

# Upotreba industrijske konoplje u hranidbi preživača

---

**Milanović, Dario**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:178:904230>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-14**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Veterinary Medicine -  
Repository of PHD, master's thesis](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
VETERINARSKI FAKULTET

SVEUČILIŠNI INTEGRIRANI PRIJEDIPLOMSKI I DIPLOMSKI  
STUDIJ *VETERINARSKA MEDICINA*

DIPLOMSKI RAD

Dario Milanović

Upotreba industrijske konoplje u hranidbi preživača

Zagreb, 2024.

Dario Milanović

Odjel za animalnu proizvodnju i biotehnologiju  
Zavod za prehranu i dijetetiku životinja

Predstojnik:

prof. dr. sc. Hrvoje Valpotić

Mentor:

prof. dr. sc. Hrvoje Valpotić

Članovi Povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Tomislav Mašek
2. Doc. dr. sc. Diana Brozić
3. Prof. dr. sc. Hrvoje Valpotić
4. Prof. dr. sc. Željko Mikulec (zamjena)

Rad sadržava 34 stranice, 2 slike, 6 tablica, 53 literaturna navoda.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem mentoru prof. dr. sc. Hrvoju Valpotiću na pomoći tijekom pisanja ovog diplomskog rada. Zahvaljujem obitelji, prijateljima i djevojci što su mi bili potpora tijekom studiranja.

## **POPIS TABLICA**

**Tablica 1.** Trend uzgoja industrijske konoplje u Europi i Republici Hrvatskoj

**Tablica 2.** Kemijski sastav proizvoda i nusproizvoda industrijske konoplje

**Tablica 3.** Esencijalne aminokiseline u proizvodima i nusproizvodima industrijske

**Tablica 4.** Masno kiselinski sastav proizvoda industrijske konoplje

**Tablica 5.** Pojedine skupine mikroorganizama buraga i njihove karakteristike

**Tablica 6.** Mliječnost i osnovni parametri mlijeka kod preživača hranjenih proizvodima industrijske konoplje

## **POPIS SLIKA**

**Slika 1.** Shematski prikaz probavnog sustava goveda

**Slika 2.** Shematski prikaz razgradnje ugljikohidrata kod preživača

## POPIS KRATICA

- ADF – kisela deterdžentska vlakna
- ALP – alkalna fosfataza
- AST – aspartat transferaza
- CA – šećeri i topiva frakcija
- CBD – kanabidiol
- CBDV – kanabidivarin
- CBN – kanabinol
- CB1 – škrob i pektin
- CB2 – dostupna frakcija stanične stijenke
- CC – nedostupna frakcija stanične stijenke
- CNCPS – *Cornell Net Carbohydrate and Protein System*
- DMI – unos suhe tvari
- GGT – gama glutamil transferaza
- NDF – neutralna deterdžentska vlakna
- PA – neproteinski dušik
- PB1 – brzo razgradivi protein
- PB2 – srednje razgradivi protein
- PB3 – sporo razgradivi protein
- PC – nedostupni protein
- $PGE_2$  – prostaglandin  $E_2$
- PUFA – poli-nezasićene masne kiseline
- SAA – serumski amiloid A
- SHB – zaostala biomasa nakon ekstrakcije kanabinoida
- THC – tetrahidrokanabinol
- THC-A – tetrahidrokanabinolna kiselina
- THCV - tetrahidrokanabivarin

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. INDUSTRIJSKA KONOPLJA (CANNABIS SATIVA, L.).....</b>	<b>2</b>
2.1.1. Uzgoj industrijske konoplje.....	2
2.1.2. Kemijski sastav proizvoda i nusproizvoda industrijske konoplje .....	3
2.1.3. Kanabinoidi u industrijskoj konoplji .....	7
<b>2.2. SPECIFIČNOSTI PROBAVNOG SUSTAVA PREŽIVAČA .....</b>	<b>9</b>
2.2.1. Složeni želudac .....	9
2.2.1.1. Burag.....	10
2.2.1.2. Kapura.....	10
2.2.1.3. Knjižavac .....	10
2.2.1.4. Sirište .....	10
2.2.2. Mikroorganizmi u buragu .....	10
2.2.2.1. Bakterije.....	11
2.2.2.2. Protozoe .....	12
2.2.2.3. Gljivice .....	12
2.2.3. Metabolizam hranjivih tvari u buragu .....	12
2.2.3.1. Metabolizam ugljikohidrata .....	13
2.2.3.2. Metabolizam proteina .....	14
2.2.3.3. Metabolizam masti.....	14
<b>2.3. NUTRITIVNE POTREBE PREŽIVAČA .....</b>	<b>15</b>
2.3.1. Potreba za energijom .....	15
2.3.2. Potreba za proteinima .....	15
2.3.3. Potreba za mineralima .....	15
2.3.4. Potreba za vitaminima .....	16
<b>2.4. UČINCI PRIMJENE INDUSTRIJSKE KONOPLJE NA PREŽIVAČE .....</b>	<b>17</b>
2.4.1. Utjecaj na unos hrane .....	17
2.4.2. Probavljivost obroka s industrijskom konopljom.....	18
2.4.3. Proizvodne karakteristike životinja hranjenih industrijskom konopljom.....	18
2.4.3.1. Utjecaj na mliječnost i parametre mlijeka .....	18
2.4.3.2. Utjecaj na proizvodnju mesa .....	21
2.4.4. Utjecaj na zdravlje životinja .....	21
2.4.4.1. Emisije dušika i metana .....	21
2.4.4.2. Krvni parametri.....	22
2.4.4.3. Utjecaj na upalnu reakciju i stres.....	23
<b>3. ZAKLJUČCI.....</b>	<b>25</b>

<b>4. LITERATURA .....</b>	<b>26</b>
<b>5. SAŽETAK.....</b>	<b>32</b>
<b>6. SUMMARY .....</b>	<b>33</b>
<b>7. ŽIVOTOPIS .....</b>	<b>34</b>



## 1. UVOD

Hranidba u animalnoj proizvodnji predstavlja važnu kariku u ostvarivanju dobrih proizvodnih rezultata. Hranidba preživača kao skupine domaćih životinja predstavlja poseban izazov zbog specifičnosti njihovog probavnog i metaboličkog sustava. Za veterinare i uzgajivače izazov je pravilno balansirati obrok sastavljen od komponenti koje su ekonomski isplative. Iz tog razloga u ovom radu osvrnut ćemo se na potencijal upotrebe industrijske konoplje u hranidbi preživača.

Trenutno u svijetu cijena konvencionalnih sastojaka za prehranu životinja značajno varira i mnogi uzgajivači suočeni su sa ekonomskim izazovima. U poljoprivrednoj proizvodnji mnogo je nusproizvoda tijekom prerade, a njihova dobra nutritivna svojstva i pristupačna cijena privlače pozornost stručnjaka za hranidbu (WANG i sur., 2022.). Industrijska konoplja je dvodomna biljka iz porodice *Cannabaceae*, roda *Cannabis*, te se smatra jednom od najstarijih domesticiranih biljaka. Kroz povijest se upotrebljavala u razne svrhe kao što su proizvodnja odjeće, obuće, tepiha, užadi, mreža i papira. Tijekom prerade cvijeta i sjemenke industrijske konoplje osim primarnih proizvoda dobivamo i nusproizvode (VASTOLO i sur., 2021.). Sjemenka i pogača industrijske konoplje mogu se koristiti u hranidbi svih domaćih životinja, a cijela biljka (uključujući stabljiku i lišće) mogla bi se koristiti u hranidbi preživača (EFSA, 2011.).

Kroz pregled dosadašnjih istraživanja na temu upotrebe industrijske konoplje u hranidbi preživača promotrit ćemo sastav proizvoda i nusproizvoda industrijske konoplje, utjecaj na proizvodne karakteristike životinja i utjecaj na zdravlje životinja.

## **2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA**

### **2.1. INDUSTRIJSKA KONOPLJA (CANNABIS SATIVA, L.)**

#### **2.1.1. Uzgoj industrijske konoplje**

Industrijska konoplja je dvodomna biljka iz porodice *Cannabaceae*, roda *Cannabis*, te se smatra jednom od najstarijih domesticiranih biljaka koja se kroz povijest upotrebljavala u razne svrhe kao što su proizvodnja odjeće, obuće, tepiha, užadi, mreža i papira (CRINI i sur., 2020.). Tijekom prerade cvijeta i sjemenki industrijske konoplje osim primarnih proizvoda dobivamo i nusproizvode (VASTOLO i sur., 2021.). Sjemenka i pogača industrijske konoplje može se koristiti u hranidbi svih domaćih životinja, a cijela biljka (uključujući stabljiku i lišće) mogla bi se koristiti u hranidbi preživača (EFSA, 2011.). Ulje industrijske konoplje pokazalo se kao vrlo dobar dodatak prehrani životinja zbog svog visokog sadržaja esencijalnih masnih kiselina (COZMA i sur., 2015.), dok se sjemenke i pogača industrijske konoplje mogu koristiti kao izvor proteina i masti (MIERLITA, 2019.).

Sorte industrijske konoplje koja se uzgaja u svrhu dobivanja prehrambenih i neprehrambenih proizvoda moraju biti navedene u Zajedničkoj sortnoj listi Europske unije (EUPVP) te ne smiju sadržavati više od 0.2% psihoaktivne supstance tetrahidrokanabinola (THC) (EFSA, 2011.). U Republici Hrvatskoj 2019. godine uveden je pojam industrijske konoplje u Zakonu o izmjenama i dopunama Zakona o suzbijanju zlouporabe droga te je omogućeno korištenje cijele biljke industrijske konoplje (NN 39/19). Ukoliko promatramo uzgoj industrijske konoplje u Europi u razdoblju od 2015. godine do 2022. godine primijetit ćemo porast površine pod ovom kulturom za 45% sa vrhuncem proizvodnje 2019. godine kada je ta površina iznosila 39945 hektara (FAO, 2023.). U Republici Hrvatskoj, na temelju podataka o prijavljenoj površini u svrhu stjecanja prava na osnovni poticaj za razdoblje od 2015. do 2022. godine, primijetit ćemo da je 2019. godina kao i u Europi bila godina vrhunca proizvodnje, no sami trend uzgoja konoplje u Republici Hrvatskoj je 2022. godine u usporedbi sa 2015. godinom u značajnom padu (APPRRR, 2023.).

