

# Utjecaj razine proteina u obroku na metabolički status svinja u tovu

---

Nikšić, Ana

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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:204:800682>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-11**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

**Utjecaj razine proteina u obroku na metabolički status  
svinja u tovu**

DIPLOMSKI RAD

Ana Nikšić

Zagreb, Rujan, 2023

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Proizvodnja i prerada mesa

**Utjecaj razine proteina u obroku na metabolički status  
svinja u tovu**

DIPLOMSKI RAD

Ana Nikšić

Mentor: prof.dr.sc. Krešimir Salajpal

Zagreb, Rujan, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

**IZJAVA STUDENTA  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Ana Nikšić**, JMBAG 0178114850, izjavljujem da sam samostalno izradila  
diplomski rad pod naslovom:

**UTJECAJ RAZINE PROTEINA U OBROKU NA METABOLIČKI STATUS SVINJA U TOVU**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga diplomskog rada
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, primjereno 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 sveučilišnoga ili stručnog studija
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je pregledalo Povjerenstvo i odobrio mentor
- da sam upoznata s odredbama Etičkoga kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (čl. 19.).

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

\_\_\_\_\_  
*Potpis studentice*

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

# AGRONOMSKI FAKULTET

## IZVJEŠĆE

### O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **Ana Nikšić**, JMBAG 0178114850, naslova

#### UTJECAJ RAZINE PROTEINA U OBROKU NA METABOLIČKI STATUS SVINJA U TOVU

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

Povjerenstvo:

potpisi:

1. Prof. dr. sc. Krešimir Salajpal mentor

\_\_\_\_\_

2. Prof. dr. sc. Antun Kostelić član

\_\_\_\_\_

3. Izv. Prof. dr. sc. Goran Kiš član

\_\_\_\_\_

## **Zahvala**

*Zahvaljujem se mojem mentoru, prof. dr. sc. Krešimiru Salajpalu, na stručnom vodstvu u svakom koraku izrade ovog rada te na prenesenom znanju i strpljenju. Posebno se zahvaljujem na uključivanju u znanstveno-istraživački rad te poticanju mojih afiniteta prema znanosti i možda budućem radu u tome području.*

*Također, zahvaljujem se svim ljudima koji su bili dio ovoga istraživanja i voljni sudjelovati na bilo koji način.*

*Na poslijetku, veliko hvala mojim roditeljima i sestri na podršci, ohrabrivanju u najtežim trenucima te što su mi omogućili da budem tu danas gdje jesam.*

## Sažetak

Diplomskog rada studentice Ana Nikšić, naslova

### **UTJECAJ RAZINE PROTEINA U OBROKU NA METABOLIČKI STATUS SVINJA U TOVU**

Cilj rada je istražiti utjecaj razine proteina u obroku na metabolički status svinja u tovu te svojstva kakvoće polovica i mesa. Istraživanje je se provedeno na 30 prasadi križanaca (landras x durok), obaju spolova, starosti oko 60 dana. Prasad je podijeljena u dvije skupine sa po 15 jedinki u svakoj, pri čemu je jedna skupina bila hranjena komercijalnom krmnom smjesom s nižom (16%), a druga s višom razinom (18%) sirovih proteina (SP) u obroku tijekom čitavog perioda tova. U krmnu smjesu s nižom razinom proteina (ST\_1/16) dodan je pripravak MAXFERM/PRO u količini od 400 ppm. Životinje su vagane individualno na početku i nakon 117 dana tova (kraj tova). Utrošak hrane je mjereno dnevno na razini skupine. Uzorci krvi za analizu uzeti su prilikom iskrvarenja na liniji klanja te je određena koncentracija N spojeva u serumu (ukupni proteini, albumini, kreatinin), glukoze, ukupnog kolesterola, bilirubina te koncentracije elektrolita (Na, K, Cl, P, Ca) i aktivnost enzima u krvnom serumu (gama glutamil transferaza - GGT, alkalna fosfataza -AP, alanin aminotransferaza – ALT, laktat dehidrogenaza - LDH). Za svaku pojedinu svinju na liniji klanja utvrđena je masa trupa, debljina slanine i mišićnog tkiva te procijenjena mesnatost polovica (metoda dvije točke), a nakon 24h hlađenja polovica i pH vrijednost dugog leđnog mišića (pH<sub>24</sub>) te boja (CIE L\* a\* b\*). Rezultati su pokazali da hranidba tovnih svinja do većih završnih masa (135 kg) krmnom smjesom s 16% sirovih proteina uz dodatak preparata MAXFERM/PRO postižu se zadovoljavajući proizvodni rezultati (dnevni prirast i konverzija) i kakvoća trupa (mesnatost). Vrijednosti metaboličkih pokazatelja u krvi ne razlikuju se od vrijednosti istih kod svinja hranjenih krmnim smjesama s 18% sirovih proteina. Navedeno ukazuje da dodatak nusproizvoda fermentacije određenih supstrata uz pomoć gljivica kao što je MAXFERM/PRO krmnim smjesama za tovnje svinje omogućuje primjenu nižih razina proteina u obroku bez negativnog učinka na zdravlje, proizvodne rezultate i kakvoću mesa tovljenika. Navedeno potencijalno smanjuje izlučivanje N spojeva fecesom, a time i pozitivan utjecaj na okoliš.

**KLJUČNE RIJEČI;** *svinja, tov, proteini, metaboličkih status, mesnatost*

## Summary

Of the master's thesis student Ana Nikšić, entitled.

### **THE IMPACT OF DIETARY PROTEIN LEVEL ON THE METABOLIC STATUS OF FATTENING PIGS**

The aim of the study was to investigate the influence of diet protein level on the metabolic status of fattening pigs as well carcass and meat quality. The research was conducted on 30 crossbred piglets (Landras x Durok), of both sexes, aged about 60 days. Piglets were divided into two groups with 15 animals in each group, where one group was fed with a commercial feed mixture with a lower (16%) and the other with a higher level (18%) of crude protein (SP) in the diet during the entire fattening period. The MAXFERM/PRO in the amount of 400 ppm was added to the feed mixture with a lower protein level (ST\_1/16). Animals were weighed individually at the beginning and after 117 days of fattening (end of fattening). Feed consumption was measured daily at group level. Blood samples were taken during bleeding on the slaughter line, and the concentration of N compounds in the serum (total proteins, albumins, creatinine), glucose, total cholesterol, bilirubin, electrolyte concentrations (Na, K, Cl, P, Ca) and serum enzymes activity (gamma glutamyl transferase - GGT, alkaline phosphatase - AP, alanine aminotransferase - ALT, lactate dehydrogenase - LDH) were determined. For each individual pig on the slaughter line, carcass weight, thickness of bacon and muscle tissue, and estimated meatiness of the halves (two-point method) were determined, and after 24 hours of cooling, the pH value of the long back muscle (pH<sub>24</sub>) and color (CIE L\* a\* b \*). The results showed that feeding to higher final weights (135 kg) with a feed mixture with 16% crude protein with the addition of the MAXFERM/PRO achieves satisfactory production results (daily gain and conversion) and carcass quality (meatiness). The values of metabolic indicators in the blood was not differ from the values of the same in pigs fed with fodder mixtures with 18% crude proteins. The above indicates that the addition of fermentation by-products of certain substrates with the help of fungi such as MAXFERM/PRO to feed mixtures for fattening pigs enables the use of lower levels of protein in the meal without negative effects on the health, production results and meat quality of fattening pigs. The above potentially reduces the excretion of N compounds in feces, and thus has a positive impact on the environment.

**KEYWORDS:** *pig, fattening, proteins, metabolic status, meatiness*



## Sadržaj

### Sadržaj

1. UVOD .....	1
<b>1.1. Cilj rada.....</b>	<b>2</b>
2. PREGLED LITERATURE .....	3
<b>2.1 Fiziologija svinja u tovu .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Nutritivne potrebe svinja .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Uloga proteina u hranidbi svinja .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 Esencijalne aminokiseline i rast svinja .....</b>	<b>8</b>
<b>2.5 Učinci nedostatka proteina u hranidbi .....</b>	<b>10</b>
2.6 UTJECAJ RAZINE PROTEINA U OBROKU NA METABOLIČKI STATUS SVINJA U TOVU .....	12
2.6.1 Kvaliteta mesa svinja u ovisnosti o razini proteina u prehrani .....	12
2.7. Metabolizam proteina i njegova regulacija .....	13
<b>2.8. Utjecaj visokog sadržaja proteina u hranidbi svinja na okoliš .....</b>	<b>15</b>
<b>2.9. Utjecaj visokog sadržaja proteina u prehrani svinja na troškove proizvodnje .....</b>	<b>16</b>
3. MATERIJALI I METODE.....	18
4. REZULTATI I DISKUSIJA.....	20
<b>Tablica 4.1 Proizvodni pokazatelji svinja u tovu hranjenih s različitom razinom proteina u obroku .....</b>	<b>20</b>
<b>Tablica 4.2. Opisna statistika za pokazatelje kakvoće trupa i mesa tovljenika hranjenih s različitom razinom proteina u obroku .....</b>	<b>21</b>
<b>Tablica 4.3. Opisna statistika za metaboličke pokazatelje u krvi tovljenika hranjenih s različitom razinom proteina u obroku .....</b>	<b>23</b>
5. Zaključak .....	24
6. Literatura .....	25
6. Životopis.....	26

