

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Božidar HUDOKLIN

**VPLIV TANINSKEGA PRIPRAVKA HERUM NA
MLEČNOST IN SESTAVO MLEKA**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Božidar HUDOKLIN

**VPLIV TANINSKEGA PRIPRAVKA HERUM NA MLEČNOST IN
SESTAVO MLEKA**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**EFFECT OF TANNIN PREPARATION HERUM ON MILK
PRODUCTION AND MILK COMPOSITION**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija kmetijstvo – zootehnika. Opravljeno je bilo na Katedri za prehrano Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, prehranski poskus pa je bil izveden na Grmu Novo mesto – centru biotehnike in turizma.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za zootehniko je za mentorja imenovala prof. dr. Andreja LAVRENČIČA.

Recenzent: viš. pred. mag. Ajda KERMAUNER

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Silvester ŽGUR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: prof. dr. Andrej LAVRENČIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: viš. pred. mag. Ajda KERMAUNER
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je naloga rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačano, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Božidar Hudoklin

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Vs
- DK UDK 636.2.084/.087(043.2)=163.6
- KG govedo/krave/molznice/prehrana/živali/krmni dodatki/tanini/mleko/mlečnost/sestava
- KK AGRIS L01/5214
- AV HUDOKLIN, Božidar
- SA LAVRENČIČ, Andrej (mentor)
- KZ SI-1230 Domžale, Groblje 3
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
- LI 2016
- IN VPLIV TANINSKEGA PRIPRAVKA HERUM NA MLEČNOST IN SESTAVO MLEKA
- TD Diplomaska naloga (visokošolski strokovni študij)
- OP VIII, 33 str., 17 pregl., 3 sl., 36 vir.
- IJ SI
- JI sl/en
- AI V nalogi smo proučevali vpliv vodnega ekstrakta iz kostanjevega lesa Herum na mlečnost in sestavo mleka. V poskus je bilo vključenih 28 krav molznic, ki so bile razdeljene v dve skupini, glede na izenačenost po mlečnosti, stadiju laktacije in sestavi mleka. Prva skupina (K-KON; n=14) je uživala uravnotežen krmni obrok in ustrezno količino dopolnilne krmne mešanice za mleko brez dodatka tanina. Druga skupina krav (K-TAN; n=14) je poleg enakega obroka dobivala še 2 kg dopolnilne krmne mešanice, v katero smo primešali 10,5 g taninskega pripravka Herum (Tanin Sevnica d.d.) in ustrezno količino dopolnilne mešanice za mleko brez dodatka tanina. Poskus je trajal 90 dni, v tem času smo opravili 4 mlečne kontrole. Dodatek taninskega pripravka Herum ni vplival na dnevno mlečnost krav. Razlik v vsebnostih (%) maščob, beljakovin, laktoze, suhe snovi in sečnine ter v številu somatskih celic (ŠSC) v mleku med skupinama ni bilo, ravno tako ni bilo razlik med skupinama v pridelku (g) maščob, beljakovin, laktoze in suhe snovi.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs
DC UDC 636.2.084/.087(043.2)=163.6
CX cattle/cows/dairy cows/animal nutrition/feed
aditives/tannin/milk/production/composition
CC AGRIS L01/5214
AU HUDOKLIN, Božidar
AA LAVRENČIČ, Andrej (supervisor)
PP SI-1230 Domžale, Groblje 3
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Zootechnical Department
PY 2016
TI EFFECT OF TANNIN PREPARATION HERUM ON MILK PRODUCTION
AND MILK COMPOSITION
DT Graduation thesis (Higher professional studies)
NO VIII, 33 p. 17 tab., 3 fig., 36 ref.
LA SI
AL sl/en
AB In the research we studied the effect of chestnut woodextract Herum on milk production and milk composition. 28 milking cows, were divided into two groups according to their milk yield and to the stage of lactation and milk composition. First group (K-KON; n=14) received balance diet and complementary feed for milk without tannins. The second group (K-TAN; n=14) received the same diet and 2 kg compound feed containing 10,5 g of tannin preparation Herum (Tanin Sevnica d.d.) and complementary feed for milk without tannins. During 90 days research 4 milk controls were made. The tannin preparation Herum had no effect on milk yield. There were no differences between groups in milk fat, milk protein, lactose, dry matter, urea content (in %) and in the number of somatic cells. There were no differences between groups in milk fat yield, milk protein yield, lactose yield and dry matter yield.

KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VI
KAZALO SLIK	VII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	VIII
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 TANINI	3
2.1.1 Prisotnost taninov v naravi	3
2.1.2 Vrste taninov	4
2.1.2.1 Hidrolizirajoči tanini	4
2.1.2.2 Kondenzirani tanini	5
2.2 DELOVANJE IN UPORABA TANINOV	7
2.2.1 Vpliv taninov na beljakovine	8
2.2.2 Vpliv taninov na ogljikove hidrate	9
2.2.3 Vpliv taninov na vampove mikroorganizme	10
2.2.4 Vpliv taninov na izločanje metana	11
2.2.5 Vpliv taninov na mlečnost in kakovost mleka	11
3 MATERIALI IN METODE DE LA	13
3.1 LOKACIJA POSKUSA	13
3.2 POSKUSNE ŽIVALI IN OBROKI	13
3.3 POTEK POSKUSA	15
3.4 KONTROLA MLEČNOSTI, VZORČENJE MLEKA IN ANALIZE	
SESTAVE MLEKA	16
3.5 STATISTIČNA ANALIZA	17
4 REZULTATI	18
4.1 VPLIVI NA MLEČNOST	19
4.2 VSEBNOST IN PRIDELEK MLEČNIH MAŠČOB	19
4.3 VSEBNOST IN PRIDELEK MLEČNIH BELJAKOVIN	20
4.4 VSEBNOST IN PRIDELEK LAKTOZE	21
4.5 VSEBNOST IN PRIDELEK SUHE SNOVI V MLEKU	22
4.6 VSEBNOST SEČNINE V MLEKU	22
4.7 ŠTEVILO SOMATSKIH CELIC V MLEKU	23
5 RAZPRAVA IN SKLEPI	24
5.1 RAZPRAVA	24
5.2 SKLEPI	27
6 POVZETEK	28
7 VIRI	30

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Sestava krmnega obroka za kontrolno in poskusno skupino	14
Preglednica 2:	Hranilna vrednost celotnega krmnega obroka	14
Preglednica 3:	Sestava dopolnilne krmne mešanice za mleko	15
Preglednica 4:	Primerjava podatkov med skupino K-TAN in skupino K-KON, na začetku poskusa, dne 11. 01. 2008	16
Preglednica 5:	Analize variance (p-vrednosti) za mlečnost ter vsebnosti mlečnih maščob, beljakovin, laktoze in sečnine v mleku	18
Preglednica 6:	Analize variance (p-vrednosti) za pridelek mlečnih maščob, beljakovin, laktoze in število somatskih celic	18
Preglednica 7:	Mlečnosti krav (kg/dan) ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON	19
Preglednica 8:	Vsebnosti mlečnih maščob (%) ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON	19
Preglednica 9:	Pridelek mlečnih maščob (g/dan) ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON	20
Preglednica 10:	Vsebnosti mlečnih beljakovin (%) ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON	20
Preglednica 11:	Pridelek mlečnih beljakovin (g/dan) ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON	21
Preglednica 12:	Vsebnosti laktoze v mleku (%) ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON	21
Preglednica 13:	Pridelek laktoze (g/dan) ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON	21
Preglednica 14:	Vsebnosti suhe snovi v mleku (%) ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON	22
Preglednica 15:	Pridelek suhe snovi (g/dan) ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON	22
Preglednica 16:	Vsebnosti sečnine v mleku (mg/100 ml) ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON	23
Preglednica 17:	Naravni logaritem števila somatskih celic v mleku ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON	23

KAZALO SLIK

Slika 1: Galna kislina (Bennick, 2002)	5
Slika 2: Osnovna struktura kondenziranih taninov (Bennick, 2002)	6
Slika 3: Mešalnica za pripravo močne krme (Hudoklin, 2008)	15

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

AT4	AT4 kontrola mlečnosti
K-KON	kontrolna skupina
K-TAN	poskusna skupina
Mleko1K	mlečnost krav molznic na začetku poskusa (kg/dan)
NEL	neto energija za laktacijo
PSB	prebavljive surove beljakovine
SS	suha snov
SVI	surova vlaknina
ŠSC	število somatskih celic
ZapK	zaporedna kontrola

1 UVOD

Govedo, ki spada v večjo skupino prežvekovalcev, ima sposobnost, da zaužije velike količine tako imenovane voluminozne krme, kamor uvrščamo krmo in krmila z več kot 18 % surove vlaknine v suhi snovi. Takšna krmila so trava, travna silaža, senaže, slama in mrva. Značilnost teh krmil je, da zasedajo precejšnjo prostornino in imajo majhno hranilno vrednost, saj vsebujejo velik delež surove vlaknine (SVI), v kateri prevladujeta celuloza in hemiceluloza. Prežvekovalci imajo v predželodcih in slepem črevesu ogromne količine mikroorganizmov, ki izločajo encim celulazo, ki razgrajuje celulozo (Žgajnar, 1990).

