fazi intenzivnoga rasta oko 1300 g), a udio čistoga mesa u polovicama kreće se od 62 do 65%. Također je utvrđeno i kasnije zamašćivanje trupa tovne junadi. Pasminska odlika simentalca je boja dlake, od svijetložute do crvene, s velikim bijelim površinama, te bijele glave i repa. S obzirom na svoje anatomske i fiziološke značajke, simentalac je osobito prikladan za manje farme kombiniranoga smjera proizvodnje. Tjelesna masa krava je od 600 do 750 kg, visina grebena od 136 do 140 cm. Poželjno razdoblje prvoga pripusta je sa 16 mjeseci, odnosno termin teljenja sa starošću od 25 mjeseci. Telad pri porodu ima tjelesnu masu oko 45 kg. Proizvodni genetski kapacitet godišnje po kravi iznosi oko 5000 kg mlijeka, s 4,0 % mliječne masti i 3,7 % proteina.



Slika 3.2. Govedo simentalske pasmine

Izvor: <https://www.pinterest.com.au/pin/382665299575629557/> - pristup: 07.09.2019.

## 4. Kvalitativna svojstva govedine

Hranidbeni menadžment povezan je u velikoj mjeri s kvalitativnim svojstvima mesa, pod kojim spadaju:

- Senzorna svojstva (izgled, okus, boja, mekoća, sočnost)

Kupac na temelju izgleda odlučuje o kupnji mesa, provjerava boju (slika 4.1.), zadržavanje tekućine (Civille i Liski, 1975.). Faktor koji kupac najviše provjerava je mekoća mesa (teško zadovoljiti potrebe kupca u ovom kontekstu), a također i sočnost igra veliku ulogu prilikom odabira.



Slika 4.1. Komercijalni odrezak govedine

Izvor: <https://applestonemeat.com/shop/flat-iron-steak-2/> - pristup: 05.09.2019.

- Nutritivna svojstva (sadržaj masti i njen sastav, minerali i vitamini)

Hranidba utječe na omjer n-3 / n-6 masnih kiselina, polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina. Viši udio masti u govedini poboljšava senzorna svojstva mekoće i sočnosti. Kada se promatra mast govedine, veći je naglasak na proizvodnju nemasne govedine. Prema Woodu (1990.) nizak udio masti u govedini smanjuje njen okus.

- Preradbena svojstva (vezanje vode, pH, antioksidativni status)

Mioglobin i njegova količina ovise o antioksidativnom statusu mesa (djeluje na boju). Mioglobin je u mišiću u anaerobnim uvjetima pa je tamnoljubičaste boje, dok je na površini oksidiran i ima svjetlo crvenu boju.

- Cijena.



Prema Civilleu i Liski (1975.) neki senzorni pojmovi koji se obično koriste za senzornu procjenu teksture uključuju sljedeće:

- tvrdoća: sila potrebna za kompresiju hrane između kutnjaka
- ljepljivost: sile potrebne za uklanjanje hrane s nepca koristeći jezik
- viskoznost: stopa protoka tekućine pod snagom (gravitacija)
- kohezivnost: sila potrebna za deformaciju hrane između kutnjaka
- elastičnost: vrijeme potrebno da se uzorak oporavi od kompresije između kutnjaka ili između jezika i nepca
- svojstvo žvakanja: masticiranje brzinom od jednog žvakanja/sekundi potrebno da se uzorak smanji u stanje pogodno za gutanje.
- gumenost: količina manipulacije potrebne za korištenje jezika da uzrokuje dezintegraciju
- lomljivost: krhkost

Prema Raesu i sur. (2003.) varijacija u kvaliteti govedine je velika zbog mnogobrojnih faktora koji na nju utječu. Neki od tih faktora su; razlike u genetskoj strukturi, spolu, dobi, upravljanju cjelokupnim stadom, te hranidbi. U Belgiji, goveda su uglavnom belgijske plave pasmine, tovljena u zatvorenome prostoru s mnogobrojnim obrocima. Međutim, na razini prodaje, dostupno je i uvezeno meso iz ekstenzivnih sustava i označeno je u skladu s tim. Često, deklaracije istaknute na takvome mesu navode specifična senzorna svojstva i zdravstvene prednosti, odnosno, stvaraju pozitivnu javnu sliku zbog njihovog prirodnijeg karaktera. Govedina iz određenog proizvodnog sustava predstavlja kombinaciju utjecaja pasmine, genotipa, spola, dobi, hranidbe i upravljanja, te ti efekti mogu biti u međusobnoj interakciji na više točaka. Kao posljedica toga, usporedba maloprodajnih mesnih uzoraka ne dopušta nam da pripišemo razlike u kvaliteti mesa jednom određenom faktoru. Međutim, s stajališta potrošača, samo su ukupne razlike u kvaliteti mesa od interesa kupca. Odluka potrošača o kupnji govedine vođena je njegovom percepcijom o zdravstvenim prednostima konzumacije i raznolikim osjetilnim karakteristikama, uključujući boju, osjetljivost, sočnost, aromu i okus (Verbeke i Viaene, 1999.). Stoga je vrijedno razmotriti razlike u kvaliteti mesa na razini potrošača, s obzirom na senzorne karakteristike i zdravstvene aspekte.

#### **4.1. Boja i okus mesa**

Iako su efekti intenzivne hranidbe na senzorna svojstva mesa varijabilni, težnja je doprinos većoj ocjeni okusa mesa. Prema istraživanju kojeg su proveli Luchak i sur. (2003.), dokazano je kako vanjski sloj masti nema utjecaj na bolji okus govedine. Iako je popularna pretpostavka da stupanj mramoriranosti mesa pozitivno utječe na senzornu kvalitetu, rezultati su također varijabilni, što se pripisuje dužem periodu hranjenja koji doprinosi većoj žilavosti mesa koja može osjetljivo porasti.

Prema Lawrieju (2006.), hranidba utječe i na boju mesa; uočena je tamnija boja mesa goveda hranjenih na pašnjacima od onih hranjenih u intenzivnom načinu držanja. S druge strane, French (2000.) navodi kako nema razlike u boji mesa između goveda hranjenih koncentratom i onih hranjenih na pašnjaku. Ovi oprečni rezultati su rezultati činjenice što boja mesa više ovisi o anaerobnoj glikolizi nakon klanja i konverzije mišića u meso. To uključuje konverziju glukoze rezerve u mišiću do mliječne kiseline, koja brzo akumulira zbog toga što krvožilni sustav životinje više nije u funkciji. Kako navodi Lawrie (2006.), acidifikacija (zakiseljavanje) mesa raste te samim time pH pada ispod izoelektrične točke ( $\text{pH} \cong 6$ ) gdje molekule miofibrilarnog proteina nemaju električni naboj, što utječe na enzime mišića, propusnost stanične membrane, smanjuje kapacitet vezanja vode i normalni razvoj boje mesa. Stopa do koje vrijednosti pada pH mišića je od krajnje važnosti kod normalnog razvoja boje mesa.

Hranidba utječe na glikolitički potencijal mišića i posljedično na normalnu konverziju mišića u meso i na crvenu boju mesa. Kod stresiranih, pothranjenih ili goveda na redukcijskom obroku dolazi do trošenja mišićnih glikogenskih rezerva, te ne dolazi do pada pH mišića, ali dolazi do tamnog, čvrstog i suhog mesa (TČS; od engl. DFD = dark, firm and dry meat). Udio glikogena u *dugom leđnom mišiću* je isto manji kod goveda hranjenih na pašnjaku od onih hranjenih koncentratom ( $63 \mu\text{mol/g} < 70 \mu\text{mol/g}$ ). TČS meso ima veću vjerojatnost kvarenja te nije prvi odabir potencijalnog potrošača (Viljoen i sur. 2002.).

Za usporedbu, goveda podložnija stresu doprinose većoj vjerojatnosti blijedom, mekanom mesu. Kako navode Lawrence i Fowler (2002.), navedeno nije učestalo, ali kod nekih pasmina rezultira visokom razinom katekolamina koji potiču brzu potrošnju mišićnih energetskih rezervi, nakupljanje mliječne kiseline, brzi pad pH i brzi razvoj rigor mortisa (mrtvačke ukočenost). Meso postaje blijedo i senzorna svojstva su često nepoželjna.

## 4.2. Mekoća, sočnost i mramoriranost mesa

Veći udio proteina u obroku goveda dovodi do smanjenja sočnosti govedine. Sočnost definiraju udio masti i vode u mesu. Govedina se povremeno kritizira zbog nedostatka sočnosti, a to se pripisuje niskim razinama intramuskularne masnoće. Inter-fascikularno ili intramuskularno masno tkivo je jedinstveno skladište masti; zadnje masno tkivo koje treba biti deponirano, a prvo koje će koristiti životinja kao izvor energije. Mramoriranost značajno utječe na okus mesa (Thompson, 2004.), a minimalni iznos 2,0 – 2,5% je potrebno za poželjnu kvalitetu prehrane. Ljudska percepcija mekoće i tvrdoće je međusobno povezana, a meko meso može se smatrati tvrđim u usporedbi s sličnim uzorkom manje mekoće.

Nekoliko istraživanja koje su proveli Berry (1993.) i Killinger (2004.) pokazala su da se tvrdoća govedine povećava kada je prisutna bolja mramoriranost mesa. Krutost vezivnog tkiva oslabljena je povećanim stupnjem mramoriranosti koji rezultiraju mekšim mesom. Istraživanje

koje su proveli Nishimura i sur. (1999.) potvrđuje ovu teoriju jer je razvoj intramuskularne masti u leđnom mišiću narušio strukturu vezivnog tkiva, što dovodi do mekše govedine i govedine veće mramoriranosti (Wagyu pasmina).

Intramuskularni sadržaj masti (obično se procjenjuje u leđnom mišiću) često se subjektivno ocjenjuje vizualnim pregledom poprečnog presjeka mišića (tj. rezultat mramoriranosti), a u nekim je ispitivanjima provedena objektivno, izmjerena i određena kemijskom analizom (tj. postotkom lipida u intramuskularnoj masti). Oba načina mjerenja ukazuju na to da je sadržaj intramuskularne masti (Marshall (1999.) i Bertrand (2001.)) visoko nasljedan. Miofibrilarna fragmentacija je fizički indeks mekoće, gdje je aktivnost kalpastatina biokemijski indeks; koji je uključen u enzimskoj razgradnji miofibrilarnog proteina tijekom skladištenja nakon klanja (starenje). Taj objektivni pokazatelj mekoće je specifičniji od subjektivne procjene mekoće govedine (Marshall, 1999.).

