

# Učinci dodatka industrijske konoplje u krmnu smjesu na proizvodne pokazatelje i kakvoću mesa tovnih pilića

---

**Stamičar, Matija**

**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:204:237755>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-05**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

**UČINCI DODATKA INDUSTRIJSKE KONOPLJE U KRMNU  
SMJESU NA PROIZVODNE POKAZATELJE I KAKVOĆU  
MESA TOVNIH PILIĆA**

DIPLOMSKI RAD

Matija Stamičar

Zagreb, rujan, 2023.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Proizvodnja i prerada mesa

**UČINCI DODATKA INDUSTRIJSKE KONOPLJE U KRMNU  
SMJESU NA PROIZVODNE POKAZATELJE I KAKVOĆU  
MESA TOVNIH PILIĆA**

DIPLOMSKI RAD

Matija Stamičar

Mentor:  
Izv.prof.dr.sc. Ana Kaić

Zagreb, rujan, 2023.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Matija Stamičar**, JMBAG 0246058018, rođen/a 13.12.1995. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

**UČINCI DODATKA INDUSTRIJSKE KONOPLJE U KRMNU SMJESU NA PROIZVODNE  
POKAZATELJE I KAKVOĆU MESA TOVNIH PILIĆA**

Svojim potpisom jamčim:

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

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

\_\_\_\_\_  
*Potpis studenta / studentice*

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZVJEŠĆE**

**O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA**

Diplomski rad studentice **Matije Stamičar**, JMBAG 0246058018, naslova

**UČINCI DODATKA INDUSTRIJSKE KONOPLJE U KRMNU SMJESU NA PROIZVODNE  
POKAZATELJE I KAKVOĆU MESA TOVNIH PILIĆA**

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

Povjerenstvo:

potpisi:

- |    |                                   |        |       |
|----|-----------------------------------|--------|-------|
| 1. | Izv.prof.dr.sc. Ana Kaić          | mentor | _____ |
| 2. | Prof.dr.sc. Zlatko Janječić       | član   | _____ |
| 3. | Izv.prof.dr.sc. Dalibor Bedeković | član   | _____ |

## Zahvala

*Iskrene zahvale prof.dr.sc. Zlatku Janječiću na pruženoj mogućnosti obavljanja stručne prakse, te izradi diplomskog rada na temelju iste.*

*Zahvaljujem se svojoj mentorici izv.prof.dr.sc. Ani Kaić na velikodušnoj pomoći, susretljivosti, razumijevanju i stručnim savjetima tokom izrade i pisanja ovog diplomskog rada, te na iznimnom strpljenju, pruženom vremenu, podršci i odgovorima na moja brojna pitanja.*

*Ujedno se želim zahvaliti svim profesorima na pruženom znanju, trudu i razumijevanju tijekom studiranja.*

*I na kraju, najveća hvala mojim roditeljima Nenadu i Dinki koji bili uz mene u dobrim i lošim trenucima, upućivali me na pravi put te davali mi bezuvjetnu podršku i omogućili mi ostvarenje mojih ciljeva.*

# Sažetak

Diplomskog rada studentice **Matije Stamičar**, naslova

## UČINCI DODATKA INDUSTRIJSKE KONOPLJE U KRMNU SMJESU NA PROIZVODNE POKAZATELJE I KAKVOĆU MESA TOVNIH PILIĆA

Cilj istraživanja bio je utvrditi proizvodne pokazatelje i fizikalna svojstva mesa tovnih pilića hranjenih krmnim smjesama s različitim udjelom lišća konoplje. Istraživanje je provedeno na 100 Ross muških pilića, podijeljenih u 4 pokusne skupine. Krmna smjesa K-0 nije sadržavala lišće konoplje, a skupine P-1, P-2 i P-3 su sadržavale udjele od 1, 2 i 3%. Svakog tjedna je provedeno kontrolno vaganje i određena konzumacija hrane i konverzija krmne smjese. U svrhu određivanja sposobnosti zadržavanja vode, vrijednosti pH i boje mesa iz svake skupine izuzeta su po 3 uzorka prsnog mišićja (*m. pectoralis superficialis*). Tjelesne mase po skupinama iznosile su 2979,12 (K-0), 2626,57 (K-1), 2429,16 (K-2) i 2630,88 (K-3) g. Pri tome su mase skupina P-1, P-2 i P-3 bile su statistički značajno niže od K-0 ( $p < 0,05$ ). Na kraju istraživanja b\* pokazatelj boje P-1 skupine bio je statistički značajno veći od ostalih. U ostalim fizikalnim pokazateljima kakvoće mesa nisu utvrđene statistički značajne razlike.

**Ključne riječi:** konoplja (*Cannabis sativa* L.), proizvodni pokazatelji, tovni pilići, fizikalna svojstva mesa

## Summary

Of the master's thesis – student **Matija Stamičar**, entitled

### **INFLUENCE OF THE ADDITION OF INDUSTRIAL HEMP LEAVES ON THE PRODUCTION**

#### **INDICATORS AND MEAT QUALITY OF BROILERS**

The aim of the research was to determine the effect of dietary supplementation of the industrial hemp leaves on production indicators and physical characteristic of broiler chicken meat. The research was conducted on 100 Ross male chickens, divided into 4 experimental groups. Group K-0 did not contain hemp leaves, and groups P-1, P-2 and P-3 were supplemented with 1, 2 and 3% of industrial hemp leaves. Control weighing was carried out every week and food consumption and feed conversion were determined. Physical properties of chicken meat (water-holding capacity, pH value, color) were determined on the 3 pectoral muscle samples (*m. pectoralis superficialis*) per group. Body weight of K-0 group (2979,12 g) was significantly greater than K-1 (2626,57 g), K-2 (2429,16) i K-3 (2630,88 g). The b\* color indicator of the P-1 group was significantly higher than in the other groups. No statistically significant differences were found between other investigated physical properties of broiler chicken meat.

**Keywords:** hemp (*Cannabis sativa* L.), production indicators, broilers, physical properties of meat



## Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Cilj istraživanja .....	2
2. Pregled literature .....	3
2.1. Konoplja .....	3
2.1.1. Morfološke i biološke osobine konoplje.....	3
2.1.2. Faze rasta konoplje.....	5
2.1.3. Agroekološki uvjeti proizvodnje konoplje .....	6
2.1.4. Tehnologija proizvodnje konoplje.....	6
2.1.5. Konoplja u hranidbi peradi .....	7
2.2. Kakvoća pilećeg mesa.....	10
2.2.1. Tovna i klaonička obilježja .....	11
2.2.2. Tehnološka kakvoća pilećeg mesa .....	12
3. Materijali i metode.....	17
4. Rezultati i rasprava .....	22
5. Zaključak .....	35
6. Popis literature.....	36
7. Životopis.....	42

## 1. Uvod

U suvremeno doba proizvodnja pilećeg mesa sve više raste obzirom da postoji sve veća potražnja tržišta. Naime, da bi se zadovoljile potrebe tržišta, suvremena proizvodnja pilećeg mesa se temelji na uzgoju hibrida, tovnih pilića dobivenih naprednom selekcijom čistokrvnih linija pilića. Meso peradi ima visoku biološku vrijednost, a nisku energetska vrijednost te je izuzetno kvalitetno i sadrži visok postotak bjelančevina, a mali udio masti i kolesterola zbog čega je važno u dijetalnoj prehrani bolesnika i sportaša. Konoplja (*Cannabis sativa L*) je višenamjenska biljka s gotovo nultim sadržajem THC-a (tetrahidrokanabinola) i poznata je po svojim protuupalnim svojstvima te blagotvornom djelovanju na probavni trakt. Nadalje, utvrđeno je da konoplja pokazuje antimikrobnu aktivnost protiv gram-pozitivnih patogena kao što su *Clostridium spp.* i *Enterococcus spp.* Dodatak ulja konoplje, pogače sjemena i lišća konoplje može utjecati na proizvodne pokazatelje te kakvoću mesa peradi i jaja (Silversides i Lefrancois, 2005., Khan i sur., 2010.). Zbog zakonske regulative u Republici Hrvatskoj malo je istraživanja povezanih s proizvodnjom konoplje i njenom primjenom u hranidbi domaćih životinja (Vrbančić i sur. 2010). Međutim, u posljednjih nekoliko godina sve je više zanimanja za uzgoj ove kulture. Konoplja se može koristiti kao komponenta u krmnim smjesama za brojlere, no njezin utjecaj na konverziju krmne smjese ovisi o nekoliko čimbenika. Nutritivna vrijednost konoplje, uključujući udio proteina, masti, vlakana i drugih hranjivih tvari, igra ključnu ulogu u utjecaju na prirast peradi. Krmna smjesa za brojlere mora biti pažljivo uravnotežena kako bi osigurala pravilna hranidba i brz prirast jer dodatak konoplje može promijeniti nutritivni profil smjese. Kvaliteta konoplje koja se koristi također igra ulogu u postizanju optimalnih rezultata. Potrebno je pažljivo odabrati udio konoplje u smjesi i pratiti rezultate kako bi se izbjegli negativni učinci na konverziju krmne smjese. Utjecaj konoplje na prirast brojlera ovisi o različitim čimbenicima poput količine, odnosno udjela konoplje u krmnoj smjesi, kvaliteti konoplje te ostalim sastojcima u hranidbi i uvjetima uzgoja. Sjeme konoplje dodano u krmnu smjesu za brojlere ima pozitivan učinak na povećanje završne tjelesne mase pilića, na potrošnju i konverziju hrane (Eriksson i Wall, 2012., Khan i sur., 2010., Wheeler, 1994., Dobretsberger i sur., 1996., Lissou i Mendham, 2000.). Za optimalan uzgoj i kvalitetu mesa, važno je pažljivo uravnotežiti hranidbu peradi, uključujući sve potrebne komponente kao što su žitarice, proteini, vitamini i minerali. Konoplja može biti dio te hranidbe, ali treba je koristiti u skladu s preporukama kako bi se postigla željena završna tjelesna masa i kvaliteta mesa. Prema dosadašnjim istraživanjima konoplja ne mijenja pH mesa u znatnoj mjeri te nije poznato da ima značajan utjecaj na boju mesa brojlera (Kanbur, 2022., Stastnik i sur., 2019.). Nasuprot tome, dodatak sjemena konoplje u krmnu smjesu pilića značajno utječe na manji udio abdominalne masti u trupu (Eriksson i Wall, 2012.). Istraživanja pokazuju da su prosječni troškovi uzgoja pilića manji prilikom korištenja hrane s dodatkom sjemena konoplje što ukazuje na ekonomsku isplativost korištenja konoplje kao dodatka krmnoj smjesi.

## **1.1. Cilj istraživanja**

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj dodatka lišća konoplje u krmnu smjesu na proizvodne pokazatelje (postignute mase, konzumacija hrane, konverzija krmne smjese) i kakvoću mesa (kalo odmrzavanja, pH vrijednost, boja, kalo kuhanja) tovni pilića.

## 2. Pregled literature

### 2.1. Konoplja

Konoplja potječe iz srednje Azije, gdje i danas raste kao divlja biljka. Počela se uzgajati u Kini prije 5000 godina. U Europu konoplju su proširili Slaveni u 7. stoljeću s područja južne Rusije na područje Skandinavije i Sredozemlja. U srednjem vijeku u Hrvatskoj se najviše uzgajala za potrebe seljaka (Butorac, 2009.).

Konoplja pripada porodici Cannabinaceae i rodu Cannabis. Porodica ima samo jedan rod koji čini samo jedna vrsta, Cannabis sativa. Međutim, ta vrsta ima više varijeteta: Cannabis sativa var. vulgaris (obična konoplja), Cannabis sativa var. indica Lam. (industrijska konoplja), Cannabis sativa var. indica Lam. subvar. gigantea (divovska konoplja) i Cannabis sativa var. ruderalis Janisch (divlja konoplja). Od tih varijeteta, gospodarsko značenje ima samo Cannabis sativa var. vulgaris. L, koja se dijeli na četiri zemljopisne skupine: sjevernoruski tip (do 60 cm); srednjoruski tip (do 200 cm); južni ili talijanski tip (do 450 cm) i azijski tip (do 300 cm) (Butorac, 2009.).

Konoplja spada u industrijsko bilje, odnosno ratarsku skupinu biljaka čiji se plodovi, listovi, stabljika ili neki drugi dijelovi mogu iskoristiti kao sirovina u prerađivačkoj industriji. Ubrajamo ju u podskupinu predivog bilja, odnosno biljaka koje u nekom svom organu stvaraju vlakno, te ih prema tome i dijelimo na biljke koje stvaraju vlakno iz sjemena, listova, omotača ploda i stabljike (Pospišil, 2013.). Većina predivog bilja potječe iz Azije, a odatle su se te biljke proširile na sve kontinente. U Europi se uzgajaju konoplja, lan, pamuk, kenaf, abutilon i juta, dok se u Hrvatskoj detaljno obrađuju lan i konoplja.

Konoplja je višestruko iskoristiva biljka, koristi se za izradu odjeće i tekstila za različite namjene, u graditeljstvu, ribarstvu, automobilskoj, papirnoj, kozmetičkoj i prehrambenoj industriji, te može služiti kao ogrjevni materijal.

U Republici Hrvatskoj je dozvoljen uzgoj industrijske konoplje (Cannabis sativa L) uz odobrenje Ministarstva poljoprivrede. Prema Pravilniku o uvjetima za uzgoj konoplje, načinu prijave uzgoja maka te uvjetima za posjedovanje opojnih droga u veterinarstvu, konoplju (Cannabis sativa L) je dopušteno uzgajati u svrhu proizvodnje hrane i hrane za životinje, ukoliko sadržaj tetrahidrokanabinola u suhoj tvari biljke ne prelazi 0,2% (NN 18/2012). U navedenu svrhu mogu se koristiti samo sorte konoplje koje su upisane u Sortnu listu Republike Hrvatske, u skladu sa Zakonom o sjemenu, sadnom materijalu i priznavanju sorti poljoprivrednog bilja (NN 18/125).

#### 2.1.1. Morfološke i biološke osobine konoplje

Uvažavajući odnos pojedinih dijelova konoplje kao biljke, na korijen otpada 8 – 10%, na stabljiku 60 – 65%, na listove 18 – 20%, a na sjeme 10 – 12%. Korijen konoplje je vretenast. Iz vrata glavnog korijena izbija bočno korijenje koje se prostire do 50 cm u stranu, te se isprepliće međusobno i s korijenjem drugih biljaka stvarajući gustu mrežu korijenja (Pospišil,

2013.). Može narasti 1 – 2 m u širinu, a u rahlim tlima može prodrijeti do 2 m u dubinu, dok u težim tlima doseže samo 30 – 40 cm. Razvijenost korijena ovisi o sorti i spolu, pri čemu ženske biljke imaju razvijeniji korijen od muških (Butorac, 2009.). Korijenov sustav konoplje je slabo razvijen, osobito u prvim fazama rasta, te mu je upojna moć slaba (Pospišil,2013.).

Stabljika konoplje je uspravna. Prvih 3 – 4 tjedna nakon nicanja je zeljasta, nakon čega odrveni. Kora stabljike je svijetlozelene do intenzivno zelene boje, što je poželjno za proizvodnju vlakna, jer će takva stabljika dati i svjetlije vlakno (Pospišil, 2013.). Visina stabljike može ovisiti o raznim uvjetima poput količine dnevne svjetlosti, zemljopisne skupine konoplje, tipu tla, opskrbljenosti tla hranjivima, vodozračnom režimu u tlu, veličini vegetacijskog prostora i spolu (Butorac, 2009.).

Konoplja može narasti od 0,5 m do 5 m. Ako konoplja raste u rjeđem sklopu, dolazi do grananja koje nije poželjno za proizvodnju vlakna jer mu se smanjuje tehnička dužina. Većim vegetacijskim prostorom povećava se udio lišća i grananja, što je pogodno za proizvodnju sjemena. Stabljika konoplje može rasti 5 – 7 cm dnevno, a muške biljke su veće od ženskih za 10 – 15%. Stabljika konoplje podijeljena je po dužini na koljenca (nodije) i međukoljenca. Koljenca označavaju listovi koji nakon izbijanja otpadnu, stvarajući tako koljenca (Pospišil, 2013.). Na tim mjestima nastaje zadebljanje s unutarnje strane, a šupljina stabljike smanjuje se za 1/4 do 1/6 promjera stabljike. Debljina stabljike najviše ovisi o vegetacijskom prostoru, a optimalna debljina stabljike varira između 3,5 i 8,4 mm. Kvocijent stabljike je omjer između visine i debljine stabljike, te što je on veći biljka je viša i tanja (Butorac,2009.).