Sposobnost zauživanja krme ali konzumacijska sposobnost je omejena z velikostjo prebavil, ki pa se spreminjajo skladno s telesnim razvojem. Na njihovo velikost lahko vplivamo tudi s krmljenjem. V ta namen pričnemo mladim živalim že zelo zgodaj krmiti voluminozno krmo in krmila, ki spodbujajo razvoj posameznih delov prebavil. Takšne živali, ki imajo sposobnost zauživanja velikih količin voluminozne krme, so si sposobne zagotoviti precejšen del hranljivih snovi že iz osnovnega obroka (Zupanc, 1999).

Če želimo prirediti čim več kakovostnega mleka, moramo imeti živali, ki imajo dober genetski potencial, poskrbeti pa moramo tudi za ustrezno prehrano, ki je uravnotežena po vseh hranljivih snoveh. Orešnik (2001) navaja, da je bila po podatkih Govedorejske službe Slovenije v letu 1981 povprečna mlečnost kontroliranih krav v standardni laktaciji 3.746 kg, deset let pozneje se je mlečnost dvignila na 3.886 kg, v letu 1999 pa je mlečnost že na 4.943 kg mleka. Kljub temu, da se je mlečnost v teh letih povečala za več kot 1.000 kg mleka, pa Orešnik (2001) trdi, da krave v Sloveniji še ne dosežajo svojih genetskih sposobnosti za prirejo.

Molznice lahko s sintezo mikrobnih beljakovin v predželodcih priredijo do okoli 4.500 litrov mleka v laktaciji, kar pomeni, da ob zmerni prireji lahko zagotovimo z ustreznim obrokom zadostno količino beljakovin. Pri veliki prireji mleka močno selekcioniranih molznic pa prirast mikrobne biomase ne zadošča, saj potrebe po beljakovinah tako narastejo, da jih mikroorganizmi v predželodcih ne morejo več sintetizirati dovolj. Ko pride do tega, moramo sestaviti obrok tako, da v obrok vključimo krmila, ki so zaščitena pred razgradnjo v predželodcih in se začnejo prebavljati šele v siriščniku in tankem črevesu. Zato se s povečanjem mlečnosti povečuje tudi potreba po zaščitene beljakovinah, tako da bi moral za doseganje mlečnosti okoli 6.500 kg obrok vsebovati največ 65 % razgradljivih beljakovin (Lavrenčič, 2001). Vendar so beljakovine v voluminozni krmi večinoma bolj razgradljive, želeno vrednost pa po navadi presegajo tudi močna krmila. Pri preobilni oskrbi živali z razgradljivimi beljakovinami se sinteza sečnine zelo poveča. Te sečnine organizem ni sposoben izločiti samo s sečem in slino. Sečnina se tako izloča tudi z mlekom in prehaja v rodila, kar negativno vpliva na plodnost in na samo zdravstveno stanje živali (Suhoveršnik 2005).

Težave s preveliko razgradljivostjo rešujemo na več načinov. Najpreprostejši je, da uporabljamo v obroku krmo in krmila, ki vsebujejo veliko beljakovin, ki so v predželodcih nerazgradljive. Kadar je to nemogoče, lahko uvedemo številne ukrepe, s katerimi lahko zaščitimo beljakovine pred razgradnjo v predželodcih. Eden od načinov zaščite je tudi uporaba taninov, ki tvorijo komplekse z beljakovinami. Ti kompleksi so pri pH-vrednostih, ki jih najdemo v predželodcih, obstojni in jih mikroorganizmi ne morejo razgraditi. Ob nižjem pH v siriščniku in tankem črevesu ti kompleksi razpadejo, beljakovine pa začnejo razkrajati encimi. Posledično pride v tanko črevo več beljakovin, ki so na voljo živalim, zato tudi pričakujemo, da se izboljša sestava in količina mleka.

Namen naše raziskave je bil ugotoviti, ali vodni izvleček iz kostanjevega lesa s trgovskim imenom Herum vpliva na mlečnost in sestavo mleka v praktičnih pogojih reje. Ugotavljali bomo tudi ali taninski pripravek Herum vpliva tudi na zdravstveno stanje vime, ki ga bomo spremljali z vsebnostjo somatskih celic v mleku. Pričakujemo, da bo taninski pripravek Herum izboljšal mlečnost in sestavo mleka.

2 PREGLED OBJAV

2.1 TANINI

Rastline v svojih celicah in tkivih kopičijo veliko spojin, kot so alkaloidi, terpeni in fenoli, ki ne sodelujejo v primarnih procesih, kot sta biosinteza in biorazgradnja. Njihova biološka aktivnost in naloga je, da ščitijo rastline pred boleznimi in rastlinojedimi živalmi (Hagerman, 2011). Pravimo jim sekundarni presnovki.

Tanini tvorijo kompleksno skupino naravno prisotnih polimerov. Izraz tanin je bil prvotno uporabljen za opis rastlinskih sestavin, ki so odgovorne za pretvorbo živalskih kož v usnje (Bennick, 2002). Za snovi, ki so bistvene v procesu strojenja, za tanine, je bilo pozneje ugotovljeno, da so to polifenolne spojine z različno molekulsko maso in z različnimi kompleksnostmi. Te polifenolne spojine ne vežejo nase le beljakovin, ampak tudi ostale makromolekule, kot so npr. polisaharidi (Jansman, 1993).

Osnovna gradbena enota taninov je fenol, katerega hidroksilne skupine so večinoma proste (Lavrenčič, 2001). Tanini so vodotopne fenolne spojine z molekulsko maso med 500 in 3000 Da (Jansman, 1993), njihova topnost pa se z večanjem molske mase zmanjšuje (Lavrenčič, 2001).

2.1.1 Prisotnost taninov v naravi

Tanini so zelo heterogena skupina, vendar se vsebnost in struktura taninov med rastlinskimi vrstami razlikujeta. Tanine najdemo v lesu, steblih, listih, koreninah in semenih višjih rastlin, kot so sirek, proso, ječmen, ogrščica, lucerna, fižol, bob, grah, leča, soja ... Tanine najdemo tudi v semenih različnih rastlinskih vrst, ki jih uporabljamo v prehrani ljudi in živali. Vsebnost taninov v rastlini je odvisna od okoljskih razmer in rastlinske vrste. Vsebnost taninov med posameznimi vrstami rastlin močno variira, med 1,5 in 30 % suhe snovi (SS) (Chung in sod., 1998; Jansman, 1993; Reed, 1995).

Lucerna (*Medicago sativa*) vsebuje tanine, vendar so ti prisotni samo v lupini semena, medtem ko pri beli detelji (*Trifolium repens*) najdemo tanine v cvetovih. Navadna nokota (*Lotus corniculatus*) in navadna turška detelja (*Onobrychis viciifolia*) pa vsebujeta tanine v listih (MacAdam, 2013).

Največ taninov je v hrastu (*Quercus* sp.), pravem kostanju (*Castanea sativa* Mill.), akacijah (*Accacia* sp.) in nekaterih azijskih in afriških rastlinah. Tanini so v rastlinah verjetno energetski depoji, učinkujejo pa tudi antiseptično in preprečujejo škodljivo delovanje insektov in gliv na rastline (Skubic in sod., 1995). Ugotovljeno je bilo, da je

kostanjev tanin približno enako toksičen kot taninska kislina, pridobljena iz hrastovih šišk (Skubic in sod., 1995).

2.1.2 Vrste taninov

Poznamo dve vrsti taninov, hidrolizirajoče in kondenzirane tanine. Med seboj se razlikujejo v vrstah vezi v polimeru, zato so kondenzirani tanini odporni na hidrolizo, medtem ko hidrolizirajoči tanini razpadejo v prisotnosti kislin, alkoholnih reagentov in encimov esteraz (Lavrenčič, 2001). Razdelitev taninov je narejena na osnovi strukturnih razlik, različnih prehranskih in toksičnih učinkov ter reaktivnosti z različnimi hidrolitičnimi reagenti. Čeprav tanine po eni strani ločujejo velike razlike, jih po drugi strani povezuje pomembna lastnost, in sicer tvorba stabilnih kompleksov z beljakovinami, ogljikovimi hidrati, vitamini in minerali (Khanbabaee in van Ree, 2001; cit. po: Modic, 2007). Najpomembnejša skupna lastnost taninov je tvorba vezi z beljakovinami, s fosfolipidi in drugimi snovmi kot na primer kovinskimi ioni (Lavrenčič, 2001).

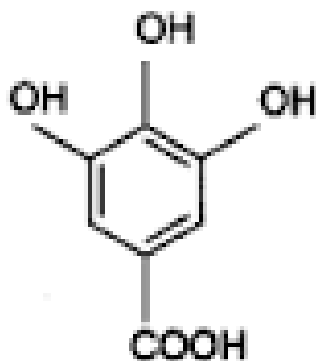
Hidrolizirajoči tanini so tako podvrženi hidrolizi v prebavnem traktu, medtem ko so kondenzirani tanini bolj stabilni in v prebavnem traktu ne razpadejo (Jansman, 1993). Obe skupini taninov lahko tako pozitivno kot negativno vplivata na zdravje živali, kar je odvisno od vrste in koncentracije taninov v obroku, vrste živali in fiziološkega stanja živali (Makkar, 2003).