**Tablica 1.** Trend uzgoja industrijske konoplje u Europi i Republici Hrvatskoj (Izvori: FAO, 2023.; APPRRR, 2023.)

Godina	Površina zemlje pod Industrijskom konopljom u Europi (Ha)	Površina zemlje prijavljene u svrhu ostvarenja osnovnog poticaja za kulturu industrijska konoplja u Republici Hrvatskoj (Ha)
2015.	21 132	1 555
2016.	24 230	1 560
2017.	28 485	882
2018.	30 114	857
2019.	39 945	2 476
2020.	39 448	2 046
2021.	36 492	594
2022.	37 178	137

### 2.1.2. Kemijski sastav proizvoda i nusproizvoda industrijske konoplje

Cijele sjemenke industrijske konoplje mogu se koristiti u prehrani životinja, no češće se koristi pogača industrijske konoplje dobivena nakon hladnog prešanja sjemenki ili sačma koja se može dobiti nakon kemijske ekstrakcije upotrebom organskih otapala (BAILONI i sur., 2021.). Ulje industrijske konoplje također se može koristiti kao dodatak u prehrani preživača, a srčika može biti dobar izvor vlakana. Pogodni za životinjsku prehranu su i ljuske i stabljika industrijske konoplje, ne kao izvor proteina, već kao izvor vlakana što je vidljivo iz podataka iz Tablice 2.

Neutralna deterdžentska vlakna (NDF) predstavljaju glavni pokazatelj količine vlakana u hrani. Ona su ključan dio prehrane preživača jer utječu na unos hrane, fermentaciju buraga i proizvodnost (SHI R. i sur., 2023.). Drugi pokazatelj količine vlakana su kisela deterdžentska vlakna (ADF). Ona se dovode u neposrednu korelaciju sa probavljivošću, veća količina ADF-a značit će manju probavljivost. Iz podataka u Tablici 2 vidimo značajnu količinu ADF-a u ljuskama, srčici i stabljici industrijske konoplje.

Udio sirovih masti značajnije je visok u sjemenki industrijske konoplje dok je u ostalim nusproizvodima manji prvenstveno zbog prerade sjemenke hladnim prešanjem nakon čega ostaju pogača ili sačma siromašnije mastima.

**Tablica 2.** Kemijski sastav proizvoda i nusproizvoda industrijske konoplje (Izvori: SEMWAGERERE F. i sur. 2020.; WANG Y. i sur. 2022.)

	Sjemenka	Pogača	Sačma	Ljuske	Srčika	Stabljika	List
ST (g/kg)	928	920	917	949	963	937	931
SP (g/kg ST)	260	343	296	127	32	91	238
SM (g/kg ST)	290	127	79	103	8	27	200
NDF (g/kg ST)	328	431	536	649	900	629	-
ADF (g/kg ST)	230	342	356	502	789	470	-
Pepeo (g/kg ST)	57	69	83	39	-	85	112

ST - suha tvar; SP – sirovi proteini; SM – sirove masti; NDF – neutralna deterdžentska vlakna; ADF – kisela deterdžentska vlakna

Udio sirovih proteina u nusproizvodima industrijske konoplje (sjemenka, pogača, sačma, ljuske, stabljika, list) zadovoljavaju i u većini slučajeva premašuju uzdržne potrebe preživača (SEMWOGERERE i sur. 2020.). Prilikom identifikacije i karakterizacije proteina sjemenke industrijske konoplje utvrđeno je da edestin, bogat glutaminskom i asparginskom kiselinom, čini glavni dio proteinske frakcije industrijske konoplje (WANG i sur., 2008.). Pored edestina nađena je i druga proteinska struktura bogata metioninom i cistinom koja pripada albuminskoj frakciji. Važan je i visok udio aminokiselina koje sadrže sumpor (CALLAWAY, 2004.). U Tablici 3 prikazan je aminokiselinski sastav proizvoda i nusproizvoda industrijske konoplje. Metionin i lizin su u slučaju nusproizvoda industrijske konoplje limitirajuće aminokiseline što je vidljivo iz podataka navedenih u tablici.

**Tablica 3.** Esencijalne aminokiseline u proizvodima i nusproizvodima industrijske konoplje (Izvor: SEMWAGERERE i sur., 2020.)

Aminokiseline (% proteina)	Sjemenka	Pogača	Ljuske	Lišće
Histidin	0,58	0,98	0,25	2,21
Izoleucin	0,90	1,52	0,39	3,23
Leucin	1,58	2,47	0,71	7,1
Lizin	0,91	1,39	0,33	3,84
Metionin	0,60	0,93	0,18	0,89
Fenilalanin	1,09	1,70	0,53	3,94
Treonin	1,07	1,42	0,36	2,26
Triptofan	0,24	0,41	0,06	-
Valin	1,21	2,01	0,60	3,91

Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) daje podatke o brzini razgradnje buraga, probavljivosti te efikasnosti apsorpcije energije i proteina iz hrane preživača, kao i podatke za procjenu nutritivne vrijednosti ugljikohidrata i proteina (FOX i sur., 1995.). Prema CNCPS-u proteini su podijeljeni u A, B1, B2, B3 i C frakciju koje predstavljaju neproteinski dušik (PA), brzo razgradivi protein (PB1), srednje razgradivi protein (PB2), sporo razgradivi protein (PB3) i nedostupni protein (PC). Wang i sur. (2022.) su u svom istraživanju usporedili udio pojedinih frakcija proteina nusproizvoda industrijske konoplje sa drugim izvorima proteina često korištenim u hranidbi preživača. U usporedbi su se koristili gore navedenim CNCPS sustavom. Sačma industrijske konoplje imala je više vrijednosti PA u donosu na sojinu sačmu, no značajno nižu vrijednost u odnosu na filtrat ulja sjemenke industrijske konoplje, dok je vrijednost PB1 viša u sojinoj sačmi u odnosu na prethodno navedene nusproizvode industrijske konoplje. U slučaju PB2 vrijednosti filtrata ulja sjemenke industrijske konoplje i sojine sačme su podjednake, dok je vrijednost PB2 u sačmi industrijske konoplje nešto viša u odnosu na sojinu sačmu. Vrijednosti PB2 su podjednake između nusproizvoda ekstrakcije etanola industrijske konoplje, stabljike industrijske konoplje i sijena

lucerne ali niže u odnosu na prethodno navedene. Nusproizvod ekstrakcije etanola industrijske konoplje imao je najviši udio PB3 te je bio značajno veći od ostalih ispitanih uzoraka, a posebno u odnosu na lucernu. Svi nusproizvodi testirani u istraživanju imali su veći udio PC u odnosu na sijeno lucerne i sojinu sačmu. Wang i sur. (2022.) su koristeći CNCPS analizirali i sastav ugljikohidrata. Po CNCPS sustavu ugljikohidrati se, slično kao i proteini, dijele na šećere i topivu frakciju (CA), škrob i pektin (CB1), dostupna frakcija stanične stijenke (CB2) i nedostupna frakcija stanične stijenke (CC). Uspoređujući vrijednosti CA frakcije autori su primijetili da filtrat ulja industrijske konoplje i sojina sačma imaju podjednaku količinu CA, veću u odnosu na sačmu industrijske konoplje. Sojina sačma sadrži veću količinu CB1 frakcije u odnosu na sačmu industrijske konoplje i filtrat ulja industrijske konoplje, što je slučaj i kod CB2 frakcije. Svi nusproizvodi ispitani u istraživanju pokazali su veći udio CC frakcije u odnosu na sojinu sačmu.

**Tablica 4.** Masno kiselinski sastav proizvoda industrijske konoplje (Izvor: SEMWAGERERE i sur., 2020.)

Masne kiseline (% od ukupnih kiselina)	Sjemenka	Ulje	Pogača
Palmitinska	6,19	6,44	7,54
Stearinska	2,61	2,75	3,21
Oleinska	11,6	12,2	12,7
Linolna	48,8	50,2	54,6
$\alpha$ -linolenska	14,9	15,2	17,2
$\gamma$ -linolenska	2,61	2,60	2,97
Ukupno PUFA	66,7	68,3	75,4

PUFA - Poli-nezasićene masne kiseline

Masno kiselinski sastav sjemenki, ulja i pogače industrijske konoplje pokazao se vrlo dobrim. Sjemenke, ulje i pogača industrijske konoplje sadrže 65-80% poli-nezasićenih masnih kiselina (PUFA). Glavnu masnih kiselina čine linolna,  $\alpha$ -linolenska i oleinska kiselina što je vidljivo iz podataka u Tablici 4. Omjer omega 6 i omega 3 masnih kiselina koji iznosi približno 3:1 čini ove nusproizvode izvrsnim izvorom esencijalnih masnih kiselina (SEMWOGERERE i sur., 2020.).

Pored prethodno navedenih komponenti nusproizvoda industrijske konoplje nalazimo i još neke fitokemijske komponente kao što su kondenzirani tanini, fenoli, lignanamidi, alkaloidi i tokoferoli. Kondenzirane tanine u većim količinama ćemo pronaći u lišću, dok se u sjemenkama i pogači industrijske konoplje nalazi u manjoj količini (SEMWOGERERE i sur. 2020.). Od tokoferola najzastupljeniji je  $\gamma$ -tokoferol koji je ujedno i tokoferol sa najjačim antioksidativnim djelovanjem. Iako je  $\gamma$ -tokoferol najpotentniji što se tiče antioksidativnog djelovanja,  $\alpha$ -tokoferol se smatra najvažnijim oblikom. U nusproizvodima industrijske konoplje ga nalazimo u količini većoj od hranidbenih potreba rastućih preživača (FREER i sur., 2007.).

Sjemenke industrijske konoplje sadrže i određene anti-nutrijente. U najvećoj mjeri je to inozitol heksafosfat koji spada u skupinu fitata. Njegova koncentracija u sjemenkama i pogači industrijske konoplje može biti i veća od 5% te remeti apsorpciju proteina i mikronutrijenata (RUSSO i REGGIANI, 2015.). Apsorpcija minerala i vitamina može biti smanjena zbog djelovanja fitinske kiseline (RUSSO i REGGIANI, 2013.).