## 1. UVOD

Stočarska proizvodnja, posebno uzgoj svinja, igra ključnu ulogu u globalnoj opskrbi visokokvalitetnim bjelančevinama. Svinjogojstvo ima značajan ekonomski utjecaj i pruža važan izvor prehrambenih proizvoda za ljude diljem svijeta. Učinkovitost i održivost svinjogojstva usko su povezani s prehrambenim režimom životinja, pri čemu je razina proteina u prehrani jedan od ključnih faktora koji utječu na metabolizam i performanse svinja u tovu. Utjecaj razine proteina u obroku na metabolizam svinja u tovu je važna tema u stočarstvu i nutricionizmu. Razina proteina u prehrani svinja može imati značajan utjecaj na njihov metabolizam, rast, i kvalitetu mesa. Proteini su važni za izgradnju mišićnog tkiva i rast svinja. Prehrambeni proteini osiguravaju aminokiseline potrebne za sintezu proteina u tijelu, što omogućuje pravilan rast i povećanje tjelesne mase svinja. Svinje koriste proteine iz hrane za sintezu vlastitih proteina, kao i za druge metaboličke procese. Višak proteina u hranidbi može dovesti do stvaranja viška dušika, što može opteretiti metabolički sustav svinja. Ako prehrana sadrži previše proteina, višak se često pretvara u masti i pohranjuje u tijelu, što može dovesti do prekomjerne masnoće. Razina proteina u hranidbi može utjecati na kvalitetu mesa (Senčić, Pavičić, Bukvić, 1996).

Optimalna razina proteina u hranidbi može osigurati da meso ima dobru teksturu, boju i sadrži dovoljno proteina za potrebe potrošača. Visok sadržaj proteina u hranidbi svinja može rezultirati viškom dušika u stajskom gnoju. Ovo može imati negativan utjecaj na okoliš jer višak dušika može dovesti do onečišćenja voda i emitiranja amonijaka u atmosferu. Razina proteina u hranidbi svinja također može imati utjecaj na troškove proizvodnje. Hrana s višim sadržajem proteina često je skuplja, pa je važno postići ravnotežu između troškova hrane i učinkovitosti proizvodnje (Dolenec, 1994). U prvom dijelu rada pružit će se pregled relevantnih istraživanja koja se bave povezanošću prehrambenih komponenti proteina i metabolizma svinja. Proučavanjem najnovijih znanstvenih saznanja istaknut ćemo ključne aspekte kao što su potrebe za esencijalnim aminokiselinama, rast svinja i učinci prekomjerne razine proteina na zdravlje životinja. Kroz rad će analizirati važnost uravnoteženog hranidbenog režima u svinjogojstvu kako bi se postigli ekonomski i ekološki održivi rezultati. Razmotrit ćemo utjecaj visokih razina proteina na ekonomske troškove proizvodnje, kao i na okolišne izazove koji mogu proizaći iz nepravilno izbalansirane prehrane svinja. Na kraju rada će se provesti analiza istraživanja. Na temelju prikupljenih podataka, dati ćemo preporuke za pravilno formuliranje hranidbenih planova u svinjogojstvu s ciljem postizanja optimalnih performansi, minimaliziranja troškova i smanjenja negativnih utjecaja na okoliš.

## **1.1. Cilj rada**

Cilj ovog diplomskog rada je istražiti utjecaj razine proteina u hranidbi na metabolizam svinja tijekom tova te razmotriti posljedice na rast, kvalitetu mesa i okolišne aspekte proizvodnje. Kroz sustavno prikupljanje i analizu znanstvene literature, ciljamo pružiti sveobuhvatno razumijevanje važnosti uravnoteženog hranidbenog režima za postizanje optimalnih rezultata u svinjogojstvu.

## 2. PREGLED LITERATURE

Svinjogojstvo je grana stočarske proizvodnje koja ima za cilj opskrbu tržišta svinjskim mesom i prerađevinama. Kvaliteta svinjskog mesa igra ključnu ulogu u ovoj proizvodnji, a važni pokazatelji kvalitete uključuju sadržaj bjelančevina, intramuskularnu masnoću (mramoriranost), boju mesa, hranjivu vrijednost i mikrobiološku ispravnost. Moderno svinjogojstvo također stavlja veliki naglasak na dobrobit životinja, zdravlje i očuvanje okoliša, što omogućuje postizanje više cijene za svinjske proizvode na tržištu (Vukina, 1961). Svinje su domesticirane prije otprilike 8 do 10 tisuća godina na području Istočne Azije, Zapadne Europe i Mediterana. Potječu od dviju divljih izvornih vrsta: azijske divlje svinje (*Sus vittatus*) i europske divlje svinje (*Sus scrofa ferus*) (Kralik, Kušec, Kralik, 2007). Kroz proces domesticiranja, svinje su prošle kroz morfološke promjene, što je rezultiralo različitim pasminama. Svinje igraju ključnu ulogu u opskrbi stanovništva s mesom i prerađevinama, posebno tijekom turističke sezone. Hranidba svinja bazira se na korištenju ratarskih proizvoda kao što su kukuruz, soja, ječam i pšenica kako bi se proizvele visokovrijedne bjelančevine mesa. Svinjogojstvo ima visoku prilagodljivost tržištu i omogućuje brz povrat ulaganja zbog relativno kratkog razdoblja uzgoja životinja. U Hrvatskoj, kao i drugdje, važno je očuvati dugu tradiciju uzgoja svinja. Uzgoj prasadi, krmača i tovljenika mora biti ekonomski održiv kako bi se postigli dobri rezultati u proizvodnji svinjetine. Kako bi udovoljile zahtjevima tržišta, tovljenice moraju imati visok udio mesa, a nizak udio masti. To se postiže uzgojem mesnatih pasmina i hibrida te pružanjem odgovarajućih uvjeta držanja i prehrane. Ključni čimbenici za postizanje visokog dnevnog prirasta svinja uključuju osiguravanje odgovarajuće količine hrane. Na primjer, svinje težine između 25 i 110 kg trebaju dnevno konzumirati od 2,8 do 3 kg koncentrata smjese za tovne svinje (Kralik, Kušec, Kralik, 2007). Mali obiteljski poljoprivredni gospodarstva obično imaju lošije proizvodne pokazatelje u odnosu na velike farme zbog genetike, hranidbe i tehnološke opremljenosti objekata u kojima svinje borave. To može rezultirati manjim brojem oprasenih prasadi i neujednačenošću legla, što produljuje vrijeme među prasidbenih razdoblja (Ćosić, 1979). U svinjogojstvu, pasmina označava skupinu jedinki iste vrste koje dijele slične morfološke i fiziološke osobine, a nastale su pažljivim selekcijskim i uzgojnim radom. Proces stvaranja pasmina uključuje odabir najboljih jedinki, formiranje roditeljskih parova i njihovo planirano parenje. Svinje su podijeljene prema proizvodnim sposobnostima na tri glavne skupine pasmina: primitivne, prijelazne i plemenite pasmine (Dolenec, 1994). Primitivne pasmine svinja su slične divljim izvornim oblicima i imaju skromne potrebe u smještaju i ishrani. Međutim, proizvodnja u ovih pasmina je relativno mala. Ove pasmine su poznate i kao

masne pasmine svinja, a neke od primjera su: mangulica, šiška i turopoljska svinja. Prijelazne ili kombinirane pasmine svinja su rezultat ljudskog selekcijskog rada. Ove pasmine imaju nešto veće zahtjeve u pogledu hranidbe i držanja u usporedbi s primitivnim pasminama. Nisu toliko masne i imaju bolja proizvodna svojstva. Prijelazne pasmine svinja često su pogodne za ekstenzivan način uzgoja. U ovoj skupini nalazimo, između ostalih, crnu slavonsku svinju, berkshire i cornval pasminu. Plemenite pasmine svinja nastale su dugotrajnim i planskim selekcijskim radom tijekom godina. Ove pasmine imaju visoke zahtjeve u smislu hranidbe, smještaja, njege i držanja. Međutim, imaju izrazito visoke proizvodne sposobnosti, ali ponekad može biti smanjena otpornost na određene bolesti. Neki od najpoznatijih plemenitih pasmina svinja uključuju landras, veliki jorkšir, pietren i durok (Košarog, Jurišić, Gutzmirtl, 2003). Svaka pasmina svinja ima svoje specifičnosti i prednosti, a odabir pasmine ovisi o ciljevima i uvjetima uzgoja koje poljoprivrednik želi postići. Pravilna selekcija i uzgoj pasmina igra ključnu ulogu u postizanju željenih rezultata u svinjogojstvu.

## **2.1 Fiziologija svinja u tovu**

Fiziologija svinja u tovu predstavlja ključnu fazu u svinjogojskoj proizvodnji, a njeni rezultati odražavaju uspjeh cjelokupne proizvodnje svinja. Učinkovitost tova ovisi o nizu čimbenika, među kojima su pasminski sastav, hranidba, genetski potencijal životinja, uvjeti smještaja i ostali. U Republici Hrvatskoj, svinjogojstva proizvodnja većinom se odvija na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima, koja su ključni nositelji poljoprivredne proizvodnje u zemlji. Međutim, nažalost, proizvodni rezultati na ovim gospodarstvima često su znatno niži nego na velikim farmama unutar velikih proizvodnih sustava.