2.1.2.1 Hidrolizirajoči tanini

Hidrolizirajoči tanini so derivati galne kisline (Hagerman, 2011). Imajo ogljikohidratno jedro (večinoma glukozo), na katero so zaestrene hidroksilne skupine s fenolnimi karboksilnimi kislinami, kot so galna (slika 1), elagna in heksahidroksifenska kislina. Estri galne in elagne kisline so poimenovani galotanini, estri s heksahidroksidifensko kislino pa elagitanini (Bennick, 2002; Jansman, 1993; Mangan 1988).

Najbolj tipičen predstavnik hidrolizirajočih taninov je taninska kislina, ki jo uvršamo med galotanine. Taninska kislina naj bi vsebovala od 8 do 10 molov galne kisline na mol glukoze (Jansman, 1993). Hidrolizirajoči tanini ob prisotnosti kislin, alkoholnih reagentov in encimov esteraz razpadejo (Reed, 1995).

Hidrolizirajoči tanini so predvsem za monogastrične živali toksični. Povzročijo lahko poškodbe jeter in ledvic, v resnih primerih pa tudi smrt. Pri poligastričnih pa se lahko v vampu razgradijo s kislinsko hidrolizo ali z encimsko razgradnjo (Norton 2000; cit. po: Modic, 2007).

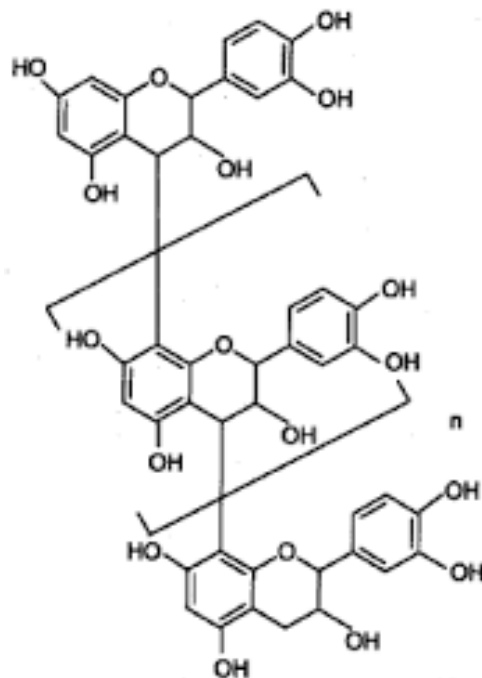


Slika 1: Galna kislina (Bennick, 2002)

2.1.2.2 Kondenzirani tanini

Kondenzirani tanini so sestavljeni iz flavanolnih enot (flavan-3-ol), ki se med seboj povezujejo z ogljikovimi vezmi (Bennick, 2002). Kondenzirani tanini (slika 2), v katerih prevladuje flavan-3-ol, se imenujejo katehini ali epikatehini (Hagerman, 2011). Imenujemo jih tudi proantocianidini. Stopnja polimerizacije variira od nekaj 50 do več kot 30.000 flavanolnih enot (Bennick, 2002).

Kondenzirani tanini, v katerih prevladuje flavan-3,4-diol, se imenujejo leukoantocianidini, ki pri segrevanju ob prisotnosti kisline tvorijo antocianidine. Ti niso sposobni tvoriti kompleksov z beljakovinami (Hagerman, 2011).



Slika 2: Osnovna struktura kondenziranih taninov (Bennick, 2002)

Kondenzirani tanini, ki imajo majhno molekulsko maso, so topni v vodi in organskih topilih, medtem ko so kondenzirani tanini z večjo molekulsko maso netopni (Bennick, 2002). Proantocianidini so odporni na hidrolizo (Lavrenčič, 2001).

Proantocianidine najdemo v krmnih metuljnicah (Reed, 1995), sirku, turški detelji, fižolu (Mangan, 1998), ječmenu, grahu, bobu, prosu, čičeriki in leči (Jansman, 1993). Najdemo pa jih tudi v grozdju, sadju, vinu, sadnih sokovih, kavi in čaju (Bennick, 2002; Chung in sod., 1998).

Škodljivi vplivi kondenziranih taninov se pojavijo, ko njihova koncentracija v obroku preseže 6 % suhe snovi (SS), kažejo pa se v zmanjšanem zauživanju krme, slabši prebavljivosti suhe snovi in dušika ter v zmanjšanju prireje živali (Waghorn in sod., 1994; cit. po: Kos, 2007).

2.2 DELOVANJE IN UPORABA TANINOV

V preteklosti so tanine uporabljali predvsem za strojenje kož. Pri tem procesu se tanini vežejo na kolagen, s katerim tvorijo trajne komplekse, ki so odporni na delovanje mikroorganizmov (Mangan, 1988).

Tanini so pomembna sestavina različnih vrst krme in vplivajo na hranilno vrednost krme. Vnos manjših količin taninov (2 do 4 % SS) ima pozitivne učinke na prežvekovalce, saj vplivajo na presnovo beljakovin pri prežvekovalcih, zmanjšujejo napihovanje in učinkujejo zaviralno na zajedavce v prebavilih (Bhat in sod., 2013). S tvorbo kompleksov z beljakovinami in drugimi makromolekulami imajo pri prežvekovalcih pozitiven učinek, saj se na ta način zmanjšuje razgradnja hranljivih snovi v predželodcih (Mangan, 1988). Beljakovine, vezane v komplekse s tanini, tako prehajajo v tanko črevo, kjer se prebavijo do aminokislin, ki se absorbirajo (Min in sod., 2004; cit. po: Rogošić in sod., 2013).

Tanini v majhnih koncentracijah torej pozitivno vplivajo na prirejo mleka, mesa in volne, saj povečujejo pretok esencialnih aminokislin v tanko črevo. Nasprotno pa so velike koncentracije tako kondenziranih kot tudi hidrolizirajočih taninov škodljive. Presežke hidrolizirajočih taninov vampovi mikroorganizmi lahko do neke mere razgradijo (Makkar, 2003; Reed, 1995), kar pa ne velja za kondenzirane tanine (McSweeney in sod., 2001; cit. po: Sivka in Lavrenčič, 2007). Nizke koncentracije taninov (pod 50 g/kg SS obroka) povečujejo sintezo mikrobnih beljakovin in zmanjšujejo razgradljivost beljakovin v predželodcih prežvekovalcev, zaradi česar se zmanjša količina izločenega dušika v okolje (Makkar, 2003).

Tanini tvorijo močne vodikove vezi s celulozo, hemicelulozo, škrobom in pektini (Reed, 1995). Poleg tega se tanini vežejo na mikrobne encime (beljakovine), ki so vključeni v presnovo ogljikovih hidratov (Makkar in sod., 1987; cit. po: Sivka in Lavrenčič, 2007), s čimer inhibirajo njihovo delovanje.

Zaradi trpkega okusa tanini zmanjšujejo zauživanje krme. Ob zaužitju krme se tanini vežejo na beljakovine v slini, kar povzroči izsušitev ustne sluznice in nezmožnost požiranja krme (Jansman, 1993; Makkar, 2003).

Preveliki odmerki taninov v krmi, ki jo živali zauživajo daljše obdobje, lahko privedejo do zastrupitev, ki so povezane s poškodbami prebavnega trakta, ledvic in jeter ali pa celo povzročijo smrt (Reed, 1995). Nekateri avtorji navajajo, da velike koncentracije taninov zmanjšujejo absorpcijo železa in kalcija ter vitaminov A in B₁₂. Zmanjšujejo tudi količino prebavnih encimov (tripsina, amilaze in lipaze) in povzročajo poškodbe sluznice želodca in tankega črevesa (Bennick, 2002; Jansman, 1993).

Taninom pripisujemo antikancerogeno in antimutageno delovanje (Chung in sod., 1998). Njihova prisotnost v krmi živali pa lahko pripomore k zmanjšanju nastanka metana ter posledično k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov (Liu in sod., 2011).

Koristno delovanje taninov se kaže tudi v njihovem antiparazitskem delovanju, saj pri prežvekovalcih na paši zmanjšujejo okužbe z nematodami (Rogošič in sod., 2013). Tanini nekaterih rastlinskih vrst učinkovito delujejo tudi na bakterije vrste *Clostridium perfringens* in jih uporabljamo za preprečevanje drisk v času odstavljanja živali (Makkar, 2003).

Tanine v prehrani večinoma uporabljamo v preventivne namene, saj učinkovito delujejo proti vnetju prebavnega trakta (driske), želodčnim in črevesnim katarjem. V kontaktu s črevesno sluznico tvorijo tanko plast netopnih beljakovin, ki preprečuje absorpcijo škodljivih snovi, s tem ščitijo sluznico in zmanjšujejo povečano gibanje črevesja (Zadravec, 2001).