Debljina masnoća i prinos trupa čini se da su više usko povezani sa stvarnim intramuskularnim postotkom masti nego sa subjektivnim rezultatom mramoriranosti. Općenito je prihvaćeno da uporaba genetski povezanih osobina može poboljšati stope genetskog odgovora kod goveda putem smanjenih proizvodnih intervala, povećane razlike u odabiru i povećane točnosti odabira (Bourdon, 2000). Neka od istraživanja su pokazala da aktivnost kalpastatina izmjerena 24 sata nakon klanja životinja pozitivno povezana s otporom presijecanja mišića i fizičkom objektivnošću mjerenja mekoće mesa.

Nekoliko istraživanja (Shackelford i sur. 1991., Shackelford i sur. 1994.) je pokazalo da postoji i pojedinačna varijacija u mekoći mesa. Svojstva kvalitete trupa su genetski uvjetovana i vrlo su nasljedna (Bertrand i sur. 2001). Dizajn odgovarajućih uzgojnih programa za poboljšanje mekoće govedine treba genetske informacije, kao što su nasljednost, fenotipske i genetske korelacije između svojstava (tablica 4.2.1). Nasljednost mjeri udio varijacija u svojstvu zbog aditivnog genetskog učinka gena.

Tablica 4.2.1. Nasljednost (h<sup>2</sup>) svojstava goveđeg trupa

Svojstvo	Nasljednost	Raspon
Prinos trupa	0,47	0,26-0,76
Rezultat mramoriranosti	0,38	0,19-0,79
Intramuskularna mast	0,26	0,26-0,93
Otpor presijecanju	0,30	0,02-0,53
Aktivnost kalpastatina		0,15-0,65
Konačni ph	0,26	0,10-0,19
Gubitak vode	0,24	
Mekoća	0,22	0,03-0,50
Intenzitet okusa	0,10	0,00-0,43
Sočnost	0,14	0,00-0,26

Izvor: Marshall i sur. (1999.)

Genetske korelacije su važne za razmatranje u izboru višestrukih karakteristika i u dizajnu uzgojnih sustava, jer odabir za jednu vrstu može prouzročiti odgovor u drugoj vrsti (Marshall, 1999.). Genetski antagonisti imaju tendenciju da usporavaju stopu poboljšanja ili čak mogu uzrokovati neželjene promjene u nekim karakteristikama. Genetske korelacije rezultata mramoriranosti i debljine sloja masti te prinosa trupa predstavljaju važan kriterij koji utječe na cijenu goveđih trupova. Tradicionalno, pretpostavlja se da je da su rezultati visoke mramoriranosti genetski povezani s povećanim udjelom vanjske masnoće i smanjenim prinosom trupa, i unutar pasmine i između pasmina, te prosječne genetske korelacije koje su predstavili Marshall (1999.) i Bertrand (2001.), čini se da potvrđuju ovu izjavu (Tablica 4.2.2). Uporaba subjektivnog rezultata mramoriranosti kao indikatora intramuskularne masnoće je potvrđena od strane visoke (0,65 do 0,96) genetske korelacije (Tablica 4.2.2).

Otpor presijecanju je uobičajeno korišten kao direktna mjera za mekoću mesa, i genetske korelacije su rasle do 0,30 između aktivnosti kalpastatina 24 sata nakon klanja i otpora presijecanja (Marshall (1999.)). Visoke genetske korelacije, i umjerena fenotipska korelacija zabilježena je između aktivnosti kalpastatina (fenotip) i polimorfne regije gena kalpastatina (genotip). Utjecaji selekcije na povećan udio intramuskularne masti i poboljšane vrijednosti otpora presijecanja na kvalitetu tehnologije mesa mogu varirati od blago antagonističkih do umjereno povoljnih (Marshall 1999.). Mekoća, intenzitet okusa i sočnost su najčešće karakteristike promatrane kod govedine, visoka je genetska korelacija između njih (Tablica 4.2.2). Genetske korelacije intramuskularne masti i mekoće variraju od malo negativne pa do umjereno pozitivne. Vrijednosti otpora presijecanja imaju visoku genetsku povezanost sa

senzornim svojstvima mesa, i predstavljaju najbolji indikator genetskog potencijala senzorne kvalitete između svih svojstava mesa. Rezultati mramoriranosti (-0,9 do -0,11) ukazuju na poboljšanu mekoću koja je pozitivno povezana sa masnoćom trupa, i ima indirektan utjecaj na poboljšanje mekoće mesa kroz sadržaj intramuskularne masti.

Debljina masti i prinos trupa su bolje korelirani s stvarnim postotkom intramuskularne masti nego s subjektivnim rezultatom mramoriranosti. Općenito je prihvaćeno da uporaba genetskih korelacija između svojstava može poboljšati stope genetskog odgovora kod goveda putem smanjenih proizvodnih intervala, povećati diferencijalne razlike i povećati učinkovitost selekcije (Bourdon, 2000). Neka od ovih istraživanja su pokazala da je aktivnost kalpastatina izmjerena 24 sata nakon klanja goveda Brahman pasmine, pozitivno povezana s otporom presijecanja mišića, fizičkom objektivnom mjerom mekoće govedine. Shackelford i sur. (1994.) su izvijestili da je aktivnost kalpastatina bila vrlo nasljedna (0,65), a to je potvrdila i revizija literature (Bertrand i sur., 2001.), u kojoj je prikazana prosječna nasljednost aktivnosti kalpastatina vrijednosti 0,54. Otpor presijecanju je mnogo korišten kao izravna mjera za mekoću mesa, te su genetsku korelaciju do 0,30, između aktivnosti kalpastatina i otpora presijecanja zabilježila mnoga istraživanja (Shackelford i sur. 1994; Marshall 1999.).

Visoke genetske korelacije i umjerene fenotipske korelacije između aktivnosti kalpastatina i vrijednosti otpora presijecanja ukazuju da se svojstva mekoće mesa mogu koristiti za uspostavljanje veze između aktivnosti kalpastatina (fenotip) i polimorfne regije unutar gena kalpastatina (genotip). Učinci selekcije za povećani sadržaj masti ili poboljšani rezultat otpora presijecanja na kvalitetu tehnologije mesa mogu varirati od blago negativnih do umjereno pozitivnih (Marshall, 1999). Mekoća, intenzitet okusa i sočnost su najčešće proučavana senzorna svojstva govedine, te između njih postoji visoka genetska korelacija (tablica 4.2.2). Genetske korelacije intramuskularne masti i mekoće su se kretale od malo negativnih do umjereno ili vrlo pozitivnih. Vrijednosti otpora presijecanja su genetski povezane s senzornom kvalitetom i čini se da su najbolji pokazatelj genetskog potencijala za senzornu kvalitetu od svih svojstava govedine. Selekcija na rezultat mramoriranosti može pružiti poboljšanje mekoće mesa ( $r_g = -0,90$  do  $-0,11$ ), te je mramoriranost pozitivno povezana sa masnoćom trupa (Tablica 4.2.2). Postoji i neizravno poboljšanje mekoće mesa kroz selekciju na intramuskularni sadržaj lipida (Marshall, 1999.).

Tablica 4.2.2. Genetske korelacije između trupova, tehnološka kvaliteta i lista senzornih svojstava

<b>SVOJSTVA TRUPA</b>	<b>PROCJENE ISTRAŽIVANJA (prosjek)</b>	<b>NEDAVNE PROCJENE (raspon)</b>
<b>Rezultat mramoriranosti / prinos trupa</b>	-0,25	-0,06 do 0,12
<b>Rezultat mramoriranosti / debljina masti</b>	0,35	-0,12 do 0,44
<b>Rezultat mramoriranosti / težina trupova</b>	0,25	-0,05 do 0,36
<b>TEHNOLOŠKA SVOJSTVA TRUPA</b>		
<b>Intramuskularna mast / rezultat mramoriranosti</b>	0,81	0,65 do 0,96
<b>Intramuskularna mast / debljina masti</b>	0,26	0,06 do 0,71
<b>Intramuskularna mast / prinos trupa</b>	-0,47	-0,90 do -0,11
<b>Intramuskularna mast / Otpor presijecanju</b>	-0,64	-0,93 do -0,05
<b>Otpor presijecanju / aktivnost kalpastatina</b>	0,63	0,35 do 1
<b>Otpor presijecanju / prinos trupa</b>	-0,19	-0,47 do 0,00
<b>Otpor presijecanju / konačni pH</b>	-0,03	
<b>Otpor presijecanju / gubitak vode</b>	-0,06	
<b>SUBJEKTIVNA SENZORNA SVOJSTVA</b>		
<b>Mekoća / intramuskularna mast</b>	0,30	0,06 do 0,50
<b>Mekoća / prinos trupa</b>	-0,19	-0,48 do 0,03
<b>Mekoća / Otpor presijecanju</b>	-0,86	-1 do -0,64
<b>Mekoća / sočnost</b>	0,79	0,43 do 0,95
<b>Mekoća / intenzitet okusa</b>	0,86	0,63 do 1

Izvor: Marshall i sur. (1999.)

### 4.3. Kapacitet vezanja vode

Kod preradbenih svojstava važno je spomenuti kapacitet vezanja vode (WHC = water-holding capacity). Predstavlja sposobnost mesa da se drži na vlastitoj ili dodanoj vodi kada se primjenjuje sila (toplina, tlak) (Hamm (1960.); Lawrie i Ledward 2006.). Utvrđeno je kako je kapacitet vezanja vode jedan od najvažnijih čimbenika koji utječu na sočnost mesa tijekom mastikacije. Većina vode u mišićima je zadržana od strane kapilarne sile između gustih i tankih filamenata (Offer i Trinick (1983.); Offer i Knight (1988.)). Voda je izgubljena zbog miofibrilarnog skupljanja kojeg uzrokuje pad pH. Kapacitet vezanja vode se može mjeriti metodom filtriranja papira, filtrom za tisak papira, gubitkom kapanja i centrifugiranjem. Internetske mjere uključuju raspršivanje svjetlosti, vodljivost i prijenos svjetlosti dvostruke gustoće (Van Oeckel i sur. 1999.). Kapacitet vezanja određen metodom filtera papir za tisak i gubitak kapanja je korelacijski povezan sa svojstvom sočnosti.