List konoplje je prstastog oblika i sastoji se od peteljke i plojke. Prvi par listova je jednostavan i po obodu nazubljen, sastoji se od jednog segmenta. Drugi par listova sastoji se od 3 segmenta, a svakom idućem paru listova raste broj segmenata prema principu 1 – 3 – 5 – 7 – 9 – 11. Broj listova i veličina plojke su sortna svojstva, dok boja može varirati od svijetlo do intenzivno zelene boje (Pospišil, 2013.). Dužina i širina segmenata također može varirati, a u prosjeku su dugi od 5 do 18 cm, a široki od 0,5 do 2,5 cm. Listovi ženskih biljaka sadrže više segmenata i veći su od listova muških biljaka (Butorac,2009.).



Slika 2.1. List konoplje

(Izvor: <https://www.feedipedia.org/content/hemp-leaves-cannabis-sativa>)

Konoplju ubrajamo u dvodomne biljke, što znači da se dijeli na muške i ženske biljke koje se međusobno razlikuju. Muške biljke, također poznate kao bjelojke, imaju manje listova i svjetliju stabljiku u usporedbi s ženskim biljkama. Njihov cvijet je rahao i žute boje, ima dugu stapku te se sastoji od pet prašnika i perigona koji rastu na vrhovima biljke. Ženske biljke, poznate kao crnojke, imaju cvjetove smještene u pazušcima listova koji zauzimaju gornju trećinu stabljike i tvore cvat. Cvijet je sastavljen od ovojnog listića, perigona i tučka s dvije njuške (Butorac, 2009.). Muške biljke cvatu tijekom 15 do 35 dana, dok ženske biljke cvatu do 30 dana. Sazrijevanje sjemena traje 30 do 40 dana (Pospišil, 2013.).



Slika 2.2. Cvijet ženske (lijevo) i muške (desno) biljke konoplje

(Izvor: <https://leafwell.com/blog/female-vs-male-weed-plants/>)

Plod konoplje je ujedno i sjeme, a nazivamo ga orašac. Jajastog je oblika i omotan tvrdom ljuskom koja štiti sjeme od mehaničkih povreda (Pospišil, 2013.). Plod je dug 2,5 do 5,0 mm, širok 2,0 do 4,0 mm i visok 2,0 do 3,5 mm (Butorac, 2009.). Boja nije jednolična, sadrži razne šare i ovisi o podrijetlu, sorti i zrelosti, te varira od svijetlozelene, sive, smeđe sve do crvene boje (Pospišil, 2013.). Masa 1 000 sjemenki varira od 9 do 26 g, a hektolitarska masa od 40 do 60 kg, ovisno o sorti. Sjeme vrlo brzo gubi klijavost, nakon dvije godine gubi je u potpunosti, stoga se mora uskladištiti na temperaturi od 2 do 3 °C uz relativnu vlagu zraka od 8,6% (Butorac, 2009.).

### 2.1.2. Faze rasta konoplje

Rast konoplje sastoji se od pet faza rasta: faza klijanja i nicanja, faza sporog rasta, faza brzog rasta, faza cvjetanja i faza dozrijevanja. Tijekom klijanja i nicanja biljka ima dva kotiledonska listića s vegetativnim vrhom u sredini. Faza sporog rasta traje 4 do 5 tjedana, a tijekom te faze intenzivno se razvija korijenov sustav, biljka naraste 15 – 20% od svoje konačne visine. U fazi brzog rasta konoplja naraste za 60% svoje konačne visine u roku 5 – 6 tjedana, što dnevno iznosi 3 – 5 cm. Faza cvjetanja započinje cvatnjom muških biljaka te se rast

usporava. Nakon oplodnje započinje faza dozrijevanja u kojoj se stvara plod, odnosno sjeme. Ista traje 4 – 5 tjedana i vrlo je bitna za proizvodnju sjemena (Butorac, 2009.).

### **2.1.3. Agroekološki uvjeti proizvodnje konoplje**

Konoplja zahtijeva znatnu količinu vode radi formiranja velike nadzemne mase, naročito u fazi intenzivnog rasta, ali treba izbjegavati zadržavanje vode na površini jer može uništiti biljku za 2 – 3 dana (Butorac, 2009.). Relativna vlaga zraka tijekom cijele vegetacije treba iznositi 70 – 80% (Pospišil, 2013.).

Konoplja zahtijeva znatnu količinu vode radi formiranja velike nadzemne mase naročito u fazi intenzivnog rasta, ali treba izbjegavati zadržavanje vode na površini jer može uništiti biljku za 2 – 3 dana (Butorac, 2009.). Relativna vlaga zraka tijekom cijele vegetacije treba iznositi 70 – 80% (Pospišil, 2013.). Konoplja koja se uzgaja za dobivanje vlakna zahtijeva duboka, plodna i strukturna tla, dok konoplja za proizvodnju sjemena nema velikih zahtjeva glede tla. Najbolje uspijeva na černoze, aluviju i eutrično smeđem tlu (Butorac, 2009). Najpovoljniji pH tla za uzgoj konoplje je 6,0 – 7,5 (Pospišil, 2013.).

### **2.1.4. Tehnologija proizvodnje konoplje**

Konoplja se može uzgajati kao monokultura, ali su tada prinosi niži, stoga se preporučuje uzgoj u plodoredu. Najbolji predusjevi za konoplju su krumpir, soja, strne žitarice i djetelina (Butorac, 2009). Konoplja je odličan predusjev za mnoge ratarske kulture jer ostavlja tlo čisto od korova i bogato hranjivima (Pospišil, 2013.).

Vrijeme, način i broj operacija obrade tla ovise o predusjevu i svojstvima tla. Obrada tla nakon kultura koje rano sazrijevaju sastoji se od prašenja strništa odmah nakon žetve, ljetnog oranja na dubinu 20 – 25 cm te dubokog jesenskog oranja. Nakon kultura koje kasnije sazrijevaju vrši se pliće oranje, nakon žetve i duboko jesensko oranje, a nakon kultura koje kasno sazrijevaju vrši se samo duboko oranje (Pospišil, 2013.).

Konoplja najviše hranjiva usvaja nakon faze sporog rasta. U tehnološkoj zriobi muške biljke prestaju usvajati hranjivo, dok ženske to ne čine. Prinos zrakosušene stabljike od 10 t/ha zahtijeva oko 190 kg/ha dušika, 120 kg/ha fosfora i 270 kg/ha kalija, dok se za prosječan prinos sjemena pri uzgoju konoplje za sjeme u tlo dodaje od 125 do 150 kg dušika, 70 do 90 kg fosfora i 120 do 160 kalija. Dušik povećava prinos stabljike i količinu vlakna, no prevelike količine dušika smanjuju čvrstoću vlakna i postotak dugog vlakna u ukupnom prinosu vlakna. Fosfor utječe na povećanje prinosa vlakna i poboljšanje njegove kvalitete, dok kalij utječe na ubrzanje rasta, povećanje prinosa stabljike, čvrstoću vlakna i skraćivanje vremena vegetacije. Stajski gnoj pozitivno djeluje na prinos sjemena konoplje (Butorac, 2009.).

U Hrvatskoj je dopušteno uzgajanje konoplje za proizvodnju vlakna, sjemena za prehranu životinja, daljnje razmnožavanje i preradu sjemena. Mogu se uzgajati sorte koje se nalaze na Sortnoj listi Republike Hrvatske: kompoliti (priznata 1982. godine u RH, vegetacijsko razdoblje od 110 do 115 dana, prinos stabljike od 10 do 12 t/ha, udio vlakna od 31 do 35%),

unico B (priznata 1982. godine u RH, vegetacijsko razdoblje 105 dana, prinos stabljike od 10 do 11 t/ha, udio vlakna od 29 do 31%), kompolti Sarga Szaru (priznata 1990. godine u RH, vegetacijsko razdoblje od 100 do 105 dana, prinos stabljike od 7 do 8 t/ha, udio vlakna od 27 do 31%) i kompolti hibrid T.C. (priznata 1991. godine u RH, vegetacijsko razdoblje od 115 do 118 dana, prinos stabljike 13 t/ha, udio vlakna od 28 do 30%) (Butorac, 2009.).

Konoplja spada u jaru kulturu te se sije polovicom mjeseca travnja. Optimalna temperatura za sjetvu je 12 – 16 °C, a sklop ovisi o sorti. U rijetkom sklopu će stabljika otegnuti, dok će u gustom ostati premršava. Količina sjemena za sjetvu ovisi o masi 1000 sjemenki, klijavosti i čistoći sjemena te o tome za što se uzgaja (vlakno, sjeme ili kombinirani uzgoj). Žetva konoplje također ovisi o namjeni konoplje. Ako se uzgaja za vlakno, žetvu je najbolje obaviti tijekom cvatnje muških biljaka, dok je za sjeme najpovoljnije vrijeme kada je ono na sredini grančica cvata dozrelo (Butorac, 2009.).

### **2.1.5. Konoplja u hranidbi peradi**

Posljednjih godina sve veća pozornost se pridaje upotrebi konoplje u hranidbi domaćih životinja, posebno peradi, zbog njezinih pozitivnih učinaka (Fallahi i sur., 2022.). Konoplja ima razne pozitivne učinke poput ublažavanja stresa (Wheeler, 1993.), poboljšanja imuniteta i suzbijanja tumorskih stanica (Zhu i sur., 1997.). Također, pokazuje antimikrobna i antivirusna svojstva te ima protuupalno, antiparazitsko i insekticidno djelovanje (Bishnupada i sur., 1997.). Dokazano je da konoplja i njezini metaboliti povećavaju čvrstoću tibije i smanjuju stopu deformacije kosti u brojlera, što je posebice značajno za industrijsku proizvodnju, jer npr. prijelomi kostiju mogu uzrokovati veliku stopu smrtnosti (Fallahi i sur., 2022.). Sjemenke konoplje mogu se koristiti kao dobar izvor bjelančevina za perad zbog svojih visokokvalitetnih skladišnih bjelančevina poput edestina i albumina koji se lako probavljaju te sadrži esencijalne aminokiseline (Callaway, 2004).

Khan i sur. (2010) dodali su sjemenke konoplje (5, 10 i 20%) u obrok te su otkrili da je 20% sjemenki konoplje u obrocima brojlera povećao prirast tjelesne težine te pozitivno utjecalo na kvalitetu i smanjenje mortaliteta i proizvodnih troškova. Stastnik i sur. (2015) utvrdili su da je dodatak 15% pogača sjemenki konoplje imao negativan učinak na završnu tjelesnu masu i konverziju. Kalmendal (2008.) navodi da 10, 20 i 30% dodatak pogače sjemena konoplje u hrani za brojlere negativno utječe na probavljivost suhe tvari zbog visokog udjela vlaknastog materijala. Ovaj se učinak može se spriječiti procesom ljuštenja.

Sjeme konoplje ima dobru hranjivu vrijednost za perad i može se dodavati u različitim oblicima (cijelo sjeme ili pogača sjemena konoplje) u hranidbi. Međutim, može sadržavati vlaknasti materijal. Ovisno o tome može smanjiti probavljivost drugih hranjivih tvari (Kirkpinar i sur., 2018.).

Iz konoplje se mogu dobiti četiri vrste krmiva: sjeme konoplje, brašno/pogača sjemenki konoplje, ulje sjemenki konoplje i cjelovita biljka konoplje (EFSA Journal, 2011.), čiji je kemijski sastav prikazan u tablici 1.



Tablica 1. Kemijski sastav pojedinih dijelova konoplje i njenih nusproizvoda

<b>g/kg suhe tvari</b>	<b>Sjemenke</b>	<b>Pogača</b>	<b>Sačma</b>	<b>Srčika</b>
<b>Suha tvar, g/kg</b>	912	937	-	962
<b>Sirovi protein</b>	249	344	320,8	32,0
<b>Sirova mast</b>	327	124	52,4	8,0
<b>Neutralna deterdžentna vlakna</b>	297	393	508	900
<b>Kisela deterdžentna vlakna</b>	213	321	390	789

Izvor: Klir i sur. 2019.

Sjemenke konoplje su odličan izvor bjelančevina i masti (Fallahi i sur., 2022.) te imaju odgovarajuće koncentracije nezasićenih masnih kiselina, posebno linolne i linolenske kiseline (Klir i sur., 2019.). Sjeme konoplje može se koristiti kao hrana za sve vrste domaćih životinja, ali se ne preporučuje kao cjelovita hrana već kao dodatak (Klir i sur., 2019.). Maksimalan postotak ugradnje sjemenki u kompletan obrok je 3% za perad (EFSA Journal, 2011.). Metabolička energija sjemenki konoplje za perad iznosi 18 MJ/kg (EFSA Journal, 2011.). Izvrstan su izvor polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) (Fallahi i sur., 2022.). Masnokiselinski profil sjemenki, pogače i ulja konoplje prikazan je u tablici 2.

Tablica 2. Masnokiselinski profil sjemenki, pogače i ulja konoplje

<b>% masnih kiselina</b>	<b>Sjemenke</b>	<b>Pogača</b>	<b>Ulje</b>
<b>Miristinska (C14:0)</b>	0,04	-	0,07
<b>Palmitinska (C16:0)</b>	5,89	9,30	4,46
<b>Palmitoleinska (C16:1 n-7)</b>	0,15	-	0,15
<b>Stearinska (C18:0)</b>	2,05	3,80	1,76
<b>Oleinska (C18:1 n-9)</b>	10,11	13,10	8,27
<b>Linolna (C18:2 n-6)</b>	56,5	52,50	59,52
<b>α-Linolenska (C18:3 n-3)</b>	21,15	19,10	15,85
<b>γ-Linolenska (C18:3 n-6)</b>	-	2,20	4,52

Izvor: Klir i sur. 2019.

Sjeme konoplje sadrži visok udio ulja od 26 – 37,5%, vlakana 28% s probavljivošću od 20% (EFSA Journal, 2011.) i 20 – 25% probavljivog proteina poput albumina (Fallahi i sur., 2022.). Također, sadrži visoke razine esencijalnih masnih kiselina poput arginina, metionina i cistina, vitamina te  $\lambda$ -tokoferola u količini od 60,85 mg/100 g suhe tvari (Fallahi i sur., 2022.). Sjeme konoplje je bogat izvor kalcija, željeza i kalija te ne sadrži gluten (Kolodziejczyk i sur., 2012.), a protein sjemenki konoplje sadrži dobre količine aminokiselina, uključujući visoke razine arginina i glutaminske kiseline (Klir i sur., 2019.). Aminokiselinski sastav sjemena konoplje prikazan je u tablici 3.

Tablica 3. Aminokiselinski sastav sjemena konoplje

<b>Aminokiselina</b>	<b>% ukupnih proteina sjemena</b>
<b>Triptofan</b>	1,63
<b>Treonin</b>	4,19
<b>Izoleucin</b>	4,90
<b>Leucin</b>	6,76
<b>Lizin</b>	4,72
<b>Metionin</b>	2,03
<b>Cistin</b>	1,86
<b>Fenilalanin</b>	5,24
<b>Tirozin</b>	2,70
<b>Arginin</b>	10,53
<b>Valin</b>	5,87
<b>Histidin</b>	2,58
<b>Alanin</b>	5,06
<b>Asparaginska kiselina</b>	11,20
<b>Glutaminska kiselina</b>	22,10
<b>Glicin</b>	6,83
<b>Prolin</b>	4,41
<b>Serin</b>	5,31

Izvor: Kolodziejczyk i sur. 2012.

Nakon prešanja ulja, ostaju uljne pogače koje su kvalitetna stočna hrana s oko 20 – 25% sirovih bjelančevina. Kao nusprodukt proizvodnje ulja nastaje odmašćena konopljina pogača. Mljevenjem pogače nastaje brašno koje sadrži visoki udio vlakana i proteina. Prosijavanjem brašna kroz sita različitih promjera nastaje visokovrijedan konopljin protein (Pospišil, 2013.). Pogača sjemena konoplje je bogat izvor sirovih proteina, stoga ju se uključuje u obrok kao vrijedan izvor bjelančevina (Klir i sur. 2019.). Pogača sadrži oko 11% lipida, 33% bjelančevina i 43% vlakana, a metabolička energija konopljine pogače za piliće iznosi 10,1 MJ/kg. U obrocima za toвне piliće ne smije se koristiti više od 10% (EFSA Journal, 2011.).