Razlog tome leži u slabijim uvjetima smještaja, lošijoj hranidbi te ograničenom obrazovanju proizvođača, što sve zajedno utječe na ne iskorištenje potpunog genetskog potencijala današnjih pasmina, tipova i hibrida svinja, posebice u pogledu proizvodnih rezultata poput intenziteta prirasta, efikasnosti konverzije hrane u kilogram prirasta i mesnatosti zaklanih svinjskih trupova. Fiziologija svinja u tovu složen je proces koji zahtijeva pažljivo upravljanje prehranom, okolišem i zdravljem. Razumijevanje ovih fizioloških aspekata ključno je za postizanje optimalnog rasta i proizvodnje visokokvalitetnog mesa za tržište. Fiziologija svinja u tovu proučava različite aspekte njihovog tjelesnog razvoja i funkcija tijekom razdoblja tova. Tov svinja je ključan proces u stočarskoj industriji jer omogućuje proizvodnju mesa za hranidbenu potrošnju. Svinje se brzo razvijaju tijekom tova. Rastuća faza karakterizira

intenzivno povećanje tjelesne mase i debljine sloja mesa. Visoko kalorična hranidba s visokim udjelom proteina ključna je za poticanje brzog rasta. Svinje u tovu obično se hrane visoko kaloričnim obrocima koji sadrže žitarice, soju, kukuruz i druge hranjive tvari (Uremović, 1997). Hranidba mora biti uravnotežena kako bi osigurala pravilan razvoj svinja i sprječavanje pretilosti. U tovu se često primjenjuju hormoni rasta kako bi se potaknuo rast svinja i povećala učinkovitost tova. Ti hormoni mogu ubrzati taloženje mišićnog tkiva i smanjiti količinu masti. Svinje su osjetljive na visoke temperature i stres, što može negativno utjecati na njihovu dobrobit i rast (Dolenec, 1994). Stoga je važno osigurati odgovarajuće uvjete smještaja i hranidbe kako bi se smanjili negativni učinci okoliša. Tov svinja ne uključuje reproduktivni ciklus, budući da se svinje uzgajaju samo za proizvodnju mesa. Međutim, poznavanje reproduktivne fiziologije svinja ključno je za uzgoj prasadi koje će kasnije biti upućene na tov. Tijekom tova, svinje prolaze kroz značajne promjene u njihovim sustavima organa kako bi se prilagodile brzom rastu i debljanju. Posebno srce, pluća i mišićni sustav doživljavaju povećanje opterećenja. Svinje u tovu mogu biti izložene različitim bolestima i infekcijama zbog gustoće naseljenosti u farmama. Redoviti veterinarski pregledi i upravljanje stresom pomažu u održavanju njihovog zdravlja i sprječavanju širenja bolesti. Nakon razdoblja tova, svinje dosegnu odgovarajuću težinu i spremne su za klanje. Važno je osigurati pravilno doziranje hrane kako bi se postigla željena težina i kvaliteta mesa. Tov svinja predstavlja završnu fazu u svinjogojskoj proizvodnji. Cilj tova je postizanje izrazito visokih proizvodnih rezultata kako bi se pokrili troškovi tova, troškovi krmače i troškovi uzgoja prasadi (Uremović, Uremović, 1997). U današnjem tržištu, potrošači sve više zahtijevaju svinjsko meso s manje masnoće, stoga je važno koristiti svinje koje imaju veći udio mesa. Intenzitet rasta u tovu svinja iskazuje se kroz prosječni dnevni prirast. Što je dnevni prirast veći, to se smanjuje vrijeme potrebno za tov i količina utrošene hrane. Prosječna dnevna konzumacija hrane trebala bi iznositi oko 2,2-2,3 kilograma za svaki kilogram prirasta (Vukina, 1961). Za optimalan dnevni prirast do 800 grama, ovo je potrebno osigurati. Prasad za tov može se nabaviti iz vlastite proizvodnje ili putem kupnje na tržištu. Važno je odabrati prasad s dobrom genetikom i zdravstvenim statusom kako bi se osigurali dobri rezultati u tovu.

## **2.2 Nutritivne potrebe svinja**

Hranidba ima ključan utjecaj na proizvodne rezultate u tovu svinja. Uz ostale vanjske čimbenike, pravilna hranidba svinja u fazi tova od 25 kg do 115 kg tjelesne mase treba osigurati postizanje prosječnog dnevnog prirasta od 750 grama ili više, uz utrošak hrane od najviše 3,0

kg po kilogramu prirasta i visok udio mesa u polovicama svinja (više od 56%). Hranidba u tovu svinja utječe na rezultate kroz nekoliko ključnih čimbenika vrsta krmiva i omjer žitarica u dnevnim obrocima, sadržaj hranjivih tvari u dnevnim obrocima, način hranidbe svinja (Ćosić, 1979). Izbalansirana hrana određena je prema točno određenim recepturama koje se koriste za tovljenike u različitim fazama rasta. Za postizanje visokih proizvodnih rezultata u tovu svinja, važno je pravilno odabrati i krmiva kako bi se osigurali potrebni nutrijenti za brz rast i razvoj. Vrste krmiva i omjer žitarica u dnevnom obroku prilagođavaju se potrebama svinja u različitim fazama tova kako bi se postigao optimalan prirast i mesnatost. Sadržaj hranjivih tvari u dnevnim obrocima, kao što su proteini, vlakna i esencijalne aminokiseline, igra ključnu ulogu u rastu svinja i postizanju visokih proizvodnih rezultata (Senčić, Pavičić, Bukvić, 1996). Hrana mora sadržavati dovoljno kvalitetnih hranjivih tvari kako bi svinje rasle zdravo i brzo. Način hranidbe svinja također je važan faktor koji utječe na proizvodne rezultate.

Automatizirana hranidba, koja omogućuje pristup hrani po volji, može poboljšati učinkovitost hranidbe, smanjiti utrošak hrane i omogućiti brži rast svinja. Uz pravilno usklađivanje vrste krmiva, sadržaja hranjivih tvari i načina hranidbe, postiže se optimalna hranidba za svinje u tovu, što dovodi do visokih proizvodnih rezultata u vidu brzog prirasta i povećane količine mesa. Ovakav pristup osigurava uspješan i profitabilan tov svinja. Tijekom faze tova, koriste se dvije recepture smjese koje vlasnici farme nazivaju „smjesa za male“ (ST-1) i „smjesa za velike“ (ST-2) (Kralik, Kušec, Kralik, 2007). Na farmi se provodi potpuno automatska hranidba svinja, omogućujući im pristup hrani po volji. Ovakav način hranidbe ima prednosti u skraćivanju vremena tova, smanjenju angažiranosti radne snage i smanjenju utroška hrane po kilogramu prirasta, budući da se rasipanje hrane smanjuje na minimum. Međutim, nedostatak ovakvog načina ishrane može biti otežano primjećivanje bolesti ili problema kod svinja koje često leže i odmaraju. Za hranidbu svinja koriste se brašnaste smjese. Smjesa za predtov (ST-1) koristi se za svinje s tjelesnom masom od 25 kg do 60 kg i sastoji se od 50% kukuruza, 22% ječma i 22% sojine sačme. Sadrži minimalno 16% sirovih proteina, do 6% sirovih vlakana i minimalno 0,85% lizina po kilogramu smjese. Smjesa za razdoblje tova (ST-2) koristi se za svinje s tjelesnom masom od 60 kg do 110 kg i sadrži 55% kukuruza, 20% ječma i 19% soje. U kilogramu smjese ST-2 treba biti minimalno 15% sirovih proteina, do 7% sirovih vlakana i minimalno 0,70% lizina (Košarog, Jurišić, Gutzmirtl, 2003). Smjesa se proizvodi od vlastitih žitarica koje se pohranjuju u limenim silosima, a zatim se prenose u mlin pomoću pužnih transportera. Svaki dan se obavlja meljava žitarica i priprema smjese za dnevne potrebe. Miješanje smjese provodi se u horizontalnoj miješalici kapaciteta 1.000 kg. Pri pripremi smjese dodaju se i dodatne komponente kao što su BIOMIN Mast ili SCHAUMAN 3% i pšenično

brašno 3% (Kralik, Kušec, Kralik, 2007). Gotova smjesa sprema se u plastične silose između farmi i prenosi beskonačnim lancem s čepovima do hranilica koje se nalaze u svakom boksu. U hranidbenom mjestu postavljena je pojilica koja omogućuje djelomično vlaženje hrane radi bolje probavljivosti i manjeg rasipanja. U svakoj hranilici spušta se prozirna plastična cijev koja je povezana s beskonačnom trakom. Na početku farme, u zadnjem boksu gdje svinje konzumiraju hranu, postavljen je senzor koji kontrolira isporuku hrane. Senzor se može programirati prema potrebi da se uključuje svaki sat ili svakih nekoliko sati kako bi se osigurala redovita dostava hrane. Kada svinje dosegnu zadovoljavajuću klaoničku težinu, izvlače se iz boksova i svakodnevno prodaju dok se cijela farma ne isprazni.