### 4.4. Kiselost (pH) mesa, sadržaj glukoze i glikolitički potencijal

Nakon klanja životinje, mišićno tkivo mesa se prebacuje na anaerobni metabolizam. To rezultira akumulacijom metaboličkih nusproizvoda, posebno mliječne kiseline, što rezultira padom pH od 6,8 do 5,7. Kako se pH približi 5,4, endogene proteinaze (katepsin B i L) postaju aktivne (Spanier i Miller 1993). Ovi enzimi omekšavaju proteine mesa. Praćenje opadanja pH prije klanja može osigurati učinkovitu mjeru krajnje kvalitete mesa. Čvrstoća je negativno povezana s početnim pH i stopom pada pH (Silva i sur., 1999.).

pH se obično utvrđuje u svježim, a ne termički obrađenim uzorcima mesa. Da bi se odredio pH pomoću standardnog pH mjerača (kombinacija staklenih tijela pH elektrode), uređaj treba biti standardiziran na pH 4 i 7 prije uporabe (Pigott i sur. 2000.). Uzorak (10 g) se homogenizira u destiliranoj vodi (100 mL), a zatim se pH određuje stavljanjem vrha elektrode u homogenizator i omogućujući mu se kalibracija. Alternativno, pH se može odrediti izravno probijanjem mesa na dubinu od najmanje 1 cm s kalibriranom sondom (Young i sur. 2004.). Meso se također može probušiti nožem, a zatim se elektroda može umetnuti izravno u njega (O'Neill i sur. 2004.). Kao metoda za predviđanje mekoće, pH je znatno bolji od većine drugih metoda (Van Oeckel i sur. 1999.).

Sadržaj glukoze i glikolitički potencijal (GP) tkiva pokazatelj su mogućeg konačnog pH jer, u anaerobnim uvjetima, glukoze se razgrađuje samo do mliječne kiseline. Sadržaj glukoze može se odrediti standardnim mjeračem glukoze u krvi prema uputama proizvođača. Mjerenje GP-a nakon disekcije može se obaviti dodavanjem uzorka amiloglukozidaze, ATP/NADP/glukoza-6-fosfata, i heksokinaze, a zatim dodavanjem kombinirane smjese u laktat otopinu. GP se izračunava na temelju jednadžbe Millera i sur. (2000.): glikolitički potencijal (GP) = 2 [ glikogen

+ glukoza + glukoza-6-fosfat] + [laktat]. Povećanje koncentracije mliječne kiseline povećava GP vrijednost, kao što i smanjuje pH, što rezultira negativnim odnosima između pH i GP-a.

#### 4.5. Kvaliteta i sastav masti

Senzorna svojstva mesa se najčešće opisuju kroz pojmove okusa, boje, sočnosti, mekoće. Različiti mišići daju različite rezultate kod navedenih svojstava, ali uzorci dugog leđnog mišića se uzimaju se kao referenca tijekom istraživanja mesa. Mekoća je najvjerojatnije najvažniji atribut kvalitete govedine, ali kupci baziraju mišljenje o kvaliteti najčešće na sadržaju masti i njenoj boji (Grunert, 1997.).



Slika 4.5.1. Žuta mast na govedini

Izvor: [https://www.vice.com/en\\_us/article/z484aa/why-old-cows-make-the-greatest-steak-dinner](https://www.vice.com/en_us/article/z484aa/why-old-cows-make-the-greatest-steak-dinner) - pristup: 08.09.2019.

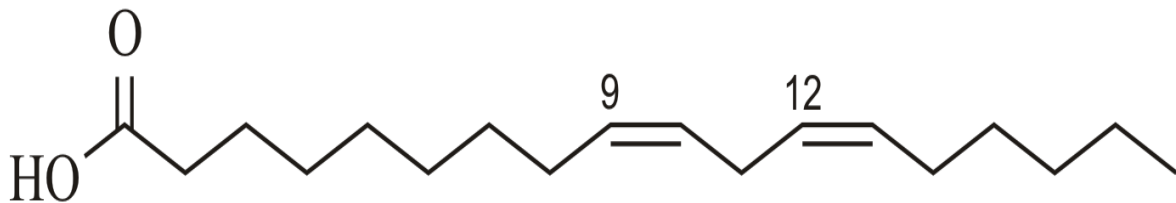
Preferira se govedina s bijelom ili kremastom masti. Kako navodi Webb (2003.), žuta mast (slika 4.5.1.) predstavlja meso životinje koja je bila stara, uginula ili mliječni tip pasmine, što stvara veliki marketinški problem u razmišljanju kupaca. Napomenuto je da ta žuta mast doprinosi tipičnom okusu mesa.

Prema Webbu (2003.), oleinska kiselina je doprinijela boljem okusu, a stearinska i palmitinska lošijem okusu dugog leđnog mišića. Dryden i Marchello (1990.) navode negativnu povezanost

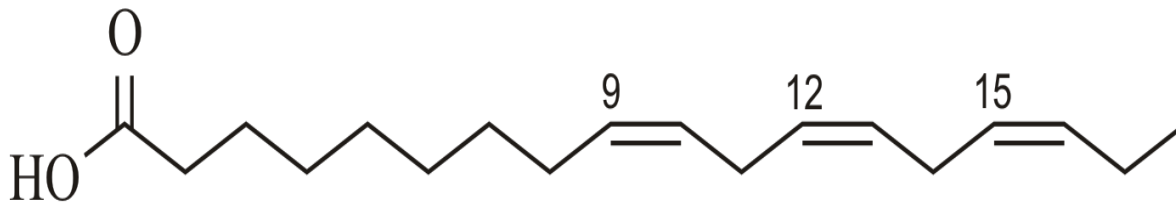


između palmitinske kiseline i poželjnog okusa govedine. Udio oleinske kiseline u subkutanoj masti pozitivno je povezan sa aromom i sočnošću, dok masne kiseline trans-konfiguracije ne doprinose senzornim karakteristikama mesa. Navodi se kako linolenska kiselina poboljšava miris i okus govedine. Očigledno je kako dugolančane masne kiseline mogu utjecati na kvalitetu mesa, te ona može biti manipulirana kroz hranidbu.

Kvaliteta goveđe masti definirana je sastavom masnih kiselina, koji utječe na stupanj zasićenosti masti, rok trajanja i okus. Kemijska i fizička svojstva masti utječu na zadržavanje kvalitete mesa (Kempster i sur. 1982.). Povezanost masnih kiselina i zdravlja potrošača leži u sastavu esencijalnih masnih kiselina, omjeru polinezasićenih/nezasićenih masnih kiselina, n-6 / n-3 omjeru masnih kiselina, o konjugiranoj linolnoj kiselini i o kolesterolu. Najvažnije esencijalne masne kiseline su linolna (C18 : 2 n-6) i linolenska kiselina (C18 : 3 n-3) (slika 4.5.2). Te masne kiseline ne mogu biti sintetizirane u ljudskome tkivu, ali su potrebne za sintezu prostagladina.



linolna kiselina (9,12-oktadekadienska)



linolenska kiselina (9,12,15-oktadekatrienska)

Slika 4.5.2. Kemijska struktura linolne i linolenske kiseline

Izvor: [https://www.periodni.com/gallery/masne\\_kiseline.png](https://www.periodni.com/gallery/masne_kiseline.png) - pristup: 07.09.2019.

Prema Raesu (2003.) uspješna manipulacija esencijalnih masnih kiselina, polinezasićenih masnih kiselina, omjera n-3/n-6 kod govedine potvrđena je u mnogim istraživanjima. Kako navode Boylston i sur. (2012.), omjer n-3 dugolančanih masnih kiselina u mesu je bio povećan (do 1 g/100 g ukupne masti) konzumiranjem ribljeg ulja (0,5 – 2%), ribljeg brašna (slika 4.5.3) (150-200g ST po životinji dnevno) i lanenog ulja (0,5 – 2%) kod hranidbe goveda. Biljna ulja mogu dati dobar izvor linolenske kiseline kao što su ulje uljane repice (7%), kanolino ulje (11%), sojino ulje (7%), ulje pšeničnih klica (7%), dok su kukuruz i ulje šafrana loš izvor linolenske

kiseline. Riblje ulje i riblje brašno sadrže visok udio eikosapentaenoične kiseline (EPA) i dokosaheksaenoične kiseline (DHA), dok laneno ulje sadrži dosta linolenske kiseline. Uključivanjem u obrok ove komponente daju za rezultat poboljšanje govedine u sastavu n-3 dugolančanih masnih kiselina.



Slika 4.5.3. Riblje brašno

Izvor:

[https://www.targetfeeds.com/media/catalog/product/cache/3/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/f/i/fishmeal\\_dsc\\_0030\\_adjusted.jpg](https://www.targetfeeds.com/media/catalog/product/cache/3/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/f/i/fishmeal_dsc_0030_adjusted.jpg) – pristup: 07.07.2019.

Prema Enseru (2001.), udio polinezasićenih masnih kiselina može biti povećan u goveđoj masti konzumiranjem smjese sojinog ulja i lanenog ulja (2:1 omjer) u obroku, što također povećava omjer n-3/n-6 do razine koja nije poželjna. Nažalost, preživači su osjetljivi na dodavanje visoke koncentracije polinezasićenih ulja (>5% hranidbe), što očigledno limitira opseg do kojeg goveđe masti mogu biti modulirane.