### **2.1.3. Kanabinoidi u industrijskoj konoplji**

Biljka industrijska konoplja proizvodi kanabinoide u žljezdanim organima koje nazivamo trihomi. Oni su rasprostranjeni po cijeloj vanjskoj površini biljke sa najvećom gustoćom na listovima, uz lisne vene i u području cvjetova. Trihome nećemo naći na sjemenki i korijenu biljke. Trihomi luče smolu u kojoj se nalazi 80-90% kanabinoidi uz prisustvo esencijalnih ulja, voskova, terpena i fenola. Delta-9tetrahidocannabinol (THC) glavna je psihoaktivna komponenta koja je u biljci prisutna u prekursorskoj neaktivnoj formi delta-9tetrahidrokanabinolna kiselina (THC-A) (GROTHENHERMEN, 2003.). Pored THC-a, kanabidiol (CBD) i kanabinol (CBN) su druge dvije glavne komponente (LACHENMEIER i WALCH, 2005.). THC-A procesom dekarboksilacije prelazi u aktivni oblik THC pri visokim temperaturama, ali i vrlo sporo pri sobnoj temperaturi. Zbog toga je moguć porast koncentracije THC-a nakon termičke obrade dijelova biljke industrijske konoplje u svrhu dobivanja hrane za

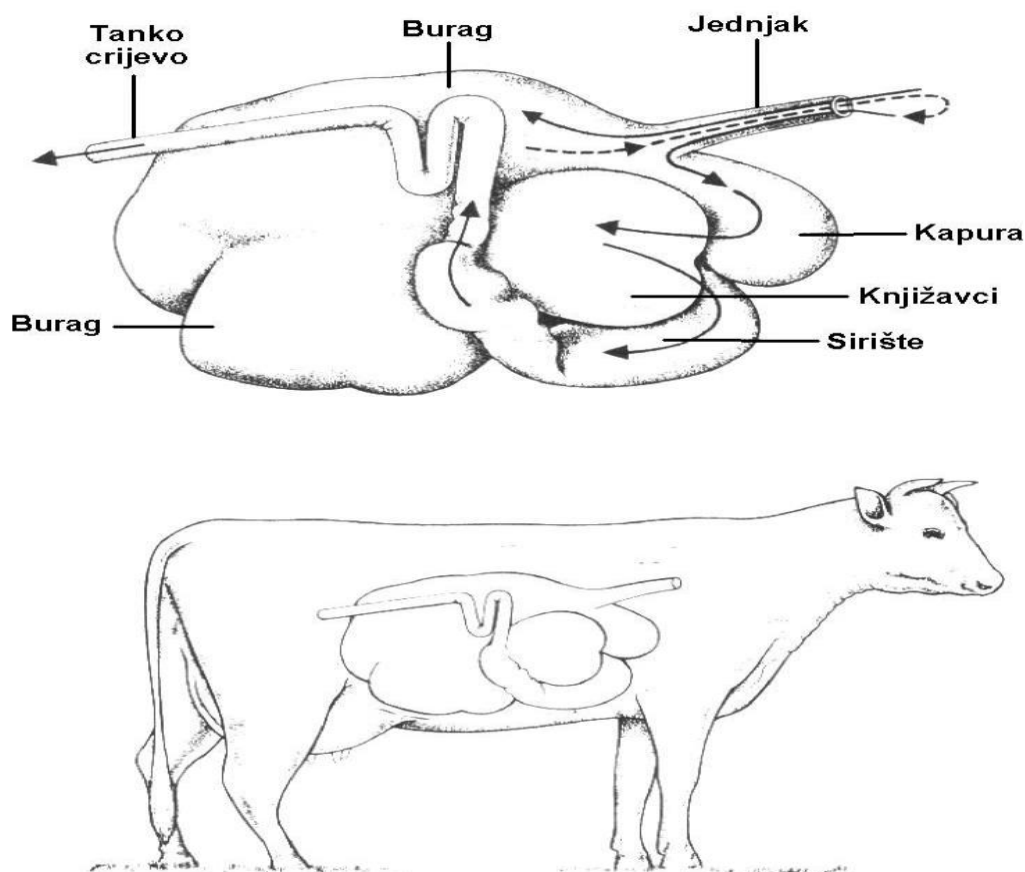
životinje. Iz tog razloga prilikom pretraživanja uzoraka hrane za životinje na prisustvo THC-a u obzir se uzima ukupna količina THC-a i THC-A-a (EFSA, 2011.). Na površini sjemenki industrijske konoplje mogu se pronaći kanabinoidi vrlo vjerojatno uslijed kontaminacije prilikom mehaničkog rukovanja biljkom u procesu prerade. Ulje industrijske konoplje moglo bi sadržavati veće količine kanabinoida zbog lipofilnosti THC-a no dosadašnje analize utvrdile su podjednake količine THC-a u ulju i sjemenkama.



## 2.2. SPECIFIČNOSTI PROBAVNOG SUSTAVA PREŽIVAČA

### 2.2.1. Složeni želudac

Domaći preživači za razliku od monogastričnih životinja imaju oblikom i građom složeni želudac. Pored žljezdanog dijela, preživači posjeduju i nežljezdani dio želuca. Želudac preživača sastoji se od buraga, kapure, knjižavca i sirišta. Burag, kapura i knjižavac su predželuci koji imaju nežljezdanu sluznicu te im je svrha fermentacija složenih ugljikohidrata i njihova razgradnja do kratkolančanih masnih kiselina djelovanjem mikroorganizama. Sirište u preživača ima žljezdanu sluznicu te je građen kao jednostavni želudac (KONIG i LIEBICH, 2005.).



**Slika 1.** Shematski prikaz probavnog sustava goveda (Izvor: <https://gospodarski.hr/wp-content/uploads/1-probavni-sustav-krave.jpg>)

### **2.2.1.1. Burag**

Prvi i najveći predželudac u preživača koji svojim volumenom zauzima većinu lijeve polovice trbuha, a dijelom prelazi i u desnu. Kapacitet buraga ovisi o vrsti domaćih preživača, a kod goveda može doseći i kapacitet od 200 litara. Sluznica buraga je nežljezdana, te je prekrivena mnogoslojnim pločastim orožnjalim epitelom te čini buragove papile (KONIG i LIEBICH, 2005.). Funkcija buragovih papila je povećanje epitelne površine koje omogućava bolju resorpciju vode, vitamina i hlapljivih masnih kiselina.

### **2.2.1.2. Kapura**

Sljedeći u nizu koji je usko povezan sa buragom, te se smatra da zbog svoje slične građe i funkcije, zajedno sa buragom tvori cjelinu koju nazivamo ruminoretikulum. Mnogo je manja od buraga, te je kuglastog oblika smještena kranijalno od buraga. Kao i sluznica buraga, sluznica kapure je nežljezdana te prekrivena mnogoslojnim pločastim epitelom, ali za razliku od buraga ne tvori papile (KONIG i LIEBICH, 2005.). Sluznica kapure tvori grebene koji oblikuju višestране ćelije koje nalikuju na pčelinje saće. Svojim kontrakcijama u kombinaciji sa buragom miješa sadržaj.

### **2.2.1.3. Knjižavac**

Smješten je desno od ruminoretikularnog odjeljka i posljednji je predželudac. Nastavlja se na kapuru te provodi hranu dalje u sirište. Na prelazu iz knjižavca u sirište nalazi se omazo-abomazni otvor koji je pojačan sa dva sluznička nabora kako bi spriječio povratak hrane iz žljezdanog dijela u nežljezdani dio (KONIG i LIEBICH, 2005.). Njegova sluznica tvori paralelne listove različite dužine i veličine. Listovi su prekriveni kratkim orožnjalim epitelom. Prilikom probave, hrana koja dospije u knjižavac smješta se između listova gdje se resorbira voda, te nakon toga biva potisnuta u sirište.

### **2.2.1.4. Sirište**

Sirište svojom građom i funkcijom odgovara jednostavnom želucu domaćih sisavaca. Sluznica je prekrivena žljezdanim epitelom. Posebnost žljezdanog želuca u preživača je ta što u vrijeme sisanja žljezdani epitel proizvodi kimozin koji je bitan za probavu mlijeka.

## **2.2.2. Mikroorganizmi u buragu**

Za pravilno funkcioniranje probave preživača neizostavni su mikroorganizmi koje nalazimo u buragu. Na neki način radi se o simbiotskom odnosu mikroorganizama i životinje. Mikroorganizme u buragu možemo podijeliti na mikrofloru koju čine bakterije i gljivice, te mikrofaunu koju čine protozoe. Da bi mikroorganizmi mogli opstati potrebni su određeni uvjeti

unutar buraga a to su pH u rasponu od 6,0-6,8, određena količina kisika i amonijaka (SJAASTAD i sur., 2010.) Oni pomoću svojih enzima probavljaju određene komponente hrane koje životinja sama ne može probaviti kao što je celuloza i hemiceluloza. Prilikom razgradnje takvih polimera nastaju brojni proizvodi kao što su niže masne kiseline, ugljikov dioksid, metan, vodik laktat i sukcinat. Dio njih ugiba i prolazi u sirište te ih životinja koristi kao izvor hranjivih sastojaka i energije. Sastav mikroorganizama u buragu ovisi o mnogo faktora kao što su vrsta hrane, starost životinje ili formulacija obroka (BOŽIĆ i ZVEKIĆ, 2017.). Mikropopulacija buraga nalazi se u balansu omjera pojedinih frakcija mikroorganizama. Takav balans nužan je kako bi se odvijala normalna probava. Ukoliko dođe do naglih promjena u prehrani, takav se balans može poremetiti stoga je preporučljivo promjene u prehrani uvoditi postepeno. U nekim istraživanjima primjene industrijske konoplje u hranidbi preživača promjena se odvijala naglo pa prilikom interpretacije rezultata moramo i to uzeti u obzir.

**Tablica 5.** Pojedine skupine mikroorganizama buraga i njihove karakteristike (Izvor: BOŽIĆ i ZVEKIĆ, 2017.)

Mikroorganizam	Životni vijek	Broj/ml	Masa (g/l supstrata)	% mase mikroorganizama
Bakterije		$1 \times 10^{10}$	15-27	50-90
Amilolitičke	20-30 min			
Celulolitičke	18h			
Protozoe	6-36h	$4 \times 10^5$	3-15	10-50
Gljivice	24h	$1 \times 10^4$	1-3	5-10

### 2.2.2.1. Bakterije

Bakterije buraga možemo podijeliti na mnogo načina, no najznačajnija podjela je ona koja ih dijeli po tome koje hranjive tvari koriste i metaboliziraju. U toj podjeli naći ćemo bakterije koje razgrađuju celulozu te ih nazivamo celulolitičke bakterije, zatim one koje razgrađuju škrob i topive ugljikohidrate i nazivamo ih amilolitičke bakterije, razlikujemo još i proteolitičke bakterije koje razgrađuju bjelančevine te bakterije koje proizvode metan koristeći ugljikov dioksid i vodik a nazivamo ih metanogene (BOŽIĆ i ZVEKIĆ, 2017.). Celulolitičke bakterije razgrađuju celulozu preko glukoze do nižih masnih kiselina (octena, propionska, maslačna) prilikom čega nastaju veće količine plinova ugljikovog dioksida, amonijaka i

metana. Proteolitičke bakterije svojim enzimima hidroliziraju proteine i razlažu ih na peptide i aminokiseline. Nakon razgradnje bjelančevina dio aminokiselina koriste za vlastite potrebe a dio se dalje pretvara u amonijak i organske kiseline. Metanogene bakterije stvaraju povoljne uvijete za fermentaciju te prevode ugljikov dioksid u metan (SJAASTAD i sur., 2010.).