Slika 2.3. Sjeme (lijevo) i pogača (desno) konoplje

(Izvor: [https://www.researchgate.net/figure/Hempseed-left-and-cold-pressed-hempseed-cake-right-photo-Linda-Karlsson\\_fig1\\_47653269](https://www.researchgate.net/figure/Hempseed-left-and-cold-pressed-hempseed-cake-right-photo-Linda-Karlsson_fig1_47653269))

Ulje sjemenki konoplje je potpuni nutritivni izvor, odnosno ima uravnotežen izvor esencijalnih aminokiselina i masnih kiselina (Klir i sur., 2019.). Ulje sadrži oko 84% PUFA, odnosno 56% linolne i 22% alfa-linoleinske kiseline, 4% gama-linolenske i 2% stearidonske kiseline (Callaway, 2004.) te se često koristi kao dodatak krmnim smjesama radi obogaćivanja životinjskih proizvoda sa PUFA n-3 i n-6 masnim kiselinama (Klir i sur., 2019.). Ulje sjemenki konoplje smanjuje razinu kolesterola te sadrži prirodne antioksidanse (Fallahi i sur., 2022.).

## 2.2. Kakvoća pilećeg mesa

Kakvoća mesa obuhvaća fizikalna, kemijska, morfološka, biokemijska, mikrobiološka, senzorna, tehnološka, higijenska, nutritivna i kulinarska svojstva (Ingr, 1989.). Na kakvoću mesa utječu razni čimbenici unutar jedinke: genotip, dob, spol, vrsta mišića i hranidba te način i higijena raznih manipulativnih postupaka poput utovara, transporta, istovara, omamljivanja, klanja, evisceracije, rasijecanja, pakiranja i skladištenja (Lawrie, 1998.).

Glavna svojstva kakvoće mesa mogu se podijeliti u pet glavnih skupina: prinos i udjeli tkiva (tržna količina, odnos mesa: mast, veličina i oblik mišića), izgled i tehnološka svojstva (struktura i boja masti, udio intramuskularne masti, sposobnost vezanja vode, boja i kemijski sastav mesa), ježnost (struktura, mekoća, sočnost, aroma, okus i miris), korisnost (nutritivna kakvoća, kemijska i mikrobiološka sigurnost) i etička kakvoća (prihvatljiv način uzgoja) (Warris, 1996.).

Pri procjeni kakvoće mesa, potrošači se najviše oslanjaju na izgled, boju, teksturu, sočnost, tvrdoću, okus i miris mesa (Cross i sur., 1986.), dok se mesna industrija više bazira na svojstvima mesa poput sposobnosti zadržavanja vode, pH vrijednosti, otpora na presijecanje,

sadržaja kolagena, topljivosti bjelančevina i dr. (Allen i sur., 1998.). Kako bi se zadovoljile potrebe potrošača i dobio visokokvalitetan proizvod, svježe meso mora zadovoljiti funkcionalna svojstva te biti zadovoljavajućeg izgleda, mirisa i okusa (Đurkin i sur., 2008.).

Meso tovnih pilića ima poželjna organoleptička svojstva, visoku nutritivnu vrijednost, visok sadržaj bjelančevina, a nizak sadržaj masti što je vidljivo u tablici 4., te ga ubrajamo u dijetetske proizvode (Kralik i sur., 2001.). Ukusnost mesa povezana je sa sadržajem masti, no osim količine masti, bitan je i njihov sastav (Gajčević i sur., 2007.). Bijelo meso ima povoljniji odnos masnih kiselina nego tamno pileće meso (Kralik i sur., 2001.).

Tablica 4. Kemijski sastav i energetska vrijednost različitih vrsta mesa

Vrsta mesa	Hranjive tvari (%)				Energija (KJ/100g)
	Voda	Bjelančevine	Masti	Pepeo	
<b>Svinjsko</b>	49,0 - 71,0	16,0 - 21,0	7,0 - 34,0	0,8 - 1,1	631 - 1597
<b>Teleće</b>	69,0 - 74,0	19,0 - 22,0	3,1 - 11,0	1,0 - 1,1	493 - 752
<b>Goveđe</b>	55,0 - 74,0	19,0 - 21,0	4,0 - 25,0	0,9 - 1,1	514 - 1296
<b>Ovčje</b>	54,0 - 66,0	15,2 - 16,5	15,5 - 30,0	0,8 - 1,0	899 - 1404
<b>Pileće</b>	67,5 - 72,1	19,8 - 22,8	4,0 - 11,5	1,1 - 1,2	548 - 786
<b>Pureće</b>	60,1 - 66,8	19,9 - 24,0	8,0 - 19,1	1,0 - 1,2	719 - 1083
<b>Pačje</b>	49,4 - 58,4	13,0 - 17,5	22,9 - 37,0	0,6 - 0,9	1191 - 1659
<b>Guščje</b>	48,9 - 59,4	12,2 - 16,9	28,8 - 38,1	0,8 - 0,9	1174 - 1638

Izvor: Senčić i sur. 1992.

### 2.2.1. Tovna i klaonička obilježja

Najvažniji čimbenici tovnih i klaoničkih svojstava prikazani su u tablici 5., a u njih spadaju dnevni/tjedni prirast, konverzija hrane, masa trupa, randman, udjeli tkiva u trupu te stopa mortaliteta (Kralik i sur., 2007.). Dnevni/tjedni prirast izražava se kao promjena žive mase po danu/tjednu, a konverzija hrane prikazuje utrošak hrane za 1 kg prirasta. Randman je odnos žive mase i klaonički obrađenog trupa te se izražava u postotku. Randman ima tendenciju porasta usporedno s porastom žive vage prije klanja (Knežević, 1989.), a uvjetovan je pasminom, dobi, spolom, hranidbom, zdravstvenim stanjem i tehnikom obrade trupa (Warmington i Kirton, 1990.).

U tablici 5. je prikazan utjecaj spola na toвне i klaoničke pokazatelje pilića. Muški pilići imaju veće priraste i završnu masu, dok su kod ženskih pilića utvrđeni veći udjeli abdominalnog masnog tkiva (Kralik i sur., 2007.). Kralik i sur. (2007.) navode da su muški pilići imali veće završne tjelesne mase od ženskih pilića, te su konzumirali više hrane i imali bolju konverziju krmne smjese. Kralik i sur. (2007.) navode da su ženski pilići imali bolji randman iako su muški pilići imali veću masu prsa, bataka, zabataka, krila i leđa u odnosu na ženske piliće.

Tablica 5. Tovni i klaonički pokazatelji Ross 308 muških i ženskih pilića

Pokazatelj	Muški	Ženski
Preživljavanje (%)	90	100
Masa trupa (g)	2095,33	1798,13
Randman (%)	69,99	71,80
<b>Mase osnovnih dijelova trupa pilića</b>		
Prsa (g)	737,63	633,27
Batci sa zabatcima (g)	623,50	503,20
Krila (g)	227,53	191,67
Leđa (g)	474,73	435,80
Abdominalna mast (g)	31,93	34,20
<b>Udjeli tkiva u prsima</b>		
Mišićno tkivo (%)	82,11	82,53
Koža (%)	7,80	8,14
Kosti (%)	10,09	9,33
<b>Udjeli tkiva u batcima sa zabatcima</b>		
Mišićno tkivo (%)	69,08	68,72
Koža (%)	11,64	13,16
Kosti (%)	19,28	18,11

Izvor: Kralik i sur., 2007.

## 2.2.2. Tehnološka kakvoća pilećeg mesa

### pH vrijednost mesa

pH vrijednost mesa je jedan od najvažnijih pokazatelja kakvoće mesa jer utječe na boju, okus, teksturu, sposobnost vezanja vode, održivost i mikrobiološku stabilnost mesa. pH vrijednost ima velik značaj za biokemijske reakcije koje se odvijaju u organizmu prije ili poslije smrti. Neposredno nakon klanja, meso životinja ima pH vrijednost između 7 i 7,2, a prestankom dotoka kisika u mišiće dolazi do anaerobnih procesa poput glikolize i razgradnje ATP-a, što dovodi do acidifikacije mišića odnosno spuštanja pH vrijednosti (Kralik i sur., 2023).

Nakon klanja pilića, *rigor mortis* nastupa unutar dva do četiri sata, što utječe na promjenu tehnoloških svojstava mesa, posebno tvrdoće (Krvavica i sur., 2013.). Pileće meso postiže 80% svoje maksimalne mekoće već oko 8 sati nakon klanja, dok konačna pH vrijednost pilećeg mesa varira ovisno o vrsti mišića. Konačna pH vrijednost u pilećim prsnim mišićima kreće se od 5,6 do 5,9, dok je konačna pH vrijednost u mišićima bedara viša i kreće se od 6,1 do 6,4 (Kralik i sur., 2023). U istraživanju Kralik i Kralik (2023.) utvrđena je konačna pH vrijednost mesa normalne kakvoće od  $6,13 \pm 0,11$  dok je konačna pH vrijednost blijedog, mekanog i vodnjikavog mesa (BMV mesa) bila nešto niža i iznosila je  $5,99 \pm 0,21$  (Tablica 7.).

Stres prije klanja uzrokuje smanjene količine glikogena u mišiću, što dovodi do nepotpunog pada pH vrijednosti (iznad 6,4) i stvaranja tamnog, čvrstog i suhog mesa (TČS

meso). Visoka pH vrijednost stvara odličnu podlogu za mikroorganizme, čime se narušava mikrobiološka stabilnost mesa. Prebrzi pad pH vrijednosti ubrzava proces glikolize, što dovodi do ranije pojave *rigor mortisa*, skraćuje vrijeme za razgradnju bjelančevina, smanjuje sposobnost vezanja vode i dovodi do većeg gubitka mesnog soka. Takvo meso je blijedo, mekano i vodnjikavo, tzv. BMV meso (Pavelić, 2013.).

Glavni čimbenik koji uzrokuje gubitak produktivnosti i visoki mortalitet kod peradi je toplinski stres, koji je uzrokovan visokim temperaturama i visokom vlažnosti zraka (Terim Kapakin i sur., 2013.). Potrošnja hrane se smanjuje kod pilića koji su izloženi toplinskom stresu te dolazi do gubitaka prinosa prema tome (Yalçın i sur., 1997.). Istraživanja su pokazala da je u brojlera, u dobi od 42 dana, izloženih toplinskom stresu značajno umanjen unos hrane (16,4%), konverzija hrane (25%) te tjelesna težina (32,6%), pri tome je važno, uz visinu temperature, uzeti u obzir gustoću naseljenosti kao glavni dodatni pogubni čimbenik, i s gledišta proizvodnosti ali i dobrobiti (Deeb i Cahaner, 2002.). Nadalje, pri dugotrajnom izlaganju toplini uočeni su negativni učinci po odlaganje masti i kvalitetu mesa u brojlera. Umanjen je udio prsnog mišića, dok je udio bedrenog mišića uvećan, uz općenito smanjen sadržaj proteina i veći sadržaj masti u mišićju (Zhang i sur. 2012.).

### Boja mesa

Boja mesa je jedan od najvažnijih kriterija pri procjeni kakvoće mesa od strane potrošača. Boja mesa ovisi o vrsti, starosti, hranidbi, načinu držanja životinje i funkciji mišića u organizmu (Feiner, 2006.). Boja svježeg mesa uglavnom je rezultat zastupljenosti mišićnih pigmentata, prije svega mioglobina (90% – 95%), a zatim hemoglobina (2% – 5%) i zanemarivo male količine citokroma, flavina, kobalamina i dr. (Feiner, 2006.).

Boja mioglobina ovisi o najmanje 3 čimbenika: oksidacijskom stanju željeza – reduciran  $Fe^{2+}$  ili oksidirani  $Fe^{3+}$ , skupini vezanoj na šestoj vezi Fe atoma, te stanju globina – prirodan u sirovom mesu, denaturiran u kuhanom mesu. Funkcija mu je reverzibilno vezanje kisika. U mišićnom tkivu svježeg mesa nalazi se u tri osnovna oblika mioglobina: deoksimioglobin, oksimioglobin i metmioglobin (Feiner, 2006.).

Tablica 6. Hem pigmenti u nesalamurenom mesu

Pigment	oksidacijsko stanje	šesta veza	stanje globina	boja
reducirani mioglobin	$Fe^{2+}$	$H_2O$	Prirodni	Purpurna
oksimioglobin	$Fe^{2+}$	$O_2$	Prirodni	svijetlo crvena
metmioglobin	$Fe^{3+}$	$H_2O$	Prirodni	Smeđa
denaturirani	$Fe^{3+}$	$H_2O$	denaturirani	Smeđa

Izvor: Bekhid i sur., 2019.

Do danas su razvijene brojne metode instrumentalnog mjerenja boje mesa. Specijalni instrumenti poput kolorimetra i spektrofotometra, uz različito osvjetljenje, kut promatranja i veličinu otvora, mogu mjeriti različite raspon spektra boja. Među najčešće korištenim uređajima su Minolta ili Labscan kromametar koji prema referentnoj metodi mjere boju mesa putem L\*, a\* i b\* vrijednosti koje određuje Međunarodna komisija za iluminaciju. L\* vrijednost označava svjetlinu mesa, krećući se u rasponu od 0 (potpuno crno) do +100 (potpuno bijelo), dok vrijednost a\* označava crvenilo, od zelene do crvene, i vrijednost b\* označava žutilo, od plave do žute. Vrijednosti a\* i b\* kreću se u rasponu od -60 (zelena/plava) do +60 (crvena/žuta).

Dodatni pokazatelji boje koji se po potrebi mogu izračunati iz a\* i b\* vrijednosti su nijansa (eng. Hue) i zasićenost, odnosno kroma (eng. Chroma). Pri instrumentalnom mjerenju boje mesa važno je uzeti u obzir vrijeme stabilizacije boje. Parametri instrumentalno mjerene boje mijenjaju se ovisno o vremenu stabilizacije. Za neke parametre potrebno je minimalno vrijeme stabilizacije od oko 5 minuta, dok neki zahtijevaju i do 20 minuta, stoga je važno naglasiti koliko je trajalo vrijeme stabilizacije koje se koristilo pri mjerenju boje (Kaić i sur., 2012.).

Anatomska lokacija mišića uvelike utječe na boju mesa, odnosno intenzitet boje mesa je proporcionalan aktivnosti mišića. Aktivniji mišići zahtijevaju više energije, troše više kisika, imaju veći udio mioglobina i tamniju boju. Na razvoj boje mesa utječu prisutnost kisika, način pakiranja, pH vrijednost mesa, temperatura, svjetlost, mikroorganizmi, kuhanje, salamurenje i dr. (Kovačević D., 2001.).

Tablica 7. Pokazatelji boje, pH vrijednosti i gubitak mesnog soka u normalnom i BMV mesu

Pokazatelji	Normalno meso	BMV meso
CIE L*	50,08 ± 2,33	57,09 ± 3,01
CIE a*	1,14 ± 0,71	0,80 ± 0,52
CIE b*	18,43 ± 4,22	19,31 ± 6,23
pH vrijednost	6,13 ± 0,11	5,99 ± 0,21
Gubitak mesnog soka (%)	0,99 ± 0,52	1,44 ± 0,85

Izvor: Kralik i Kralik, 2023.

### Sposobnost zadržavanja vode u mesu

Mišići životinja sadrže otprilike 75% vode, pri čemu se većina vode nalazi unutar strukture samog mišića, tj. unutar miofibrila, između miofibrila, između miofibrila i stanične membrane, između mišićnih stanica te između skupina mišića. Voda koja se nalazi unutar mišićne stanice podijeljena je na vezanu vodu, slobodnu vodu i imobiliziranu vodu (Huff-Lonergan, 2002.).

Vezana voda čvrsto je vezana za proteine (Huff-Lonergan, 2002.) i stoga je otporna na smrzavanje i uobičajene postupke obrade (Fennema, 1985.), a može se ukloniti samo

primjenom visokih temperatura i niskog tlaka (Kovačević, 2001.). Slobodna voda uglavnom je vezana slabim površinskim silama u mesu, dok je imobilizirana voda ona koju električno nabijene grupe proteina u mesu imobiliziraju. Imobilizirana voda lako se smrzava, a može se ukloniti sušenjem (Huff-Lonergan, 2002.).