#### **4.6. Manipuliranje količinom masti u trupu s hranidbom**

Hranidba značajno utječe na količinu masnoće u trupu. Prema Webbu (2003.), ove masnoće nastaju u većini tkiva u tijelu, te su lokalizirane u četiri važne anatomske lokacije, odnosno

unutarnja (unutar tjelesne šupljine), potkožna (sve masnoće na vanjskoj površini trupla ispod kože ili m. cutaneus trunci), intermišićna (između mišića) i intramuskularna (unutar mišića). Iako je naglasak proizvodnje govedine sada na proizvodnji mršavijih trupova s najmanje vidljive masnoće (Forrest i sur., 1975.), sigurno je da mast u mesu pridonosi kvaliteti prehrane i mesa (Wood, 1990).

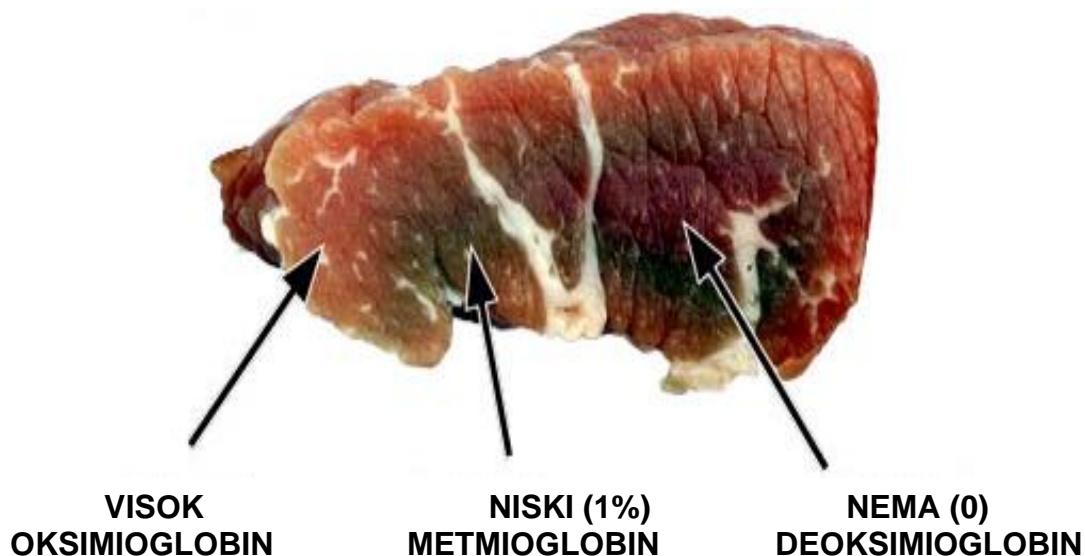
Strahuje se da smanjenje masnoće može utjecati negativno na zadovoljstvo tijekom konzumiranja takve govedine. U tom pogledu mediji su često krivi za pogrešne generalizacije u vezi s sadržajem masti u odnosu na drugu hranu (Webb, 2003). Nažalost, podaci o sadržaju masti i sastavu mesa često se odnose na trup, a ne na prodavan ili jestivi dio mesa. Obrezivanje trupova i uklanjanje viška masti su standardni postupci tijekom prerade mesa. Zato i sami potrošači često uklanjaju preostale vidljive naslage potkožnog sala prije uporabe.

Povećanje sadržaja tjelesne masnoće često rezultira nižim udjelom polinezasićenih do zasićenih masnih kiselina (P/Z) omjer, ili drugim riječima, veći udio zasićenih masnih kiselina akumulira masne naslage u tkivu (De Smet i sur., 2000). Kada prekomjerne količine masnoće akumuliraju, konzistencija potkožne masti se može ponovno smanjiti (Wood i sur., 2003) zbog nakupljanja veće količine oleinske kiseline (C18 : 1). Webb i sur. (1997.) su utvrdili da peletiranje obroka ublažava prekomjerno nakupljanje masti u trupu i poboljšava dosljednost i boju potkožne masnoće kod goveda. Ovi učinci su uglavnom zbog poboljšane životinjske izvedbe i kraćeg razdoblja hranidbe. Stoga je moguće manipulirati i količinom masnog tkiva, a također i udjelom polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) i zasićenih masnih kiselina (SFA) jednostavno hraneći životinje do prethodno određenog stupnja uhranjenosti. To je važan alat dostupan za industriju govedine, za ispunjavanje zahtjeva potrošača za manje masnim i zdravijim mesom.

#### **4.7. Antioksidativni status mesa**

Važno je za napomenuti da hranidba bitno djeluje na antioksidacijska svojstva mesa. Kako navodi Kiš (2016.), boja ovisi o oksidacijskom statusu mioglobina i njegovoj količini. Mioglobin je u mišiću u anaerobnim uvjetima pa je tamnoljubičaste boje, dok je na površini oksidiran i ima svjetlo crvenu boju (slika 4.7.1). Kod dužeg stajanja mioglobin mesu daje nijansu smeđe boje. Kako bi se prevenirala oksidacija mioglobina u obroke se dodaje vitamin E i selen koji mesu daju svjetliju boju, a posljedično dovodi do većeg zadovoljstva kod potrošača. Hranidba utječe na glikogen i količinu mišićnog pigmenta. Visoki pH (>6) dovodi do tamnog mesa jer nema dovoljno glikogena za proizvodnju mliječne kiseline koja smanjuje uzimanje kisika od strane mitohondrija

## OKSIDACIJSKI STATUS MIOGLOBINA I BOJA MESA

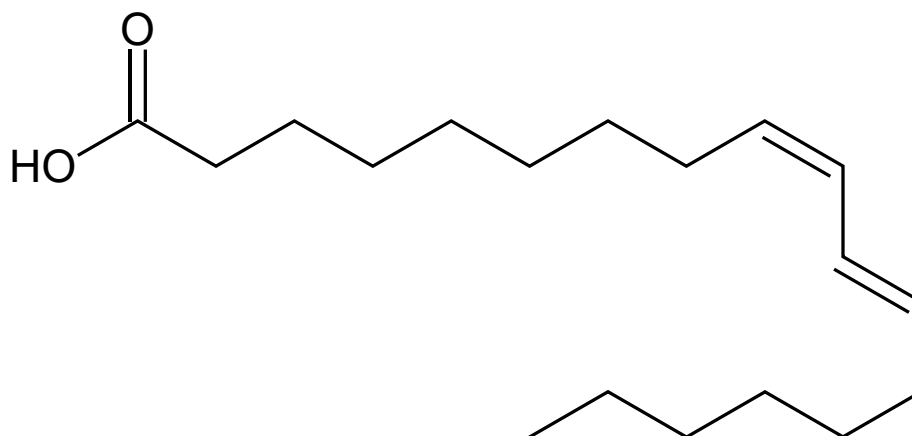


Slika 4.7.1. Oksidacijsko stanje mioglobina

Izvor: <https://genuineideas.com/ArticlesIndex/srameatmyoglobin.html>-pristup: 05.09.2019.

## 5. Konjugirana linolna kiselina (CLA)

Dokazano je kako konjugirana linolna kiselina djeluje antikancerogeno, odlična je kao nadomjestak kod aktivnih sportaša, jer djeluje pozitivno na redukciju masnog tkiva a potiče sintezu proteina u mišiću osobe. U zadnje vrijeme manipulacija sadržaja konjugirane linolne kiseline (CLA) (slika 5.1.) mesa goveda hranjenih na pašnjaku, dobiva veliku pozornost prvo zbog antikancerogenog svojstva CLA (Realini i sur., 2004.), i drugo, jer su masti preživača hranjenih na pašnjacima bogate sadržajem CLA. Goveda hranjena na pašnjaku u sastavu masti imaju bolji i povoljniji omjer n-6/n-3 masnih kiselina (1 : 4) u usporedbi s govedima hranjenih koncentratom (3 : 0) (Enser i sur., 1998.). Nažalost, meso goveda hranjenih na pašnjacima često se je tamnije nego inače, dok mast ima tipičnu žutu boju. Realini i sur. (2004.) navode da se uključivanjem 1000 internacionalnih jedinica vitamina E po danu poboljšala stabilnost lipida i boja govedine od goveda hranjenih na pašnjaku.



Slika 5.1. Kemijska struktura CLA

Izvor: [https://en.wikipedia.org/wiki/Conjugated\\_linoleic\\_acid#/media/File:Rumenic\\_acid.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Conjugated_linoleic_acid#/media/File:Rumenic_acid.svg) – pristup: 05.09.2019.

Prema Taghizadehu i Seifdavatiu (2018.), nova hranidbena istraživanja kod domaćih životinja baziraju se na povećanom konzumiranju nezasićenih masnih kiselina (posebno n-3) i konjugirane linolne kiseline te smanjenju zasićenih masnih kiselina u životinjskim prehrambenim proizvodima. Da bi se povećao sadržaj CLA u mesu, u hranidbu goveda treba uključiti linolnu kiselinu. Konzumacijom trava ili mahunarki (lucerna) (slika 5.2.) dolazi do akumulacije CLA te njezinog većeg stvaranja u tkivu životinja. Biljni izvori i suhe biljke kao što je djetelina imaju visok udio nezasićenih masnih kiselina (50-75%) kao što je  $\alpha$ -linolna kiselina. Pružanjem granuliranog dijela obroka u hranidbi goveda (kod konzumiranja koncentrata) dolazi do veće sinteze CLA.



Slika 5.2. Lucerna

Izvor: <https://previews.123rf.com/images/gelia/gelia1609/gelia160900001/65155623-alfalfa-medicago-sativa-also-called-lucerne-is-a-perennial-flowering-plant-in-the-pea-family.jpg> - pristup: 08.09.2019.

Kako navode Taghizadeh i Seifdavati (2018.), neke pasmine imaju tendenciju većeg skladištenja masti u mišiću i više CLA u masnom tkivu što pogoduje potrošaču. Udio CLA u mišiću može biti povećan konzumiranjem silaže, svježe hrane, korištenjem biljnih i ribljih ulja, koji imaju visok udio linolne kiseline (tablica 5.1.). Proizvodnja CLA u tkivu preživača je takva da se na putu biosinteze nezasićenih masnih kiselina povećava aktivnost delta-9-dosaharoznog enzima što dovodi do stvaranja trans-vakeične kiseline, koja je linearno povezana s koncentracijom CLA.