2.2.1 Vpliv taninov na beljakovine

Večina beljakovin iz zaužite krme se že v vampu razgradi do amonijaka. Nastali amonijak uporabijo mikroorganizmi za tvorbo aminokislin, iz katerih tvorijo sebi lastne beljakovine. Na ta način mikroorganizmi rastejo in se razmnožujejo. Kot vir dušika lahko mikroorganizmi uporabljajo tudi nebeljakovinske dušikove spojine iz krme (amonijak, nitrati, sečnina). Dela beljakovin v vampu mikrobi ne razgradijo. Te nerazgrajene beljakovine gredo v sirišnik in tanko črevo in se tam prebavijo. To so dodatni vir aminokislin za prežvekovalce, kar je pomembno za visoko proizvodne krave (Podgoršek in Trobec, 2011).

Glavna prednost taninov v prehrani prežvekovalcev izhaja iz tega, da tanini nase vežejo beljakovine in tako vplivajo na prebavo le teh (Mueller-Harvey, 2006). Tako vezani kompleksi naredijo beljakovine v vampu nerazgradljive in povečajo količino le teh v tankem črevesu (Reed, 1995). Tanini zmanjšujejo razkroj beljakovin v predželodcih, ki so zato v nadaljnjih delih prebavnega trakta v večji meri dostopne encimski prebavi. S tem se izboljša oskrbljenost živali z beljakovinami, ki je lahko predvsem pri visoko produktivnih živalih problematična (Mangan, 1988; Reed, 1995). Prežvekovalci v določenih fizioloških stadijih (npr. zgodnja laktacija) težko pokrijejo velike dnevne potrebe po beljakovinah, še posebej, če krma ni dovolj kakovostna (Waghorn in sod., 1990; cit. po: Kompreg in sod., 2003). Rastlinske beljakovine so ob prisotnosti taninov zaščitene pred mikrobo prebavo, zato se v predželodcih tvori manj amonijaka, zmanjša se absorpcija dušika iz predželodcev in izguba sečnine s sečem, poveča pa se pretok neamonijakalnega dušika v sirišnik in dvanajstnik (Butter in sod., 1999; cit. po: Kompreg in sod., 2003). Zaradi prisotnosti taninov v rastlinah se zmanjša tudi vsebnost sečnine v seču živali (Orešnik, 2001).

Waghorn in sod. (1987) so v poskusu z ovcami, ki so zauživale svežo navadno nokoto (*Lotus corniculatus*) z 22 g kondenziranih taninov na kg SS, ugotovili, da je zaradi zmanjšane sproščanja dušika v vampu v sirišnik prispelo 50 % več esencialnih aminokislin in 14 % več neesencialnih aminokislin. Absorpcija aminokislin iz tankega črevesa se je povečala za 62 %.

Orešnik (1996) je dokazal, da je zaradi povečane absorpcije aminokislin oskrba živali z beljakovinami boljša. Pri kravah molznicah je ob dodatku 25 g kostanjevih taninov v kg krmne mešanice ugotovil do 0,15 % večjo vsebnost beljakovin v mleku v primerjavi s kravami kontrolne skupine.

Spremembe v izkoristljivosti beljakovin ob prisotnosti taninov v krmi dokazujejo tudi z vsebnostjo beljakovin v iztrebkih živali. Vsebnost beljakovin je bila pri kravah, ki so v obroku dobivale kostanjev taninski izvleček, 197,5 g/kg SS, medtem ko je bila vsebnost beljakovin v kontrolni skupini krav, ki ni dobivala kostanjevega taninskega izvlečka, 183,3 g/kg SS (Trobec, 1997; cit. po: Komprej in sod., 2003).

Nastanek kompleksov med tanini in beljakovinami je odvisen od velikosti molekule tanina in molekule beljakovine, strukture beljakovine, pH vrednosti, temperature, vrste medija, ionske jakosti in časa inkubacije (Jansman, 1993). Kompleksi nastajajo v pH-območju med 3,5 in 7,5, pri nižjem oziroma višjem pH ti kompleksi razpadejo na svoje sestavine, pri tem izgubijo izvirne lastnosti in sprostijo vezane komponente (Bhat in sod., 2013; Chung in sod., 1998). Zato se oskrba živali z aminokislinami, potrebnimi za rast organizma in tvorbo mleka, izboljša (ARC, 1984; cit. po: Lavrenčič in Levart, 2004). Tanini se povezujejo z beljakovinami na osnovi kovalentnih, vodikovih in hidrofobnih vezi. Vezava temelji na hidroksilni skupini taninov in karboksilni skupini beljakovin (Bennick, 2002; Jansman, 1993).

Različni tanini imajo različen vpliv na prebavo hranljivih snovi. Kondenzirani tanini v močvirski nokoti (*Lotus pendunculatus*) so vplivali na zmanjšanje absorpcije aminokislin pri ovcah za 15 do 20 %. Kondenzirani tanini v navadni nokoti (*Lotus corniculatus*) pa so povečali pretok esencialnih aminokislin v dvanajsternik za 50 % in povečali njihovo absorpcijo za 60 % (Dawson in sod., 1999).

2.2.2 Vpliv taninov na ogljikove hidrate

Tanini so znani tudi po tem, da se vežejo z ogljikovimi hidrati, predvsem s škrobom, vendar je ta vezava šibkejša kot z beljakovinami (Jansman, 1993). Tanini tvorijo močne vodikove vezi s celulozo, hemicelulozami, škrobom in pektini (Reed, 1995).

Sivka in Lavrenčič (2007) sta spremljala potek fermentacije škroba ob dodatku različnih kebračo in kostanjevih taninov. Navajata, da se je s povečanjem koncentracije posameznih taninskih izvlečkov skupna potencialna produkcija plina med anaerobno inkubacijo škroba zmanjševala. Zmanjšan obseg fermentacije škroba je najverjetneje posledica tvorbe kompleksov med tanini in škrobom (Makkar, 2003) oziroma vezave taninov z vampovimi mikroorganizmi (Jones in sod., 1994; cit. po: Sivka in Lavrenčič, 2007). Z dodatkom taninskih izvlečkov se je največja hitrost fermentacije zmanjšala, podaljšal pa se je čas, v katerem je škrob dosegel največjo hitrost fermentacije (Sivka in Lavrenčič, 2007).

2.2.3 Vpliv taninov na vampove mikroorganizme

Protimikrobno delovanje taninov je že dolgo poznano. Tanini lahko zavirajo delovanje mikrobov, encimov, denaturirajo lahko njihove substrate in s tem onemogočajo prehrano mikroorganizmov ali pa celo neposredno delujejo na njihovo presnovo z zaviranjem oksidativne fosforilacije v mitohondrijih. Protimikrobno delovanje taninov se lahko kaže tudi s poškodovanjem celičnih membran (Skubic in sod., 1995). Kondenzirani tanini so znani zaviralci prebavnih encimov, kot so proteaze, pektinaze, amilaze, celulaze in lipaze (Bhat in sod., 2013).

Tanini povzročijo spremembe v morfologiji več vrst bakterij, prisotnih v vampu. Proantocianidini so vezani na celični plašč polimerov pri *Streptococcus bovis*, *Butyrivibrio fibrosolvans*, *Prevotella ruminicola* in *Ruminobacter amylophilus*. Nenormalno rast in delitev celic so opazili pri *Streptococcus bovis* in *Butyrivibrio fibrosolvans* (Jones in sod. 1994; cit. po: Reed, 1995).

Tanini zavirajo aktivnost encimov vampovih mikroorganizmov. Znano je, da kondenzirani tanini zavirajo določene prebavne encime, vključujoč proteaze, pektinaze, amilaze, celulaze in lipaze. Kondenzirani tanini navadne nokote zavirajo zunajcelično dejavnost endoglukanaze, pri bakteriji *Fibrobacter succinogenes* (Bhat in sod., 2013). Ekstrakti kondenziranih taninov zavirajo rast in proteolitično aktivnost *Butyrivibrio fibrisolvans*, *Ruminobacter amylophilus* in *Streptococcus bovis*. Nasprotno pa *Prevotella ruminicola* proizvaja zunajcelični material, ki varuje organizem pred vplivi taninov (Bhat in sod., 2013).

Chung in sod. (1998) so ugotovili, da tanini zavirajo rast številnih nitastih gliv. Kvasovke *Saccharomyces cerevisiae* so prav tako občutljive na delovanje taninov. Taninska kislina, ki jo uvrščamo med hidrolizirajoče tanine, zavira rast nekaterih vodnih bakterij iz rodov *Aeromonas*, *Edwardsiella*, *Pseudomonas* in *Eschericia coli*. Tanini torej baktericidno delujejo na številne bakterije.

2.2.4 Vpliv taninov na izločanje metana

Metan (CH₄) je toplogredni plin, ki ima večji vpliv na segrevanje ozračja kakor CO₂. Metan običajno nastaja pri anaerobnih fermentaciji krme v črevesju živalih, predvsem pri prežvekovalcih. Kar 95 % metana v ozračju je živalskega izvora (Liu in sod., 2011; Mueller-Harvey, 2006; Rira in sod., 2015). Študije so pokazale, da s primerno prehrano lahko vplivamo na zmanjšanje metana v vampu, tako da zaviramo delovanje mikroorganizmov v vampu (Liu in sod., 2011; Roth, 2003; cit. po: Sivka in Lavrenčič, 2007). S tanini lahko vplivamo na zmanjšanje emisij metana v ozračje (Mueller-Harvey, 2006).