Sposobnost zadržavanja vode odnosi se na sposobnost mesa da zadrži vlastitu vodu, odnosno mesni sok (Huff-Lonergan, 2002.). U mesnom soku nalaze se sarkoplazmatski proteini koji su topivi u vodi (Savage i sur., 1990.), a za ružičastu boju iscjetka zaslužan je mioglobin (Huff-Lonergan, 2002.). Sposobnost zadržavanja vode ovisi o udjelu vezane, slobodne i imobilizirane vode te o pH vrijednosti. Također ovisi o čimbenicima obrade, poput vremena nakon klanja, veličine rasječenih komada, broja rezova, smrzavanja i odmrzavanja te uvjeta skladištenja (Karolyi, 2004.).

Sposobnost zadržavanja vode može se izračunati na temelju količine mesnog iscjetka. Što je količina mesnog iscjetka manja, to je sposobnost zadržavanja vode bolja, i obrnuto. Količina mesnog iscjetka također može ukazivati na postojanje BMV i TČS sindroma u mesu (Huff-Lonergan, 2002.). Postoji nekoliko metoda za određivanje sposobnosti zadržavanja vode u mesu, koje se mogu podijeliti na: gravimetrijske metode (bez korištenja vanjske sile), mehaničke metode (s korištenjem vanjske sile), apsorpcijske metode (upijajuće) i indirektna metode (topljivost proteina). U gravimetrijske metode spadaju EZ-DripLoss metoda, metoda vrećice i metoda ladice, u mehaničke metode spadaju metoda pritiska (kompresije) i metoda centrifuge visoke ili niske brzine, a u apsorpcijske metode spadaju tampon metoda i metoda filter papira (Žanetić, 2021.).

### **Kalo odmrzavanja**

Smrzavanje se smatra najprogresivnijom metodom konzerviranja mesa. Osim što značajno povećava održivost lako pokvarljivih namirnica, smrzavanjem je osigurana kontinuirana opskrba potrošača i promet mesom na svjetskoj razini (Živković, 1986.). Osnovne promjene koje utječu na kakvoću smrznutog mesa su one na tkivnim strukturama koje su posljedica kristalizacije vode, smještaja i veličine kristala. Uslijed tih promjena mijenja se sposobnost vezanja vode mesa, što dovodi do cijedenja sa posljedičnim nepoželjnim izgledom mesa, gubitkom sočnosti poslije kuhanja, te pojačanog razvoja mikroorganizama kao posljedica površinske vlažnosti. Promjene koje utječu na kakvoću smrznutog mesa pojavljuju se u svim fazama pohrane, od početnog smrzavanja do završnog otapanja (Varnam i Sutherland, 1995.).

Kritična temperatura smrzavanja mesa je u granicama od  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pri čemu se smrzava najviše vode u mesu, čak 60% (Živković, 1986.). Pri tome se ujedno stvara i najviše kristala leda u mesu. Drugi dio vode u mesu (u količini od 20-30%) se smrzava na temperaturi od  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dok se preostali dio vode (od 10%) smrzava na  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Živković, 1986.). Posebno je učinkovito smrzavanje mesa peradi u automatskim tunelima za brzo smrzavanje na temperaturi od  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Glavni je razlog pojave kala smrzavanja je isušivanje na



koje utječu temperatura i vrijeme skladištenja, inicijalni sadržaj vode u hrani i vrsta pakiranja (propušta ili ne vodu). Kalo pri smrzavanju mesa peradi iznosi 1,5-2,0% (Živković, 1986.).

Brzina samog smrzavanja ima vrlo bitnu ulogu u stvaranju kristala te njihovoj veličini i budućoj kvaliteti proizvoda (Jagica i sur., 2007.). Na kakvoću smrznutog mesa značajno utječe i postupak odmrzavanja koji često može dovesti do bitnih senzorskih odstupanja i gubitka nutritivne vrijednosti (Sučić i sur., 2010.). Promjene u sposobnosti vezanja vode tijekom smrzavanja dovode do cijedenja pri otapanju, što je posljedica kretanja vode u vanstanični prostor i narušavanja miofibrilarne strukture (Jagica i sur., 2007.). Dehidracija vlakana i značajno povećanje koncentracije otopine zajedno s narušavanjem miofibrilarne strukture dovode do denaturacije bjelančevina koja izravno utječe na sposobnost vezanja vode mesa. Smanjena sposobnost vezanja vode znači da mišićne stanice nemogu reapsorbirati svu vodu iz vanstaničnih prostora pri odmrzavanju mesa (Jagica i sur., 2007.). Sporo smrzavanje uzrokuje veći gubitak vode pri odmrzavanju i izraženije smanjenje sposobnosti vezanja vode, dok pri brzom smrzavanju i nastanku velikog broja malenih unutarstaničnih kristala, količina vode pri otapanju je vrlo mala. Unutarstanični kristali veći su pri sporijem smrzavanju pri čemu se značajno povećava količina vode nastala pri otapanju mesa (Sučić i sur., 2010.).

Na početku otapanja smanjenje sposobnosti vezanja vode određeno je stupnjem i brzinom smrzavanja mesa i trajanjem pohrane. Ipak, stvaranje eksudata nakon otapanja ovisi i o načinu odmrzavanja iako stvarna sposobnost vezanja vode nije promijenjena (Jagica i sur., 2007.). Smatra se da, ako se meso polako odmrzava, dolazi do manjeg istjecanja tekućine. Isto tako poznato je da će iz mesa doći do slabijeg istjecanja tekućine, ako ono u trenutku smrzavanja ima visoku pH vrijednost (Gracey i Collins, 1992.).

### **Kalo kuhanja**

Meso gubi volumen i masu tijekom kuhanja radi izdvajanja tekućine, što dovodi do promjena u kvaliteti mesa koje su rezultat promjena na bjelančevinama i mastima (Purslow i sur. 2016.). Pri tome su temperatura i vrijeme važni čimbenici u ovim procesima (Purslow i sur. 2016.). Gubitak mase mesa tijekom kuhanja uzrokovan je toplinskom denaturacijom molekula miozina na temperaturama iznad 42 °C, uzrokujući bočno skupljanje mišića te uzdužno skupljanje uzrokovano denaturacijom aktina (Purslow i sur., 2016.). Zbog toga mišić više nije u mogućnosti zadržati vodu te dolazi do njenog otpuštanja, a samim time i do gubitka mase (Toldrá i Aristoy, 2010.).

Pri termičkoj obradi vezivno tkivo hidrolizira, otopljena mast izlazi iz stanica te dolazi do dekarboksilacije, dezaminacije i više stupanjskog razaranja sulfidnih veza aminokiselina što dovodi do promjena boje, mirisa, okusa te općenito smanjenja biološke vrijednosti mesa (Kovačević, 2001.). Međutim, kuhanje može pozitivno utjecati na mekoću mesa. Na dobivenu mekoću kuhanog mesa utječu udio kolagena, zrenje mesa te način i vrijeme kuhanja (Ježek i sur. 2020.). Za određivanje kala kuhanja komadi mesa ohlađeni na +4 °C stavljaju se u vakumske vrećice i kuhaju u vodenoj kupelji do odgovarajuće temperature u središtu uzorka (Meek i sur., 2000.). Prosječni kalo kuhanja pilećih prsa 28,4% (Allen i sur. 1998.).

### 3. Materijali i metode

Istraživanje je provedeno na 100 Ross muških pilića, podijeljenih u 4 pokusne skupine s 25 pilića u svakoj (slika 3.1.). Jednodnevni pilići su izvagani te smješteni u odjeljke odvojene žičanom mrežom. Objekt je prethodno pripremljen i dezinficiran sredstvom Vadesept u koncentraciji od 3%. Pilići su bili držani podno, u boksovima, prema tehnološkim normativima (33 kg/m<sup>2</sup>). Na betonski pod stavljena je prostirka od suhe blanjevine, debljine cca 10 cm koja je također dezinficirana, a nakon što se posušila preko nje je navučen papir za prijem jednodnevne peradi. Papir je imao ulogu smanjenja konzumacije sitnih dijelova prostirke i rastepa krmne smjese u prvih sedam dana tova. Uvjeti držanja bili su za sve skupine ujednačeni. Ventilacija je u objektu bila prirodna (gravitacijska), a pilići su grijani infracrvenim žaruljama jačine 250 W. Objekt je dodatno grijan s dva električna radijatora. Temperatura u zoni boravka pilića iznosila je 32 °C na početku pokusa, te je postepeno snižavana u skladu s tehnološkim normativima.



Slika 3.1. Jednodnevni pilići podijeljeni u četiri skupine (K-0, P-1, P-2 i P-3)

Pilići su hranjeni krmnom smjesom starter (tablica 8.) od 1. do 21. dana te krmnom smjesom grover (tablica 9.) od 22. do 42. dana. Krmna smjesa kontrolne skupine (K-0) nije sadržavala lišće konoplje dok je isto s udjelom od 1%, 2% i 3% umiješano u krmne smjese kojima su hranjene pokusne skupine pilića P-1, P-2 i P-3 (tablica 10.). Kontrolno vaganje pilića provedeno je prvog dana te na kraju 1., 2., 3., 4., 5. i 6. tjedna starosti pilića. U istim intervalima određena je količina konzumirane krmne smjese te izračunata konverzija. Uzimajući u obzir mortalitet, za daljnju analizu podataka iz svake skupine sveukupno su izuzeta 23 pilića.

Tablica 8. Kemijski sastav krmne smjese starter

<b>Krmna smjesa starter</b>					
	<b>MJ</b>	<b>K-0</b>	<b>P-1</b>	<b>P-2</b>	<b>P-3</b>
<b>Bjelančevine</b>	%	20,37	20,47	20,47	20,68
<b>Sirova vlakna</b>	%	4,49	4,13	4,38	4,79
<b>Pepeo</b>	%	5,45	5,66	5,94	6,02
<b>Ukupna mast</b>	%	5,26	6,05	6,13	6,09
<b>Voda</b>	%	11,15	10,19	10,34	10,41
<b>Škrob</b>	%	42,33	38,42	41,18	42,90
<b>Udio šećera</b>	%	3,96	4,14	3,94	4,15
<b>Minerali</b>					
<b>Ca</b>	%	0,98	0,93	1,02	1,00
<b>P</b>	%	0,73	0,71	0,74	0,71
<b>Na</b>	%	0,196	0,164	0,174	0,180
<b>Cu</b>	mg/kg	13,00	14,00	13,00	13,00
<b>Mn</b>	mg/kg	110,00	104,00	110,00	106,00
<b>Zn</b>	mg/kg	144,00	96,00	96,00	92,00
<b>Fe</b>	mg/kg	362,00	344,00	372,00	322,00
<b>Mg</b>	%	0,20	0,18	0,20	0,19
<b>K</b>	%	0,10	1,11	1,06	1,01
<b>Metabol.</b>	MJ/kg	12,54	12,20	12,66	12,99
<b>Energija</b>					

K-0 - krmna smjesa bez dodatka konoplje; P-1 - krmna smjesa s 1% dodatka konoplje; P-2 - krmna smjesa s 2% dodatka konoplje; P-3 - krmna smjesa s 3% dodatka konoplje

Tablica 9. Kemijski sastav krmne smjese grover

<b>Krmna smjesa grover</b>					
	<b>MJ</b>	<b>K-0</b>	<b>P-1</b>	<b>P-2</b>	<b>P-3</b>
<b>Bjelančevine</b>	%	17,72	17,72	17,44	17,84
<b>Sirova vlakna</b>	%	4,29	4,15	4,24	4,57
<b>Pepeo</b>	%	3,84	3,76	4,02	4,04
<b>Ukupna mast</b>	%	4,31	5,06	5,23	5,23
<b>Voda</b>	%	12,91	12,70	12,66	12,32
<b>Škrob</b>	%	46,33	45,76	45,76	45,76
<b>Udio šećera</b>	%	2,99	2,97	2,97	2,94
<b>Minerali</b>					
<b>Ca</b>	%	0,54	0,54	0,64	0,64
<b>P</b>	%	0,45	0,45	0,47	0,46
<b>Na</b>	%	0,158	0,162	0,158	0,156
<b>Cu</b>	mg/kg	26,00	28,00	25,00	23,00
<b>Mn</b>	mg/kg	130,00	124,00	134,00	128,00
<b>Zn</b>	mg/kg	146,00	148,00	150,00	160,00
<b>Fe</b>	mg/kg	244,00	252,00	248,00	292,00
<b>Mg</b>	%	0,16	0,17	0,17	0,17
<b>K</b>	%	0,683	0,680	0,690	0,720
<b>Metabol.</b>	MJ/kg	12,35	12,50	12,52	12,57
<b>Energija</b>					

K-0 - krmna smjesa bez dodatka konoplje; P-1 - krmna smjesa s 1% dodatka konoplje; P-2 - krmna smjesa s 2% dodatka konoplje; P-3 - krmna smjesa s 3% dodatka konoplje

Tablica 10. Kemijski sastav industrijske konoplje

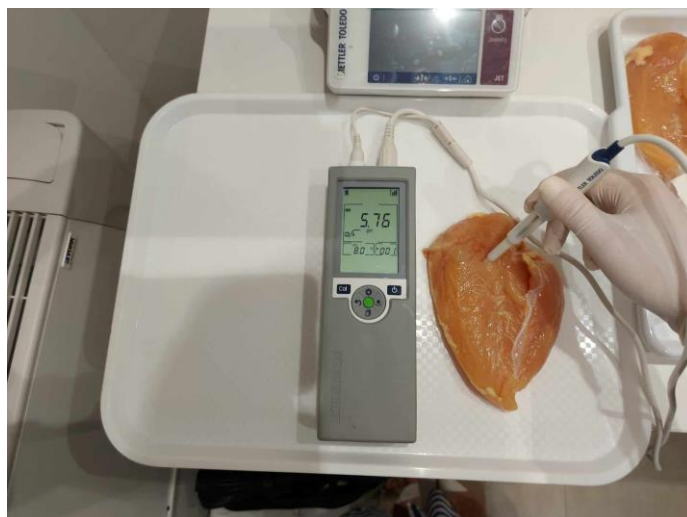
<b>Industrijska konoplja</b>		
<b>Parametar</b>	<b>MJ</b>	<b>Vrijednosti</b>
<b>Bjelančevine</b>	%	18,92
<b>Sirova vlakna</b>	%	15,75
<b>Pepeo</b>	%	14,34
<b>Ukupna mast</b>	%	9,69
<b>Voda</b>	%	5,26
<b>Minerali</b>		
<b>Ca</b>	%	4,12
<b>P</b>	%	0,43
<b>Na</b>	%	0,017
<b>Cu</b>	mg/kg	15,10
<b>Mn</b>	mg/kg	35,53
<b>Zn</b>	mg/kg	47,96
<b>Fe</b>	mg/kg	186,53
<b>Mg</b>	%	0,58
<b>K</b>	%	1,61

Klanje i klaonička obrada pokusnih jedinki obavljeno je prema standardnim postupcima obrade. U svrhu određivanja sposobnosti zadržavanja vode (SZV), vrijednosti pH i boje mesa iz svake skupine izuzeta su po tri uzorka prsnog mišićja (*m. pectoralis superficialis*). Svaki od uzoraka je izvagan, označen i skladišten na -20 °C do provedbe analiza. Prije provedbe analiza uzorci su prebačeni u rashladni uređaj u kojem su bili podvrgnuti postupku odmrzavanja u konvencionalnim uvjetima (+ 4 °C tijekom 24 sata). SZV je je izražena kroz kalo odmrzavanja i kalo kuhanja (slika 3.2.) metodom po Honikel-u (1998.). Vrijednosti pH su izmjerene ubodnom elektrodom pomoću prijenosnog pH-metra IQ 150 (slika 3.3.), a pokazatelji boje mesa su izmjereni pomoću Minolta kolorimetra s 50 mm dijametarskim područjem mjerenja (slika 3.4.).



Slika 3.2. Termička obrada pilećih prsa u kupelji (kalo kuhanja)

(Izvor: Ana Kaić)



Slika 3.3. Mjerenje pH vrijednosti ubodnom elektrodom pomoću prijenosnog pH-metra IQ 150

(Izvor: Ana Kaić)



Slika 3.4. Mjerenje boje mesa ( $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$ ) pomoću Minolta kolorimetra s 50 mm dijametarskim područjem mjerenja

(Izvor: Ana Kaić)

Dobivene vrijednosti istraživanih pokazatelja obrađene su pomoću statističkog programskog paketa SAS (SAS, 2008). Opisna statistika za mase, konverziju hrane i fizikalnih svojstva mesa komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross izračunata je korištenjem MEANS procedure, dok je analiza varijance provedena pomoću GLM procedure. Testiranje razlika između procjena za pojedine tretmane provedeno je Bonferroni testom. Pri tome su razlike između pojedinih tretmana uzimane u obzir kao statistički značajne ukoliko je p-vrijednost < 0,05.