#### **2.2.2.2. Protozoe**

Slijedeća skupina mikroorganizama koje nalazimo u buragu su protozoe koje još možemo nazvati i praživotinjama. Jednostanični su organizmi koji se od bakterija razlikuju po svojoj sposobnosti da se aktivno kreću, stvaraju energetske rezerve, ne mogu sintetizirati aminokiseline te zbog toga ovise o bakterijama kojima se hrane. U ukupnoj buragovoj mikropopulaciji ih ima značajno manje one zbog svoje veličine čine 50% ukupne mase mikroorganizama. Njihova brojnost ovisi o vrsti hrane koju životinja konzumira, pa se tako bolje razmnožavaju i njihov broj se povećava ukoliko su dostupne veće količine proteina i ugljikohidrata, dok im je rast usporen i brojnost pada pri konzumaciji hrane bogatije vlakninom. Sam proces fermentacije i probave unutar buraga nije ovisan o protozoama i može funkcionirati i bez njih, no njihova je važnost u tome što svojim djelovanjem pretvaraju biljne proteine u životinjske koji su hranjiviji. Još jedna važna odlika protozoa je sposobnost stvaranja rezervi glikogena koji pospremaju i čine ga nedostupnim za bakterijsku razgradnju (BOŽIĆ i ZVEKIĆ, 2017.). Samim odlaganjem glukoze u svojoj citoplazmi protozoe su sposobne skladištiti višak ugljikohidrata i spriječiti njihovu prekomjernu razgradnju te stvaranje viška nižih masnih kiselina (SJAASTAD i sur., 2010.).

#### **2.2.2.3. Gljivice**

Iako čine samo 8% ukupne mase mikroorganizama i njihova brojnost u populaciji je najmanja uloga im je važna kao i ona bakterija i protozoa. One koriste dušikove spojeve koji su nerijetko i toksični za sintezu aminokiselina. Njihova druga zadaća je i održavanje anaerobnih uvjeta za normalno funkcioniranje celulolitičkih bakterija (BOŽIĆ i ZVEKIĆ, 2017.). Pri smanjenju populacije gljivica dolazi do smanjenja aktivnosti celulolitičkih bakterija i zadržavanja toksičnih spojeva. Također imaju sposobnost razgrađivanja lignina.

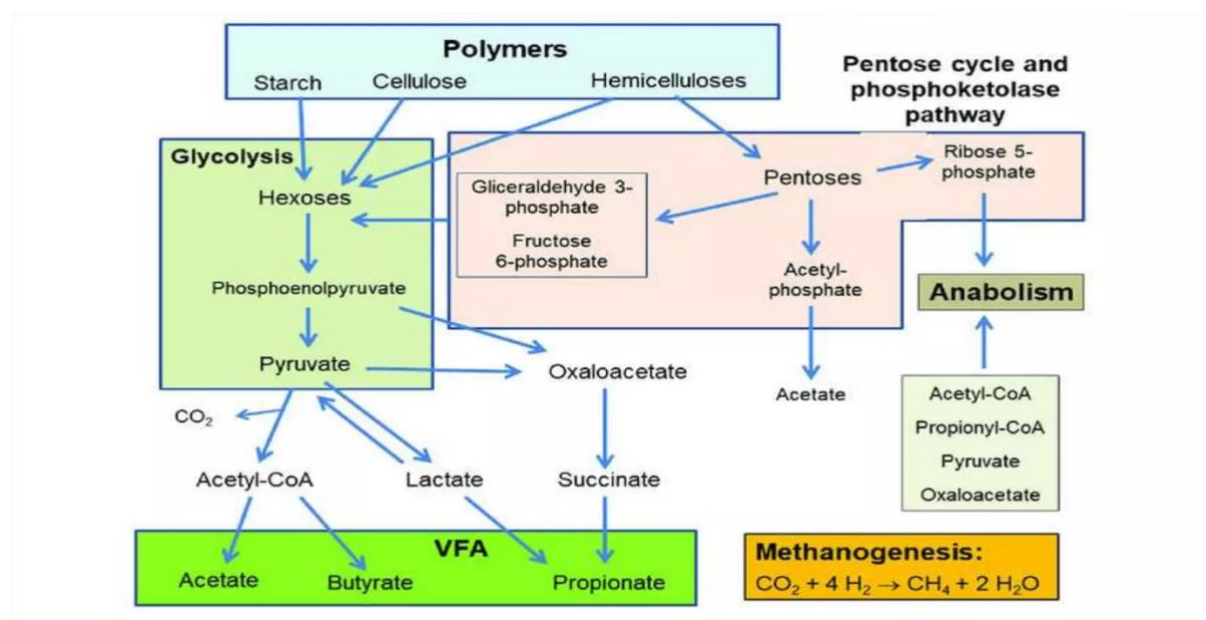
### **2.2.3. Metabolizam hranjivih tvari u buragu**

Osobitost metabolizma hranjivih tvari kod preživača je u tome što većinu hranjivih tvari mikroorganizmi buraga prerađuju prije nego ona dospije u sirište, te dalje u duodenum. Cilj mikroorganizama je razmnožavanje pa je njihov cilj razgraditi hranjive tvari i osigurati si

potrebnu energiju za diobu prije nego sadržaj napusti burag. U samom procesu fermentacije u buragu gubitak energije približan je 10%, a ona se gubi kroz tvorbu plinova, prvenstveno metana (BOŽIĆ i ZVEKIĆ, 2017.). Kako bi se proces razgradnje u buragu odvijao neometano za to su potrebni neki uvjeti kao što je pravilan pH, redovita i učestala konzumacija hrane, dovoljna količina vode, optimalna temperatura i omjer supstrata i mikroorganizama.

### 2.2.3.1. Metabolizam ugljikohidrata

Moglo bi se reći da su ugljikohidrati osnovni izvor energije u prehrani preživača. Preživači kao biljojedi unose velike količine ugljikohidrata jer su ugljikohidrati glavni dio suhe tvari biljaka (50-80%). Ugljikohidrate smo podijelili na strukturne koje čine celuloza i hemiceluloza, nestrukturne škrob i jednostavne šećere kao što su glukoza i fruktoza. Mikroorganizmi buraga razgrađuju pomoću enzima (celulaza) 30-50% celuloze te ju prevode u disaharidni oblik koji podliježe hidrolizi te na koncu dobivamo glukozu (BOŽIĆ i ZVEKIĆ, 2017.). Posljednji korak je prevođenje glukoze u niže masne kiseline te se kao takve resorbiraju u buragu. Škrob također podliježe enzimatskoj razgradnji preko maltoze do glukoze te se put nastavlja kao i kod celuloze do nižih masnih kiselina. Jednostavni šećeri se razgrađuju preko disaharida u monosaharide.



Slika 2. Shematski prikaz razgradnje ugljikohidrata kod preživača (Izvor:

<https://image.slidesharecdn.com/carbohydratedigestionandmetabolisminruminantsassignment605-copy-221211200809-f1325438/75/Carbohydrate-digestion-and-metabolism-in-Ruminants-Carbohydrate-Digestion-Metabolism-in-Ruminants-10-2048.jpg>)

### **2.2.3.2. Metabolizam proteina**

Metabolizam proteina kod preživača odvija se iz dva dijela istovremeno. Dolazi do razgradnje proteina unesenih iz hrane do peptida i aminokiselina pod djelovanjem proteolitičkih bakterija, a istovremeno odvija se sinteza bakterijskih proteina iskorištavanjem dušika, aminokiselina, nitrata, amonijaka i ureje (BOŽIĆ i ZVEKIĆ, 2017.). Pored ovih procesa odvija se i razgradnja aminokiselina pomoću bakterijskih dezaminaza do masnih kiselina, amonijaka i ugljikovog dioksida. Za preživače su bakterijske aminokiseline važan izvor proteina jer bakterije dopijevaju u sirište te podliježu daljnjoj razgradnji.

### **2.2.3.3. Metabolizam masti**

S obzirom na mali udio masti u hrani biljnog podrijetla koja se koristi u hranidbi preživača, mikropopulacija buraga je osjetljiva na povećanje količine masti u obroku. Pod djelovanjem enzima mikroorganizama buraga, masti podliježu hidrogenaciji nakon čega iz nezasićenih viših masnih kiselina dobivamo zasićene masne kiseline (BOŽIĆ i ZVEKIĆ, 2017.). Mikroorganizmi buraga imaju sposobnost lipolize, a istovremeno sintetiziraju više masne kiseline.

## **2.3. NUTRITIVNE POTREBE PREŽIVAČA**

S obzirom na prethodno navedene specifičnosti anatomije i fiziologije probavnog sustava preživača postoje i posebne nutritivne potrebe. Za pravilni odabir komponenti obroka preživača potrebno je dobro poznavati njihove potrebe. U ovom dijelu rada ukratko ću opisati potrebe za pojedinim hranjivim tvarima.

### **2.3.1. Potreba za energijom**

Kao i kod svih živih bića, energija je ključna za normalno funkcioniranje organizma. Preživači za dobivanje energije primarno koriste ugljikohidrate, masti i proteine. Potreba za energijom značajno varira ovisno o vrsti domaćih preživača, dobi, veličini i proizvodnom statusu (laktacija, suhostaj, tov i sl.). S obzirom na navedene varijacije za primjer ćemo uzeti kravu u laktaciji težine 650kg koja dnevno daje 25l mlijeka. Takvoj kravi potrebno je 1,6 do 2 puta više energije od uzdržnih potreba što bi na ovom primjeru značilo 15-30 mega džula energije dnevno (NRC, 2001.). S obzirom da govorimo o preživačima, tu spadaju i mali preživači (koze, ovce) pa tako ovca ili koza mase 70kg u stanju kasne bređosti treba 11-14 mega džula dnevno (NRC, 2007.).

### **2.3.2. Potreba za proteinima**

Proteini su od velike važnosti za rast, laktaciju i reprodukciju preživača. U prethodnom dijelu rada opisan je način ulaska proteina u organizam preživača. Da bi se zadovoljile potrebe za proteinima, onih koje razgrađuju mikroorganizmi i onih koji prolaze burag (bypass proteini), u prosjeku mliječna krava zahtjeva 12-18% sirovih proteina u suhoj tvari ovisno o laktaciji (NRC, 2001.). Za zadovoljavanje potreba ovaca i koza potrebno je 9-15% sirovih proteina u suhoj tvari i nešto više tijekom rasta i laktacije (NRC, 2007.).