### **2.3 Uloga proteina u hranidbi svinja**

Proteini igraju ključnu ulogu u prehrani svinja, kao i u prehrani drugih životinja. Svinje su biljojedi, što znači da jedu biljnu hranu, ali i animalne izvore hrane. Proteini su esencijalni nutrijenti za rast, razvoj, održavanje tijela i funkcioniranje raznih bioloških procesa kod svinja. Proteini su važni za pravilan rast i razvoj svinja, posebno u razdoblju brzog rasta, kao što je to slučaj s prasadima. Oni su gradivni elementi mišićnog tkiva, što pomaže svinjama da održe mišićnu masu i snagu. Proteini su nužni za održavanje tkiva poput kože, kostiju, hrskavice i unutarnjih organa (Uremović, Uremović, Pavić, Mioč, Mužic, Janječić, 2002). Oni igraju ulogu enzima i hormona u mnogim metaboličkim i biokemijskim procesima u tijelu svinja. Određeni proteini, poput antitijela, ključni su za funkciju imunološkog sustava, pomažući svinjama u borbi protiv infekcija i bolesti. Iako su ugljikohidrati i masti primarni izvori energije, proteini također mogu pružiti energiju ako je potrebno. Važno je osigurati da svinje u svojoj prehrani dobiju dovoljno visokokvalitetnih proteina, koji sadrže sve esencijalne aminokiseline potrebne za pravilan rast i razvoj. Tipični izvori proteina u hranidbi svinja mogu uključivati sojinu sačmu, grah, lucernu, žitarice i životinjske izvore poput ribljih obroka ili mesa i kostiju (Uremović, Uremović, 1997). Uz to, važno je pratiti hranidbene potrebe svinja u različitim fazama rasta, jer se hranidbene potrebe mijenjaju kako svinje sazrijevaju i razvijaju se. To pomaže osigurati optimalan rast, zdravlje i proizvodnost svinja. U ukupnim troškovima proizvodnje i tovu svinja, troškovi nastali hranidbom čine značajan udio, od 70 do 80%. Stoga je izuzetno važno pažljivo izbalansirati obrok i postići visoku konverziju hrane, kako bi se što manje hrane utrošilo za svaki kilogram prirasta. Očekivani dnevni prirast svinja u tovu je 750 grama i više, uz cilj smanjiti utrošak hrane na maksimalno 3,0 kilograma za kilogram prirasta (Uremović, Uremović, Pavić, Mioč, Mužic, Janječić, 2002). Kod hranidbe tovnih svinja,



proteinska krmiva igraju ključnu ulogu u osiguranju potrebnih hranjivih tvari za brz i zdrav rast. Dvije od najvažnijih proteinskih krmiva sojina sačma smatra se najvažnijim proteinskim krmivom u tovu svinja. Sadrži do 44% sirovih bjelančevina, čime se podmiruje najveći dio potreba za proteinima. Osim toga, izrazito je bogata aminokiselinom lizinom, koja je od vitalnog značaja za rast i razvoj svinja. Suncokretova sačma dobiva se kao nusproizvod ekstrakcije ulja iz sjemenki suncokreta. Sadržaj sirovih proteina u suncokretovoj sačmi kreće se od 33% do 45% (Ćosić, 1979). Ovo krmivo također doprinosi zadovoljenju potreba za proteinima u prehrani svinja. Razina energije i način hranidbe igraju ključnu ulogu u prirastu mišićne mase tovnih svinja, a njihov utjecaj ovisi o fazi tova. Tijekom razdoblja kada su tovljenici težine između 25 i 50 kilograma, kapacitet za rast mišićne mase veći je od konzumiranja hrane. U tom razdoblju svinje brzo rastu i stvara se značajna mišićna masa. Sastavljanje obroka za toвне svinje koje se temelje na žitaricama može se pojednostaviti konceptom idealnog proteina. Aminokiselina lizin je prva limitirajuća aminokiselina u takvim obrocima. Upotrebom idealnog proteina osigurava se kvalitetnija hranidba koja potiče optimalan rast i razvoj mišića. Važan je i odnos između energije i proteina u obroku. Nedostatak proteina i određenih aminokiselina može rezultirati smanjenim rastom mišićne mase i dnevnim prirastom u tovu. U procesu starenja tovljenika, potrebe za proteinima se smanjuju jer se tada bilježi manji prirast mišićne mase. Sadržaj sirovih vlakana u obroku tovnih svinja trebao bi biti ograničen na manje od 25%. Sirova vlakna su tvari koje su otporne na djelovanje enzima probave i teže su probavljiva (Dolenec, 1994). Prevelik udio sirovih vlakana negativno utječe na apetit svinja i dovodi do smanjenja dnevnog prirasta. Stoga je važno pažljivo planirati i prilagoditi hranidbu tovnih svinja tijekom različitih faza tova kako bi se osiguralo optimalno povećanje mišićne mase i postigla kvalitetna hranidba. Racionalnim odabirom obroka i uravnoteženim unosom energije i proteina, može se postići zdrav rast i razvoj svinja, što je ključno za uspješan uzgoj i proizvodnju.

## **2.4 Esencijalne aminokiseline i rast svinja**

Svinjetina se ističe kao meso koje je iznimno korisno za naše tijelo, jer sadrži raznolike visokokvalitetne nutritivne tvari. Njeno mišićno tkivo je prilično posno, što omogućuje jednostavno odvajanje od masnog tkiva, čime se dobiva vrlo kvalitetno meso s brojnim zdravstvenim prednostima. Jedna od najznačajnijih karakteristika svinjskog mesa je visok sadržaj bjelančevina ili proteina. Ove bjelančevine nisu samo obilne, već su i bogate esencijalnim aminokiselinama, koje su neophodne za rast, razvoj i pravilno funkcioniranje

naših stanica. Budući da organizam ne može sam proizvesti esencijalne aminokiseline, važno je unijeti ih hranom.

Svinjetina, koja je bogata aminokiselinom argininom, posebno se ističe jer sudjeluje u brojnim biokemijskim procesima i igra ključnu ulogu u stvaranju važnih struktura i hormona u tijelu (Uremović, Uremović, Pavić, Mioč, Mužić, Janječić, 2002). Posebno je važno naglasiti da svinjetina sadrži malo vezivnog tkiva, ali zato ima iznimno visokokvalitetne bjelančevine koje su lako probavljive i korisne za naše tijelo. Osim toga, svinjetina sadrži karnitin, spoj koji je popularan među sportašima i osobama koje žele povećati svoju tjelesnu izdržljivost. S obzirom na to da se karnitin nalazi u svinjetini u svom prirodnom obliku, nema opasnosti od nuspojava koje mogu nastati kada se uzima kao nadopuna u obliku gotovih preparata (Senčić, Pavičić, Bukvić, 1996). Kontrolirani uzgoj svinja i njihova precizno regulirana prehrana jamče da je meso svinja bogato esencijalnim mineralima u visokim koncentracijama. Željezo, cink, krom i selen su posebno značajni jer se nalaze u obliku "organskih" spojeva koji se lako apsorbiraju u krv tijekom probavnog procesa. Svinjetina također obiluje vitaminima topivim u vodi, posebno B-vitaminima poput B1, B2 i B12. Ovaj posljednji, B12, često nedostaje osobama koje se ne hrane namirnicama životinjskog podrijetla, jer se B12 može stvoriti samo u životinjskim stanicama (Vukina, 1961). Uravnotežena prehrana svinja ključna je kako bi se osigurao optimalan rast i zdravlje ovih životinja. Kvaliteta bjelančevina ima važnu ulogu u njihovoj hranidbi, a ovisi o količini i omjeru različitih esencijalnih aminokiselina u hrani. Esencijalne aminokiseline su one koje svinje ne mogu same sintetizirati, pa ih moraju unositi hranom. Njihova fiziološka uloga ključna je za mnoge procese u tijelu. Valin ima ključnu ulogu u funkcioniranju središnjeg živčanog sustava svinja. Leucin je odgovoran za sintezu proteina u tkivima i krvnoj plazmi, dok izoleucin pomaže u korištenju drugih aminokiselina u tijelu. Treonin ima sličnu ulogu i pridonosi metaboličkim procesima. Metionin je važan za poticanje rasta, sprječavanje pretjerane razgradnje proteina i zaštitu jetre, kao i za funkciju i regeneraciju ovog vitalnog organa (Kralik, Kušec, Kralik, 2007). Fenilalanin je ključan za sintezu tiroksina, adrenalina i pigmenata kože te za stvaranje eritrocita. Triptofan ima ulogu u reprodukciji, proizvodnji mlijeka i očnih pigmenata, kao i u djelovanju laktoflavina. Histidin je neophodan za sintezu hemoglobina, a arginin doprinosi brzom rastu svinja. Lizin je važan za razvoj epifizne koštane hrskavice i proizvodnju mlijeka kod dojilja. Cistin, koji se može zamijeniti metioninom, ima ulogu u sintezi keratina, proteina plazme, inzulina, glutaciona i taurina, kao i u detoksikaciji organizma. Bjelančevinama su najbogatije namirnice životinjskog podrijetla, poput ribljeg i mesnog brašna, koje u njima čine 50-80% bjelančevina. Međutim, biljna hrana također može biti značajan izvor proteina za svinje. Uljne sačme sadrže 40-50% proteina, dok

leptirovo sijeno sadrži do 20%, a livadsko sijeno 8-10% proteina. Namirnice kao što su repa, slama, kukuruz i gomolji imaju niži udio proteina, samo 1-5% (Uremović, Uremović, 1997). Važno je napomenuti da se dušični spojevi neproteinskog podrijetla, poput aminokiselina, peptida i amida poput uree i amonijevih soli, također mogu naći u biljnoj hrani. Ovi spojevi čine manji dio ukupnog dušika u hrani, ali mogu biti važni za rast i razvoj biljaka. Silaža, koja je često dio obroka svinja, može biti bogata amidima dobivenim iz biljnih amida i produktima razgradnje proteina tijekom siliranja. U intenzivnom tovu svinja ključno je pratiti količinu bjelančevina u obroku kako bi se izbjegli mogući ekscesi. Pretjerani unos bjelančevina može uzrokovati poremećaje u metabolizmu, oštećenja probavnog trakta, jetre i bubrega. Stoga je stručno praćenje hranidbe i pravilno balansiranje hranjivih tvari od velike važnosti kako bi svinje postigle puni potencijal rasta uz očuvanje zdravlja.