## 4. Rezultati i rasprava

U tablici 4.1. prikazani su osnovni statistički pokazatelji tjelesnih masa pilića po skupinama vaganih 1. dana. Iz tablice je vidljivo da su najveću prosječnu tjelesnu masu imali pilići kontrolne skupine (47,82 g), a najmanju pilići iz skupine sa dodatkom od 3% konoplje (45,00 g). Unatoč tome, vidljivo je da unutar skupina postoje razlike u minimalnim i maksimalnim vrijednostima tjelesnih masa. Pri tome su najveće razlike u minimalnim i maksimalnim vrijednostima tjelesnih masa vidljive unutar skupine sa dodatkom 3% konoplje. Dobivene prosječne tjelesne mase pilića predmetnog istraživanja veće su od prosječne tjelesne mase brojlera dobivene u istraživanju Klaric i sur. (2018.) koja je iznosila 41,23 g, te nešto manje od prosječne tjelesne mase brojlera dobivene u istraživanju Shahid i sur. (2020.) koja je iznosila 48,22 g.

Tablica 4.1. Osnovni statistički pokazatelji tjelesnih masa pilića vaganih 1. dana (po tretmanima; K-0 (0%), P-1 (1%), P-2 (2%) i P-3 (3%) konoplje / kg krmne smjese)

Svojestvo	n	$\bar{x}$	SE	CV	Min.	Maks.
K-0	23	47,82	0,676	6,77	38,00	52,00
P-1	23	46,52	0,560	5,79	43,00	54,00
P-2	23	47,13	0,760	7,73	41,00	53,00
P-3	23	45,00	0,764	8,15	38,00	54,00

n: broj uzoraka; aritmetička srednja vrijednost; SE: standardna pogreška aritmetičke sredine; CV: koeficijent varijabilnosti; Min.: najmanja vrijednost; Maks.: najveća vrijednost;

U tablici 4.2. prikazani su osnovni statistički pokazatelji tjelesnih masa pilića po skupinama vaganih 7. dana. Iz tablice je vidljivo da su tjelesne mase pilića u dobi od 7 dana između skupina sa dodatkom konoplje od 1%, 2% i 3% bile podjednake, dok je prosječna tjelesna masa kontrolne skupine odstupala od njih te ujedno bila i najmanja (169,68 g). Kontrolna skupina je također imala najveći raspon između minimalne (133,00 g) i maksimalne (202,00 g) tjelesne mase. U priručniku Ross 308/308 FF Broiler: Performance Objectives (2022) navodi se da prosječna tjelesna masa Ross 308 brojlera u dobi od 7 dana iznosi 188 g, što je približno vrijednostima dobivenim u predmetnom istraživanju. Eriksson i sur. (2012.) istraživali su utjecaj pogače sjemenki konoplje na proizvodne rezultate Ross 308 brojlera. Pri tome su Eriksson i sur. (2012.) utvrdili niže prosječne tjelesne mase brojlera u dobi od 7 dana (121,00 g) od onih utvrđenih u predmetnom istraživanju. Stastnik i sur. (2015.) su istražili utjecaj dodatka od 5% i 10% pogače sjemenki konoplje na proizvodne rezultate Ross 308 brojlera u dobi od 7 dana. Autori su utvrdili značajnu veću tjelesnu masu brojlera s dodatkom od 5% pogače sjemenki konoplje (284,64 g) od onih s dodatkom od 10% pogače sjemenki konoplje (282,32 g). Dobiveni rezultati tjelesnih masa u istraživanju Stastnik i sur. (2015.) veći su od onih u predmetnom istraživanju što bi mogao biti rezultat toga što su Stastnik i sur. (2015.) koristili pogaču s većim udjelom konoplje (5% i 10%) koja je sadržavala 27,64% sirovog

proteina, a u predmetnom istraživanju koristio se manji dodatak lišća konoplje (1%, 2% i 3%) s manje sirovog proteina (18,29%).

Tablica 4.2. Osnovni statistički pokazatelji tjelesnih masa pilića vaganih 7. dana (po skupinama; K-0 (0%), P-1 (1%), P-2 (2%) i P-3 (3%) konoplje / kg krmne smjese)

Svojstvo	n	$\bar{x}$	SE	CV	Min.	Maks.
<b>K-0</b>	23	169,69	3,026	8,55	133,00	202,00
<b>P-1</b>	23	174,73	5,231	14,35	141,00	273,00
<b>P-2</b>	23	174,73	3,123	8,57	145,00	198,00
<b>P-3</b>	23	174,65	2,313	6,35	151,00	195,00

n: broj uzoraka; aritmetička srednja vrijednost; SE: standardna pogreška aritmetičke sredine; CV: koeficijent varijabilnosti; Min.: najmanja vrijednost; Maks.: najveća vrijednost;

U tablici 4.3. prikazani su osnovni statistički pokazatelji tjelesnih masa pilića po skupinama vaganih 14. dana. Iz tablice 4.3. vidljivo je da najmanju prosječnu tjelesnu masu ima skupina pilića sa dodatkom 2% konoplje (462,13 g), dok je najveću prosječnu tjelesnu masu imala kontrolna grupa (484,86 g). U priručniku Ross 308/308 FF Broiler: Performance Objectives (2022) navodi se da prosječna tjelesna masa Ross 308 brojlera u dobi od 14 dana iznosi 488 g, što je približno vrijednostima dobivenim u predmetnom istraživanju. Stastnik i sur. (2015.) navode da su vrijednosti prosječnih tjelesnih masa brojlera u dobi od 14 dana iznosile 462,00 g za skupinu s dodatkom od 5% pogače sjemenki konoplje i 442,00 g za skupinu s dodatkom od 10% pogače sjemenki konoplje. Dobiveni rezultati tjelesnih masa su neznatno manji od onih u predmetnom istraživanju (tablica 4.3.).

Tablica 4.3. Osnovni statistički pokazatelji tjelesnih masa pilića vaganih 14. dana (po skupinama; K-0 (0%), P-1 (1%), P-2 (2%) i P-3 (3%) konoplje / kg krmne smjese)

Svojstvo	n	$\bar{x}$	SE	CV	Min.	Maks.
<b>K-0</b>	23	492,86	8,242	8,02	418,00	567,00
<b>P-1</b>	23	484,86	7,513	7,43	407,00	539,00
<b>P-2</b>	23	462,95	10,762	11,10	350,00	546,00
<b>P-3</b>	23	475,13	9,030	9,11	338,00	523,00

n: broj uzoraka; aritmetička srednja vrijednost; SE: standardna pogreška aritmetičke sredine; CV: koeficijent varijabilnosti; Min.: najmanja vrijednost; Maks.: najveća vrijednost;

U tablici 4.4. prikazani su osnovni statistički pokazatelji tjelesnih masa pilića po skupinama vaganih 21. dana. U dobi pilića od 21 dan, pilići iz kontrolne skupine (1034,91 g) i dodatkom konoplje od 1% (1031,57 g) imali su veće prosječne tjelesne mase u odnosu na piliće s dodatkom konoplje od 2% (938,34 g) i 3% (988,73 g). U priručniku Ross 308/308 FF Broiler: Performance Objectives (2022) navodi se da prosječna tjelesna masa Ross 308 brojlera u dobi od 21 dan iznosi 959 g. Navedena tjelesna masa je manja od prosječnih tjelesnih masa pilića kontrolne skupine i one s dodatkom konoplje od 1% i 3%, te veća od prosječne tjelesne masa



pilića iz skupine sa dodatkom konoplje od 2%. Eriksson i sur. (2012.) navode da je prosječna tjelesna masa brojlera hranjenih pogačom sjemenki konoplje u dobi od 21 dan iznosila 457 g, dok Stastnik i sur. (2015.) navode da prosječne tjelesne mase brojlera u dobi od 21 dan od 891,12 g za skupinu s dodatkom od 5% pogače sjemenki konoplje i 789,80 g za skupinu s dodatkom od 10% pogače sjemenki konoplje. Dobivene vrijednosti prosječnih tjelesnih masa u predmetnom istraživanju veće su od masa dobivenih u prethodno navedenim istraživanjima.

Tablica 4.4. Osnovni statistički pokazatelji tjelesnih masa pilića vaganih 21. dana (po skupinama; K-0 (0%), P-1 (1%), P-2 (2%) i P-3 (3%) konoplje / kg krmne smjese)

Svojestvo	n	$\bar{x}$	SE	CV	Min.	Maks.
<b>K-0</b>	23	1034,91	17,056	7,9041	900,00	1185,0
<b>P-1</b>	23	1031,57	17,562	8,1649	860,00	1180,0
<b>P-2</b>	23	938,34	22,450	11,474	752,00	1152,0
<b>P-3</b>	23	988,73	15,679	7,6053	844,00	1125,0

n: broj uzoraka; aritmetička srednja vrijednost; SE: standardna pogreška aritmetičke sredine; CV: koeficijent varijabilnosti; Min.: najmanja vrijednost; Maks.: najveća vrijednost;

U tablici 4.5. prikazani su osnovni statistički pokazatelji tjelesnih masa pilića po skupinama vaganih 28. dana. Iz tablice je vidljivo da su prosječne tjelesne mase pilića u dobi od 28 dana bile ujednačene. Najmanju prosječnu tjelesnu masu imali su pilići iz skupine sa dodatkom konoplje od 2% (1636,09 g), a najveću prosječnu tjelesnu masu imali su pilići iz skupine sa dodatkom konoplje od 1% (1679,57 g). U priručniku Ross 308/308 FF Broiler: Performance Objectives (2022) navodi se da prosječna tjelesna masa Ross 308 brojlera u dobi od 28 dan iznosi 1576 g. Navedena masa je manja od prosječnih masa brojlera dobivenih u predmetnom istraživanju (tablica 4.5.). Kralik i sur. (2007.) navode da je prosječna tjelesna masa Ross 308 brojlera u dobi od 28 dana iznosila 1352,37 g. Stastnik i sur. (2015.) navode vrijednosti prosječnih tjelesnih masa pilića u dobi od 28 dana od 1360,64 g za skupinu s dodatkom od 5% pogače sjemenki konoplje i 1296,68 g za skupinu s dodatkom od 10% pogače sjemenki konoplje. Dobivene vrijednosti prosječnih tjelesnih masa u predmetnom istraživanju veće su od masa dobivenih u istraživanju Kralik i sur. (2007.) i Stastnik i sur. (2015.).

Tablica 4.5. Osnovni statistički pokazatelji tjelesnih masa pilića vaganih 28. dana (po skupinama; K-0 (0%), P-1 (1%), P-2 (2%) i P-3 (3%) konoplje / kg krmne smjese)

Svojstvo	n	$\bar{x}$	SE	CV	Min.	Maks.
<b>K-0</b>	23	1654,83	35,332	10,23	1403,0	1993,0
<b>P-1</b>	23	1695,00	38,199	10,80	1192,0	1991,0
<b>P-2</b>	23	1636,09	37,644	11,03	1295,0	2028,0
<b>P-3</b>	23	1679,57	34,282	9,789	1402,0	1989,0

n: broj uzoraka; aritmetička srednja vrijednost; SE: standardna pogreška aritmetičke sredine; CV: koeficijent varijabilnosti; Min.: najmanja vrijednost; Maks.: najveća vrijednost;

U tablici 4.6. prikazani su osnovni statistički pokazatelji tjelesnih masa pilića po skupinama vaganih 35. dana. Iz tablice je vidljivo da su najveću prosječnu tjelesnu masu imali pilići u kontrolnoj skupini (2228,00 g), dok su najmanju prosječnu tjelesnu masu imali pilići sa 2% dodanom konopljom (1981,48 g). Najveće razlike između minimalne (1420,00 g) i maksimalne (2471,00 g) tjelesne mase utvrđene su u skupini pilića sa 2% dodanom konopljom. U priručniku Ross 308/308 FF Broiler: Performance Objectives (2022) navodi se da prosječna tjelesna masa Ross 308 brojlera u dobi od 35 dana iznosi 2283 g. Navedena masa je veća je od onih dobivenih u predmetnom istraživanju (tablica 4.6.). Eriksson i sur. (2012.) navode da je prosječna tjelesna masa brojlera hranjenih dodatkom 10% pogače sjemenki konoplje iznosila 1194 g što je znatno manje od prosječnih tjelesnih masa predmetnog istraživanja. Stastnik i sur. (2015.) navode da su vrijednosti prosječnih tjelesnih masa brojlera u dobi od 35 dana iznosile 2040,92 g za skupinu s dodatkom od 5% pogače sjemenki konoplje i 1875,04 g za skupinu s dodatkom od 10% pogače sjemenki konoplje. Kralik i sur. (2007.) su utvrdili prosječnu tjelesnu masu brojlera u dobi od 35 dana od 2098,37 g. kao i Stastnik i sur. (2019.) koji navode da je prosječna tjelesna masa brojlera hranjenih s pogačom sjemenki konoplje iznosila 2194 g (5%) i 2079 g (10%).

Tablica 4.6. Osnovni statistički pokazatelji tjelesnih masa pilića vaganih 35. dana (po skupinama; K-0 (0%), P-1 (1%), P-2 (2%) i P-3 (3%) konoplje / kg krmne smjese)

Svojstvo	n	$\bar{x}$	SE	CV	Min,	Maks,
<b>K-0</b>	23	2228,00	42,494	9,14	1897,0	2624,0
<b>P-1</b>	23	2150,87	51,837	11,55	1502,0	2623,0
<b>P-2</b>	23	1981,48	48,656	11,77	1420,0	2471,0
<b>P-3</b>	23	2011,83	44,877	10,69	1516,0	2456,0

n: broj uzoraka; aritmetička srednja vrijednost; SE: standardna pogreška aritmetičke sredine; CV: koeficijent varijabilnosti; Min.: najmanja vrijednost; Maks.: najveća vrijednost;

U tablici 4.7. prikazani su osnovni statistički pokazatelji tjelesnih masa pilića po skupinama vaganih 42. dana. U dobi pilića od 42 dana, najveću prosječnu tjelesnu masu imala je kontrolna skupina pilića (2986,48 g). Skupine sa 1% (2626,57 g) i 3% (2622,00 g) dodane konoplje imale su podjednake tjelesne mase, dok je najmanju tjelesnu masu imala skupina sa 2% dodane konoplje (2401,39 g). U priručniku Ross 308/308 FF Broiler: Performance Objectives (2022) navodi se da prosječna tjelesna masa Ross 308 brojlera u dobi od 42 dana iznosi 3023 g. Navedena tjelesna masa je znatno veća od prosječnih tjelesnih masa predmetnog istraživanja. Kralik i sur. (2012.) su utvrdili prosječnu tjelesnu masu Ross 308 brojlera u dobi od 42 dana (2956,30 g). Khan i sur. (2009.) istraživali su utjecaj dodatka sjemenki konoplje od 5%, 10% i 20% na kvalitetu pilećih trupova te su utvrdili prosječne tjelesne mase od te su 1717,2 g za skupinu sa dodatkom od 5% sjemenki konoplje, 1933,1 g za skupinu sa dodatkom od 10% sjemenki konoplje i 2087,2 g za skupinu sa dodatkom od 20% sjemenki konoplje. Dobivene prosječne tjelesne mase pilića su neovisno o udjelu dodatka sjemenki konoplje bile manje od onih utvrđenih u predmetnom istraživanju (tablica 4.7.).