Tablica 5.1. Udio konjugirane linolne kiseline (CLA) u govedini baziran na konzumaciji različitih obroka (mg/g masti)

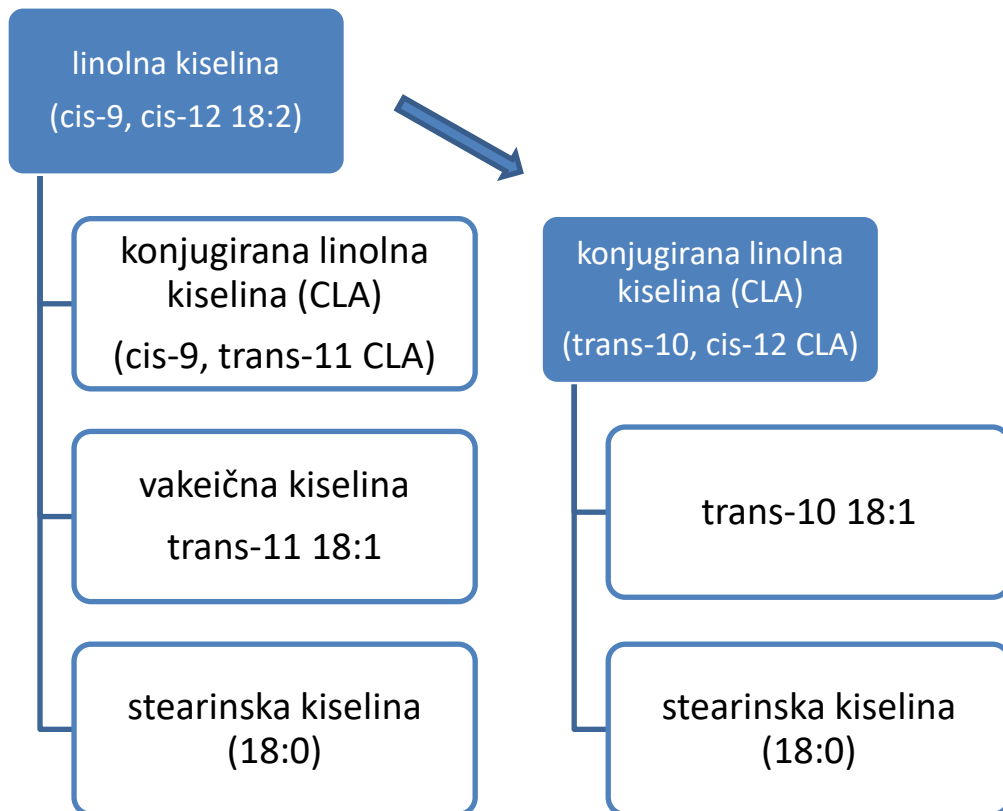
<b>OBROCI</b>	<b>ZEMLJE UZGOJA</b>	<b>UDIO CLA</b>
<b>Ječmeno zrno (800 g/kg obroka)</b>	Kanada	1,7 – 1,8
<b>Travna silaža i koncentrat</b>	Engleska	3,2 – 8,0
<b>Kukuruz zrno ( 820 g/kg obroka)</b>	Amerika	3,9 – 4,9
<b>Ostale žitarice</b>	Amerika	5,1
<b>Koncentrat</b>	Japan	3,4
<b>Livadno sijeno</b>	Amerika	7,4
<b>Livadno sijeno</b>	Australija	2,3 - 12,5
<b>Livadno sijeno</b>	Irska	3,7 – 10,8
<b>Kukuruz i ekstrudirano sojino zrno</b>	Amerika	6,6 – 7,8
<b>Pašna krma</b>	Amerika	3,5 – 5,6
<b>Dijetni obroci</b>	Amerika	2,9 – 3,2
<b>Dijetni obroci i sojino zrno</b>	Amerika	3,2 -3,6

Izvor: Taghizadeh i sur. (2018.)

Linolna kiselina jedna je od najobilnijih polinezasićenih masnih kiselina, posebno kod životinja odraslih na obrocima bogatim žitaricama. Posljednjih godina povećan je interes za istraživanje konjugirane linolne kiseline (CLA). Ova kiselina je produkt normalne biohidrogenacije linolne kiseline do stearinske kiseline. Njena proizvodnja je poboljšana niskom stočnom hranom: omjer koncentrata, koji opada biohidrogenacijom, snižavanjem pH buraga. Manipulacija sa CLA je najjednostavnije prikazana uključivanjem trave (paša) u obroke goveda (Yang i sur., 2002.). Kako navodi Spears (1996.) obroci bazirani na žitaricama povećavaju proizvodnju CLA, preko inhibitornog učinka linolenske kiseline i ostalih n-3 masnih kiselina u biohidrogenaciji.

Prema Kottu i sur. (2003.), komercijalni hranidbeni nadomjesci koji su dostupni, mogu manipulirati sa CLA kroz hranu monogastričnih životinja i preživača, ali industrija domaćih

životinja je veoma oprezna s uključivanjem takvih suplemenata u hranu zato što nije sigurna je li to dugoročno i prihvatljivo rješenje. Manipulacija CLA kod preživača ima mnogo potencijala u uvjetima stvaranja prihvatljivijeg i zdravijeg proizvoda (mesa), ali s dodanom koristi korištenja šireg spektra hranidbenih dodataka bez značajnog povećanja omjera n-3/n-6 masnih kiselina zbog sinteze CLA, koja je povezana s biohidrogenacijom u buragu (slika 5.3).



Slika 5.3. Put razgradnje linolne kiseline u buragu

Izvor:

[https://www.researchgate.net/profile/Ian\\_Mather/publication/7240581/figure/fig2/AS:280468340658181@1443880271997/Pathways-of-the-rumen-biohydrogenation-of-linoleic-acid-under-normal-conditions-left.png](https://www.researchgate.net/profile/Ian_Mather/publication/7240581/figure/fig2/AS:280468340658181@1443880271997/Pathways-of-the-rumen-biohydrogenation-of-linoleic-acid-under-normal-conditions-left.png) - pristup: 07.09.2019.

## 6. Minerali u hranidbi goveda

Selen, jod, krom, cink i bakar su bili uključeni u obroke preživača kako bi se poboljšala kvaliteta govedine. Iako je koncentracija ovih minerala uključenih u obroke uočljiva na razini tkiva, utjecaj na kvalitetu mesa je varijabilan. To je vjerojatno zbog činjenice što je forma u kojoj su se minerali dodani utjecala na njihovu biološku aktivnost (Webb, 2006.).

Najvažniji učinak što se tiče kvalitete mesa je uočen kada se u obrocima davao selen, koji se ponaša kao antioksidant i generalno slično djeluje kao vitamin E. Učinak ovisi o hranidbenom statusu životinje, vrsti obroka, prisutnosti prirodnih antioksidanata kao  $\beta$ -karotena i ksantofilnih pigmentata, te o interakciji s ostalim mineralima. Životinje s deficitom minerala kao što je selen, koji dovodi do bolesti bijelog mesa (slika 6.1), često dobro odgovaraju na dodavanje minerala u obroke. U istraživanjima, dodavanje cinka u organskoj ili anorganskoj formi nije previše utjecalo na kvalitetu mesa, isto kao niti dodavanje kroma (Kessler i sur., 2003.).



Slika 6.1. Bolest bijelog mesa

Izvor: <http://www.cresa.cat/blogs/sesc/wp-content/uploads/2014/03/SESC-025-14-1.jpg>  
pristup: 08.09.2019.



## 6.1. Magnezij

Kako navodi Grbeša (2018.), magnezij je glavni unutarstanični kation koji je važan kofaktor enzimatskih reakcija u većini metaboličkih puteva. Predstavlja četvrti mineralni element po zastupljenosti u tijelu životinje. Magnezij je od iznimne važnosti jer je bitan za živčanu provodljivost, funkciju mišića i pospješuje stvaranje matriksa kostiju. Ima relaksacijski učinak na životinju i samim time utječe na boju mesa. Relaksacijski učinak doprinosi promjeni boje tako što smanjuje razinu stresnih hormona (svjetlija boja te nema blijedog i vodenastog mesa). Dodaje se kao MgAsparat u količini od 3,3 g kroz 5 dana.

## 6.2. Kalcij i kalij

Prema Polyani Tizioutu i sur. (2013.) kalcij i kalij su esencijalni nutrijenti u hranidbi životinja. Kalcij utječe na mekoću govedine zato što je potreban proteolitičkom sustavu kalpaina i kalpastatina, koji su glavni faktori u omekšavanju skeletnih mišića nakon klanja životinje. Kalij koji je potreban za kontrakciju mišića, također može utjecati na mekoću govedine. Ovo istraživanje pokazuje kako kalij djeluje pozitivno na Warner-Bratzler otpor presijecanja (WBSF), mjereno 14. dan u procesu starenja mesa. To znači da veći udio kalija za rezultat daje nižu mekoću govedine.

Kalcij i kalij utječu na mekoću govedine kroz njihovu funkciju u stanicama. Istraživanje je pokazalo da neutralna proteaza ovisi o kalcijevim ionima, dok su kalpaini povezani sa proteinskom denaturacijom skeletnih mišića nakon klanja životinje (Geesink i Koohmaraie, 1999.). Kalcij je aktivirao neutralnu proteazu prvog gena (CAPN1) koji kodira  $\mu$ -kalpainske enzime. Kalpastatin (CAST), enzim koji inhibira aktivnost CAPN-a je primarno odgovoran za regulaciju proteolitičke aktivnosti nakon klanja životinje (Koohmaraie, 1996.). Povećanje aktivnosti CAST-a nakon klanja je povezano sa smanjenjem mekoće govedine (Pringle, Williams, Lamb, Johnson i West, 1997.). Istraživanja su pokazala povezanost između polimorfizma u CAPN i CAST genima i mekoće govedine kod različitih populacija govedine.

Gen za metabolizam kalija uključen je u sekrecijskom putu inzulina (Alekseev i sur., 2010.). Kod goveda se nalazi na kromosomu broj 15 i odgovoran je za mekoću govedine. Taj gen kodira protein koji povećava unos kalija u stanice, te tu dolazi do uspostavljanja električnog potencijala u staničnim membranama. Kalij je neophodan za mišićnu kontrakciju i prijenos živčanih impulsa, i zajedno sa natrijem pomaže u održavanju balansa tekućine u stanicama (Knochel i Schlein, 1972.).