## **2.5 Učinci nedostatka proteina u hranidbi**

Hranidba svinja u tovu ključan je faktor za postizanje optimalnih rezultata u proizvodnji. Postoje dva osnovna načina hranjenja svinja u tovu - hranjenje po volji (*ad libitum*) i obročno hranjenje. Svaka metoda ima svoje prednosti i prilagodbe u različitim vremenskim uvjetima. Hranidba po volji znači da svinje imaju stalni pristup hrani tijekom cijelog dana. Ova metoda omogućuje svinjama da jedu kad god osjete potrebu, što može pomoći u postizanju zadovoljavajućeg rasta i dobrobiti. Međutim, važno je pratiti njihovu konzumaciju hrane kako bi se izbjeglo prejedanje i nepotrebno rasipanje hrane. Ljeti, kada su temperature više, može se prilagoditi vrijeme hranjenja kako bi se izbjegle najtoplije dijelove dana. Obročno hranjenje podrazumijeva da svinje dobiju određene obroke hrane u određeno vrijeme tijekom dana. Jutarnji obrok može se održati između 6 i 8 sati, dok se večernji obrok može pružiti između 15 i 17 sati (Uremović, Uremović, Pavić, Mioč, Mužić, Janječić, 2002). Ovaj pristup može pomoći u boljoj kontroli količine hrane koju svaka svinja konzumira, a također olakšava praćenje njihovog apetita i zdravlja. Važno je obratiti pažnju na sastav smjese koju svinje konzumiraju. U početnoj fazi, kada su svinje u uzrastu od 30 do 60 kg, preporučuje se smjesa s oko 16% proteina. U drugoj fazi, kada svinje dosegnu težinu od 60 do 120 kg, smjesa bi trebala sadržavati manje proteina, ali ne manje od 12% (Ćosić, 1979). Ovakav pristup osigurava pravilan rast mišićne mase i muskulature, što rezultira optimalnim prirastima i kvalitetom polutki. Povećanje udjela ječma u smjesi prema kraju tova može poboljšati kvalitetu slanine i mesa, što je bitno za postizanje visoke tržišne vrijednosti svinja. Nedostatak proteina u hranidbi svinja može imati

ozbiljne negativne učinke na njihov rast, razvoj, i općenito zdravlje. Proteini su osnovni gradivni blokovi tijela, a posebno su važni za rast i obnovu mišićnog tkiva, sintezu enzima, hormona i drugih bioloških molekula (Senčić, Pavičić, Bukvić, 1996). Nedostatak proteina može rezultirati usporenim rastom svinja i manjom težinom od očekivane za njihovu dob. Svinje koje ne dobivaju dovoljno proteina u prehrani mogu doživjeti smanjenje mišićne mase, što će smanjiti njihovu ukupnu snagu i izdržljivost. Proteini su važni za pravilno funkcioniranje reproduktivnih organa. Ako svinje nemaju dovoljno proteina u hranidbi, to može dovesti do problema s plodnošću i reproduktivnom učinkovitošću. Proteini igraju ključnu ulogu u jačanju imunološkog sustava i borbi protiv infekcija. Nedostatak proteina može oslabiti imunološki odgovor svinja, čineći ih osjetljivijima na bolesti. Ako svinje nemaju dovoljno proteina u hranidbi, to može rezultirati manje kvalitetnim mesom s manje bjelančevina, što može negativno utjecati na njihovu tržišnu vrijednost. Svinje koje su nedovoljno hranjene proteinima mogu pokazivati promjene u ponašanju, kao što su smanjeni apetit, letargija i nervoza (Uremović, Uremović, 1997). Niskoproteinska hranidba uravnoteženih aminokiselina može zadovoljiti potrebe stoke i peradi smanjenjem razine proteina u prehrani i dodavanjem slobodnih aminokiselina. To može poboljšati iskorištavanje proteina hrane, smanjiti proizvodne troškove i smanjiti ekološki pritisak. Njena primjena u uzgojnoj industriji ima veliki značaj. Dodavanje industrijskih sintetičkih aminokiselina hrani može efikasno smanjiti troškove hrane, regulirati strukturu mikrobiote crijeva, poboljšati morfologiju crijeva, povećati iskorištavanje dušika, smanjiti emisiju štetnih plinova (amonijaka) i poboljšati zdravlje crijeva bez narušavanja performansi svinja (Košarog, Jurišić, Gutzmirtl, 2003). Uobičajene dijetе s kukuruzom i sojinim brašnom obično povećavaju razinu sojinog brašna kako bi zadovoljile potrebe za lizinom kod svinja. To dovodi do previsoke razine proteina i niskog iskorištavanja proteina. Istovremeno, nedigestirani protein kod životinja se izlučuje u velikim količinama putem izmeta i mokraće, što uzrokuje ozbiljno zagađenje okoline (Uremović, Uremović, 1997). U proizvodnji svinja, kad su zadovoljni zahtjevi za esencijalnim aminokiselinama (EAA) i ukupnim dušikom, razine sirove bjelančevine u prehrani mogu se smanjiti jer su potrebe svinja uglavnom povezane s aminokiselinama. Smanjenje proteina u hrani za 4% kod svinja rezultira normalnim razinama proteina, a istovremeno uravnotežuje prehranu esencijalnih aminokiselina (Vukina, 1961). (Wang i sur.) su utvrdili da niska-proteinska prehrana (13,5% CP) nema značajan utjecaj na rast, ali značajno poboljšava probavljivost dušika i stopu deponiranja dušika, te značajno smanjuje emisije dušika u gnoju i mokraći kod završnih svinja (Uremović, Uremović, 1997). Niti niska proteinska niti visoka proteinska prehrana nemaju značajan utjecaj na debljinu leđa i površinu mišića lumbalnog oka kod završnih svinja, dok niska-proteinska

grupa pokazuje trend povećanja (Senčić, Pavičić, Bukvić, 1996). Hranjenje niskoproteinskom prehranom značajno povećava crvenilo mišića kod završnih svinja, dok hranjenje niskoproteinskom i vrlo niskoproteinskom prehranom značajno smanjuje silu mišića (Ćosić, 1979). Osim toga, niske-proteinske prehrane značajno poboljšavaju razine intramuskularne masti i jednostruko nezasićenih masnih kiselina (MUFA) u mišićima završnih svinja. Dodavanje alfa-ketoglutarata niskoproteinskim prehranama značajno povećava razine intramuskularne masti, oleinske kiseline i MUFA u mišićima završnih svinja (Dolenec, 1994).

## **2.6 UTJECAJ RAZINE PROTEINA U OBROKU NA METABOLIČKI STATUS SVINJA U TOVU**

### **2.6.1 Kvaliteta mesa svinja u ovisnosti o razini proteina u prehrani**

Kvaliteta mesa svinja ovisi o različitim čimbenicima, uključujući genetiku svinje, način uzgoja, okolišni uvjeti, postupak klanja te prehrana životinja. Razina proteina u prehrani svinja ima značajan utjecaj na njihov mišićni razvoj, sastav mesa te općenito na kakvoću mesa. Kod svinja, mišićno tkivo predstavlja veći dio njihove tjelesne mase, stoga je adekvatna prehrana s važnim hranjivim tvarima, poput proteina, ključna za razvoj kvalitetnih mišića i mesa. Protein je važan za sintezu mišićnih proteina i rast mišića. Ako svinje ne dobivaju dovoljno proteina u hranidbi, to može dovesti do manje razvijenih mišića i slabijeg mesa. Razina proteina u hranidbi svinja trebala bi biti prilagođena njihovim fiziološkim potrebama, dobi, stupnju rasta, i ciljevima uzgoja (npr. proizvodnja mesa, uzgoj za reprodukciju). Hranidba svinja često uključuje kombinaciju različitih izvora proteina, uključujući biljne i životinjske izvore. Važno je naglasiti da se kvaliteta mesa svinja ne mjeri samo razinom proteina u hranidbi. Osim proteina, druge hranjive tvari, kao što su masti, minerali, vitamini i drugi nutrijenti, također igraju ključnu ulogu u formiranju kvalitete mesa. Visoka kvaliteta mesa osigurava se putem mjera osiguravanje uravnotežene prehrane (Košarog, Jurišić, Gutzmirtl, 2003). Svinjama se osigurava uravnotežena prehrana koja zadovoljava njihove potrebe za proteinima, mastima, ugljikohidratima, vitaminima i mineralima. Ovakva hranidba se pažljivo priprema kako bi se osigurao pravilan rast i razvoj mišića te visoka kakvoća mesa. U prehrani svinja koriste se visokokvalitetni izvori proteina koji su ključni za izgradnju mišićne mase. Visokokvalitetni proteini osiguravaju optimalnu prehrambenu vrijednost i poboljšavaju teksturu i okus mesa. Svinje se drže u uvjetima koji osiguravaju njihovu udobnost i dovoljno prostora za kretanje. Ovakav pristup smanjuje stres kod životinja, što pozitivno utječe na kvalitetu mesa. Postupak klanja i naknadna obrada provode se uz poštivanje stroge higijene i odgovarajućih standarda.