Tablica 4.7. Osnovni statistički pokazatelji tjelesnih masa pilića vaganih 42. dana (po skupinama; K-0 (0%), P-1 (1%), P-2 (2%) i P-3 (3%) konoplje / kg krmne smjese)

Svojstvo	n	$\bar{x}$	SE	CV	Min.	Maks.
<b>K-0</b>	23	2986,48	54,891	8,81	2502,0	3399,0
<b>P-1</b>	23	2626,57	54,754	9,99	2211,0	3223,0
<b>P-2</b>	23	2401,39	55,148	11,01	1980,0	3058,0
<b>P-3</b>	23	2622,00	49,593	9,07	2213,0	3082,0

n: broj uzoraka; aritmetička srednja vrijednost; SE: standardna pogreška aritmetičke sredine; CV: koeficijent varijabilnosti; Min.: najmanja vrijednost; Maks.: najveća vrijednost;

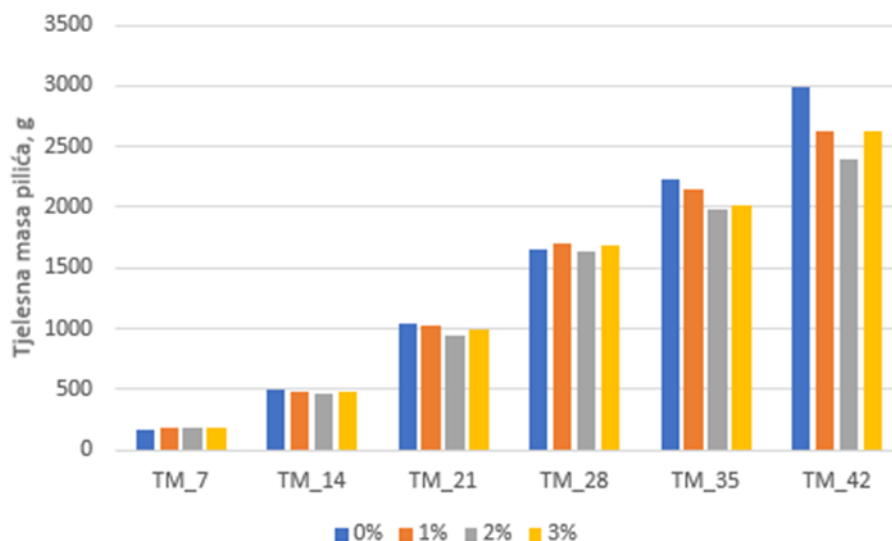
U tablici 4.8. prikazan je utjecaj dodatka industrijske konoplje u krmnu smjesu na tjelesnu masu komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross u dobi od 1, 7, 14, 21, 28, 35 i 42 dana. U dobi pilića od jednog dana, najmanju tjelesnu masu imali su pilići smješteni u skupinu s dodatkom od 3% konoplje (45,0 g;  $p=0,035$ ), dok razlike između tjelesnih masa ostalih skupina nisu bile statistički značajne ( $p>0,05$ ). Patbandha i sur. (2017.) navode da velike razlike u početnim tjelesnim masama mogu rezultirati znatnim razlikama u završnim tjelesnim masama pilića unutar tretmana te tako mogu utjecati i na sam rezultat istraživanja. Pri tome je svakako potrebno naglasiti da su se prosječne tjelesne mase pilića predmetnog istraživanja nalazile unutar raspona tjelesnih masa (od 42 g do 57 g) koji se navodi u priručniku Ross 308/308 FF Broiler: Performance Objectives (2022).

Tablica 4.8. Utjecaj dodatka industrijske konoplje u krmnu smjesu (K-0 (0%), P-1 (1%), P-2 (2%) i P-3 (3%) konoplje / kg krmne smjese) na tjelesnu masu komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross u dobi od 1, 7, 14, 21, 28, 35 i 42 dana.

Svojstvo	Tretman				p-vrijednost	Sig.
	0%	1%	2%	3%		
TM_1	47,82 <sup>a</sup>	46,52 <sup>a</sup>	47,13 <sup>a</sup>	45,00 <sup>b</sup>	0,0350	*
TM_7	169,69	174,73	174,73	174,65	0,6921	ns
TM_14	492,86	484,86	462,95	475,13	0,1102	ns
TM_21	1034,91 <sup>a</sup>	1031,56 <sup>a</sup>	938,34 <sup>b</sup>	988,73 <sup>b</sup>	0,0008	***
TM_28	1654,82	1695,00	1636,08	1679,56	0,6735	ns
TM_35	2228,00 <sup>a</sup>	2150,86 <sup>ac</sup>	1981,47 <sup>bc</sup>	2011,82 <sup>bc</sup>	0,0008	***
TM_42	2986,47 <sup>a</sup>	2626,56 <sup>bd</sup>	2401,39 <sup>c</sup>	2622,00 <sup>d</sup>	0,0001	***

TM\_1: tjelesna masa pilića vaganih 1. dana; TM\_7: tjelesna masa pilića vaganih 7. dana; TM\_14: tjelesna masa pilića vaganih 14. dana; TM\_21: tjelesna masa pilića vaganih 21. dana; TM\_28: tjelesna masa pilića vaganih 28. dana; TM\_35: tjelesna masa pilića vaganih 21. dana; TM\_42: tjelesna masa pilića vaganih 42. dana; Sig.: razina značajnosti; a, b, c, d: različita slova u istom redu označavaju statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ )

U grafikonu 1. prikazane su prosječne tjelesne mase komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross u dobi od 1, 7, 14, 21, 28, 35 i 42 dana po skupinama.



Grafikon 1. Prosječne tjelesne mase komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross u dobi od 1, 7, 14, 21, 28, 35 i 42 dana po skupinama (K-0 (0%), P-1 (1%), P-2 (2%) i P-3 (3%) konoplje / kg krmne smjese)

U dobi pilića od 7 i 14 dana nije utvrđena statistički značajna razlika u tjelesnim masama između istraživanih skupina (tablica 4.8, grafikon 1.).

U dobi od 21 dan kontrolna skupina i ona s dodatkom konoplje od 1% imale su statistički značajno veću prosječnu tjelesnu masu od skupina s dodatkom konoplje od 2% i 3% ( $p=0,0008$ ). Statistički značajna razlika u prosječnim tjelesnim masama između kontrolne skupine i one s dodatkom konoplje od 1% nije utvrđena, a ista nije utvrđena niti između prosječnih tjelesnih masa skupina s dodatkom konoplje od 2% i 3% (tablica 4.8.).

U dobi pilića od 28 dana također nije utvrđena statistički značajna razlika u prosječnim tjelesnim masama između istraživanih skupina pilića.

U dobi pilića od 35 dana utvrđena je statistički značajna razlika između tjelesnih masa kontrolne skupine i one s dodatkom konoplje od 2% ( $p=0,0022$ ), kao i između kontrolne skupine i one s dodatkom konoplje od 3% ( $p=0,01$ ). Međutim, nije utvrđena statistički značajna razlika između tjelesnih masa skupine s dodatkom konoplje od 1% i 2% ( $p=0,0764$ ), kao ni između skupina s dodatkom konoplje od 1% i 3% ( $p=0,2385$ ).

U dobi pilića od 42 dana kontrolna skupina je imala statistički značajno najveću tjelesnu masu ( $p<0001$ ; 2986,74 g). Nadalje, utvrđena je statistički značajna razlika između tjelesnih masa pilića s dodatkom konoplje od 1% i 2% ( $p=0,0232$ ), te između tjelesnih masa pilića s dodatkom konoplje od 2% i 3% ( $p=0,0276$ ). U skladu s navedenim, Afzali i sur. (2015.) utvrdili su da uključivanje ekstrudiranog sjemena konoplje u krmnu smjesu za brojlere nije imalo značajan učinak na dnevni prirast, konzumaciju hrane i konverziju krmne smjese. Barani i sur. (2015.) su utvrdili da je dodatak sjemenke konoplje od 10% značajno smanjio završnu tjelesnu masu brojlera. Stastnik i sur. (2015.) su utvrdili da je dodatak pogače konoplje od 15% negativno utjecao na rast pilića, jer je konačna tjelesna masa (u dobi od 37 dana) s udjelom pogače sjemenki konoplje u krmnoj smjesi bila značajno niža ( $p<0,05$ ). Nasuprot tome, Khan i sur. (2009.) utvrdili su da je završna tjelesna masa pilića bila značajno veća ( $p<0,05$ ) u skupini s 20% dodatka sjemenki konoplje u odnosu na kontrolnu skupinu. Osim Khan i sur. (2009) i druga istraživanja poput Wheeler (1994.), Dobretsberger i sur. (1996.) i Lisson i Mendham (2000.) su također utvrdili pozitivne rezultate konoplje dodane u hranu na tjelesnu masu brojlera. Khan i sur. (2009.) navode da pozitivan učinak na proizvodne pokazatelje brojlera ukazuje na nutritivni učinak sjemenki konoplje. U predmetnom istraživanju se kao dodatak krmnoj smjesi koristila cijela biljka industrijske konoplje, u istraživanju Stastnik i sur. (2015) koristila pogača konoplje (sjemenke konoplje i vrhovi biljke), dok su se u ostalim istraživanjima koristile sjemenke konoplje. Kırkpınar i sur. (2022.) navodi da sjeme konoplje ima dobru hranjivu vrijednost za perad i može se dodavati u različitim oblicima (cijelo sjeme ili pogača sjemena konoplje) u krmivu te da može sadržavati vlaknasti materijal koji ovisno o situaciji može smanjiti probavljivost drugih hranjivih tvari. Kleinhenz i sur. (2020.) istraživali su koncentracije hranjivih tvari i probavljivost komponenti biljke industrijske konoplje te navode da su uzorci cijele biljke i stabljike imali visoku koncentraciju vlakana s niskom probavljivošću što je očekivano jer se vlakno stabljike koristi u proizvodnji užadi, papira i tkanina.

U Tablici 4.9. prikazan je prirast, konzumacija hrane i konverzija krmne smjese komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross po skupinama. U dobi pilića od 7 dana najveći prirast, ali i konzumaciju i konverziju imala je skupina sa 2% dodane konoplje (3298 g, 3754 g i 1,14 g/kg), dok je najmanji prirast i konzumaciju imala kontrolna skupina (3022 g i 3118 g), a najmanju konverziju skupina sa 1% konoplje (1,02 g/kg). U dobi od 14 dana najveći prirast imala je kontrolna skupina (8120 g), a najmanji skupina sa 3% konoplje (7216 g). Najveću konzumaciju hrane imala je skupina sa 1% konoplje (11309 g), a najmanju skupina sa 2% konoplje (9727 g). Najmanju konverziju krmne smjese imala je skupina sa 2% konoplje (1,28 g/kg), a najveću skupina sa 1% konoplje (1,55 g/kg). U dobi od 21. dan najveći prirast i konzumaciju hrane imala je kontrolna skupina (13588 g i 17077 g), a najmanji prirast, konzumaciju hrane kao i konverziju krmne smjese imala je skupina sa 3% konoplje (11947 g, 14164 g i 1,19 g/kg), dok je najveću konverziju krmne smjese imala skupina sa 2% konoplje (1,38 g/kg). U dobi od 28. dana najmanji prirast i najveću konverziju krmne smjese imala je skupina sa 1% konoplje (14459 g i 1,89 g/kg). U istom razdoblju skupina sa 2% dodane konoplje imala je najveći prirast i konzumaciju hrane (16652 g i 27998 g), dok je najmanju konzumaciju hrane i konverziju krmne smjese imala skupina sa 3% dodane konoplje (27071 g i 1,64 g/kg). U dobi od 35 dana kontrolna skupina imala je najveći prirast i potrošnju hrane te najmanju konverziju krmne smjese (14682 g, 26048 g i 1,77 g/kg), dok je najmanji prirast i konzumaciju hrane imala skupina sa 3% dodane konoplje (8585 g i 20742 g), a najveću konverziju skupina sa 2% dodane konoplje (2,64 g/kg). U dobi od 42 dana kontrolna skupina imala je najveći prirast i potrošnju hrane te najmanju konverziju krmne smjese (18702 g, 37050 g i 1,98 g/kg), a skupina sa 2% konoplje je imala najmanji prirast i konzumaciju hrane te najveću konverziju krmne smjese (10941 g, 26439 g i 2,46 g/kg). Khan i sur. (2010.) dokazali su da je udio 20% konoplje u hrani pozitivno povezan s povećanjem tjelesne mase pilića. Slične rezultate prethodno su objavili Wheeler (1993.), te Lisson i Mendham (2000.) koji su zabilježili pozitivan učinak sjemena konoplje u hrani na završnu masu pilića i konverziju hrane. Rezultati predmetnog istraživanja pokazuju suprotne rezultate od prethodno navedenih, odnosno pokazuju negativan utjecaj dodatka konoplje u krmne smjese tovnih pilića na konverziju krmne smjese pokusnih skupina.

Tablica 4.9. Prirast, konzumacija hrane i konverzija krmne smjese komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross po skupinama (K-0 (0%), P-1 (1%), P-2 (2%) i P-3 (3%) konoplje / kg krmne smjese)

Svojstvo	Dob pilića	Skupina			
		K-0	P-1	P-2	P-3
Prirast (g)		3022	3227	3298	3116
Konzumacija hrane (g)		3118	3300	3753	3222
Konverzija krmne smjese (g/kg)	<b>7 dana</b>	<b>1,03</b>	<b>1,02</b>	<b>1,14</b>	<b>1,03</b>
Prirast (g)		8120	7276	7619	7216
Konzumacija hrane(g)	<b>14 dana</b>	10560	11309	9727	10879
Konverzija krmne smjese (g/kg)		<b>1,30</b>	<b>1,55</b>	<b>1,28</b>	<b>1,51</b>
Prirast (g)		13588	12857	12127	11947
Konzumacija hrane(g)	<b>21 dana</b>	17977	16508	16508	14164
Konverzija krmne smjese (g/kg)		<b>1,32</b>	<b>1,28</b>	<b>1,38</b>	<b>1,19</b>
Prirast (g)		15169	14459	16652	16528
Konzumacija hrane(g)	<b>28 dana</b>	27474	27272	27998	27071
Konverzija krmne smjese (g/kg)		<b>1,81</b>	<b>1,89</b>	<b>1,68</b>	<b>1,64</b>
Prirast (g)		14682	10485	8753	8585
Konzumacija hrane(g)	<b>35 dana</b>	26048	23429	23093	20742
Konverzija krmne smjese (g/kg)		<b>1,77</b>	<b>2,23</b>	<b>2,64</b>	<b>2,42</b>
Prirast (g)		18702	10941	11053	14673
Konzumacija hrane(g)	<b>42 dana</b>	37050	26435	27194	31542
Konverzija krmne smjese (g/kg)		<b>1,98</b>	<b>2,42</b>	<b>2,46</b>	<b>2,15</b>

U tablici 4.10. prikazani su osnovni statistički pokazatelji fizikalnih svojstava mesa komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross.

Tablica 4.10. Osnovni statistički pokazatelji fizikalnih svojstava mesa komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross

Svojstvo	N	$\bar{x}$	SE	CV	Min.	Maks.
TL, %	12	5,37	0,39	25,36	3,72	7,23
pH	12	5,78	0,02	1,28	5,61	5,84
L*	12	54,53	0,54	3,41	51,50	58,38
a*	12	12,72	0,48	13,05	10,91	17,08
b*	12	18,59	0,44	8,29	16,45	21,11
CL, %	12	17,69	0,31	6,05	15,37	19,82

n: broj uzoraka; aritmetička srednja vrijednost; SE: standardna pogreška aritmetičke sredine; CV: koeficijent varijabilnosti; Min.: najmanja vrijednost; Maks.: najveća vrijednost; TL: kalo odmrzavanja; pH: pH vrijednost izmjerena po odmrzavanju; L\* (svjetlina), a\*(crvenilo), b\*(žutilo): pokazatelji boje mesa; CL: kalo kuhanja; a, b: različita slova u istom redu označavaju statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ )

Prosječna vrijednost kala odmrzavanja pilećih prsa bila je 5,37% (tablica 4.10.). Najmanja izmjerena vrijednost kala odmrzavanja bila je 3,72%, dok je najveća bila 7,23%. Koeficijent varijabilnosti iznosio je 25,36%. Miezeliene i sur. (2011.) navode kako je, nakon šest mjeseci skladištenja pilećeg mesa, prosječna vrijednost kala odmrzavanja bila 3,26%, dok Šefcova i sur. (2021.) navode kako je prosječna vrijednost kala odmrzavanja, nakon tjedan dana skladištenja, bila samo 0,83%. Dobivene znatno veće vrijednosti u predmetnom istraživanju mogu biti rezultat načina smrzavanja (brzo ili sporo), pH vrijednosti ili duljine vremena skladištenja (Sučić i sur., 2010.).