### **2.3.3. Potreba za mineralima**

S obzirom na upotrebu domaćih preživača za dobivanje prehrambenih proizvoda (meso, mlijeko) minerali imaju važnu ulogu. Potrebni su za mnoge fiziološke funkcije, rast i razvoj kostiju, funkciju enzima, proizvodnju mlijeka. Kalcij, fosfor, magnezij smatraju se najvažnijim mineralima za preživače. Mliječnim kravama je dnevno potrebno 0,6-0,9% kalcija i 0,35-0,4% fosfora u suhoj tvari (MCDONALD i sur., 2011.). Što se malih preživača tiče ovisno o stadiju života, potrebe za kalcij iznose 0,2-0,8%, a za fosfor 0,2-0,4% suhe tvari (NRC, 2007.). Potrebe za magnezijem u mliječnim kravama iznose 0,2-0,3%, a kod malih preživača 0,1-0,2% suhe tvari.

#### 2.3.4. Potreba za vitaminima

Preživači se vitaminima opskrbljuju direktno iz hrane ali i vitaminima sintetiziranim u mikroorganizmima buraga. Ključni vitamini za preživače su vitamini topivi u mastima (A, D, E, K) ali i vitamini topivi u vodi kao što je vitamin B i vitamin C. Njihova uloga je višestruka te utječu na brojne funkcije u organizmu poput funkcije imunskog sustava, reproduktivnog sustava, razvoja kostiju, metabolizam minerala, antioksidativno djelovanje, razvoj ploda i još mnogo drugih. Potrebe za vitaminom A u krava iznosi 30000-50000 UI/dan, dok je kod malih preživača potreba manja i iznosi 2000-5000 UI/dan ovisno o laktaciji ili bređosti kada se potreba povećava (NRC, 2001.). Vitamin D se sintetizira u koži prilikom izlaganja sunčevom svjetlu te ga životinja sintetizira dovoljno. Problem može nastati prilikom držanja životinja u zatvorenom prostoru gdje nema dovoljno sunčeve svjetlosti pa se u takvim slučajevima preporuča suplementacija. Potreba za vitaminom D u krava iznosi 10000-25000 UI/dan, a kod malih preživača 800-1500 UI/dan. Potrebe za vitaminom E za krave iznose 500-1000 UI/dan, a za ovce i koze 100-400 UI/dan (NRC, 2001.; VAN SOEST, 1994.). Mikroorganizmi buraga sintetiziraju dovoljnu količinu vitamina K te je nedostatak vitamina K vrlo rijedak, iznimno u slučaju trovanja, toksina iz plijesni ili nekih drugih bolesti. Kao i vitamin K, vitamin B sintetizira se u dovoljnim količinama u buragu preživača. Suplementacija je preporučljiva u razdobljima visoke proizvodnosti jer je vitamin B važan za metabolizam energije i funkcioniranje živčanog sustava.



## 2.4. UČINCI PRIMJENE INDUSTRIJSKE KONOPLJE NA PREŽIVAČE

U ovom dijelu rada osvrnut ćemo se na utjecaje primjene proizvoda industrijske konoplje u prehrani preživača kroz primjere iz dosadašnjih istraživanja. Istraživanja su se bavila utjecajem na samu životinju ali pojedina istraživanja promatrala su utjecaj hranidbe industrijskom konopljom na proizvode životinjskog podrijetla (mlijeko, meso) i sigurnost primjene istih u ljudskoj prehrani.

### 2.4.1. Utjecaj na unos hrane

Razna istraživanja pokazuju nekonzistentne rezultate po pitanju utjecaja primjene industrijske konoplje na unos suhe tvari (DMI). Razlog tome mogu biti razlike u vrstama korištenim u istraživanjima, razlike u baznim obrocima ili pak razlike u primijenjenim koncentracijama industrijske konoplje u obrocima.

MUSTAFA i sur. (1999.) u svom istraživanju na ovcama postepeno su uključivali sve veću koncentraciju pogače industrijske konoplje kojom su zamjenjivali sačmu od uljane repice. Zamijenili su pogaču od uljane repice pogačom industrijske konoplje u postocima 0, 25, 50, 75 i 100%. Dobiveni podaci daju zaključak da se DMI ne mijenja dodatkom industrijske konoplje u obrok. Autori zaključuju kako pogača industrijske konoplje kao izvor proteina može zamijeniti pogaču uljane repice u količini do 200g/kg suhe tvari obroka (MUSTAFA i sur., 1999.). Slične rezultate dobili su i KARLSSON i sur. (2010.) prilikom testiranja 3 koncentracije pogače industrijske konoplje (14, 23 i 32%) u obrocima mliječnih krava. Cilj njihovog istraživanja bio je procijeniti utjecaj primjene industrijske konoplje na mliječnost krava, no promotriili su i DMI te zaključili da nije bilo utjecaja na unos. Značajan porast su primijetili na unos sirovih proteina, masti i NDF-a (KARLSSON i sur., 2010.). Suprotno KARLSSON i sur. (2010.), STEVENS i sur. (2022.) su primijetili pad unosa NDF-a i ADF-a kod ovaca hranjenih peletima koji su sadržavali zelenu biomasu industrijske konoplje. Kao i u prethodnom istraživanju i u ovom slučaju je ukupni DMI bio nepromijenjen (STEVENS i sur., 2022.).

Novije istraživanje autora PARKER i sur. (2022.) proučava utjecaj primjene zaostale biomase nakon ekstrakcije kanabinoida (SHB) na janjad u završnom tovu. Tijekom prvog perioda u trajanju od 4 tjedna janjad koja je dobivala 20% SHB imala je značajan pad DMI u odnosu na janjad koja je dobivala 10 i 0%. U drugom periodu u trajanju od 4 tjedna DMI janjadi hranjene sa 10% SHB tijekom prvog i drugog perioda bio je veći u odnosu na kontrolnu grupu, grupu koja je dobivala 10% SHB samo u prvom razdoblju i onih koji su dobivali 20% u oba

razdoblja. Grupa sa najvećim DMI bila je ona koja je dobivala 20% u prvom periodu, a 0% u drugom periodu (PARKER i sur., 2022). Iz ovih podataka autori zaključuju kako SHB u većim količinama smanjuje ukusnost obroka te posljedično smanjuje DMI kratkotrajno. Promatrajući skupinu koja je dobivala 10% SHB tijekom oba perioda istraživanja u usporedbi sa kontrolnom grupom primijetili su porast DMI dugoročno. Vrlo je vjerojatno uzrok tome prisustvo kanabinoida u SHB koji svojim djelovanjem povećavaju unos hrane (FOLTIN i sur., 1986.).

#### **2.4.2. Probavljivost obroka s industrijskom konopljom**

Mnogo radova bavilo se određivanjem probavljivosti proizvoda industrijske konoplje, a rezultati se u većini slučajeva podudaraju. U usporedbi sa sačmom uljane repice i sojinom sačmom, sačma industrijske konoplje ima nižu efektivnu probavljivost suhe tvari, no neka istraživanja navode kako primjena sačme industrijske konoplje produžava zadržavanje hrane u buragu te pozitivno utječe na uvijete unutar buraga potrebne za dobru mikrobnu razgradnju (HESSLE i sur., 2008.). Iako je probavljivost sirovih proteina niža u odnosu na druge izvore (sojina sačma, repičina sačma) velik je udio bypass proteina kojima je probavljivost u duodenumu veća od repičine sačme. Probavljivost NDF-a je niska zbog velikog udjela neprobavljivih NDF. Korištenje ulja industrijske konoplje smanjuje proizvodnju acetata u buragu što je indikator smanjene probave vlakana, dok nepromijenjena proizvodnja propionata ukazuje na to da razgradnja ugljikohidrata ostaje jednaka (EMBABY i sur., 2019.). Upotreba ulja u količinama većim od 3 g/kg suhe tvari negativno utječe na probavljivost unutar buraga i rada fibrolitičkih bakterija, dok pogača industrijske konoplje može biti korištena kao izvor proteina bez značajnog utjecaja na probavljivost.

#### **2.4.3. Proizvodne karakteristike životinja hranjenih industrijskom konopljom**

U modernom uzgoju domaćih životinja jedan od glavnih ciljeva je ekonomska isplativost. Prilikom odabira hrane za životinje bitan čimbenik je utjecaj hrane na proizvodne karakteristike životinje (prirast, utrošak hrane, mliječnost). Zamjenom uobičajenih komponenti u hranidbi preživača sa industrijskom konopljom možemo očekivati i promjene u proizvodnim parametrima.

##### **2.4.3.1. Utjecaj na mliječnost i parametre mlijeka**

Nekoliko istraživanja proučavalo je utjecaj primjene određenih koncentracija proizvoda industrijske konoplje na mliječnost i osnovne parametre u mlijeku krava, koza i ovaca. Rezultati tih istraživanja nalaze se u Tablici 6. Iz navedenih podataka možemo zaključiti da se uključivanjem proizvoda industrijske konoplje u prehranu preživača osnovni parametri i

količina mlijeka ne mijenjaju. KLIR i sur. (2021.) su uočili porast mliječnosti u koza hranjenih sa većom koncentracijom pogače industrijske konoplje. Može se primijetiti blagi porast količine masti, posebno primjenom sjemenki industrijske konoplje, što se dovodi u korelaciju sa većim udjelom masti u proizvodima industrijske konoplje. Svako istraživanje uključivalo je kontrolnu skupinu za usporedbu podataka.

**Tablica 6.** Mliječnost i osnovni parametri mlijeka kod preživača hranjenih proizvodima industrijske konoplje (Izvori: MIERLITA, 2018.; KLIR i sur., 2021.; ADDO i sur., 2023.)

	OVCE			KOZE			KRAVE		
	MIERLITA , 2018.			KLIR i sur., 2021.			ADDO i sur., 2023.		
	C	HS	HSC	C	HC6	HC12	CM	CMHM	HM15
Količina mlijeka g/dan	728	781	767	1410	1520	1760	36100	35300	35600
Mast %	7,42	8,12	7,97	3,45	3,19	3,18	3,85	3,96	4,04
Proteini %	5,61	5,60	5,62	3,03	2,93	2,86	3,20	3,17	3,16
Laktoza %	5,20	5,10	4,85	4,55	4,41	4,50	4,66	4,68	4,66

C-kontrolna skupina; HS-obrok sa sjemenkama industrijske konoplje; HSC-obrok s pogačom industrijske konoplje; HC6- obrok s 60g/kg pogače industrijske konoplje; HC12-obrok s 120g/kg pogače industrijske konoplje; CM- obrok s 15% pogače uljane repice; CMHM-obrok s 7,5% pogače uljane repice i 7,5% pogače industrijske konoplje; HM15-obrok s 15% pogače industrijske konoplje

Hranidba industrijskom konopljom utječe na masno kiselinški sastav mlijeka preživača. MIERLITA (2018.) u svom istraživanju analizirala je mlijeko ovaca hranjenih sjemenkama i pogačom industrijske konoplje. Došlo je do smanjenja koncentracije kratkolančanih i srednjelančanih masnih kiselina, dok je koncentracija dugolančanih masnih kiselina porasla. Koncentracija C18 masnih kiselina je narasla osim u slučaju stearinske kod koje je zabilježeno smanjenje koncentracije. Značajan je porast koncentracije vakcenske kiseline i C9, t11 konjugirane linolne kiseline za koji se smatra da je posljedica povećane koncentracije  $\alpha$ -linolenske kiseline u sjemenkama i pogači industrijske konoplje (MIERLITA, 2019.). Primijećen je i smanjen omjer linolne i linolenske i pomak prema većoj koncentraciji omega 3 masnim kiselinama. Ukupna koncentracija zasićenih masnih kiselina manja je u odnosu na

kontrolnu skupinu te autor zaključuje kako je razlog vjerojatno veća koncentracija polinezasićenih masnih kiselina u proizvodima industrijske konoplje koji djeluju inhibitorno na mikroorganizme buraga. Na kraju autor primjećuje bolju oksidativnu stabilnost mlijeka zbog veće koncentracije  $\alpha$ -tokoferola i antioksidansa topivih u mastima. Ostali autori primijetili su slične rezultate prilikom analize masno kiselinskog sastava mlijeka preživača.