Rira in sod. (2015) so tako *in vitro* kot *in vivo* dokazali, da s povečanjem koncentracije taninov zmanjšamo koncentracijo metana. Vendar majhne koncentracije taninov nimajo vpliva na zmanjšanje izločenega metana (Rira in sod., 2015).

2.2.5 Vpliv taninov na mlečnost in kakovost mleka

Prežvekovalci lahko neposredno izkoristijo le tiste beljakovine krme, ki preidejo skozi vamp neprebavljene in se kot aminokislino absorbirajo v tankem črevesu. Če je teh beljakovin v voluminozni krmi malo, jih moramo pri molznicah z veliko mlečnostjo dodati s posebnimi krmili, katerih beljakovine so zaščitene pred razgradnjo v vampu (Verbič, 2012).

Tanini nase vežejo beljakovine in jih naredijo v vampu nerazgradljive, zaradi česar se njihova količina v tankem črevesu poveča (Mueller-Harvey, 2006; Reed, 1995). Tanine lahko v prehrano dodamo v obliki taninskih dodatkov ali pa povečamo delež krme, ki vsebuje tanine.

Woodward in sod. (1999) so v poskusu ugotovili, da so krave frizijske pasme v pozni laktaciji, ki so se pasle na navadni nokoti (*Lotus corniculatus*), imele več mleka kot tiste, ki so se pasle na ljujki. Mleko teh krav je vsebovalo tudi več beljakovin. Nokota je povečala zauživanje suhe snovi, zaradi česar se je povečala količina mleka in vsebnost beljakovin v mleku. Povečana je bila tudi vsebnost suhe snovi v mleku. Woodward in sod. (2004) so sklepali, da mlečnost in beljakovine v mleku poveča večja vsebnost kondenziranih taninov. Tudi v poznejšem poskusu so prišli do podobnih rezultatov. Krave, ki so jih krmili z navadno nokoto, so imele več mleka kot tiste, ki so jih krmili z ljujko. Količina maščob in beljakovin v mleku je bila enaka, kar pripisujejo dobri kakovosti ljujke (Woodward in sod., 2004). Podobne rezultate so dobili tudi pri poskusu na ovcah. Pozitiven učinek kondenziranih taninov navadne nokote avtorji pripisujejo vezavi taninov z beljakovinami v vampu in razgradnji le-teh v tankem črevesu (Woodward in sod., 2004).

Suhoveršnik (2005) je proučeval vpliv kostanjevih taninov na mlečnost in sestavo mleka. Živalim je dodajal taninski ekstrakt v količini 0,5 % suhe snovi obroka (120 g/žival na dan). Mlečnost se v času dodajanja taninskega ekstrakta ni izboljšala. Zaporedna laktacija in stadij laktacije imata na mlečnost velik vpliv. V času poskusa se je ravno stadij laktacije močno spreminjal, kar je verjetno tudi eden izmed vzrokov, da dodajanje taninov ni vplivalo na mlečnost živali. Predvideval je tudi, da je bil odmerek taninskega ekstrakta na žival premajhen. Do podobnih rezultatov je prišel tudi Orešnik (1996), ki je v svojih poskusih ugotovil, da kostanjevi tanini v količini 75 do 100 g/žival na dan niso vplivali na mlečnost krav.

Toral in sod. (2012) niso dokazali razlik v količini mleka ter vsebnosti mlečnih maščob in laktoze. Ovce so krmili z dodatkom kebračo tanina v odmerku 20 g/kg SS. Za isto količino tanina so že Benchaar in sod. (2008) dokazali, da ni vplival na mlečnost. Sklepali so, da je bil odmerek tanina v obrokih premajhen.

3 MATERIALI IN METODE DELA

3.1 LOKACIJA POSKUSA

Poskus smo izvedli leta 2008 v hlevu kmetijske šole Grm Novo mesto - centra biotehniko in turizma. Hlev za govejo živino je urejen za prosto rejo in je razdeljen na:

- oddelek za krave,
- oddelek za mlado živino,
- mlekarno in
- pisarniški del.

Hlev za krave je dolg 36,5 metrov, širok pa 13,7 metrov in ima samo 37 ležalnih boksov, dimenzij 120×220 centimetrov, ki so bili v času poskusa nastlani z mešanico slame in žagovine. Tla so rešetkasta, na rešetkah pa so pohodne gume za lažjo hojo krav, gnojevko skladiščimo v hlevu v 2,2 metra globokih kanalih, ki so pod rešetkami. Za napajanje uporabljamo dve napajalni koriti, ki sta vsako na svojem koncu hleva. Molža je potekala v molzišču vario tandem 2×3 , ki je računalniško opremljeno in nam omogoča spremljanje količine mleka pri posamezni kravi.

3.2 POSKUSNE ŽIVALI IN OBROKI

V poskus smo vključili 42 krav črno-bele in rjave pasme v prosti reji, ki so oštevilčene in vsaka ima transponder. V poskusu je bilo vključenih približno polovico črno-belih krav in polovica rjavih, ki so bile približno tako razdeljene tudi po skupinah. Povprečna mlečnost krav v standardni laktaciji je bila 7.428 kg, vsebnost maščob v mleku je bila 4,10 %, vsebnost beljakovin pa 3,33 %.

Krave smo razdelili v dve skupini. Razdelitev je temeljila na čim večji izenačenosti v mlečnosti, stadiju laktacije in sestavi mleka. To smo storili na podlagi rezultatov kontrole mlečnosti (AT4), opravljene mesec dni pred pričetkom poskusa.

Vse živali smo krmili z enakim osnovnim krmnim obrokom (travna silaža, koruzna silaža in seno), ki smo ga izravnali po hranljivih snoveh (preglednica 2) s sončničnimi tropinami kot beljakovinskim posamičnim krmilom (preglednica 1). Za doseganje dejanske mlečnosti smo živalim ponudili dopolnilno krmno mešanico (preglednica 3), ki so jo krave dobile v količinah, ki so bile odvisne od stadija laktacije. Kontrolni (K-KON) skupini krav smo dodajali dopolnilno krmno mešanico brez taninskega dodatka Herum, medtem ko smo poskusni (K-TAN) skupini z dopolnilno krmno mešanico krmili tudi taninski dodatek Herum. Obrok je zadoščal za 25,1 kg mleka na dan.

Preglednica 1: Sestava krmnega obroka za kontrolno in poskusno skupino

Krma	K-KON	K-TAN
Travna silaža (kg)	14,0	14,0
Koruzna silaža (kg)	14,0	14,0
Mrva (kg)	2,0	2,0
Sončnične tropine (kg)	0,5	0,5
Kravimin 3 (kg)	0,15	0,15
Sol (kg)	0,03	0,03
Apnenec (kg)	0,09	0,09
Koncentrat za mleko (kg)	5,00	5,00
Taninski dodatek Herum (g)	0	10,5

Preglednica 2: Hranilna vrednost celotnega krmnega obroka

	SVI (g)	NEL (MJ)	PSB (g)	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	K (g)	Na (g)
količina	3.693	117	1.835	110	68	32	311	33

V prvo skupino (kontrolna skupina, K-KON) je bilo vključenih 21 krav, ki smo jim krmili uravnotežen obrok (preglednica 1), zraven pa so krave dobivale še ustrezno količino dopolnilne krmne mešanice za mleko brez dodatka. V drugo skupino (poskusna skupina, K-TAN) je bilo vključenih 21 krav, ki so poleg obroka (preglednica 1) dobivale še 2 kg dopolnilne krmne mešanice za mleko, v katero smo primešali 10,5 g vodnega izvlečka iz kostanjevega lesa s trgovskim imenom Herum (Tanin Sevnica d.d.), kar je dnevna količina za žival. Za doseganje dejanske mlečnosti so krave iz poskusne skupine (K-TAN) dobile še ustrezno količino dopolnilne mešanice za mleko brez taninskega dodatka Herum.

Dopolnilno krmno mešanico z dodatkom in tisto brez dodatka smo shranjevali v dveh ločenih silosih, pri tem pa smo transponderje nastavili tako, da so do dopolnilne krmne mešanice lahko prišle samo živali poskusne skupine (K-TAN), ki so dobivale dnevno največ 2 kg te krmne mešanice, če pa kakšen dan niso zaužile dveh kilogramov v celoti, pa so imele razliko na voljo naslednji dan ob ostalih dveh kilogramih, ki so bili predvideni za tekoči dan. Preostalo potrebno količino dopolnilne krmne mešanice, ki je bila potrebna do polnega krmnega obroka, pa so dobile iz silosa, kjer je bila shranjena dopolnilna krmna mešanica brez dodatka taninskega izvlečka.

Preglednica 3: Sestava dopolnilne krmne mešanice za mleko

Krma	Vsebnost (%)
Tritikala (%)	28,6
Koruza (%)	25,8
Krmni grah (%)	24,8
Sončnične tropine - luščene (%)	14,8
Kravimin 6 (%)	5,0
Apnenec (%)	1,1



Slika 3: Mešalnica za pripravo močne krme (foto: Hudoklin, 2008)

Konzumacijo uravnoteženega osnovnega obroka in konzumacijo dopolnilne krmne mešanice posamezne živali smo skozi celotno obdobje poskusa spremljali dnevno.