Ovakav pristup ključan je za očuvanje kakvoće mesa tijekom cijelog procesa proizvodnje. Uzgoj svinja s dobrim genetskim potencijalom za proizvodnju visokokvalitetnog mesa igra ključnu ulogu. Odabir pravih genetskih linija pomaže u osiguranju mesa visoke kakvoće.

## **2.7. Metabolizam proteina i njegova regulacija**

Metabolizam proteina je ključan biokemijski proces u organizmu, koji uključuje sintezu, razgradnju i regulaciju proteina. Proteini su temeljne molekule koje obavljaju različite funkcije u tijelu, poput strukturne potpore, enzimatske katalize, prijenosa signala, imunološke obrane, transporta i mnogih drugih vitalnih uloga (Uremović, Uremović, Pavić, Mioč, Mužić, Janječić, 2002). Sinteza proteina, poznata kao proteinska biosinteza, odvija se putem dva osnovna procesa: transkripcije i translacije. Prvi korak je transkripcija, gdje se genetička informacija sadržana u DNK prenosi u obliku mRNK (molekula slična DNK) u jezgrama stanica. Zatim, tijekom translacije, ribosomi (stanični organeli) čitaju mRNK i pomoću tRNA (transfer RNA) molekula izgrađuju aminokiseline u linearni niz kako bi formirali specifični protein (Kralik, Kušec, Kralik, 2007). Regulacija metabolizma proteina ključna je za održavanje homeostaze u tijelu te prilagodba promjenjivim uvjetima i potrebama organizma. Ovaj proces omogućuje da se sinteza i razgradnja proteina održava na odgovarajućoj razini. Jedan od ključnih elemenata regulacije metabolizma proteina je kontrola genske ekspresije. Geni sadrže informacije potrebne za sintezu proteina, a različiti geni su aktivni u različitim stanicama i tkivima, kao i u različitim uvjetima. Ova regulacija omogućuje da se određeni proteini sintetiziraju samo kad su potrebni. Drugi važan mehanizam regulacije je putem posttranslacijskih modifikacija proteina. To su kemijske promjene na proteinima nakon što su sintetizirani. Ove modifikacije mogu uključivati dodavanje molekula poput fosfata, lipida ili šećera na proteinske strukture, što mijenja njihovu funkciju i stabilnost. U kontekstu FABP porodice proteina, regulacija metabolizma lipida i intracelularni transport masnih kiselina igra ključnu ulogu u održavanju ravnoteže lipida u organizmu. Genetska ekspresija i funkcija FABP proteina, kao što su FABP3, FABP4 i FABP5, omogućuju organizmu da učinkovito transportira i koristi masne kiseline za različite metaboličke procese. Osim toga, FABP proteini mogu imati i dodatne funkcije, kao što su sudjelovanje u regulaciji ekspresije gena, staničnom rastu te regulaciji procesa adipogeneze (stvaranje masnih stanica) (Vukina, 1961). U istraživanjima koja uspoređuju različite razine genske ekspresije FABP gena kod različitih pasmina svinja, mogu se dobiti važni uvidi u molekularne mehanizme koji utječu na kvalitetu mesa kod tih životinja. Ovo istraživanje može pomoći u razumijevanju i unapređenju karakteristika mesa kao što su sadržaj

masti, tekstura i drugi kvalitativni parametri. Metabolizam proteina i njegova regulacija kod svinja igraju ključnu ulogu u održavanju vitalnih procesa, uključujući sintezu proteina potrebnih za rast, razvoj i funkciju različitih tkiva i organa. Jedan od važnih gena koji je povezan s metabolizmom masti u svinja je FABP3 gen. Taj gen može se koristiti kao genetski marker u selekciji za svojstvo sadržaja intramuskularne masti u svinja (Uremović, Uremović, Pavić, Mioč, Mužić, Janječić, 2002). FABP3 gen je prisutan u oksidativnim mišićnim vlaknima, što znači da je aktivan u mišićima koji su uključeni u aerobne metaboličke procese. On je uključen u procese uzimanja i korištenja dugolančanih masnih kiselina, što ga čini važnim za energetske potrebe tijekom različitih metaboličkih stanja. Pretpostavlja se da prisutnost ovog gena može predvidjeti nakupljanje masti tijekom kasnijih faza života svinja. Osim što ima ulogu u metabolizmu masti, FABP3 gen također može utjecati na staničnu diferencijaciju i transkripciju gena. To znači da može sudjelovati u procesima u kojima stanice prelaze iz jednog tipa u drugi te može regulirati ekspresiju drugih gena. To može imati implikacije za razvoj i rast različitih tkiva u tijelu svinja. FABP3 također igra ulogu u procesima preadipocitne diferencijacije, što znači da je uključen u pretvaranje preadipocita (nezrelih masnih stanica) u zrele adipozne stanice (zrele masne stanice). Također, ovaj gen sudjeluje u transportu masnih kiselina tijekom različitih faza adipogeneze (proces stvaranja masnih stanica) i stvaranja adipoznog tkiva. Ovo je važno jer utječe na količinu i distribuciju masti u tijelu svinja (Senčić, Pavičić, Bukvić, 1996). Dodatno, FABP3 gen je povezan s procesima stanične signalizacije i inhibicije rasta. To znači da može imati ulogu u regulaciji komunikacije između stanica te u kontroliranju procesa rasta stanica i tkiva. Povezanost FABP3 gena s procesima metabolizma lipida također je važna. On sudjeluje u transportu dugolančanih masnih kiselina koje vežu acetil koenzim A i acetil-L-karnitin, što je ključno za pretvorbu masnih kiselina u energiju putem oksidativnih procesa (Senčić, Pavičić, Bukvić, 1996). Uzimajući u obzir sve ove činjenice, FABP3 gen predstavlja važan element u regulaciji metabolizma proteina i lipida kod svinja. Razumijevanje njegovog djelovanja i uloge omogućuje bolje razumijevanje metaboličkih procesa u tijelu svinja te može biti korisno u selekcijskim programima za poboljšanje svojstava mesa, masti i drugih karakteristika kod ove vrste stoke. Također, istraživanja vezana uz FABP3 gen mogu imati implikacije za razumijevanje metabolizma proteina i lipida u drugim organizmima, uključujući ljude. LEPR gen, koji je mapiran na kromosomu 6, kodira receptor za leptin, hormon koji se proizvodi u masnim stanicama i koji ima ključnu ulogu u regulaciji apetita, energetskega balansa, i metabolizmu glukoze. Leptin igra važnu ulogu u prenošenju signala mozgu o količini masnih stanica u tijelu. Kada su razine leptina visoke, mozak dobiva signal da je organizmu dostupna dovoljna količina energije, što dovodi do smanjenja apetita i povećanja energetske

potrošnje. Suprotno, niske razine leptina potiču osjećaj gladi i smanjuju energetska potrošnja (Košarog, Jurišić, Gutzmirtl, 2003). Istraživanja su pokazala da nesinonimska mutacija p.Leu663Phe na eksonu 14 LEPR gena može utjecati na konzumiranje hrane kod svinja. Ova mutacija može uzrokovati promjene u funkcioniranju leptinskog receptora, što može dovesti do disfunkcije metaboličkih putova i energetskog balansa. To može rezultirati promjenama u apetitu i povećanju nakupljanja masnog tkiva. Najviša razina mRNA LEPR gena pronađena u hipotalamusu ukazuje na to da ovaj dio mozga ima ključnu ulogu u regulaciji apetita i metabolizmu glukoze. Leptin se veže na receptore u hipotalamusu, što pokreće kaskadu reakcija koje utječu na osjećaj gladi i sitosti, kao i na regulaciju različitih metaboličkih procesa (Dolenec, 1994). Utjecaj polimorfizma LEPR gena na rast, unos hrane, kvalitetu mesa i nakupljanje masti može imati važne posljedice na uzgoj svinja. Razumijevanje ovog genetskog mehanizma omogućuje selekcijskim programima bolje odabiranje svinja koje imaju željene karakteristike, kao što su manje nakupljanje masnog tkiva i bolji omjer mesa i masti. LEPR gen igra ključnu ulogu u regulaciji apetita i metabolizmu glukoze kod svinja. Mutacije na ovom genu mogu utjecati na tova svojstva, unos hrane, kvalitetu mesa i nakupljanje masti. Razumijevanje metabolizma proteina i regulacije gena poput LEPR-a ključno je za optimizaciju uzgoja svinja i unapređenje njihovih svojstava u skladu s potrebama tržišta i potrošača.