Bitan faktor na koji treba obratiti pozornost prilikom upotrebe industrijske konoplje u hranidbi preživača je sadržaj kanabinoida u mlijeku u svrhu očuvanja ljudskog zdravlja. Zakonom je propisana količina THC-a u sortama industrijske konoplje koja se smije koristiti u hranidbi domaćih životinja (EFSA, 2011.). Prilikom svog istraživanja KLEINHENZ i sur. (2020.) nisu primijetili značajne promjene u razini kanabinoida u plazmi krava kojima je aplicirana jednokratna doza obroka sa sadržajem CBDA od 5,4 mg/kg tjelesne mase. Nakon primjene obroka najviša zabilježena koncentracija CBDA u plazmi iznosila je 72,9 ng/ml, te koncentracija THC-A od 12,1 ng/ml (KLEINHENZ i sur., 2020.). Drugo istraživanje proučavalo je direktnu koncentraciju kanabinoida u mlijeku krava hranjenih silažom industrijske konoplje. U tom istraživanju WAGNER i sur. (2022.) za razliku od prethodnog istraživanja detektirali su THC, tetrahidrokanabivarin (THCV), CBD i kanabidivarin (CBDV) u većim koncentracijama u plazmi, no razlog tome je vjerojatno veća koncentracija kanabinoida u obroku. Autori su životinje hranili sa dva obroka različitih koncentracija kanabinoida. Prvi obrok sadržavao je 58,3 mg/kg suhe tvari THC-a, 7,4 mg/kg suhe tvari THC-A-a i 804,7 mg/kg suhe tvari CBD-a što nije dovelo do prelaska kanabinoida u mlijeko u detektabnoj koncentraciji (WAGNER i sur., 2022.). Drugi obrok sadržavao je 1254 mg/kg suhe tvari THC-a, 70,1 mg/kg THC-A-a i 8304 mg/kg suhe tvari CBD-a te su opažene povišene koncentracije kanabinoida u mlijeku u razinama od 87,9  $\mu$ g/kg THC-a, 0,51  $\mu$ g/kg THCA-a i 278  $\mu$ g/kg CBD-a u mlijeku. Daljnjim povećanjem unosa silaže sa 0,84 kg suhe tvari na 1,68 kg suhe tvari količina kanabinoida u mlijeku je proporcionalno rasla. Autori su na temelju dobivenih rezultata izračunali da je postotak prelaska kanabinoida iz hrane u mlijeko 0,20% za THC, 0,025% za THC-A i 0,043% za CBD. Analizom podataka te usporedbom sa akutnom referentnom dozom koja nam govori o količini tvari u hrani ili vodi za piće koja može biti unesena u periodu od 24 sata bez utjecaja na zdravlje (EFSA, 2019.) zaključeno je da akutna referentna doza za THC može biti prekoračena kod nekih skupina ljudi (WAGNER i sur., 2022.).

### **2.4.3.2. Utjecaj na proizvodnju mesa**

U dosadašnjim radovima o utjecaju upotrebe industrijske konoplje u hranidbi preživača na kvalitetu mesa i proizvodne karakteristike tovnih životinja rezultati pokazuju podjednake performanse u usporedbi sa uobičajnim hranjivima. Upotreba pogače industrijske konoplje nije utjecala na rast i prosječan dnevni prirast u koza (GURUNG i sur., 2022.), ovaca (PARKER, i sur., 2022.) i goveda (NCOGO i sur., 2022.). Za razliku od prethodnih rezultata KARLSSON i MARTINSSON (2011.) u svom su istraživanju zapazili smanjene proizvodne karakteristike janjadi hranjene pogačom industrijske konoplje. U njihovom istraživanju janjad je hranjena smjesom sa velikim udjelom sirovih proteina, a malim udjelom energije. Takav omjer negativno utječe na rast životinja te je balans u omjeru proteina i energije nužan za normalan rast životinja (PISC, 2007.). Po podacima iz dosadašnjih istraživanja upotreba pogače industrijske konoplje nije imala utjecaj na prirast, kvalitetu trupaca ili fizikalno kemijske parametre mesa (SEMWOGERERE i sur., 2020.). U dosadašnjim istraživanjima nema podataka o senzornoj kvaliteti mesa.

KREBS i sur. (2021.) u svom istraživanju koristili su pelete napravljene od stabljike industrijske konoplje. Prilikom analize mesa, unutarnjih organa (jetra i bubrezi) i tkiva (masno tkivo) zabilježili su prisustvo kanabinoida u mjerljivim razinama, no vrlo niskim. Ukoliko se uzmu njihovi podatci o koncentraciji THC-a u mesu i masti, konzumacijom 250g mesa osoba bi unijela manje od 7.5 µg THC-a. S obzirom na akutnu referentnu dozu od 1 µg/kg tjelesne mase (EFSA, 2020.) prosječna osoba može sigurno konzumirati ovakvo meso.

### **2.4.4. Utjecaj na zdravlje životinja**

Pored proizvodnih karakteristika važno je procijeniti kako industrijska konoplje utječe na organizam životinje i je li sigurna za zdravlje životinja. S obzirom da industrijska konoplja sadrži kanabinoide koji su psihoaktivne tvari moguć je utjecaj na ponašanje životinja. S obzirom na sastav industrijske konoplje mogući su i utjecaji na probavni sustav.

#### **2.4.4.1. Emisije dušika i metana**

EMBABY i sur. (2019.) i WANG i sur. (2017.) proučavali su *in vitro* proizvodnju dušika i metana u buragu. U oba istraživanja autori su zaključili kako nema utjecaja na proizvodnju dušika unutar buraga prilikom hranjenja sjemenkama i uljem industrijske konoplje. WANG i sur. (2017.) primijetili su smanjenje proizvodnje metana od 8% u odnosu na životinje hranjene sjemenkama lana, dok su EMBABY i sur. (2019.) zabilježili smanjenje proizvodnje metana od 10% u odnosu na kukuruzno ulje. Smanjenje proizvodnje metana ima pozitivan utjecaj na

okoliš i manji gubitak energije. Navedeno smanjenje uzrokovano je većim udjelom PUFA (WANG i sur., 2017).

#### **2.4.4.2. Krvni parametri**

U Istraživanju provedenom na junicama hranjenim pogačom industrijske konoplje i prosušenim žitaricama usporedilo je koncentracije aminokiselina, razinu glukoze i dušika uree u plazmi. WINDERS i sur. (2022.) u tom su istraživanju došli do zaključka kako nema značajnih razlika u ukupnoj razini esencijalnih, neesencijalnim i ukupnih aminokiselina u plazmi junica hranjenih pogačom industrijske konoplje i prosušenim žitaricama. Ono što su primijetili jesu razlike u koncentraciji pojedinih aminokiselina no razlike nisu bile značajne (WINDERS i sur., 2022.). Koncentracija glukoze je rasla do 42. dana istraživanja kada je dosegla plato i zadržala se na toj razini. Za razliku od ovog istraživanja PARKER i sur. (2022.) zabilježili su pad koncentracije glukoze u krvi janjadi hranjenih sa biomasom ostalom nakon ekstrakcije kanabinoida. Oni su povezali takve rezultate povezali s utjecajem CBD-a na kanabinoidni receptor 1 i kanabinoidni receptor 2. Prilikom aktivacije kanabinoidnog receptora 1 dolazi do povećanja rezistencije na inzulin (NAGAPPAN i sur., 2019.), a aktivacija kanabinoidnog receptora 2 povećava osjetljivost na inzulin (ZHANG i sur., 2016.). U njihovoj hrani bilo je prisutno CBD-a koji je djelomični antagonist kanabinoidnog receptora 1 i djelomični antagonist kanabinoidnog receptora 2 pa je moguće da je razina glukoze djelovanjem na njih bila smanjena. U istraživanju WINDERS i sur. (2022) koncentracija uree je kroz cijeli period istraživanja bila viša i kontinuirano je rasla u odnosu na prosušene žitarice. Autori smatraju da je mogući razlog tome koncentracija sirovih proteina koja je u hrani sa pogačom industrijske konoplje bila veća za 1%. PARKER i sur. (2022.) dobili su slične rezultate i navode da razlog za povećanje koncentracije uree u plazmi mogu biti i promjene u mikroorganizmima probavnog sustava, funkcija jetre ili povećana reapsorpcija uree u bubrezima pod utjecajem kanabinoida.

PARKER i sur. (2022.) povezali su prisustvo kanabinoida u SHB i povećanja koncentracije bilirubina u krvi. Povećanje bilirubina bilo je značajno, no i dalje u normalnom rasponu za ovce. Kanabinoidi djeluju inhibitorno na transportne sustave unosa i ekskrecije bilirubina kao i na UDP-glukuroniltransferazu pa su autori zabrinuti s obzirom da UDP-glukuroniltransferaza sudjeluje u ekskreciji lijekova i droga iz organizma (PARKER i sur., 2022). Isti autori primijetili su i porast razine alkalne fosfataze (ALP) bez porasta razina aspartat transferaze (AST) i gama glutamil transferaze (GGT) što ih je dovelo do zaključka da je povišena razina AST-a uzrokovana osteoplastičnom aktivnost. Ovakvi rezultati ukazuju na

moćući negativni utjecaj na skeletni sustav (PARKER i sur., 2022). Autori su zaključili da primjena SHB nije imala utjecaja na imunostni sustav te se njihovi podatci podudaraju s podacima dobivenim u istraživanju KLEINHENZ i sur. (2020.).