Dopolnilno krmno mešanico s taninskim dodatkom Herum in brez njega smo pripravili v mešalnici Grma Novo mesto – centra biotehnike in turizma (slika 3), za daljše časovno obdobje (en mesec). Pri pripravi vsake nove šarže dopolnilne krmne mešanice s taninskim dodatkom Herum in brez njega smo odvzeli vzorec in analizirali njegovo hranilno vrednost.

3.3 POTEK POSKUSA

Poskus smo začeli izvajati 11. 01. 2008. S tem dnem je prva skupina (kontrolna skupina, K-KON) začela dobivati obroke brez taninskega dodatka, druga skupina (poskusna skupina, K-TAN), pa obroke s taninskim dodatkom Herum. Zadnje meritve smo opravili 12. 04. 2008 in s tem tudi zaključili poskus. Poskus je trajal 90 dni.

Poskus smo začeli s 42 kravami v laktaciji, ki smo jih razdelili v dve skupini, v kontrolno skupino (K-KON; 21 krav molznic) in poskusno skupino (K-TAN; 21 krav molznic), ki smo ji v obrok dodali taninski pripravek Herum. Zaradi presuševanja molznic na koncu brejosti in zaradi zdravstvenih težav smo bili primorani iz vsake skupine izločiti 7 krav molznic, v skupini pa nismo vključili nobene molznice. Tako smo poskus končali s 14 kravami molznicami v vsaki skupini, ki so bile v poskusu vseh 90 dni od prve do zadnje (4.) kontrole mlečnosti.

3.4 KONTROLA MLEČNOSTI, VZORČENJE MLEKA IN ANALIZE SESTAVE MLEKA

Molža krav je potekala dvakrat dnevno, zjutraj in zvečer. Prvo kontrolo mlečnosti in odvzem vzorcev smo opravili 11. 01. 2008. Nato smo mlečnost kontrolirali in odvzeli vzorce enkrat mesečno v jutranji in večerni molži. Druga kontrola je bila 12. 02. 2008, tretja 07. 03. 2008, zadnja pa 07. 04. 2008.

Mleko smo analizirali na Kmetijsko gozdarskem zavodu Ljubljana. V vzorcih smo določili vsebnosti maščob, beljakovin, laktoze in suhe snovi. Izračunali smo tudi pridelke hranljivih snovi (g/dan) kot produkt dnevne količine mleka in vsebnosti hranljive snovi. Poleg količine mleka smo določili tudi število somatskih celic (ŠSC). V laboratoriju za mlekarstvo Oddelka za zootehniko smo določili še vsebnost sečnine v mleku.

Preglednica 4: Primerjava podatkov med skupino K-TAN in skupino K-KON, na začetku poskusa, dne 11. 01. 2008

	Skupina K-KON	Skupina K-TAN	p-vrednost
Dnevi laktacije	92,5	147,1	0,051
Mlečnost (kg/dan)	33,3	28,2	0,041
Zaporedna laktacija	3,36	2,43	0,232
Vsebnost maščob (%)	3,94	4,09	0,650
Pridelek maščob (g/dan)	1312	1129	0,101
Vsebnost beljakovin (%)	3,20	3,44	0,048
Pridelek beljakovin (g/dan)	1058	962	0,161
Vsebnost laktoze (%)	4,54	4,59	0,520
Pridelek laktoze (g/dan)	1509	1295	0,050
Vsebnost suhe snovi (%)	8,48	8,76	0,046
Pridelek suhe snovi (g/dan)	2811	2464	0,067
Število somatskih celic ($\times 1000/\text{mL}$)	507	379	0,628
Logaritem somatskih celic (log SSC/ml)	2,34	2,33	0,945

V preglednici 4 prikazujemo povprečno mlečnost, sestavo mleka in pridelke hranljivih snovi v skupinah K-TAN in K-KON ter razlike med skupinama (p-vrednosti) na začetku poskusa (11. 01. 2008) za molznice, ki so bile v poskusu vseh 90 dni. Čeprav smo živali

(42 molznic) na začetku poskusa zelo dobro razdelili v obe skupini, pa smo v statistično obdelavo vključili zgolj tiste, za katere smo imeli podatke iz vseh 4 opravljenih kontrol. Zato je prišlo do določenih razlik (t-test; SAS Inst. Inc., 2012) v mlečnosti, saj so molznice skupine K-KON, ki so bile povprečno v 92,5 dnevu laktacije, namolzle več ($p < 0,05$) mleka (33,3 kg/dan) kot molznice skupine K-TAN (28,2 kg/dan), ki so bile povprečno v 147,14 dnevu laktacije. Mleko skupine K-KON je imelo na začetku poskusa manjšo ($p < 0,05$) vsebnost beljakovin (3,20 %), pa tudi manjšo ($p < 0,05$) vsebnost suhe snovi (8,48 %) kot molznice v skupini K-TAN (3,44 % beljakovin in 8,76 % suhe snovi). Pridelek laktoze je bil v K-KON večji.

3.5 STATISTIČNA ANALIZA

Zaradi razlik v mlečnosti na začetku poskusa smo za ugotavljanje vpliva taninskega dodatka Herum, mlečnost na začetku poskusa (Mleko1K) v statistični model vključili kot regresijo. Razlike v mlečnosti in sestavi mleka med skupinama med skupinama K-KON in K-TAN smo ob vsaki kontroli in znotraj skupine med posameznimi kontrolami izračunali s pomočjo statističnega paketa SAS/STAT (SAS Inst. Inc., 2012), s proceduro GLM. Razlike med skupinama smo testirali s t-testom. Uporabili smo statistični model:

$$y_{ijk} = \mu + S_i + K_j + S_i \times K_j + b \times x_{ijk} + e_{ijk}$$

Legenda:

y_{ijk}	= proučevana lastnost (mlečnost, vsebnosti hranljivih snovi v mleku)
μ	= srednja vrednost modela
b	= linearni regresijski koeficient
x_{ijk}	= mlečnost ob začetku poskusa (11. 01. 2008)
K_j	= sistemski vpliv zaporedne kontrole (2., 3., 4.)
S_i	= sistemski vpliv skupine (K-KON, K-TAN)
e_{ijk}	= napaka

4 REZULTATI

V preglednici 5 so prikazane p-vrednosti iz analize variance za mlečnost, vsebnosti (%) mlečnih maščob, mlečnih beljakovin, laktoze, suhe snovi in sečnine v mleku (mg/100 ml).

Preglednica 5: Analize variance (p-vrednosti) za mlečnost ter vsebnosti mlečnih maščob, beljakovin, laktoze in sečnine v mleku

	Mlečnost (kg/dan)	Vsebnost mlečnih maščob (%)	Vsebnost mlečnih beljakovin (%)	Vsebnost laktoze (%)	Vsebnost suhe snovi (%)	Vsebnost sečnine v mleku (mg/100 ml)
Skupina	0,17	0,90	0,06	0,41	0,09	0,89
ZapK	<0,01	0,75	0,04	0,43	0,43	<0,01
ZapK× Skupina	0,55	0,49	0,71	0,85	0,68	0,48
Regresija Mleko1K	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	0,91

Na mlečnost in vsebnosti hranljivih snovi v mleku, razen na vsebnost sečnine, statistično značilno ($p < 0,05$) vplivala mlečnost na začetku laktacije. Od ostalih vplivov smo statistično značilen vpliv ($p < 0,05$) izračunali samo za vpliv zaporedne kontrole na mlečnost, vsebnost mlečnih beljakovin in vsebnost sečnine, medtem ko dodatek taninskega pripravka Herum (skupina K-TAN) na mlečnost in na zgoraj naštetih vsebnosti hranljivih snovi ni imel vpliva, prav tako pa ni prišlo do interakcije med fiksnima vplivoma.

V preglednici 6 prikazujemo analizo variance za pridelek (g) mlečnih maščob, mlečnih beljakovin, laktoze, suhe snovi in število somatskih celic v mleku.

Preglednica 6: Analize variance (p-vrednosti) za pridelek mlečnih maščob, beljakovin, laktoze in število somatskih celic

	Pridelek mlečnih maščob (g)	Pridelek mlečnih beljakovin (g)	Pridelek laktoze (g)	Pridelek suhe snovi (g)	Število somatskih celic (log₁₀SSC/ml)
Skupina	0,39	0,84	0,16	0,33	0,78
ZapK	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,28
ZapK × Skupina	0,98	0,36	0,61	0,54	0,94
Regresija Mleko1K	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,27

V preglednici 6 prikazani rezultati kažejo, da sta tako zaporedna kontrola kot mlečnost na začetku poskusa statistično značilno ($p < 0,01$) vplivala na pridelek mlečnih maščob, mlečnih beljakovin, laktoze in suhe snovi v mleku, medtem ko dodatek taninskega pripravka Herum na te pridelke in na število somatskih celic ni imel vpliva ($p > 0,05$). Nobeden od proučevanih vplivov ni statistično značilno vplival na število somatskih celic.

4.1 VPLIVI NA MLEČNOST

V preglednici 7 prikazujemo povprečne mlečnosti krav (kg/dan) v posameznih kontrolah in skupinah (K-KON in K-TAN).