## 7. Vitamini u hranidbi goveda

Prema Arnoldu (1993.) i Robbinsu (2003.) dodavanje antioksidanta kao što je vitamin E (L-tokoferol acetat) pa čak i selen (slika 7.1) tijekom perioda tova mogu ublažiti problem neprihvatljive boje mesa i narušavanje njegove kvalitete. Uspjeh je bio zabilježen i s dodatkom sa vitamina A i selen. To je posebno efikasno kod goveda hranjenih koncentratom gdje se pokušava promijeniti sastav masnih kiselina goveđe masti (omjer n-6/n-3), koji rezultira nestabilnom masti i njenom lošom konzistencijom.



Slika 7.1. Preparat vitamina E i selen

Izvor: <http://www.refitanimalcare.com/onlineshop/wp-content/uploads/2019/08/vitamin-e-and-selenium-for-poultry.jpg> – pristup: 08.09.2019.

### 7.1. Vitamin E

Prihvaćeno je da su oksidacije mišićnih i lipidnih pigmenata u mesu glavni uzroci neprihvatljive boje mesa, kratkog roka trajanja, razvoja užeglog okusa i mirisa i na kraju pogoršanje kvalitete mesa. Potraga za manje masnom govedinom i posebno modifikacija goveđih masnih kiselina, rezultiralo je višim koncentracijama polinezasićenih masnih kiselina (PUFA), posebno n-3 masne kiseline, koje dodatno smanjuju oksidativnu stabilnost govedine.

Obrocima u koje se dodaju antioksidansi kao što su vitamin E (npr.  $\alpha$ -tokoferol acetat), pa čak i selen tijekom razdoblja tova, ublažavaju navedeni problem (Arnold i sur., 1993; Robbins i sur., 2003), dok je uspjeh također postignut s dodatkom vitamina A i selen. To je posebno učinkovito kod goveda hranjenih obrocima bogatima koncentratom, gdje su pokušaji da se izmijeni sastav masnih kiselina goveđe masti (PUFA, omjer n-6/n-3 masnih kiselina), koji često rezultiraju nestabilnijom goveđom masti s lošim konzistentnošću. Rezultati istraživanja kojeg su proveli Yang i sur. (2002.) i Realini i sur. (2004.) potvrđuju da je oksidacija masnih kiselina

smanjena i da je stabilnost lipida poboljšana u dnevnim obrocima koji su bili na bazi koncentrata. Uključivanje vitamina E u hranidbi za goveda postigao se povoljan učinak i održiva je njegova daljnja uporaba u hranidbi domaćih životinja.

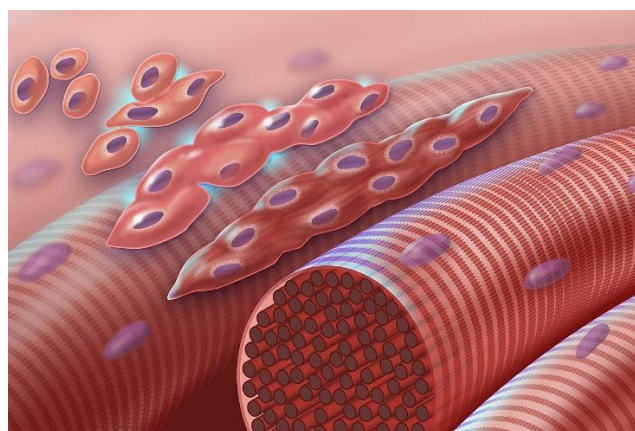
## 7.2. Vitamin D

Dodavanje vitamina D je prvi put bilo u uporabi za liječenje mliječne groznice u mliječnim goveda, jer ona igra i važnu ulogu u prometu kalcija i homeostaze. Vitamin D je također korišten za poboljšanje mekoće govedine od goveda liječenih određenim inhibitorima rasta kao što su  $\beta$ -adrenergički agonisti (Morgan, 1998.; Webb, 1998). Utvrđeno je da  $\beta$ -agonisti djeluju na više vrijednosti otpora presijecanja, koje pogoduju da meso bude žilavije (Casey i sur., 1995.).

Čini se da je narušavanje mekoće mesa kod goveda liječenih  $\beta$ -agonistima povezano s kalpainskim sustavom. Kalcij ima važnu ulogu u normalnoj aktivaciji mišićnih proteaza i smatra se da vitamin D olakšava ovaj proces. Neobjavljeni rezultati Webba i Morrisa (1998.) ukazuju na to da je suplementacija vitamina D značajno smanjila vrijednosti otpora presijecanja u dugom leđnom mišiću kod Južnoafričkih goveda koja su tretirana s  $\beta$ -agonistima. Ovi rezultati su prikupljeni kod suplementacije s obrocima bogatim vitaminom D neposredno prije klanja. Učinak suplementacije vitamina D u hrani je malen ako su trupovi u procesu starenja dulje razdoblje (> 5 dana).

## 8. Nutrigenomika

Hranidba predstavlja ključan faktor koji utječe na zdravlje i reproduktivnu sposobnost životinje, a samim time i efikasnu proizvodnju animalnih proizvoda. Nutrigenomika predstavlja snažnu veza između genetske osnove životinje i hranjivih tvar kao najvažnijeg okolišnog čimbenika. U govedarskoj proizvodnji, glavna uloga nutrigenomičkih istraživanja je učinkovitija primjena u proizvodnji mesa. Tehnologija, kao što je nutrigenomika, koja točno analizira utjecaj nutritivnih sastojaka na ekspresiju gena, može biti ključna za poboljšanje zdravlja goveda i da se poboljša kvaliteta govedine. Okus, boja, udio masnoće i mekoća mesa ovise o prisustvu ili nedostatku hranjivih tvari u hrani, kao i vremenu njihovog unosa. U proizvodnji govedine, nutrigenomička istraživanja biti će korisna za rast mišića te ulogu probavne mikroflore na unos hrane u preživača (Zdunczyk i Pareek, 2009.). Dawson (2006.) navodi da su u proizvodnji govedine, nutrigenomička istraživanja najviše fokusirala na broj mišićnih vlakana i sastav mišićnih vlakana, koji se u velikoj mjeri određuju za vrijeme prenatalnog razvoja. U istraživanju Lehnert i sur. (2007.) prikazan je detaljan opis molekularnih zbivanja prateći diferencijaciju skeletnih mišića goveda, kao i profiliranje gena za rast i razvoj mišića za vrijeme fetalnog razdoblja. Prikazane su znatne promjene u vremenskoj ekspresiji gena između četiri razvojne faze miogeneze – razvoja mišićnih stanica (slika 8.1), (60. dan, 135. dan, 195. dan i nakon telenja) u genima koji kodiraju matriks i strukturu mišićnih vlakana i metaboličkih proteina. Također se naglašava razvoj ekspresije gena FSTL1 i IGFBP5, koji su bili uključeni u regulaciju miogeneze (Lehnert i sur., 2007., Zdunczyk i Pareek, 2009.). FSTL1 (follistatin-like 1) i IGFBP5 (insulin-like growth factor binding protein 5) su dva gena koja su važna za rast i diferencijaciju koja je pokazala regulaciju razine ekspresije kod mišića fetusa. Hranjive tvari utječu na ekspresiju gena kod goveda i nakon određenog razdoblja nakon što im je hrana pružena. Long i sur. (2010.) navode da restrikcija hranjivih tvari u ranom razdoblju graviditeta utječe na njihovu telad kroz ekspresiju gena koja kontrolira transport masnih kiselina u masno tkivo .



Slika 8.1. Miogoneza

Izvor: [https://en.wikipedia.org/wiki/Myogenesis#/media/File:Myoblast\\_Fusion\\_-\\_Myogenesis.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Myogenesis#/media/File:Myoblast_Fusion_-_Myogenesis.jpg) – pristup: 14.09.2019.

Underwood i sur. (2010.) navode da krave koje su na paši i koje su imale restriktivni proteinski unos, dale junad koja su imala manje završne mase na liniji klanja, veću tvrdoću mesa i manje potkožnih masnih naslaga, od junadi čije su majke imale veći unos proteina tijekom srednjeg i kasnog razdoblja graviditeta. Spitzer i sur. (1995.) te Neibergs i Johnson (2012.) navode da su krave i junice koje su restriktivno hranjene posljednja 3 mjeseca graviditeta dale telad s manjom porođnom masom. Kompenzacijski rast u proizvodnji govedine koristi se radi povećanja mekoće mesa (Allingham i sur., 1998.). Potrebno je naglasiti da nutritivna ograničenja mogu utjecati na kvalitetu trupa goveda.

## 9. Zaključak

Govedina drži jednu od važnijih pozicija u prehrani ljudi. Smatra se da ima visoku nutritivnu vrijednost jer njezin protein je dostupan u iznosu od 70% za ljudski organizam, te time predstavlja glavnu hranu tijekom planiranja dnevnog obroka.

Dobar je izvor željeza i poboljšava apsorpciju hranjivih tvari iz drugih namirnica. Odličan je izvor vitamina B kompleksa, uključujući vitamin B12. Jedan od najvažnijih benefita govedine je CLA – konjugirana linolna kiselina. Na ljude djeluje antikancerogeno, te stimulira sintezu proteina u mišiću, a kao nadomjestak djeluje kao tzv. „fat burner“ – ubrzava redukciju masnog tkiva.

Hranidba je najvažniji negenetski čimbenik koji doprinosi kvaliteti govedine. Rezultati istraživanja razmatranih u ovome radu, pokazuju veliku varijabilnost koju hrana i krmne smjese reflektiraju na kvalitetu mesa, sastav govede masti, senzorna svojstva te nutritivna svojstva.