Prosječna konačna pH vrijednost pilećeg mesa bila je 5,78 (tablica 4.10.). Najmanja izmjerena pH vrijednost bila je 5,61, dok je najveća bila 5,84. Koeficijent varijabilnosti iznosio je 1,28%. Đurkin i sur. (2008.) su u pilećem mesu utvrdili konačna pH vrijednost od 5,69, dok su Kralik i sur. (2007.) utvrdili konačnu pH vrijednost pilećeg mesa od 5,86. Dobivene pH vrijednosti u predmetnom istraživanju su veće nego kod Đurkin i sur. (2008.) te niže od dobivenih vrijednosti Kralik i sur. (2007.). Kralik i sur. (2008.) navode da se konačna pH vrijednost u mišićnom tkivu pilećih prsa kreće od 5,6 do 5,9. Medić i sur. (2009.) navode da je konačna pH vrijednost pilećeg mesa „normalne“ kakvoće veća od 5,6. Uspoređujući prosječne konačne pH vrijednosti utvrđene u predmetnom istraživanju s onima koje navode Medić i sur. (2009.) može se utvrditi da je meso u predmetnom istraživanju bilo standardne kakvoće.

Prosječna vrijednost L\* pokazatelja boje u predmetnom istraživanju iznosila je 54,53, minimalna vrijednost 51,50, a najveća vrijednost 58,38. Koeficijent varijabilnosti L\* pokazatelja boje bio je 3,41%. Đurkin i sur. (2008.) navode da je srednja vrijednost L\* pokazatelja boje iznosila 53,21, dok Kralik i sur. (2007.) navode srednju vrijednost L\* pokazatelja boje od 50,87. Prosječna vrijednosti L\* pokazatelja boje u predmetnom



istraživanju ja veća negoli u istraživanjima Đurkin i sur. (2008.) i Kralik i sur. (2007.). Za svrstavanje mesa u kategoriju BMV, Barbut (1997.) je predložio graničnu vrijednost CIE L\* od 49/50, no Woelfl i sur. (2002.) i Van Laack i sur. (2000.) predložili su graničnu vrijednost za BMV meso CIE L\* pokazatelja boje od 60. Uspoređujući prosječne vrijednosti L\* pokazatelja utvrđene u predmetnom istraživanju s onima koje navode Woelfl i sur. (2002.) i Van Laack i sur. (2000.) može se utvrditi da niti jedna skupina pilića nije imala BMV meso.

Utvrđena srednja vrijednost a\* pokazatelja boje bila je 12,72. Minimalne i maksimalne vrijednosti a\* pokazatelja boje bile su u rasponu od 10,91 do 17,08, dok je koeficijent varijabilnosti iznosio 13,05%. Kralik i sur. (2007.) i Đurkin i sur. (2008.) navode da su prosječne vrijednosti a\* pokazatelja boje 2,83 i 2,40 što je niže od dobivene srednje vrijednosti a\* pokazatelja boje u predmetnom istraživanju.

Utvrđena srednja vrijednost b\* pokazatelja boje predmetnog istraživanja bila je 18,59. Minimalne, odnosno maksimalne vrijednosti b\* pokazatelja boje bile su u rasponu od 4,45 do 21,11, dok je koeficijent varijabilnosti iznosio 8,29%. Kralik i sur. (2022.) navode da je srednja vrijednost b\* pokazatelja boje iznosila 20,61, dok Kralik i sur. (2023.) navode da je srednja vrijednost b\* pokazatelja boje iznosila 18,43.

Hoan Ve Khoa (2016.) ističe da se L\* pokazatelj boje pilećeg mesa nalazi u rasponu od 54,5 do 58,12, a\* pokazatelj od 1,26 do 2,77 te b\* pokazatelj od 15,43 do 17,73. Stadig i sur. (2016.) navode za boju pilećih prsa sljedeće vrijednosti: L\*=53,9-55,3, a\*=5,7-6,3 te b\*=13,4-14,7. Utvrđena srednja vrijednost a\* pokazatelja boje u predmetnom istraživanju veća je od svih navedenih istraživanja. Utvrđena srednja vrijednost b\* pokazatelja boje u predmetnom istraživanju manja je od b\* pokazatelja boje navedenog u istraživanju Kralik i sur. (2021.), no veća je od b\* pokazatelja boje u ostalim navedenim istraživanjima. Da Silva i sur. (2017.) navode da brojleri uzgojeni u zatvorenom prostoru imaju manje CIE b\*, a veće CIE a\* vrijednosti prsnog mesa od brojlera uzgajanih na ispustu.

Prosječna vrijednost kala kuhanja iznosila je 17,69%, dok je minimalna vrijednost iznosila 15,37%, a maksimalna vrijednost 19,82%. Koeficijent varijabilnosti iznosio je 6,05%. Miezeliene i sur. (2011.) navode da je prosječna vrijednost kala kuhanja iznosila 23,76%, dok Qi i sur. (2017.) navode da je prosječna vrijednost kala kuhanja iznosila 29,79%. Kralik i sur. (2022.) navode da je srednja vrijednost kala kuhanja pilećih prsa iznosila 21,93%. Dobivene prosječne vrijednosti u predmetnom istraživanju niže su od onih u prethodno navedenim istraživanjima.

Tablica 4.11. Utjecaj dodatka industrijske konoplje u krmnu smjesu na fizikalna svojstva mesa komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross

Svojstvo	Tretman				p-vrijednost	Sig.
	0%	1%	2%	3%		
TL, %	5,00	4,95	5,57	5,94	0,826	ns
pH	5,82	5,74	5,72	5,82	0,206	ns
L*	54,10	55,00	54,81	54,15	0,938	ns
a*	14,28	11,81	12,36	12,44	0,314	ns
b*	17,80 <sup>a</sup>	20,88 <sup>b</sup>	17,67 <sup>a</sup>	17,98 <sup>a</sup>	0,002	*
CL, %	16,67	18,11	17,60	18,37	0,226	ns

Sig.: razina značajnosti; TL: kalo odmrzavanja; pH: pH vrijednost izmjerena po odmrzavanju; L\* (svjetlina), a\*(crvenilo), b\*(žutilo): pokazatelji boje mesa; CL: kalo kuhanja; a,b: različita slova u istom redu označavaju statistički značajnu razliku ( $p < 0,05$ )

Utjecaj dodatka industrijske konoplje u krmnu smjesu na fizikalna svojstva mesa komercijalnih hibrida tovnih pilića Ross prikazan je u tablici 4.11. Razlike u kalu odmrzavanja mesa pilića kontrolne skupine i s dodacima konoplje nisu bile statistički značajne ( $p > 0,05$ ). Yalcin i sur. (2016.) istraživali su utjecaj dodatka sjemenki konoplje (5%, 10% i 20%) na kvalitetu mesa japanske prepelice. Najmanji kalo odmrzavanja je imala skupina s 20% dodatka sjemenki konoplje (2,56%), dok su skupine s dodatkom od 5% i 10% imale sličan kalo odmrzavanja (4,76% i 4,48%) kao brojleri u predmetnom istraživanju. Yalcin i sur. (2016.) navode da je tretman s dodatkom 20% sjemenki konoplje smanjio kalo odmrzavanja i time poboljšao kvalitetu mesa, iako nije bilo statistički značajne razlike.

Razlike u pH vrijednosti mesa pilića kontrolne skupine i s dodacima konoplje nisu bile statistički značajne ( $p > 0,05$ ). Unatoč neznatnim razlikama, najveća pH vrijednost mesa utvrđena je u kontrolnoj skupini i skupini s dodatkom od 3% konoplje (5,82), a najniža u skupini s dodatkom od 2% konoplje (5,72). Stastnik i sur. (2019.) istraživali su utjecaj dodatka 5% i 15% pogače sjemenki konoplje na kvalitetu pilećeg mesa. Autori navode da je prosječna konačna pH vrijednost iznosila 6,16 (5%) i 6,18 (15%) kod pilića koji su konzumirali pogaču konoplje. Kanbur (2022.) istraživao je učinke korištenja ulja sjemenki konoplje umjesto sojinog ulja u obrocima tovnih pilića (dodatak od 25%, 50% i 100%) te navodi da je prosječna konačna pH vrijednost mesa pilića hranjenih dodatkom ulja sjemenki konoplje, iznosila 5,61 (25%), 5,73 (50%) i 5,69 (100%), što je neznatno manje od vrijednosti pH utvrđene u predmetnom istraživanju. Kanbur (2022.) i Stastnik i sur. (2019.) navode da dodatak konoplje ne utječe na pH vrijednost.

Razlike u L\* i a\* pokazateljima boje između mesa pilića kontrolne skupine i s dodacima konoplje nisu bile statistički značajne ( $p > 0,05$ ). Utvrđeno je da skupina pilića koja je dobivala 1% konoplje ima meso čija je vrijednost pokazatelja boje L\* najveća (55,00), dok je a\* vrijednost pokazatelja boje najmanja (11,81). Kontrolna skupina imala je najnižu vrijednost L\* pokazatelja boje (54,10), a najvišu vrijednost a\* pokazatelja boje (14,28). Tretman s 1% konoplje imao je najvišu vrijednost b\* pokazatelja boje koji je iznosio 20,88 te se statistički

značajno razlikovao od ostalih tretmana ( $p=0,002$ ). Ostali tretmani i kontrolna skupina se nisu međusobno statistički značajno razlikovali, a najmanju vrijednost imao je tretman s 2% konoplje (17,67). Stastnik i sur. (2019) navode da su prosječne vrijednosti pokazatelja boje mesa pilića hranjenih s 5% pogače konoplje iznosili 64,41 ( $L^*$ ), 4,23 ( $a^*$ ), i 12,16 ( $b^*$ ), a hranjeni s 15% pogače konoplje iznosili su 62,66 ( $L^*$ ), 5,40 ( $a^*$ ) i 15,13 ( $b^*$ ). Kanbur (2022.) navodi da su prosječne vrijednosti pokazatelja boje mesa pilića hranjenih uljem sjemenki konoplje iznosile 52,19 ( $L^*$ ), 1,23 ( $a^*$ ) i 3,53 ( $b^*$ ) za dodatak od 25%, 49,59 ( $L^*$ ), 0,99 ( $a^*$ ) i 2,69 ( $b^*$ ) za dodatak od 50% te 48,90 ( $L^*$ ), 1,05 ( $a^*$ ) i 1,68 ( $b^*$ ) za dodatak od 100%, što se znatno razlikuje od rezultata dobivenih u predmetnom istraživanju.  $L^*$  pokazatelj boje u predmetnom istraživanju je manji od onog utvrđenog u istraživanju Stastnik i sur. (2019.), a veći od  $L^*$  pokazatelja boje utvrđenog u istraživanju Kanbur (2022.). Vrijednosti  $a^*$  i  $b^*$  pokazatelja boje u predmetnom istraživanju bile su veće od  $a^*$  i  $b^*$  pokazatelja u navedenim istraživanjima. Stastnik i sur. (2019.) navode da različite razine dodatka pogače sjemena konoplje nisu utjecale na vrijednost  $L^*$  pokazatelja boje, ali da je dodatak od 15% pogače sjemenki konoplje u hranidbi značajno utjecao na vrijednosti  $a^*$  i  $b^*$  pokazatelja boje te uzrokovao intenzivniju boju mesa.

Razlike u vrijednostima kala kuhanja mesa između mesa pilića kontrolne skupine i sa dodacima konoplje nisu bile statistički značajne ( $p>0,05$ ). Pri tome je najveće kalo kuhanja imalo meso skupine s dodatkom od 3% konoplje koji je iznosio 18,37%, a najmanje kalo kuhanja imalo je meso pilića kontrolne skupine te je iznosio 16,67%. Allen i sur. (1998.) navode da prosječni kalo kuhanja pilećih prsa iznosi 28,4% što je veće nego u predmetnom istraživanju. Parmar i sur. (2019.) navode da kalo kuhanja pilećeg mesa iznosi 22,99% što je također veće nego u predmetnom istraživanju. Iako u predmetnom istraživanju najmanji kalo kuhanja ima kontrolna skupina, Yalcin i sur. (2017.) navode da je dodatak od 20% sjemenki konoplje u hranidbi uzrokovao smanjenje kala kuhanja te time i poboljšao kvalitetu mesa.

## 5. Zaključak

U dobi od tri tjedna prosječne tjelesne mase pilića kontrolne skupine i one sa dodatkom konoplje od 1% bile su veće te su se statistički značajno ( $p < 0,05$ ) razlikovale od masa skupina sa dodatkom konoplje od 2% i 3%. Na kraju istraživanja nastavljen je negativan utjecaj dodatka konoplje na tjelesne mase pilića, odnosno sve mase sa dodatkom konoplje od 1%, 2% i 3% su u odnosu na kontrolnu skupinu (0% konoplje) bile statistički značajno niže ( $p < 0,05$ ). Uz to, konverzija krmne smjese kontrolne skupine (K-0) tijekom cijelog istraživanja bila je niža od konverzije krmne smjese ostalih pokusnih skupina (P-1, P-2 i P-3). Dobiveni rezultati ukazuju da se lišće konoplje (*Cannabis sativa* L.) u udjelu od 1%, 2% i 3% u krmnim smjesama ne može preporučiti u hranidbi tovnih pilića jer negativno djeluje na proizvodne rezultate tova.

Razlike u fizikalnim pokazateljima kakvoće mesa, odnosno u kalu odmrzavanja, pH vrijednostima, pokazateljima boje  $L^*$  i  $a^*$ , te kalu kuhanja između pilića bez dodatka lišća konoplje i s dodacima lišća konoplje (1%, 2%, 3%) nisu bile statistički značajne ( $p > 0,05$ ). Pokazatelj boje  $b^*$  skupine sa dodatkom 1% konoplje bio je statistički značajno veći ( $p < 0,05$ ) od  $b^*$  pokazatelja boje ostalih pokusnih skupina.

Rezultati predmetnog istraživanja ukazuju da nema opravdanog razloga za uvođenje dodatka lišća konoplje u hranu pilića koji bi posljedično tome pozitivno utjecao na proizvodne rezultate tova i poboljšao istraživana fizikalna svojstva mesa. Unatoč tome, svakako treba uzeti u obzir rezultate prethodnih istraživanja učinka sjemenki, ulja ili pogače konoplje na proizvodne rezultate i kakvoću mesa pilića, kao i trendove u peradarskoj industriji. Uz to, potrebno je razmotriti mogućnost provođenja novih istraživanja temeljenih na učincima prethodno navedenih proizvoda konoplje na većem broju jedinki.

## 6. Popis literature

1. Allen C.D., Fletcher D.L., Northcutt J.K., Russell S.M. (1998). The relationship of broiler breast color to meat quality and shelf-life. *Poultry Science*. 77(2), 361-366.
2. Afzali N., Barani M., Vashan S.J.H. (2015). The effect of different levels of extruded hempseed (*Cannabis sativa* L.) on performance, plasma lipid profile and immune response of broiler chicks. *Proceedings of the 20th European Symposium on Poultry Nutrition (ESPN)*. Prague, Czech Republic, 24-27 August 2015. 391-393.
3. Barani M., Afzali N., Vashan S.J.H. (2015). The effect of hempseed (*Cannabis sativa* L.) on performance, some blood biochemical parameters and immune response in broiler chicks. *Proceedings of the 20th European Symposium on Poultry Nutrition (ESPN)*. Prague, Czech Republic, 24-27 August 2015. 403-405.
4. Barbut S. (1998). Estimating the magnitude of the PSE problem in poultry. *Journal of Muscle Foods*. 35-49.
5. Bishnupada R., Tandon V., Roy B. Tandon V., (1997). In vitro fluckicidal effect of leaf extract of *Cannabis sativa* on the trematode of *Fasciola buska*. *Indian J Exp Biol*. 35(1): 80-82.
6. Bekhit A.E.D.A., Morton J.D., Bhat Z.F., Zequan X. (2019). Meat colour: Chemistry and measurement systems. In: *Reference Module in Food Science* (second edition; Melton, L., Shahidi, F., Varelis, P., Ur.), Academic Press, Elsevier Publications, Cambridge, Massachusetts, 211-217.
7. Callaway J.C. (2004). Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica*. 140 (1), 65-72.
8. Cross H. R., Durland P. R., Seideman S. C. (1986). Sensory qualities of meat. *Muscle As Food*. P. J. Bechtel, ed. Academic Press, New York, NY. 279-320.
9. Da Silva D.C.F., De Arruda A.M.V., Gonçalves A. A. (2017). Quality characteristics of broiler chicken meat from free-range and industrial poultry system for the consumers. *Journal of Food Science and Technology*. 54 (7), 1818-1826.
10. Deeb N., Cahaner A. (2002). Genotype-by-environment interaction with broiler genotypes differing in growth rate. 3. Growth rate and water consumption of broiler progeny from weight-selected versus nonselected parents under normal and high ambient temperatures. *Poultry Science*. 81(3), 293-301.
11. Đurkin I., Kušec G., Kralik G., Gajčević Z., Maltar Z. (2008). Utjecaj hranidbenih tretmana na kvalitativna svojstva mišićnog tkiva pilića; *Krmiva: Časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme*. 50(2), 89-93.
12. EFSA - European Food Safety Authority (2011). Scientific Opinion on the safety of hemp (*Cannabis* genus) for use as animal feed. *EFSA Journal* 2011;9(3) Parma, Italy <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2903/j.efsa.2011.2011> – pristup 20.04.2023.
13. Eriksson M., Wall H. (2012). Hemp seed cake in organic broiler diets. *Animal Feed Science*. 171(2), 205-213.