Preglednica 7: Mlečnosti krav (kg/dan) ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON

Zaporedna kontrola	Skupina K-KON	Skupina K-TAN
2	26,1 ^{aA}	25,0 ^{aA}
3	24,1 ^{abA}	24,0 ^{aA}
4	22,4 ^{bA}	20,1 ^{bA}

^{ab} različne črke med kontrolama znotraj skupine označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

^{AB} različne črke med skupinama znotraj kontrole označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

Tekom poskusa pa se je pri obeh skupinah med kontrolami povprečna mlečnost zmanjševala. Molznice v skupini K-KON so dale ob 2. kontroli 26,1 kg mleka, kar je bilo statistično značilno več ($p < 0,05$) kot ob 4. kontroli (22,4 kg mleka). Molznice v skupini K-TAN pa so ob 2. (25,0 kg) in 3. kontroli (24,0 kg) dale statistično značilno več mleka ($p < 0,05$) kot ob 4. kontroli (20,1 kg). V mlečnosti med skupinama znotraj posameznih kontrol nismo ugotovili statistično značilnih razlik ($p > 0,05$) (preglednica 7).

4.2 VSEBNOST IN PRIDELEK MLEČNIH MAŠČOB

V preglednici 8 prikazujemo vsebnost mlečnih maščob (%) ob posameznih kontrolah v skupinah K-KON in K-TAN. Znotraj posameznih kontrol nismo ugotovili značilnih razlik med skupinama v vsebnosti mlečnih maščob ($p > 0,05$). Tudi med kontrolami znotraj posameznih skupin nismo ugotovili razlik v vsebnosti mlečnih maščob (preglednica 8).

Preglednica 8: Vsebnosti mlečnih maščob (%) ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON

Zaporedna kontrola	Skupina K-KON	Skupina K-TAN
2	4, ^{35aA}	4, ^{27aA}
3	4, ^{47aA}	4, ^{34aA}
4	4, ^{31aA}	4, ^{56aA}

^{ab} različne črke med kontrolama znotraj skupine označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

^{AB} različne črke med skupinama znotraj kontrole označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

Preglednica 9 prikazuje povprečni dnevni pridelek mlečnih maščob (g) ob mlečnih kontrolah v posamezni skupini.

Preglednica 9: Pridelek mlečnih maščob (g/dan) ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON

Zaporedna kontrola	Skupina K-KON	Skupina K-TAN
2	1.112 ^{aA}	1.067 ^{aA}
3	1.062 ^{abA}	1.033 ^{abA}
4	940 ^{bA}	896 ^{bA}

^{ab} različne črke med kontrolama znotraj skupine označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

^{AB} različne črke med skupinama znotraj kontrole označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

Iz preglednice 9 je razvidno, da med skupinama K-TAN in K-KON znotraj posameznih kontrol ni bilo razlik ($p > 0,05$) v pridelku mlečnih maščob. Znotraj skupin pa se je pridelek mlečnih maščob zmanjševal, vendar so bile razlike statistično značilne ($p < 0,05$) pri obeh skupinah le med 2. in 4. kontrolo mlečnosti.

4.3 VSEBNOST IN PRIDELEK MLEČNIH BELJAKOVIN

V preglednici 10 prikazujemo vsebnost mlečnih beljakovin (%) v skupinah K-KON in K-TAN ob posameznih kontrolah mlečnosti. Povprečna vsebnost mlečnih beljakovin se je v skupini K-KON med 2. kontrolo (3,23 %) in 4. kontrolo (3,47 %) statistično značilno povečala ($p < 0,05$), medtem ko razlik v vsebnosti mlečnih beljakovin med kontrolami v skupini K-TAN nismo ugotovili. Razlik med skupinama znotraj kontrol ni bilo ($p > 0,05$).

Preglednica 10: Vsebnosti mlečnih beljakovin (%) ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON

Zaporedna kontrola	Skupina K-KON	Skupina K-TAN
2	3,23 ^{aA}	3,43 ^{aA}
3	3,42 ^{abA}	3,51 ^{aA}
4	3,47 ^{bA}	3,57 ^{aA}

^{ab} različne črke med kontrolami znotraj skupine označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

^{AB} različne črke med skupinama znotraj kontrole označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

V preglednici 11 prikazujemo povprečni pridelek mlečnih beljakovin (g) v skupinah K-KON in K-TAN med kontrolami mlečnosti. Povprečen pridelek mlečnih beljakovin se med skupinama znotraj kontrol ni statistično značilno razlikoval ($p > 0,05$). Prav tako se pridelek mlečnih beljakovin ni razlikoval med kontrolami v skupini K-KON, medtem ko se je v skupini K-TAN povečal ($p < 0,05$) med 2. oz. 3. kontrolo (850 in 830 g beljakovin/dan; $P > 0,05$) in 4. kontrolo (704 g mlečnih beljakovin/dan).

Preglednica 11: Pridelek mlečnih beljakovin (g/dan) ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON

Zaporedna kontrola	Skupina K-KON	Skupina K-TAN
2	829 ^A	850 ^{aA}
3	813 ^A	830 ^{aA}
4	757 ^A	704 ^{bA}

^{ab} različne črke med kontrolama znotraj skupine označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

^{AB} različne črke med skupinama znotraj kontrole označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

4.4 VSEBNOST IN PRIDELEK LAKTOZE

Preglednica 12 prikazuje vsebnost laktoze v mleku (%) med posameznimi kontrolami v skupinah K-KON in K-TAN. Iz nje je razvidno, da se povprečna vsebnost laktoze v mleku ni spreminjala med kontrolami znotraj skupin ($p > 0,05$) kot tudi ne med skupinami znotraj kontrol ($P > 0,05$).

Preglednica 12: Vsebnosti laktoze v mleku (%) ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON

Zaporedna kontrola	Skupina K-KON	Skupina K-TAN
2	4, ^{53aA}	4, ^{53aA}
3	4, ^{52aA}	4, ^{48aA}
4	4, ^{49aA}	4, ^{45aA}

^{ab} različne črke med kontrolama znotraj skupine označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

^{AB} različne črke med skupinama znotraj kontrole označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

V preglednici 13 prikazujemo povprečni pridelek laktoze (g/dan) ob posameznih kontrolah med skupinama K-KON in K-TAN. Pridelek laktoze se med skupinama znotraj kontrol ni razlikoval, se je pa statistično značilno zmanjšal med 2. in 4. kontrolo v skupini K-KON (s 1.180 na 1.006 g/dan) in med 2. oz. 3. in 4. kontrolo v skupini K-TAN (s 1.126 oz. 1.071 na 893 g/dan).

Preglednica 13: Pridelek laktoze (g/dan) ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON

Zaporedna kontrola	Skupina K-KON	Skupina K-TAN
2	1.180 ^{aA}	1.126 ^{aA}
3	1.087 ^{abA}	1.071 ^{aA}
4	1.006 ^{bA}	893 ^{bA}

^{ab} različne črke med kontrolama znotraj skupine označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

^{AB} različne črke med skupinama znotraj kontrole označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

4.5 VSEBNOST IN PRIDELEK SUHE SNOVI V MLEKU

Iz preglednice 14 je razvidno, da se vsebnost suhe snovi v mleku med posameznimi kontrolami znotraj skupin K-KON in K-TAN, kakor tudi med skupinama znotraj posameznih kontrol, ni razlikovala ($p < 0,05$).

Preglednica 14: Vsebnosti suhe snovi v mleku (%) ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON

Zaporedna kontrola	Skupina K-KON	Skupina K-TAN
2	8, ^{49aA}	8, ^{69aA}
3	8, ^{66aA}	8, ^{71aA}
4	8, ^{62aA}	8, ^{73aA}

^{ab} različne črke med kontrolama znotraj skupine označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

^{AB} različne črke med skupinama znotraj kontrole označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

Preglednica 15 prikazuje, da se pridelek suhe snovi (g) med skupinama K-KON in K-TAN znotraj posameznih kontrol ni razlikoval ($p > 0,05$).

Preglednica 15: Pridelek suhe snovi (g/dan) ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON

Zaporedna kontrola	Skupina K-KON	Skupina K-TAN
2	2.200 ^{aA}	2.157 ^{aA}
3	2.073 ^{aA}	2.075 ^{aA}
4	1.907 ^{bA}	1.737 ^{bA}

^{ab} različne črke med kontrolama znotraj skupine označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

^{AB} različne črke med skupinama znotraj kontrole označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

Pridelek suhe snovi se v obeh skupinah med 2. in 3. kontrolo ni razlikoval, medtem ko se je med 3. in 4. kontrolo zmanjšal ($p < 0,05$; preglednica 15) z 2.073 na 1.907 g/dan v skupini K-KON in z 2.075 na 1.737 g/dan v skupini K-TAN.

4.6 VSEBNOST SEČNINE V MLEKU

Preglednica 16 prikazuje vsebnost sečnine v mleku (mg/100 ml) ob posameznih kontrolah v skupinah K-KON in K-TAN. Med skupinama znotraj kontrol nismo ugotovili razlik, kakor tudi ne med 2. in 3. kontrolo znotraj skupin. Vsebnost sečnine se je povečala ($p < 0,05$) med 3. in 4. kontrolo tako v skupini K-KON (s 17,85 na 25,74 mg/100 ml) kot tudi v skupini K-TAN (s 16,26 na 26,67 mg/100 ml).