Kvalitetnom i adekvatnom hranidbom možemo dobiti vrhunsku govedinu koja će biti privlačna potencijalnom kupcu. Hranidba utječe na sastav trupa, prinos mesa te kvalitetu mesa i masti. Moderna hranidba pruža mogućnost poboljšavanja hranidbene vrijednosti govedine, zadržavajući senzorna svojstva i prihvatljivost kupca. Upravljanje kvalitetom govedine putem hranidbe će ostati aktualna sve dok je praktična, ekonomična i dok ne narušava unutrašnja i vanjska svojstva kvalitete govedine ili bilo koji drugi aspekt povezan za ekološkom prihvatljivošću ili etikom proizvodnje govedine.

## 10. Popis literature

1. Ahmad A, Micha R, Khatibzadeh S, Mozaffarian D. Consumption of nuts and legumes and risk of incident ischemic heart disease, stroke, and diabetes: A systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2014 1;00:278-288
2. Alekseev, A. E., Reyes, S., Yamada, S., Hodgson-Zingman, D.M., Sattiraju, S., Zhu, Z., Sierra, A., Gerbin, M., Coetzee, W. A., Goldhamer, D. J., Terzic, A., & Zingman, L. V. (2010). Sarcolemmal ATP-sensitive K(+) channels control energy expenditure determining body weight. *Cell Metabolism*, 11(1), 58–69. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cmet.2009.11.009>.
3. Allingham, P. G., Harper, G. S., Hunter, R. A. (1998): Effect of growth path on the tenderness of the semitendinosus muscle of Brahman-cross steers. *Meat Science*, 48(1-2), 65-73.
4. Arnold, R.N., Arp, S.C., Scheller, K.K., Williams, S.N. & Schaefer, D.M., 1993. Tissue equilibrium and subcellular distribution of vitamin E relative to myoglobin and lipid oxidation in displayed beef. *J. Anim. Sci.* 71, 105-118.
5. Berry, B . W . 1993. Tenderness of beef loin steaks as influenced by marbling level, removal of subcutaneous fat, and cooking method. *Journal of Animal Science*, 71: 2412- 2419.
6. Bertrand, J. K ., Green, R. D ., Herring, W. O ., Moser , D. W. 2001. Genetic evaluation for beef carcass traits. *Journal of Animal Science*, 79(E. Suppl.): E190- E200.
7. Bourdon, R. M. 2000. *Understanding animal breeding*. Second Edition ed. Prentice Hall International, London.
8. Boylston T., Chen F., Patti C. C., Hyldig G., McKee L., Kerth R. C. (2012) *Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality*, Library of Congress Cataloging-in-Publication data, Great Britain, 175-217.
9. Casey, N.H. & Webb, E.C., 1995. Influence of dietary energy levels and form of the diet on composition of fatty acids in subcutaneous adipose tissue of wethers. *Small Rumin. Res.* 18, 125-132.
10. Civille , G. & Liska , I. ( 1975 ) Modifications and applications to foods of the General Foods sensory texture profile technique . *Journal of Texture Studies* , 6 ( 1 ) , 19 – 31 .

11. Dawson, K. A. (2006): Nutrigenomics: feeding the genes for improved fertility. *Animal reproduction science*, 96 (3), 312-322.
12. Domaćinović, M. (2006.): Hranidba domaćih životinja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
13. Dryden, F.D. & Marchello, J.A., 1970. Influence of total lipid and fatty acid composition upon the palatability of three bovine muscles. *J. Anim. Sci.* 31, 36-41.
14. Enser, M., Hallet, K.G., Hewet, B., Fursey, G.A. & Wood, J.D., 1998. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Sci.* 49, 329-341.
15. Enser, M., Scollan, N., Gulati, S., Richardson, I., Nute, G. & Wood, J., 2002. The effects of ruminally-protected dietary lipid on the lipid composition and quality of beef muscle. *Proc. 47<sup>th</sup> Int. Congr. Meat Sci. Technol.* 1, 12-13.
16. Ferizbegović J., Šakić V., Katica V., Crnković Č. (2009.) Osnove uzgoja tovnih goveda, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, 79-88.
17. Forrest, J.C., Abernethy, E.D., Hedrick, H.B., Judge, M.D. & Merkel, R.A., 1975. *Principles of Meat Science*, W.H. Freeman and Company, USA.
18. French, P., Stanton, C., Lawless, F., O’Riordan, E.G., Monahan, F.J., Caffrey, P.J. & Moloney, A.P., 2000. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *J. Anim. Sci.* 78, 2849-2855.
19. Geesink, G. H., & Koohmaraie, M. (1999). Effect of calpastatin on degradation of myofibrillar proteins by mu-calpain under postmortem conditions. *Journal of Animal Science*, 77(10), 2685–2692.
20. Grbeša D. (2018.) Opća hranidba krava. Interni pisani materijal za studente: Zavod za hranidbu životinja, Agronomski fakultet u Zagrebu: Zagreb, 71-75.
21. Grunert, K.G., 1997. What is in a steak? A cross-cultural study on the quality perception of beef. *Food Quality and Preference* 3, 157-174.
22. Kempster, A.J., Cuthbertson, A. & Harrington, G., 1982. *Carcass evaluation in livestock breeding, production and marketing*, Granada, London



23. Kessler, J., Morel, I., Dufey, P.A., Gutzwiller, A., Stern, A. & Geyer, H., 2003. Effect of zinc sources on performance, zinc status and carcass, meat and claw quality in fattening bulls. *Livest. Prod. Sci.* 81, 161-171.
24. Killinger, K. M., Calkins, C. R., Umberger, W. ., Feuz, D. M., Eskridge, K. M. 2004. Consumer sensory acceptance and value for beef steaks of similar tenderness, but differing in marbling level. *Journal of Animal Science*, 82: 3294-3301
25. Kiš G. (2016.) Hranidba goveda u proizvodnji mesa. Interni pisani materijal za studente: Zavod za hranidbu životinja, Agronomski fakultet u Zagrebu: Zagreb, 16-52.
26. Knochel, J. P., & Schlein, E. M. (1972). On the mechanism of rhabdomyolysis in potassium depletion. *The Journal of Clinical Investigation*, 51(7), 1750–1758. [http://dx.doi.org/ 10.1172/jci106976](http://dx.doi.org/10.1172/jci106976).
27. Koochmaraie, M. (1996). Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat Science*, 43(Supplement 1(0)), 193–201. [http://dx.doi.org/ 10.1016/0309-1740\(96\)00065-4](http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740(96)00065-4).
28. Kott, R.W., Hatfield, P.G., Bergman, J.W., Flynn, C.R., Van Wagoner, H. & Boles, J.A., 2003. Feedlot performance, carcass composition, and muscle and fat CLA concentrations of lambs fed diets supplemented with safflower seeds. *Small Rumin. Res.* 49, 11-17.
29. Kuterovac, K. (2006.): Modeli proizvodnje goveđeg mesa. *Stočarstvo*, 60, 1, 13.-18
30. Lawrence, T.L.J. & Fowler, V.R., 2002. Tissues: Growth and structure relative to product value for human consumption, In: *Growth of Farm Animals*, 2<sup>nd</sup> Edition, CABI Publishing, UK.
31. Lawrie , R.A. & Ledward , D.A. ( 2006 ) Chemical and biochemical constituents of meat. In: *Meat Science* (eds R.A. Lawrie & D.A. Ledward ), 7th edn, Chapter 4. Woodhead Publishing , Cambridge, England .
32. Lawrie, RA., 1998. *Lawrie's Meat Science*. 6<sup>th</sup> Edition. Pergamon Press plc, Headington Hill Hall, Oxford, Ebgland.
33. Lehnert, S. A., Reverter, A., Byrne, K. A., Wang, Y., Narass, G. S., Hudson, N. J., Greenwood, P. L. (2007): Gene expression studies of developing bovine longissimus muscle from two different beef cattle breeds. *BMC Develop. Biol.* 7, 95-107.

34. Long, N. M., Prado-Cooper, M. J., Krehbiel, C. R., DeSilva, U., Westermann, R. P. (2010). Effects of nutrient restriction of bovine dams during early gestation on postnatal growth, carcass and organ characteristics, and gene expression in adipose tissue and muscle. *Journal of animal science*, 88 (10), 3251-3261
35. Luchak, G.L., Miller, R.K., Belk, K.E., Hale, D.S., Michaelsen, S.A., Johnson, D.D., West, R.L., Leak, F.W., Cross, H.R. & Savell, J.W., 1998. Determination of sensory, chemical and cooking characteristics of retail beef cuts differing in intramuscular and external fat. *Meat Sci.* 50, 55-72.
36. Marshall, D. M. 1999. Genetics of meat quality. In: C.B. Ramsey and A. Ruvinsky (eds.) *The genetics of cattle*. p 605-636. CAB International, London.
37. Miller , D. , Ellis , M. , Sutton , D. , McKeith , F. & Wilson , E. ( 2000 ) Influence of live animal sampling and storage technique on glycolytic potential of longissimus samples taken by spring loaded biopsy equipment . *Journal of Muscle Foods* , 11 , 61 – 67
38. Morgan, B., 1998. The use of vitamin D to improve meat tenderness in cattle. *Proceedings of the Zilmax meat quality symposium, Gallagher Estates, Midrand, South Africa*. pp.1-19.
39. Neibergs, H. L., Johnson, K. A. (2012): *Alpharma beef cattle nutrition symposium: Nutrition and the genome*. *Journal of animal science*, 90 (7), 2308-2316.
40. Nishimura, T. , Hattori, A. , Takahashi, K. 1999. Structural changes in intramuscular connective tissue during the fattening of Japanese black cattle: Effect of marbling on beef tenderization. *Journal of Animal Science*, 77: 93-104.
41. O'Neill , D. , Troy , D. & Mullen , A. ( 2004 ) Determination of potential inherent variability when measuring beefquality . *Meat Science* , 66 , 765 – 770 .
42. Offer , G. & Knight , P. ( 1988 ) The structural basis of water holding in meat . Part 2: Drip losses. In: *Developments in Meat Science* (ed. R. Lawrie ), 4th edn. Elsevier , Oxford.
43. Offer , G. & Trinick , J. ( 1983 ) On the mechanism of water-holding in meat: The swelling and shrinkage of myofibrils . *Meat Science* , 8 , 245 – 281 .
44. Pigott , R.S. , Kenney , P.B. , Slider , S. & Head , M.K. ( 2000 ) Formulation protocol and dicationic salt affect protein functionality of model system beef batters . *Journal of Food Science* , 65 , 1151 – 1154 .