#### **2.4.4.3. Utjecaj na upalnu reakciju i stres**

Novo istraživanje KENT-DENNIS i KLOTZ (2023.) proučavalo je potencijal upotrebe kanabinoida iz industrijske konoplje na upalnu reakciju epitelnih stanica buraga. U svom prijašnjem istraživanju došli su do zaključka kako epitelne stanice buraga prilikom interakcije sa lipopolisaharidima koje proizvode mikroorganizmi buraga mogu pokrenuti upalnu reakciju (KENT-DENNIS i sur., 2020.). Autori su se koristili kulturama stanica primarnih buragovih epitelnih stanica te se rezultati ne mogu direktno primijeniti kod živih životinja. Rezultati istraživanja pokazuju utjecaj CBD-a na već pokrenuti upalni odgovor na lipopolisaharide, kao i preventivni utjecaj prije interakcije stanica sa lipopolisaharidima. Prilikom administracije CBD-a na već pokrenuti upalni odgovor na lipopolisaharide došlo je do smanjenja ekspresije interleukina 1 beta te ublažavajućeg učinka na upalni odgovor (KENT-DENNIS i KLOTZ, 2023.). Sličan odgovor zabilježen je pri administraciji CBD-a prije interakcije s lipopolisaharidima gdje je također došlo do smanjenja jačine upalnog odgovora. Autori su zamijetili i citotoksično djelovanje CBD-a na epitelne stanice buraga prilikom izlaganja stanica dozi od 50  $\mu\text{M}$  kroz 24 sata, no pri aplikaciji doze niže od 10  $\mu\text{M}$  postignut je pozitivan učinak bez citotoksičnog djelovanja.

Još jedno novije istraživanje istražilo je razine biomarkera upale i stresa prilikom hranjenja junadi industrijskom konopljom kao i promjene u ponašanju životinja u periodu od 14 dana. U tom su istraživanju KLEINHENZ i sur. (2022.) pratili razine kortizola, prostaglandina  $E_2$  ( $PGE_2$ ), haptoglobina i serumskog amiloida A (SAA) kao biomarkera upale i stresa u dvije skupine životinja, kontrolne i one hranjene industrijskom konopljom. Rezultati istraživanja pokazali su značajno manju razinu kortizola kod životinja hranjenih industrijskom konopljom u odnosu na kontrolnu skupinu unatoč tome što su životinje u grupi hranjenoj industrijskom konopljom dva puta dnevno bile podvrgnute venepunkciji dok životinje u kontrolnoj skupini nisu (KLEINHENZ i sur., 2022.). Razina  $PGE_2$  također je bila manja kod životinja hranjenih industrijskom konopljom u odnosu na kontrolnu skupinu. Osim niže razine u odnosu na kontrolnu skupinu, kod skupine hranjene industrijskom konopljom primjećeno je značajno smanjenje razine  $PGE_2$  u odnosu na nulti dan, dok je razina kod kontrolne skupine narasla. Razina haptoglobina ostala je nepromjenjena i nije bilo razlike između skupina. Razina

SAA narasla je kod skupine hranjene industrijskom konopljom, no uzrok tome autorima nije poznat. Pored mjerenja razine biomarkera upale i stresa autori su pratili ponašanje i aktivnost životinja. Autori su pratili broj koraka i vrijeme ležanja životinja te primijetili značajnu razliku u vremenu ležanja između kontrolne skupine i one hranjene industrijskom konopljom. Skupina hranjena industrijskom konopljom imala je veći broj lijeganja i duže je vremena provodila ležeći u usporedbi s kontrolnom skupinom (KLEINHENZ i sur., 2022.). Autori smatraju da ovi rezultati upućuju na pozitivan utjecaj industrijske konoplje na razinu stresa kod životinja i njihovu dobrobit i potencijal primjene industrijsko konoplje prilikom stresnih perioda poput transporta.



### 3. ZAKLJUČCI

1. Iz dosadašnjih istraživanja predstavljenih u ovom radu može se zaključiti da primjena industrijske konoplje u hranidbi preživača ima potencijal u stočarskoj proizvodnji.
2. S obzirom na trend uzgoja industrijske konoplje u Republici Hrvatskoj taj potencijal manji je u odnosu na EU gdje je uzgoj industrijske konoplje u porastu.
3. Proizvodi i nusproizvodi industrijske konoplje u svom kemijskom sastavu sadrže većinu potrebnih elemenata za uspješnu hranidbu domaćih preživača, ostvarivanje dobrih proizvodnih rezultata i očuvanje zdravlja životinja.
4. Primjena varijeteta industrijske konoplje koji sadrže dozvoljene koncentracije kanabinoida pokazala se sigurnom za primjenu u domaćih životinja.
5. Kvaliteta proizvoda domaćih preživača primjenom industrijske konoplje ne gubi na kvaliteti i sigurna je za konzumaciju ljudi.
6. Industrijska konoplja pokazuje pozitivan utjecaj na stres životinja i smirivanje upalne reakcije.

## 4. LITERATURA

ADDO, F., R. GERVAIS, K. OMINSKI, C. YANG, J. C. PLAIZIER (2023): Comparing dehulled hemp meal and canola meal as a protein supplement for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 106, str. 8670-8683.

APPRRR (Agencija za Plaćanja u Poljoprivredi, Ribarstvu i Ruralnom Razvoju) (2023): ARKOD baza podataka. <https://www.apprrr.hr/arkod/> (14.07.2024.)

BAILONI, L., E. BACCHIN, A. TROCINO, S. ARANGO (2021): Hemp (*Cannabis sativa* L.) Seed and Co-Products Inclusion in Diets for Dairy Ruminants: A Review. *Animals* 11, str. 856.

BOŽIĆ A., D. ZVEKIĆ (2017.): *Fiziologija domaćih životinja*, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, str. 204-210.

CALLAWAY, J. C. (2004): Hempseed as a nutritional resource: an overview. *Euphytica* 140, 65-72.

COZMA, A., S. ANDREI, A. PINTEA, D. MIERE, L. FILIP, F. LOGHIN, A. FERLAY (2015): Effect of hemp seed oil supplementation on plasma lipid profile, liver function, milk fatty acid, cholesterol, and vitamin A concentrations in Carpathian goats. *Czech Journal of Animal Science* 60, str. 289-301.

CRINI, G., E. LIGHTHOUSE, G. CHANET, N. MORIN-CRINI (2020): Applications of hemp in textiles, paper industry, insulation and building materials, horticulture, animal nutrition, food and beverages, nutraceuticals, cosmetics and hygiene, medicine, agrochemistry, energy production and environment: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 18, str. 1451–1476.

EFSA (European Food Safety Authority) (2011): Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP); Scientific Opinion on the safety of hemp (*Cannabis* genus) for use as animal feed. *EFSA Journal* 9, str. 1-15.

EFSA (European Food Safety Authority) (2019): Scientific technical assistance to RASFF on chemical contaminants: Risk evaluation of chemical contaminants in food in the context of RASFF notifications. *EFSA supporting publication* 16, str. 21.

EFSA (European Food Safety Authority) (2020.): Acute human exposure assessment to tetrahydrocannabinol (D9 -THC). *EFSA Journal* 18, str. 1-38.

EMBABY, M. G., M. GUNAL, A. ABUGHAZALCH (2019): Effect of unconventional oils on in vitro rumen methane production and fermentation. *Cienc e Investig Agrar.* 46, str. 276–285.

FAO (Food and Agriculture Organization) (2023): Crops and livestock products database. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (12.07.2024.)

FOLTIN, R. W., J. V. BRADY, M. W. FISCHMAN (1986): Behavioral analysis of marijuana effects on food intake in humans. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 25, str. 577–582.

FOX, D.G., M. C. BARRY, R. E. PITT, D. K. ROSELER, W. C. STONE (1995): Application of the Cornell net carbohydrate and protein model for cattle consuming forages. *J. Anim. Sci.* 73, str. 267–277.

FREER, M., H. DOVE, J. NOLAN (2007): Nutrient requirements of domesticated ruminants. CSIRO Publishing, Collingwood, str. 158-160.

GROTENHERMEN, F. (2003): Pharmacokinetics and pharmacodynamics of cannabinoids. *Clinical Pharmacokinetics* 42, str. 327-360.

GURUNG, R., K. B. ALE, F. W. ABRAHAMSEN, K. MOYER, J. T. SAWYER, N. K. GURUNG (2022): Carcass Traits of Growing Meat Goats Fed Different Levels of Hempseed Meal. *Animals* 12, str. 1-8.

HESSLE, A., M. ERIKSSON, E. NADEAU, T. TURNER, B. JOHANSSON (2008): Cold-pressed hempseed cake as a protein feed for growing cattle. *Acta Agric Scand A Anim Sci.* 58, str. 136–145.

KARLSSON, L., K. MARTINSSON (2011): Growth performance of lambs fed different protein supplements in barley-based diets. *Livest Sci.* 138, str. 125–131.

KARLSSON, L., M. FINELL, K. MARTINSSON (2010): Effects of increasing amounts of hempseed cake in the diet of dairy cows on the production and composition of milk. *Animal* 4, str. 1854–1860.

KENT-DENNIS, C., J. L. KLOTZ (2023): Immunomodulation by cannabidiol in bovine primary ruminal epithelial cells. *BMC Vet Res* 19, str. 208.

KENT-DENNIS, C., J. R. ASCHENBACH, P. J. GRIEBEL, G. B. PENNER (2020): Effects of lipopolysaccharide exposure in primary bovine ruminal epithelial cells. *J Dairy Sci.* 103, str. 9587–9603.

KLEINHENZ, M. D., G. MAGNIN, Z. LIN, J. GRIFFIN, K. E. KLEINZENZ, S. MONTGOMERY, A. CURTIS, M. MARTIN, J. F. COETZEE (2020): Plasma concentrations of eleven cannabinoids in cattle following oral administration of industrial hemp (*Cannabis sativa*). *Sci Rep.* 10, str. 1-6.

KLEINHENZ, M. D., M. WEEDER, S. MONTGOMERY, M. MARTIN, A. CURTIS, G. MAGNIN, Z. LIN, J. GRIFFIN, J. F. COETZEE (2022): Short-term feeding of industrial hemp with a high cannabidiolic acid (CBDA) content increases lying behavior and reduces biomarkers of stress and inflammation in Holstein steers. *Sci Rep.* 12, str. 1-8.

KLIR, Ž., J. NOVOSELEC, Z. ANTUNOVIĆ (2019): An overview on the use of hemp (*Cannabis sativa* L.) in animal nutrition. *Poljoprivreda*, 25, 52-61.

KONIG H. E., H. G. Liebich (2005.): *Anatomie der Haussaugtiere*, Schattauer GmbH, Stuttgart – New York, str. 346-350.