14. Fallahi S., Bobak L., Opalinski S. (2022). Hemp in Animal Diets—Cannabidiol. *Animals*, 12, 19, 2541.
15. Feiner G. (2006). *Meat products handbook. Practical science and technology*. New York.
16. Fennema O.R. (1985). *Food Chemistry (third edition)*. University of Wisconsin Madison. Marcel Dekker, Inc., New York.
17. Gajčević Z., Kralik I., Tolušić Z., Kralik G., Tolušić M. (2007). Predodžba potrošača o kakvoći pilećeg mesa. *Krmiva: Časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme*, 49 (2), 103-108.
18. Gracey J.F., Collins D.S. (1992). *Meat Hygiene. Ninth Edition*. Bailliere Tindall, London, England.
19. Hoan N.D., Khoa M.A. (2016). Meat quality comparison between fast growing broiler Ross 308 and slow growing Sasso laying males reared in free range system. *J. Sci. Devel.* 14 (1), 101-108.
20. Huff-Lonergan E. (2002). Water-holding capacity of fresh meat. *American Meat Science Association Fact Sheet*.
21. Ingr I. (1989). Meat quality: defining the term by modern standards. *Fleisch*. 69, 1268-1277.
22. Ivanković S., Kralik G., Petričević A., Škrtić Z. (2004). Utjecaj obogaćivanja obroka pilića s n-3 puفا na svojstva kakvoće mesa. *Poljoprivreda*. 55-61.
23. Jagica M., Zdolec N., Cvrtila Ž., Filipović I., Hadžiosmanović M., Kozačinski L. (2007). Kakvoća smrznutog mesa peradi. *Meso: Prvi hrvatski časopis o mesu*. 9 (5), 273-281.
24. Ježek F., Kamenik J., Macharačkova, B., Bogdanovičova K., Bednar J. (2020). Cooking of meat: effect on texture, cooking loss and microbiological quality – a review. *Acta Veterinaria Brno*. 88 (4), 487-496.
25. Kaić A., Mioč B., Kasap A. (2012). Boja kao čimbenik kakvoće janjećeg mesa. *Meso: Prvi hrvatski časopis o mesu*. 14 (5), 426-432.
26. Kalmendal R. (2008). Hemp seed cake fed to broilers. *Sveriges lantbruksuniversitet. Swedish University of Agricultural Sciences Department of Animal Nutrition and Management*. <https://stud.epsilon.slu.se/12202/> - pristup 18.07.2023.
27. Kanbur G. (2022). Growth-depressing effect of dietary hempseed oil on broiler performance in the starting period and alterations in meat oxidation, serum parameters and abdominal fatty acids. *Animal Science Papers and Reports*. 40 (2), 203-216.
28. Kauffman R.G., Cassens R.G., Sherer A., Meeker D L. (1992). *Variations in pork quality*. NPPC Publication, Des Moines, U.S.A.
29. Khan R.U., Durrani F.R., Chand N., Anwar H. (2010). Influence of feed supplementation with *Cannabis sativa* on quality of broilers carcass. *Pakistan Veterinary Journal*. 30 (1), 34-38.

30. Khan R.U., Durrani F.R., Chand N., Anwar H., Naz S., Farooqi F.A., Manzoor M.N. (2009). Effect of cannabis sativa fortified feed on muscle growth and visceral organs in broiler chicks. *International journal of biology and biotechnology*. 6 (3), 179-182.
31. Kirkpinar F., Selim M., Işık Ö. (2018). The Use of Hemp Seed (*Cannabis sativa*) in Poultry Feed. 10 International Animal Science Conference, Turkey, 25-27 October. 446-450.
32. Klaric I., Pavic M., Miskulin I., Blazicevic V., Dumic A., Miskulin M. (2018). Influence of Dietary Supplementation of Propolis and Bee Pollen on Liver Pathology in Broiler Chickens. *Animals*. 8 (4), 54.
33. Klir Ž., Novoselec J., Antunović Z., (2019). Upotreba konoplje (*Cannabis sativa* L.) u hranidbi domaćih životinja. *Poljoprivreda*. 25 (2), 52-61.
34. Kleinhenz M.D., Magnin G., Ensley S. M., Griffin J.J., Goeser J., Lynch E., Coetzee J.F. (2020). Nutrient concentrations, digestibility, and cannabinoid concentrations of industrial hemp plant components. *Applied Animal Science*. 36 (4), 489–494.
35. Knežević D. (1989). Istraživanje randmana, prinosa i kakvoće mesa koza, Magistarska rasprava. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
36. Kolodziejczyk P., Ozimek L., Kozolowska J. (2012). The application of flax and hemp seeds in food, animal feed and cosmetics production. *Handbook of Natural Fibres*.
37. Kovačević D. (2001). Kemija i tehnologija mesa i ribe. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek.
38. Kralik G., Gajčević Z., Hanžek D. (2006). Quality of chicken carcass and meat within the domestic market. *Krmiva. Časopis o hranidbi životinja*. 48 (2), 59-68.
39. Kralik G., Has-Schon E., Kralik D., Šperanda M. (2008). Peradarstvo – biološki i zootehnički principi. Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku i Sveučilište u Mostaru, Osijek.
40. Kralik G., Škrtić Z., Galonja M., Ivanković S. (2001). Meso pilića u prehrani ljudi za zdravlje. *Krmiva. Časopis o hranidbi životinja*. 7 (1), 32-36.
41. Kralik G., Škrtić Z., Maltar Z., Hanžek D. (2007). Svojstva tovnosti i kakvoće mesa ROSS 308 i COBB 500 pilića. *Krmiva. Časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme*. 9 (2), 59-71.
42. Kralik G., Kralik Z. (2023). Odnos između boje mesa pilećih prsa i pH, gubitka mesnog soka i profila masnih kiselina. *Zbornik radova 58. hrvatskog i 18. međunarodnog simpozija agronoma. Dubrovnik, 11-17. veljače 2023*. 326-331.
43. Kralik Z., Kralik G., Djurkin Kušec, I., Gvozdanović K., Radišić Ž., Košević M. (2022). Kakvoća mesa brojlera na domaćem tržištu. *Meso: Prvi hrvatski časopis o mesu*. 24 (5), 424-435.
44. Krvavica M., Konjačić M., Đugum J. (2013). pH vrijednost - pokazatelj kvalitete ovčjeg mesa namijenjenog preradi. *Meso: Prvi hrvatski časopis o mesu*. 15 (4), 270-277.
45. Lawrie R. A. (1998). *Lawrie's Meat Science*. Woodhead Publishing, Cambridge.
46. Medić H., Vidaček S., Sedlar K., Šatovica V., Petrak T. (2009). Utjecaj vrste i spola peradi tehnološkog procesa hlađenja na kvalitetu mesa. *Meso: prvi hrvatski časopis o mesu*. 11 (4), 223-231.

47. Meek K.I., Claus J.R., Duncan S.E., Marriott N.G., Solomon M.B., Kathman S.J., Marini M.E. (2000). Quality and sensory characteristics of selected post rigor, early deboned broiler breast meat tenderized using hydrodynamic shock waves. *Poultry Science*. 79 (1), 126–136.
48. Miezeliene A., Alencikiene G., Gruzauskas R., Barstys T. (2011). The effect of dietary selenium supplementation on meat quality of broiler chickens. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*. 15 (1), 61-69.
49. Narodne novine, NN 18/2012-505 [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012\\_02\\_18\\_505.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2012_02_18_505.html) - pristup 20.04.2023.
50. Parmar A.B., Patel V.R., Usadadia S.V., Chaudhary L.M., Prajapati R.D., Londhe A.S. (2019). Influence of Dietary Inclusion of Oil and Quercetin Supplementation on Carcass Characters and Meat Quality Attributes of Broiler Chickens. *International Journal of Livestock Research*. 9 (9), 93-103.
51. Pavelić A. (2013). pH vrijednost i boja mesa tovnih pilića. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet. Osijek.
52. Purslow P.P., Oiseth S., Hughes J., Warner R.D. (2016). The structural basis of cooking loss in beef: Variations with temperature and ageing. *Food Research International*. 89, 739-748.
53. Qi J., Li X., Zhang W., Wang H., Zhou G., Xu X. (2017). Influence of stewing time on the texture, ultrastructure and in vitro digestibility of meat from the yellow-feathered chicken breed. *Animal Science Journal*. 89 (2), 474-482.
54. Rodriguez-Amaya D.B. (2016). Natural food pigments and colorants. *Current Opinion in Food Science*. 7, 20-26.
55. Ross 308/308 FF Broiler: Performance Objectives, 2022. Aviagen Group. [https://aviagen.com/assets/Tech\\_Center/Ross\\_Broiler/RossexRoss308-BroilerPerformanceObjectives2022-EN.pdf](https://aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/RossexRoss308-BroilerPerformanceObjectives2022-EN.pdf) - pristup 05.09.2023.
56. Savage A.W.J., Warriss P.D., Jolley P.D. (1990). The amount and composition of the proteins in drip from stored pig meat. *Meat Science*. 27, 289-303.
57. Senčić Đ., Kralik G. (1993). Hranjiva vrijednost i problem kakvoće pilećeg mesa. *Stočarstvo: Časopis za unapređenje stočarstva*. 47 (3-4), 173-179.
58. Stadig L.M., Rodenburg T.B., Reubens B., Aerts J., Duquenne B., Tuytens F.A.M. (2016). Effects of free-range access on production parameters and meat quality, composition and taste in slow-growing broiler chickens. *Poultry Science*. 95 (12), 2971-2978.
59. Stastnik O., Juzl M., Karasek F., Fernandova D., Mrkvicova E., Pavlata L., Nedomova Š., Vyhnanek T., Trojan V., Doležal P. (2019). The effect of hempseed expellers on selected quality indicators of broiler chicken's meat. *Acta Veterinaria Brno*. 88, 121-128.
60. Stastnik O., Karasek F., Stenclova H., Trojan V., Vyhnanek T., Pavlata L., Mrkvicova E. (2015). The effect of hempseed cakes on broiler chickens performance parameters. *Mendel Net*. 157-160.
61. Sučić R., Cvrtila Ž., Njari B., Kozačinski L. (2010). Senzorne, kemijske i mikrobiološke promjene u smrznutom mesu peradi. *Meso: Prvi hrvatski časopis o mesu*. 12 (6), 342-351.



62. Šefcova M.A., Santacruz F., Larrea-Álvarez C.M., Vinueza-Burgos C., Ortega-Paredes D., Molina-Cuasapaz G., Rodríguez J., Calero-Cáceres W., Revajová V., Fernández-Moreira E. (2021). Administration of Dietary Microalgae Ameliorates Intestinal Parameters, Improves Body Weight, and Reduces Thawing Loss of Fillets in Broiler Chickens: A Pilot Study. *Animals*. 11 (12), 3601.
63. Terim Kapakin K. A., Imik H., Gümüş R., Kapakin S., Sağlam Y. S. (2013). Effect of Vit E on secretion of HSP-70 in testes of broilers exposed to heat stress. *The Journal of the Faculty of Veterinary Medicine University of Kafkas*. 19 (2), 305–310.
64. Toyomizu M., Sato K., Taroda H., Kato T., Akiba Y. (2001). Effects of dietary spirulina on meat colour in muscle of broiler chickens. *British Poultry Science*. 42 (2), 197-202.
65. Toldra F., Aristoy M.C. (2010). Dry-cured ham. *Handbook of meat processing*. Blackwell Publishing, Iowa USA. 351-362.
66. Troskot A., Pavičić Ž. (2007). Proizvodnja i kakvoća kozjeg mesa. *Meso: Prvi hrvatski časopis o mesu*. 9 (1), 43-46.
67. Van Laack R.L.J.M., Liu C.H., Smith M.O., Loveday D.H. (2000). Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. *Poultry Science*. 79 (7), 1057-1061.
68. Varnam A., Sutherland J.M. (1995). *Meat and products - technology, chemistry and microbiology*. Chapman Hall. London.
69. Vrbanić M., Rojnica I., Horvat D. (2020). Primjena konoplje (*Cannabis sativa* L.) u hranidbi brojlera. *Glas Slavonije d.d., Osijek*. 227-232.  
<https://www.bib.irb.hr/1084179> - pristup 04.05.2023.
70. Warmington B.G., Kirton A.H. (1990). Genetic and non – genetic influences on growth and carcass traits of goats. *Small Ruminant Research*. 3 (2), 147-165.
71. Wheeler G.E., Fields R. (1993). Use of a herbal supplement to reduce the effects of stress in intensively housed chickens. *Acta Horticulturae*. 344, 496-511.
72. Woelfel R.L., Owens C.M., Hirschler E.M., Martinez-Dawson R., Sams A.R. (2002). The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial process plant, *Poultry Science*. 81 (4), 579-584.
73. Yalcin H., Konca Y., Durmuscelebi F. (2017). Effect of dietary supplementation of hemp seed (*Cannabis sativa* L.) on meat quality and egg fatty acid composition of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 102 (1), 131-141.
74. Yalçın S., Settar P., Özkan S., Cahaner A. (1997). Comparative evaluation of three commercial broiler stocks in hot versus temperate climates. *Poultry Science*. 76 (7), 921-929.
75. Zhu Y., Zhou X., Zhu Y. L., Zhou X. W. (1997). A preliminary study on the antibacterial activity of 4 traditional Chinese medical herbs and their effects on immune functions, *Chinese Journal of Veterinary Medicine*. 23 (12), 21-32.
76. Zhang Z.Y., Jia G.Q., Zuo J.J., Zhang Y., Lei J., Ren L., Feng D.Y. (2012). Effects of constant and cyclic heat stress on muscle metabolism and meat quality of broiler breast fillet and thigh meat. *Poultry Science*. 91 (11), 2931-2937.

77. Žanetić A. (2021). Određivanje sposobnosti zadržavanja vode u pilećem mesu EZ-DripLoss (EZ) metodom. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu. Agronomski fakultet. Zagreb.
78. Živković J. (1986). Higijena i tehnologija mesa. II. dio. Kakvoća i prerada. "Tipografija", Đakovo.
79. Pravilnik o mikrobiološkim standardima za namirnice, Narodne novine, NN 46/1994. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/1994\\_06\\_46\\_806.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/1994_06_46_806.html) - pristup 05.06.2023.

## 7. Životopis

Matija Stamičar rođena je 13.12.1995. u Zagrebu. Pohađala je osnovnu školu Jordanovac do 2010. godine tijekom koje je sudjelovala u mnogim natjecanjima iz matematike. Nakon toga upisuje III. Gimnaziju prirodoslovno-matematički smjer koju završava 2014. godine. Spletom okolnosti nakon srednje škole se zapošljava te radi do 2017. godine kada upisuje smjer Zootehniku na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima koji završava 2021. godine. Na trećoj akademskoj godini svoju stručnu praksu obavlja u veterinarskoj ambulanti „Bibino“ u Zagrebu, na temelju koje piše završni rad „Parazitarne bolesti kućnih ljubimaca na području rada veterinarske ambulante „Bibino“ praćenje u razdoblju 2018. – 2020.“. Nakon toga upisuje diplomski studij na Agronomskom fakultetu, smjer proizvodnja i prerada mesa, te na petoj akademskoj godini svoju stručnu praksu obavlja u peradnjaku u sklopu fakulteta na temelju koje piše svoj diplomski rad. Govori engleski jezik te tijekom školovanja radi razne studentske poslove kako bi si isto mogla priuštiti, uz to već dugi niz godina radi s djecom i drži instrukcije iz matematike i fizike.