## **2.8. Utjecaj visokog sadržaja proteina u hranidbi svinja na okoliš**

Uzgoj svinja igra ključnu ulogu u proizvodnji mesa diljem svijeta. Međutim, važno je uzeti u obzir utjecaj hranidbe svinja na okoliš, posebice kada je riječ o visokom sadržaju proteina u hrani koja se koristi u prehrani tih životinja. Visok sadržaj proteina u prehrani svinja može rezultirati viškom dušika u stajskom gnoju. Kada svinje konzumiraju hranu bogatu proteinima, njihovi organizmi metabolički razgrađuju proteine u aminokiseline koje su im potrebne. Međutim, ako unose više proteina nego što im je potrebno za rast i razvoj, višak se izlučuje iz tijela putem fecesa i urina (Ćosić, 1979). Taj dušik obogaćuje stajski gnoj i stvara izazove u njegovoj obradi. Ovo povećanje dušika u stajskom gnoju može dovesti do ozbiljnih problema. Jedan od najvećih izazova je onečišćenje voda. Kada se stajski gnoj koristi kao gnojivo na poljoprivrednim površinama, prekomjerni dušik može isprati u tlo i na kraju završiti u okolnim vodotocima. Ovaj višak dušika potiče rast algi i drugih vodenih biljaka, što može dovesti do eutrofikacije - stanja u kojem vodena tijela postaju prebogata hranjivim tvarima i iscrpljuju



kisik. To ugrožava morski život i može dovesti do masovnog umiranja riba i drugih organizama u tim vodama. Osim toga, visok sadržaj proteina u prehrani svinja može doprinijeti i emisiji amonijaka u atmosferu. Amonijak nastaje kao nusprodukt metabolizma proteina kod svinja. Kada se stajski gnoj skladišti, amonijak se oslobađa u zrak. Prekomjerna emisija amonijaka može pridonijeti zagađenju zraka i stvaranju smoga, što može imati negativan utjecaj na zdravlje ljudi i okoliša. Osim što ima štetne posljedice na okoliš, nepravilna ravnoteža proteina i aminokiselina u hrani svinja može povećati i troškove proizvodnje. Hrana bogata proteinima skuplja je, a kada se svinjama pruži više proteina nego što im je potrebno, to je i financijski neučinkovito. Potrebno je pažljivo balansirati prehranu svinja kako bi se osiguralo da dobivaju potrebne hranjive tvari za pravilan rast i razvoj, ali i kako bi se smanjila prekomjerna emisija dušika u okoliš. Kako bismo smanjili negativan utjecaj prehrane svinja na okoliš, važno je razmotriti smanjenje sadržaja proteina u hrani koju dobivaju. Poboljšani sustavi prehrane i praćenje potreba svinja mogu pomoći u optimizaciji prehrane, što će smanjiti gubitak dušika u stajskom gnoju. Također, postupci gnojidbe i skladištenja stajskog gnoja trebaju se prilagoditi kako bi se smanjilo ispiranje dušika u vode (Kralik, Kušec, Kralik, 2007). Uz to, korištenje novih tehnologija i sustava upravljanja otpadom može pomoći u smanjenju emisije amonijaka u atmosferu. Primjena tehnologija za obradu stajskog gnoja, kao što su biološke metode razgradnje amonijaka, može biti korisna u smanjenju negativnog utjecaja na okoliš.

## **2.9. Utjecaj visokog sadržaja proteina u prehrani svinja na troškove proizvodnje**

Razina proteina u hranidbi svinja ima značajan utjecaj na troškove proizvodnje u industriji uzgoja svinja. Hrana s višim sadržajem proteina često je skuplja, stoga je ključno postići ravnotežu između troškova hrane i učinkovitosti proizvodnje kako bi se osigurala održiva i profitabilna poljoprivredna praksa. Pravilna hranidba svinja ključna je za postizanje optimalne proizvodnje i zdravlja životinja. Proteini su temeljna hranjiva tvar potrebna za rast i razvoj svinja, no važno je osigurati da životinje dobivaju odgovarajuću količinu proteina potrebnu za njihove potrebe. Kako bi se postigla optimalna razina proteina u prehrani svinja, važno je pažljivo planirati i prilagoditi prehranu prema specifičnim potrebama životinja u različitim fazama njihova života. Prasad u rastućoj fazi, na primjer, zahtijevaju veću količinu proteina u hrani kako bi podržali brz rast i razvoj tijekom tog ključnog razdoblja. S druge strane, odraslim svinjama može biti potrebna manja količina proteina, budući da prestaju rasti i postižu svoju punu veličinu. Koristeći metode preciznog hranidbenog planiranja, farmeri mogu prilagoditi prehranu svinja kako bi zadovoljili njihove specifične potrebe za proteinima,

osiguravajući istovremeno efikasnost proizvodnje i smanjenje nepotrebnih troškova. Analizom hranidbenih sastava i sadržaja hranjivih tvari u različitim izvorima hrane, moguće je pronaći optimalan omjer proteina u smjesama hrane za svinje. To će pomoći u osiguranju da svinje dobivaju adekvatnu hranidbu, a istovremeno će se smanjiti nepotrebni gubici i troškovi. Također, važno je uzeti u obzir i alternativne izvore proteina u hranidbi svinja. Tradicionalni izvori proteina poput soje često su skupi, pa je moguće istražiti i korištenje drugih biljnih izvora proteina ili recikliranje otpadnih proizvoda iz prehrambene industrije kao zamjenu (Vukina, 1961). To može pomoći u smanjenju troškova hrane, ali istovremeno zahtijeva pažljivo planiranje kako bi se osigurala uravnotežena hranidbaa svinja i izbjegla prekomjerna potrošnja energije.

### 3. MATERIJALI I METODE

Istraživanje je se provedeno na 30 prasadi križanaca (landras x durok), obaju spolova, starosti oko 60 dana. Prasad je podijeljena u dvije skupine sa po 15 jedinki u svakoj, pri čemu je jedna skupina bila hranjena komercijalnom krmnom smjesom s nižom (16%), a druga s višom razinom (18%) sirovih proteina (SP) u obroku tijekom čitavog perioda tova. U krmnu smjesu s nižom razinom proteina (ST\_1/16) dodan je pripravak MAXFERM/PRO u količini od 400 ppm. Sastav krmnih smjesa korištenih u ovom istraživanju prikazan je u tablici 3.1.

Tablica 3.1. Sastav kompletnih krmnih smjesa za tov svinja s nižom (ST\_1/16) i višom (ST\_1/18) razinom proteina

Krmivo	Udio / %	
	ST_1/16	ST_1/18
Kukuruz	54	52
Pšenica	12	10
Ječam	10	8
Sojina sačma	16	20
Suncokretova sačma	5	7
VAM dodatak *	3 **	3
UKUPNO	100	100
MJ ME/kg	15,6	15,6
Sirovi Proteini (%)	16,11	17,99

\* VAM – vitaminsko-aminokiselinsko-mineralni dodatak (Schaumaphos)

\*\* VAM + MAXFERM/PRO

Životinje su vagane individualno na početku i nakon 117 dana tova (kraj tova). Utrošak hrane je mjeren dnevno na razini skupine.

Uzorci krvi za analizu uzeti su prilikom iskrvarenja na liniji klanja koristeći vakuum epruvete i dostavljeni u laboratorij na analizu. Koristeći automatski biokemijski analizator (Olympus AU 400) određena jže koncentracija N spojeva u serumu (ukupni proteini, albumini, kreatinin), glukoze, ukupnog kolesterola, bilirubina te koncentracije elektrolita (Na, K, Cl, P, Ca) i

aktivnost enzima u krvnom serumu (gama glutamil transferaza - GGT, alkalna fosfataza -AP, alanin aminotransferaza – ALT, laktat dehidrogenaza - LDH).

Za svaku pojedinu svinju na liniji klanja utvrđena je masa trupa, debljina slanine i mišićnog tkiva te procijenjena mesnatost polovica (metoda dvije točke), a nakon 24h hlađenja polovica i pH vrijednost dugog leđnog mišića ( $pH_{24}$ ) te boja (CIE L\* a\* b\*) koristeći uređaj Minolta Chroma Meter CR 410.

Statistička obrada podataka provedena je pomoću softvera SAS 9.4. (Statistical Analysis System, 2015), a rezultati su prikazani tablično. Testiranje razlike između skupina za proizvodna svojstva te svojstva kakvoće trupa provedeno je t – testom dok je za provjeru razlika između skupina za pokazatelje u krvi zbog odsutnosti normalne distribucije korišten neparametrijski Wilcoxonov test sume rangova koristeći PROC UNIVARIATE.

#### 4. REZULTATI I DISKUSIJA

U ovom istraživanju korištena je prasad križanci dobivenih sparivanjem krmača landras (sintetskih linija) i nerastova durok pasmine (Danbred uzgojni program). Navedene tovljenike karakterizira visoka mesnatost i dnevni prirasti. Za visoke dnevne priraste (veći od 800g) i udio mesa u polovicama (veći od 58%) potrebno je osigurati dovoljnu količinu proteina u energije u obrocima za svinje. U ovom istraživanju korištene su dvije krmne smjese s različitim udjelom sirovih proteina (16 i 18%) iste energetske vrijednosti (15,6 MJ ME). Kako bi se povećala iskoristivost proteina hrane (sojina sačma kao glavni izvor proteina u smjesama za tovne svinje) u krmnu smjesu s 16% proteina dodan je MAXFERM/PRO. Navedeni dodatak je produkt metabolizma plijesni koje se uzgajaju na određenom supstratu, a koji povećava iskoristivost proteina hrane (povećava njegovu probavljivost) što potencijalno omogućuje ostvarivanje istih proizvodnih rezultata kod niže razine proteina u hrani. Smjese korištene u ovom istraživanju zadovoljavaju potrebe svinja u tovu za energijom i proteinima što pokazuju i rezultati dnevnog prirasta i težine tovljenika kod klanja. U obje istraživane skupine tovljenika zabilježene su približno iste vrijednosti dnevnog prirasta (0,88 i 0,89 kg) i prosječna težina tovljenika kod klanja. Pri tome unatoč većoj završnoj težini konverzija hrane je bila ispod 3,0 kg što ukazuje na visoki genetski potencijal istraživanih tovljenika u pogledu iskorištavanja hrane. Statistički značajne razlike između istraživanih skupina za proizvodne pokazatelje nisu utvrđene.