KREBS, G. L., D. W. DE ROSA, D. M. WHITE, B. L. BLAKE, K. C. DODS, C. D. MAY, Z. X. TAI, E. H. CLAYTON, E. E. LYNCH (2021): Intake, nutrient digestibility, rumen parameters, growth rate, carcass characteristics and cannabinoid residues of sheep fed pelleted rations containing hemp (*Cannabis sativa* L.) stubble, *Translational Animal Science* 5, str. 1-13.

LACHENMEIER, D. W., S. G. WALCH (2005): Analysis and toxicological evaluation of cannabinoids in hemp food products - A review. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 4, str. 812-826.

MCDONALD, P., R. A. EDWARDS, J. F. D. GREENHALGH, J. C. A. MORGAN (2011): *Animal Nutrition*. 7. izd., Pearson, Ujedinjeno Kraljevstvo, str. 103-106.

MIERLITA, D. (2018): Effects of diets containing hemp seeds or hemp cake on fatty acid composition and oxidative stability of sheep milk. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 48, str. 504–515.

MIERLITA, D. (2019): Fatty acids profile and oxidative stability of eggs from laying hens fed diets containing hemp seed or hempseed cake. *South African Journal of Animal Science* 49, str. 310-321.

MUSTAFA, A. F., J. J. MCKINNON, D. A. CHRISTENSEN (1999): The nutritive value of hemp meal for ruminants. *Can J Anim Sci.* 79, str. 5-91.

NAGAPPAN, A., J. SHIN, M. H. JUNG (2019): Role of cannabinoid receptor type 1 in insulin resistance and its biological implications. *Int. J. Mol. Sci.* 20, str. 5-8.

NRC (National Research Council) (2001): *Nutrient Requirements of Dairy Cattle* 7th Edition, National Academy Press, Washington, DC, SAD., str. 258-280.

NRC (National Research Council) (2007): *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. National Academies Press, Washington DC., str. 39-300.

NCOGO NCHAMA, C.N., C. FABRO, M. BALDINI, E. SACCA, V. FOLETTI, E. PIASENTIER, A. SEPULCRI, M. CORAZZIN (2014): Hempseed By-Product in Diets of Italian Simmental Cull Dairy Cows and Its Effects on Animal Performance and Meat Quality. *Animals* 12, str. 5.

PARKER, N. B., M. BIONAZ, H. R. FORD, A. IRAWAN, E. TREVISI, S. ATES (2022): Assessment of spent hemp biomass as a potential ingredient in ruminant diet: nutritional quality and effect on performance, meat and carcass quality, and hematological parameters in finishing lambs. *J Anim Sci.* 100, str. 1-21.

PISC (Primary Industries Standing Committee) (2007)): *Nutrient requirements of domesticated ruminants*, CSIRO Publishing, str. 14-29.

RUSSO, R., R. REGGIANI (2013): Variability in Antinutritional compounds in Hempseed meal of Italian and French varieties. *Plant.* 1, str. 25–29.

RUSSO, R., R. REGGIANI (2015): Evaluation of protein concentration, amino acid profile and antinutritional compounds in hempseed meal from dioecious and monoecious varieties. *Am. J. Plant. Sci.* 6, str. 14-21.

SEMWOGERERE, F., C. L. F. KATIYATIYA, O. C. CHIKWANHA, M. C. MARUFU C. MAPIYE (2020): Bioavailability and Bioefficacy of Hemp By-Products in Ruminant Meat Production and Preservation: A Review. *Front. Vet. Sci.* 7, str. 1-10.

SHI, R., S. DONG, J. MAO, J. WANG, Z. CAO, Y. WANG, S. LI, G. ZHAO (2023): Dietary Neutral Detergent Fiber Levels Impacting Dairy Cows' Feeding Behavior, Rumen Fermentation, and Production Performance during the Period of Peak-Lactation. *Animals* 13, str. 2-13.

SJAASTAD O. V., O. SAND, K. HOVE (2010): *Physiology of Domestic Animals*, 2nd edition, (J. Fowler. Ed.), Scandinavian Veterinary Press., Oslo, str.554-578.

STEVENS, S. A., G. L. KREBS, C. J. SCRIVENER, G. K. NOBLE, B. L. BLAKE, K. C. DODS, C. D. MAY, Z. X. TAI, E. H. CLAYTON, E. E. LYNCH, K. N. JOHNSON (2022): Nutrient digestibility, rumen parameters, and (cannabinoid) residues in sheep fed a pelleted diet containing green hemp (*Cannabis sativa* L.) biomass, *Translational Animal Science* 6, str. 1-10.

VAN SOEST, P. J. (1994): *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Comstock pub., Ujedinjeno Kraljevstvo, str. 128 – 130.

VASTOLO, A., S. CALABRO, S. PACIFICO, B. I. KOURA, M. I. CUTRIGNELLI (2021): Chemical and nutritional characteristics of *Cannabis sativa* L. co-products. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 105, str. 1–9.

WAGNER, B., P. GERLETTI, P. FURST, O. KEUTH, T. BERNSMANN, A. MARTIN, B. SCHAFER, J. NUMATA, M. C. LORENZEN, R. PIEPER (2022): Transfer of cannabinoids into the milk of dairy cows fed with industrial hemp could lead to  $\Delta^9$ -THC exposure that exceeds acute reference dose. *Nat. Food* 3, str. 921–932.

WANG, S., M. KREUZER, U. BRAUN, A. SCHWARM (2017): Effect of unconventional oilseeds (safflower, poppy, hemp, camelina) on in vitro ruminal methane production and fermentation. *J. Sci. Food Agric.* 97, str. 3864–3870.

WANG, X.S., C. H. TANG, C. Q. YANG, W. R. GAO (2008): Characterization, amino acid composition and in vitro digestibility of hemp (*Cannabis sativa* L.) proteins. *Food Chem.* 107, str. 11–18.

WANG, Y., J. GAO, C. CHENG, J. LV, M. T. LAMBO, G. ZHANG, Y. LI, Y. ZHANG (2022): Nutritional Values of Industrial Hemp Byproducts for Dairy Cattle. *Animals* 12, str. 2-11.

WINDERS, T. M., E. M. SERUM, D. J. SMITH, B. W. NEVILLE, G. K. MIA, S. AMAT, C. R. DAHLEN, K. C. SWANSON (2022): Influence of hempseed cake inclusion on growth performance, carcass characteristics, feeding behavior, and blood parameters in finishing heifers. *J Anim Sci.* 100, str. 1-8.

Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o suzbijanju zlouporabe drogama (Narodne novine, br. 39/19)

ZHANG, X., S. GAO, J. NIU, P. LI, J. DENG, S. XU, Z. WANG, W. WANG, D. KONG, C. LI (2016): Cannabinoid 2 receptor agonist improves systemic sensitivity to insulin in

high-fat diet/streptozotocin-induced diabetic mice. *Cell. Physiol. Biochem.* 40, str. 1175–1185.

## 5. SAŽETAK

### Upotreba industrijske konoplje u hranidbi preživača

Milanović Dario

Industrijska konoplja uzgaja se za dobivanje raznih sirovina, a nakon prerade često zaostaju nusproizvodi koji imaju potencijal biti korišteni u hranidbi domaćih preživača. Najčešće korišteni proizvodi i nusproizvodi su sjemenka, ulje, pogača i sačma industrijske konoplje. Kemijski sastav proizvoda i nusproizvoda industrijske konoplje sličan je sastavu uobičajeno korištenih proteinskih komponenti u prehrani preživača. Osim nutritivnih tvari oni sadrže i psihoaktivne supstance, kanabinoide. Zakonskom regulativom određena je maksimalna koncentracija THC-a dozvoljena u industrijskoj konoplji koja se uzgaja za potrebe dobivanja proizvoda i nusproizvoda. Specifičnost anatomije i fiziologije probavnog sustava preživača utječe na probavu određenih komponenti hrane. Kemijski sastav industrijske konoplje dobro se uklapa u način probave preživača. Visok udio sirovih proteina, od kojih veliki dio bypass proteina i visok udio vlaknine odgovaraju potrebama preživača. Proizvodne karakteristike poput mliječnosti, kemijskog sastava mlijeka, prirasta i kvalitete mesa su očuvane, a u nekim slučajevima i poboljšane u usporedbi sa drugim komponentama hrane preživača. Proizvodi dobiveni od životinja hranjenih industrijskom konopljom sigurni su za ljudsku upotrebu. Osim dobrih nutritivnih vrijednosti, pozitivan je i utjecaj malih koncentracija kanabinoida na umirivanje procesa upale i smanjenje stresa kod životinja. Također se pokazalo da životinje hranjene industrijskom konopljom proizvode manje metana te na taj način gube manje energije i smanjuju zagađenje okoliša.

**Ključne riječi:** industrijska konoplja, THC, kanabinoidi, preživači, stres, metan



## 6. SUMMARY

### Use of industrial hemp in ruminant diet

Milanović Dario

Industrial hemp is grown to obtain various raw materials, and after processing, by-products that have the potential to be used in feeding domestic ruminants are often left behind. The most commonly used products and by-products are industrial hemp seed, oil, cake, and meal. The chemical composition of industrial hemp products and by-products is similar to the composition of commonly used protein components in ruminant diets. In addition to nutritional components, they also contain psychoactive substances called cannabinoids. Legal regulations determine the maximum concentration of THC allowed in industrial hemp that is grown to obtain products and by-products. The specificity of the anatomy and physiology of the digestive system of ruminants affects the digestion of certain food components. The chemical composition of industrial hemp fits well with ruminant digestion. A high proportion of crude proteins, of which a large portion of bypass proteins and a high portion of fiber meet the needs of ruminants. Production characteristics such as milk yield, chemical composition of milk, growth and meat quality are preserved and, in some cases, improved compared to other ruminant feed components. Products derived from animals fed industrial hemp are safe for human consumption. In addition to good nutritional values, small concentrations of cannabinoids mitigate the inflammation process and reduce stress in animals. It has also been shown that animals fed with industrial hemp produce less methane and thus lose less energy and reduce environmental pollution.

**Keywords:** industrial hemp, THC, cannabinoids, ruminants, stress, methane

## **7. ŽIVOTOPIS**

Rođen sam 1. 8. 1998. godine u Našicama. Pohađao sam i završio OŠ Josipa Antuna Čolnića u Đakovu. Nakon završetka osnovne škole upisao sam Gimnaziju Antuna Gustava Matoša u Đakovu, smjer prirodoslovno-matematički. Po uspješnom završetku srednje škole, 2017. godine upisujem Veterinarski fakultet u Zagrebu. Stručnu praksu odradio sam u Specijalističkoj veterinarskoj ambulanti Marković u Zagrebu.