45. Polyana Tizioto C., Caio Gromboni F., Rita de Araujo Nogueira A., Marcela de Souza M., De Alvarenga Mudadu M., Tholon P., do Nascimento Rosa A., Rymer Tullio R., Raposo Medeiros S., Tiekou Nassu R., Correia de Almeida Regitano L. (2013.) Calcium and potassium content in beef: Influences on tenderness and associations with molecular markers in Nelore cattle, Department of Genetic and Evolution, Federal University of Sao Carlos, São Carlos, SP, Brazil, 436-440.
46. Pringle, T. D., Williams, S. E., Lamb, B.S., Johnson, D.D., & West, R. L. (1997). Carcass characteristics, the calpain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. *Journal of Animal Science*, 75(11), 2955–2961.
47. Raes, K., De Smet, S. & Demeyer, D., 2003. Effects of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: A review. *Anim. Feed Sci. Technol.* (In press, [www.elsevier.com/locate/anifeedsci](http://www.elsevier.com/locate/anifeedsci))
48. Raes K., Balcaen A., Dirinck P., De Winne A., Claeys E., Demeyer D., De Smet S. (2003.) Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in Belgian retail beef, Department of Animal Production, Faculty of Agricultural and Applied Biological Sciences, Ghent University, Proefhoevestraat 10, 9090 Melle, Belgium, 1237-1246.
49. Realini, C.E., Duckett, S.K., Brito, G.W., Dalla Rizza, M. & De Mattos, D., 2004. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Sci.* 66, 567-577.
50. Robbins, K., Jensen, J., Ryan, K.J., Homco-Ryan, C., McKeith, F.K. & Brewer, M.S., 2003. Consumer attitudes towards beef and acceptability of enhanced beef. *Meat Sci.* 65, 721-729.
51. Silva, A., Patarata, L. & Martins, C. (1999) Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Science*, 52, 453 – 450.
52. Spanier, A. & Miller, J.A. (1993) Role of proteins and peptides in meat flavor. In: *Food Flavor and Safety* (eds A.M. Spanier, H. Okai & M. Tamura), pp. 78–97. ACS Symposium Series No. 528. American Chemical Society, Washington, District of Columbia.
53. Spears, J.W., 1996. Beef nutrition in the 21<sup>st</sup> century. *Anim. Feed Sci. Technol.* 58, 29-35.

54. Spitzer, J. C., Morrison, D. G., Westemann, R. P., Faulkner, L. C. (1995): Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows. *Journal of Animal Science*, 73 (5), 1251-1257.
55. Taghizadeh A, Seifdavati A. New nutritional strategies for improving the quality of meat: Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran. 2018; Chapter 3, 42-55
56. Thompson, J . M . 2004. The effects of marbling on flavour and juiciness scores of cooked beef, after adjusting to a constant tenderness. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 44: 645-652.
57. Underwood, K. R., Tong, J. F., Price, P. L., Roberts, A. J., Grings, E. E., Hess, B. W., Means, W. J. Du, M. (2010): Nutrition during mid to late gestation affects growth, adipose tissue deposition, and tenderness in cross-bred beef steers. *Meat science*, 86 (3), 588-593.
58. Van Oeckel , M. , Warnants , N. & Boucque , C.V. ( 1999a ) Pork tenderness estimation by taste panel, Warner–Bratzler shear force and on-line methods . *Meat Science* , 53 ( 4 ), 259-267 .
59. Verbeke, W., & Viaene, J. (1999). Beliefs, attitude and behaviour towards fresh meat consumption in Belgium: empirical evidence from a consumer survey. *Food, Quality and Preference*, 10, 437–445.
60. Viljoen, H.F., De Kock, H.L. & Webb, E.C., 2002. Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal pH beef stakes. *Meat Sci.* 61, 181-185.
61. Webb, E.C., 2003. Carcass fat quality and composition. Consistency of Quality: 11<sup>th</sup> International Meat Symposium, Agricultural Research Council, ARC South Africa. pp. 48-55.
62. Webb E.C. (2006.) Manipulating beef quality through feeding, Department of Animal & Wildlife Sciences, University of Pretoria, Pretoria 0002, South Africa, 5-12.
63. Webb, E.C., Bosman, M.J.C. & Casey, N.H., 1997. Influence of dietary presentation on the composition of fatty acids and sensory characteristics of meat from wethers. *S. Afr. J. Food Sci. Nutr.* 9, 74-81.

64. Wood, J.D., 1990. Consequences for meat quality of reducing carcass fatness. In: Reducing fat in meat animals. Eds. Wood, J.D. & Fisher, A.V., Elsevier Applied Science, London.
65. Yang, A., Brewster, M.J., Lanari, M.C. & Tume, R.K., 2002a. Effect of vitamin E supplementation on  $\alpha$ -tocopherol and  $\beta$ -carotene concentrations in tissues from pasture- and grain fed cattle. *Meat Sci.* 60, 35-40.
66. Yang, A., Lanari, M.C., Brewster, M.J. & Tume, R.K., 2002b. Lipid stability and meat colour of beef from pasture- and grain fed cattle with or without vitamin E supplement, Effect of vitamin E supplementation on  $\alpha$ -tocopherol and  $\beta$ -carotene concentrations in tissues from pasture- and grain fed cattle. *Meat Sci.* 60, 41-50.
67. Young, O., West, J., Hart, A.L. & van Otterdijk, F.F.H. (2004) A method for early determination of meat ultimate pH. *Meat Science*, 66, 493 – 498.
68. Zduńczyk, Z., Pareek, Ch. S. (2009.): Application of nutrigenomics tools in animal feeding and nutritional research, *Journal of Animal and Feed Sciences*, 18, 3–16.

#### **Popis korištenih izvora - poveznica**

69. <http://www.cresa.cat/blogs/sesc/wp-content/uploads/2014/03/SESC-025-14-1.jpg>  
pristup: 08.09.2019.
70. <http://www.refitanimalcare.com/onlineshop/wp-content/uploads/2019/08/vitamin-e-and-selenium-for-poultry.jpg> – pristup: 08.09.2019.
71. <https://applestonemeat.com/shop/flat-iron-steak-2/> - pristup: 05.09.2019.
72. [https://en.wikipedia.org/wiki/Conjugated\\_linoleic\\_acid#/media/File:Rumenic\\_acid.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Conjugated_linoleic_acid#/media/File:Rumenic_acid.svg) – pristup: 05.09.2019.
73. [https://en.wikipedia.org/wiki/Myogenesis#/media/File:Myoblast\\_Fusion\\_-\\_Myogenesis.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Myogenesis#/media/File:Myoblast_Fusion_-_Myogenesis.jpg) – pristup: 14.09.2019.
74. <https://cdn.awsli.com.br/600x450/558/558482/produto/32214815/8948699543.jpg>  
– pristup: 26.09.2019.
75. <https://genuineideas.com/ArticlesIndex/srmeatmyoglobin.html>-pristup: 05.09.2019.

76. <https://previews.123rf.com/images/gelia/gelia1609/gelia160900001/65155623-alfalfa-medicago-sativa-also-called-lucerne-is-a-perennial-flowering-plant-in-the-pea-family.jpg> - pristup: 08.09.2019
77. [https://www.google.com/search?q=cattle+eating&hl=hr&tbm=isch&source=Int&tbs=isz:l&sa=X&ved=0ahUKEwj3s\\_SGzbnkAhWJsaQKHfbLA74QpwUIIQ&biw=1536&bih=754&dpr=1.25#imgrc=UWD3Y9Z2SEs5PM:](https://www.google.com/search?q=cattle+eating&hl=hr&tbm=isch&source=Int&tbs=isz:l&sa=X&ved=0ahUKEwj3s_SGzbnkAhWJsaQKHfbLA74QpwUIIQ&biw=1536&bih=754&dpr=1.25#imgrc=UWD3Y9Z2SEs5PM:) - pristup: 05.09.2019.
78. [https://www.periodni.com/gallery/masne\\_kiseline.png](https://www.periodni.com/gallery/masne_kiseline.png) - pristup: 07.09.2019.
79. <https://www.pinterest.com.au/pin/382665299575629557/> - pristup: 07.09.2019.
80. [https://www.researchgate.net/profile/Ian\\_Mather/publication/7240581/figure/fig2/AS:280468340658181@1443880271997/Pathways-of-the-rumen-biohydrogenation-of-linoleic-acid-under-normal-conditions-left.png](https://www.researchgate.net/profile/Ian_Mather/publication/7240581/figure/fig2/AS:280468340658181@1443880271997/Pathways-of-the-rumen-biohydrogenation-of-linoleic-acid-under-normal-conditions-left.png) - pristup: 07.09.2019.
81. [https://www.targetfeeds.com/media/catalog/product/cache/3/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/f/i/fishmeal\\_dsc\\_0030\\_adjusted.jpg](https://www.targetfeeds.com/media/catalog/product/cache/3/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/f/i/fishmeal_dsc_0030_adjusted.jpg) – pristup: 07.07.2019.
82. [https://www.vice.com/en\\_us/article/z484aa/why-old-cows-make-the-greatest-steak-dinner](https://www.vice.com/en_us/article/z484aa/why-old-cows-make-the-greatest-steak-dinner) - pristup: 08.09.2019.

## **Životopis**

Petar Ćurković rođen je 19.04.1994. godine u Zagrebu. Završio je srednju Grafičku školu u Zagrebu (2009. – 2013.) te stekao zanimanje grafičkog tehničara. Nakon završene srednje škole, 2013. godine upisuje Agronomski fakultet u Zagrebu, preddiplomski studij Animalne znanosti, koji uspješno završava 2017. godine. Iste godine na istome fakultetu upisuje MS studij Hranidba životinja i hrana, kojeg završava u rujnu 2019. godine. Odlično se služi Office programskim paketom te fluidno komunicira i razumije engleski jezik. 2018. završio je višu trenersku školu Magistra, te stekao zanimanje Instruktor fitnessa u teretani. Stečeno znanje provodi u privatnoj teretani na Trešnjevci te ima namjeru otvoriti svoju u bližoj budućnosti.