**Tablica 4.1 Proizvodni pokazatelji svinja u tovu hranjenih s različitom razinom proteina u obroku**

Proizvodni pokazatelj	Razina proteina u obroku (SP)	
	Niža (16 %)	Viša (18 %)
Težina prasadi na početku tova(kg)	32,13	32,09
Težina tovljenika kod klanja	135,41	136,83
Dnevni prirast (kg)	0,88	0,89
Konverzija (kg hrane/kg prirasta)	2,96	2,97

Nadalje, unatoč nešto većim težinama kod klanja, tovljenici su imali visoki udio mišićnog tkiva u trupu. Mesnatost mjerena metodom dvije točke (temeljem debljine leđne slanine i promjera

dugog leđnog mišića) iznosila je više od 60% s rasponom vrijednosti od 57,17 - 66,84%. Ovako visoka mesnatost se može pripisati i jednofaznoj hranidbi kroz čitavo razdoblje tova što sugerira da su tovljenici u završnom tovu imali na raspolaganju više nego dovoljnu razinu proteina. Također razlike između istraživanih skupina u pogledu mesnatosti kao i svojstava kakvoće mesa (pH, boja) nisu utvrđene. Vrijednosti pH mjereno 24h nakon klanja u dugom leđnom mišići kao i parametri boje (L, a, b) nisu pokazivali odstupanja od vrijednosti karakterističnih za svinje (tablica 4.2.)

**Tablica 4.2. Opisna statistika za pokazatelje kakvoće trupa i mesa tovljenika hranjenih s različitim razinom proteina u obroku**

	Udio proteina u obroku (%)					
	16			18		
	SV	SD	Raspon	SV	SD	Raspon
Masa trupa (kg)	108,33	4,95	102,00-116,00	109,47	5,38	102,00-117,00
Debljina slanine (mm)	11,87	2,10	9,00-16,00	11,73	3,33	6,00-19,00
Debljina mišićnog tkiva (mm)	81,87	3,42	77,00-89,00	80,73	6,08	70,00-91,00
Udio mišićnog tkiva (%)	61,56	1,55	58,94-63,98	61,72	2,77	57,17-66,84
pH 24	5,77	0,13	5,50-5,94	5,77	0,13	5,5-5,94
L	53,90	2,70	47,47-59,11	54,68	2,44	51,07-59,11
A	15,96	1,37	13,99-18,97	15,32	1,23	13,07-18,97
B	5,35	0,73	4,03-6,57	5,14	0,53	4,47-6,30

Utjecaj različite razine proteina u obroku (12%, 14% i 16%) na svojstva mesnatosti i kakvoće mesa istraživali su Wang i sur. (2022). Pri tome su utvrdili sporiji pad pH mjereno 24, 48 i 72 sata nakon klanja kod svinja hranjenih s nižom razinom proteina u obroku (12 i 14%) i uz dodatak sintetskih aminokiselina u odnosu na svinje hranjene s 16% proteina u obroku.

Na temelju pH krivulje, obje skupine s 14 i 12% proteina pokazale su sporiji pad u pH nego kontrolna skupina (hranjena 16% proteina). ove nalazi pokazuju da manje sirovih bjelančevina u prehrani može uzrokovati razina pH u mišićima sporije opada. Nadalje, isti autori nalaze da niskoproteinska hrana uzrokuje niže vrijednosti L i b mesa.

Vrijednosti metaboličkih pokazatelja u krvi tovljenika prikazani su u tablici 4.3. Dobivene vrijednosti nalaze se unutar granica fizioloških vrijednosti za svinje (Kaneko, 1997) u obje istraživane skupine tovljenika. Statistički značajne razlike za metaboličke pokazatelje u krvi između istraživanih skupina tovljenika nisu utvrđene.

**Tablica 4.3. Opisna statistika za metaboličke pokazatelje u krvi tovljenika hranjenih s različitom razinom proteina u obroku**

	Udio proteina u obroku (%)					
	16			18		
	SV	SD	Raspon	SV	SD	Raspon
Glukoza	8,54	2.15	5.11-12,78	8,87	1.59	6.30-11,66
Ukupni proteini	75,07	3.94	70.00-82,00	75,20	4.26	68.00-82,00
Albumini	36,87	2.75	31.00-42,00	35,73	2.84	32.00-40,00
Kreatinin	221,09	24.51	184.20-279,10	237,79	82.58	178.00-528,70
ALT	70,07	22.54	47.00-128,00	69,73	14.93	53.00-106,00
GGT	32,93	10.01	7.20-41,70	30,02	8.79	13.00-46,70
AP	78,60	22.56	50.00-115,00	82,67	23.47	48.00-126,00
LDH	949,93	316.77	466.00-1571,00	790,2	140.11	534.00-987,00
Natrij	144,13	3.50,02	140.00-153,00	144,93	2.79	141.00-150,00
Kalij	9,74	1.17	7.58-11,28	9,31	1.10	8.06-11,56
Kloridi	2,69	103.33	99.00-109,00	2,60	103,07	98.00-107,00
Kalcij	2,70	0.17	2.40-3,06	2,80	0.10	2.59-2,99
Fosfor	3,25	0.26	2.85-3,78	3,22	0.29	2.57-3,74
Bilirubin	2,98	1.34	1.55-5,56	2,68	1.67	1.35-8,19
Kolesterol	2,34	0.22	1.98-2,84	2,38	0.38	2.03-0,38



## 5. **Zaključak**

Hranidbom tovnih svinja do većih završnih masa (135 kg) krmnom smjesom s 16% sirovih proteina uz dodatak preparata MAXFERM/PRO postižu se zadovoljavajući proizvodni rezultati (dnevni prirast i konverzija) i kakvoća trupa (mesnatost). Vrijednosti navedenih pokazatelja kao i metaboličkih pokazatelja u krvi ne razlikuju se od vrijednosti istih kod svinja hranjenih krmnim smjesama s 18% sirovih proteina.

Dodatak nusproizvoda fermentacije određenih supstrata uz pomoć gljivica (MAXFERM/PRO) krmnim smjesama za tovne svinje omogućuje primjenu nižih razina proteina u obroku bez negativnog učinka na zdravlje, proizvodne rezultate i kakvoću mesa tovljenika. Navedeno potencijalno smanjuje izlučivanje N spojeva fecesom, a time i pozitivan utjecaj na okoliš.

## 6. Literatura

1. Ćosić, H. (1979). Utjecaj razine proteina u obroku odbijene prasadi na proizvodne i klaoničke rezultate svinja. *Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*, 41(3), 339-346.
2. Dolenc, Ž. (1994). *Svinjogojstvo*. Nakladni zavod Globus, Zagreb.
3. Košarog, Ž., Jurišić, I., & Gutzmirtl, I. (2003). Hranidba rasplodnih svinja. *Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu*, Zagreb, 3-8.
4. Kralik, G., Kušec, G., Kralik, D., & Margeta, V. (2007). *Svinjogojstvo – biološki i zootehnički principi*. Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku i Sveučilište u Mostaru, 311-323.
5. Kralik, G., Kušec, G., Kralik, D., & Margeta, V. (2009). *Svinjogojstvo – biološki i zootehnički principi*. *Agriculture – Poljoprivreda*, 15(2), 61-61.
6. Kaneko, J. J., Harvey J. W., Bruss M. L. (1997): *Clinical Biochemistry of Domestic animals*. 5<sup>th</sup> ed., Academic Press, San Diego.
7. Senčić, Đ., Pavičić, Ž., & Bukvić, Ž. (1996). *Intenzivno svinjogojstvo*. Tisak, Osijek.
8. Uremović, M., & Uremović, Z. (1997). *Svinjogojstvo*. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
9. Uremović, Z., Uremović, M., Pavić, V., Mioč, B., Mužić, S., & Janječić, Z. (2002). *Stočarstvo*. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
10. Vukina, R. (1961). *Praktično svinjogojstvo*. Štamparski zavod „Ognjen Prica“, Zagreb.
11. Wang i sur. (2022) Effects of dietary protein levels on production performance, meat quality and flavor of fattening pigs. Nacional library of medicine.

## 6. Životopis

Ana Nikšić rođena je 11. ožujka 1998. godine u Gospiću. Svoje osnovnoškolsko obrazovanje započinje 2004 godine u Gospiću te ga uspješno završava 2012. godine te iste godine upisuje Opću gimnaziju također u Gospiću. Po završetku srednje škole 2017. godine upisuje preddiplomski studij Animalne znanosti na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Nakon tri godine preddiplomskog studija završava obrazovanje na temu „Utjecaj upale mliječne žlijezde na kemijski sastav, broj somatskih stanica i količinu mlijeka preživača“ pod mentorstvom prof.dr.sc. Antun Kostelić. Nakon uspješne obrane stječe zvanje prvostupnika inženjera animalnih znanosti. U slobodno vrijeme pohađala je različite vrste volontiranja, sudjelovala u sportskim natjecanjima pod imenom fakulteta te radila studentske poslove kroz školovanje. Od ostalih vještina i znanja ima položenu vozačku dozvolu B kategorije te vrlo dobro zna raditi sa MS paketom.