Preglednica 16: Vsebnosti sečnine v mleku (mg/100 ml) ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON

Zaporedna kontrola	Skupina K-KON	Skupina K-TAN
2	18,83 ^{aA}	19,11 ^{aA}
3	17,85 ^{aA}	16,26 ^{aA}
4	25,74 ^{bA}	26,67 ^{bA}

^{ab} različne črke med kontrolama znotraj skupine označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

^{AB} različne črke med skupinama znotraj kontrole označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

4.7 ŠTEVILO SOMATSKIH CELIC V MLEKU

Število somatskih celic izražamo v preglednici 17 kot naravni logaritem števila somatskih celic (ŠSC). Med skupinama znotraj kontrol kot tudi med kontrolami znotraj skupin nismo ugotovili nobenih razlik v ŠSC ($p > 0,05$).

Preglednica 17: Naravni logaritem števila somatskih celic v mleku ob mlečnih kontrolah v skupinah K-TAN in K-KON

Zaporedna kontrola	Skupina K-KON	Skupina K-TAN
2	2, ^{44aA}	2, ^{45aA}
3	2, ^{49aA}	2, ^{56aA}
4	2, ^{61aA}	2, ^{61aA}

^{ab} različne črke med kontrolama znotraj skupine označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

^{AB} različne črke med skupinama znotraj kontrole označujejo statistično značilne razlike ($p < 0,05$)

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Z našim poskusom smo hoteli ugotoviti, ali izvleček kostanjevega tanina s trgovskim imenom Herum vpliva na mlečnost krav in na sestavo mleka. Poskus smo opravljali v čredi, ki ima relativno visoko povprečno mlečnost. Pogoji za tako visoko mlečnost je kakovosten osnovni obrok, s katerim lahko dosežemo mlečnost približno 4.500 litrov. Lavrenčič (2001) navaja, da pri zelo intenzivni reji prežvekovalcev mikrobnno delovanje ne pokrije potreb po beljakovinah. Zato moramo osnovni obrok dopolniti še z beljakovinskimi mešanici, v katerih pa so beljakovine različno razgradljive.

Lavrenčič (2001) navaja tudi, da moramo za krmljenje krav, ki dosegajo mlečnost nad 6.500 kg mleka, z obrokom zagotoviti, da je od skupne količine beljakovin vsaj 65 % nerazgradljivih. To pomeni, da te beljakovine niso razgradljive v predželodcih, ampak se prebavijo, ko pridejo v sirišnik in tanko črevo, kjer poteče tudi absorpcija aminokislin.

Glavna prednost taninov v prehrani prežvekovalcev izhaja iz tega, da tanini nase vežejo beljakovine in tako vplivajo na prebavo le teh (Mueller-Harvey, 2006). Tako vezani kompleksi naredijo beljakovine v vampu nerazgradljive in povečajo količino le teh v tankem črevesu (Reed, 1995). S tem se izboljša oskrbljenost živali z beljakovinami, ki jih visoko produktivne živali nujno rabijo za prirejo (Mangan, 1988; Reed, 1995). Nasprotno pa so večje koncentracije kondenziranih kot tudi hidrolizirajočih taninov lahko tudi toksične. Presežke hidrolizirajočih taninov lahko v ampovi mikroorganizmi do neke mere razgradijo (Makkar, 2003; Reed, 1995), kar pa ne velja za kondenzirane tanine (McSweeney in sod., 2001; cit. po: Sivka in Lavrenčič, 2007).

Tanini se prav tako vežejo v komplekse z drugimi snovmi. Tvorijo močne vodikove vezi s celulozo, hemicelulozami, škrobom in pektini (Reed, 1995). Koristna lastnost taninov je tudi njihov antiparazitski učinek, ki zmanjšuje okužbe z nematodami pri prežvekovalcih, ki so na paši (Rogošič in sod., 2013). Tanine v prehrani večinoma uporabljamo v preventivne namene, saj učinkovito delujejo proti vnetju prebavnega trakta (driske), želodčnim in črevesnim katarjem (Zadravec, 2001).

Pri našem poskusu smo pričakovali, da bo taninski dodatek Herum ugodno vplival na mlečnost in na samo sestavo mleka pri poskusnih živalih. Iz rezultatov smo ugotovili, da razlik v mlečnosti med skupinama ob posameznih kontrolah ni bilo (preglednica 7). Pri obeh skupinah se je mlečnost v času poskusa zmanjševala. Zelo verjetno je tudi, da je količina 10,5 grama taninskega pripravka Herum na kravo na dan občutno premajhna, da bi lahko dosegli kakršenkoli rezultat. Taninski pripravek s trgovskim imenom Herum je nadgrajen taninski pripravek, ki so ga razvili v Taninu Sevnica d.d.. Proizvajalec je v

našem poskusu predpostavil, da bo 10,5 g pripravka na kravo na dan ugodno učinkovalo na prirejo in sestavo mleka. V naslednjih načrtovanih poskusih pa bi testirali večje odmerke taninskega pripravka Herum.

Tudi Suhoveršnik (2005), ki je dodajal po 120 g taninskega ekstrakta Farmatan na kravo na dan, je prišel do rezultatov, da kostanjev izvleček ne vpliva na mlečnost krav. Do podobnih rezultatov je prišel tudi Orešnik (1996), ki je ugotovil, da kostanjevi tanini v količini med 75 in 100 g/žival na dan ne vplivajo na mlečnost krav.

Pri našem poskusu v vsebnosti mlečnih maščob ob posamezni kontroli med skupinama in znotraj skupin po posameznih kontrolah ni bilo statistično značilnih razlik ($p < 0,05$) (preglednica 8). Vsebnost mlečnih maščob narašča z zmanjševanjem mlečnosti, kar se je zgodilo tudi v našem poskusu. Vendar je bilo to zmanjševanje mlečnosti izraziteje kot pa rast same vsebnosti mlečnih maščob, tako da smo na koncu poskusa v obeh skupinah vseeno zabeležili nižji pridelek mlečnih maščob, ki se je statistično značilno razlikoval od začetnega pridelka v obeh skupinah (preglednica 9). Suhoveršnik (2005) je v svojem poskusu ugotovil, da na vsebnost mlečnih maščob bolj vplivata stadij laktacije in zaporedna laktacija kot pa taninski dodatek. Benchaar in sod. (2008), ki so kravam dodajali kebračo tanin v odmerku 20 g/kg suhe snovi obroka, niso ugotovili vpliva taninov na vsebnost mlečnih maščob in mlečnih beljakovin.

Orešnik (1996) je dokazal, da večja količina nerazgradljivih beljakovin izboljša oskrbo živali z beljakovinami. Pri kravah molznicah je ob dodatku 25 g kostanjevih taninov/kg krmne mešanice ugotovil do 0,15 % večjo vsebnost beljakovin v mleku v primerjavi s kravami kontrolne skupine. Woodward in sod. (1999) so v poskusu prišli do rezultatov, da so krave frizijske pasme, ki so bile na paši in so zauživale navadno nokoto (*Lotus corniculatus*), imele več mleka kot tiste, ki so pasle ljuljko. Te krave so imele tudi večjo vsebnost mlečnih beljakovin in suhe snovi v mleku. Podobne rezultate so dobili tudi pri poskusu na ovcah (Woodward in sod., 2004). V našem poskusu teh razlik nismo zaznali, tako da ne moremo potrditi, da taninski pripravek Herum vpliva na vsebnost mlečnih beljakovin in sestavo mleka (preglednica 10). Vsebnost mlečnih beljakovin je v našem poskusu sicer v obeh skupinah naraščala, statistično značilne razlike pa smo ugotovili le v skupini K-KON. Zaradi zmanjševanja mlečnosti v času trajanja poskusa in povečevanja vsebnosti mlečnih beljakovin smo pričakovali, da se pridelek mlečnih beljakovin ne bo spreminjal, a se je pridelek mlečnih beljakovin v obeh skupinah med kontrolami zmanjševal. V nasprotju z našimi pričakovanji je bilo zmanjšanje pridelka mlečnih beljakovin občutnejše v skupini K-TAN (preglednica 11).

Vsebnost laktoze v mleku je bila v našem poskusu v skupini K-TAN in skupini K-KON v celotnem trajanju poskusa izenačena. Zaradi zmanjševanja mlečnosti pa so se pridelki laktoze med kontrolami zmanjševali, še posebej med 3. in 4. kontrolo. Dodatek taninskega

pripravka Herum ni vplival na vsebnost in pridelek laktoze v mleku. Do podobnih rezultatov je prišel tudi Suhoveršnik (2005). Tudi Toral in sod. (2012) so sklepali, da je odmerek 20 g kebračo tanina/kg suhe snovi, ki so ga krmili ovcam, premajhen, da bi vplival na vsebnost mlečnih maščob in vsebnost laktoze v mleku.

Pri vsebnosti suhe snovi v mleku prav tako nismo ugotovili vpliva taninskega pripravka Herum. Razlik med skupinama ni bilo. Pri obeh skupinah je bila vsebnost suhe snovi tekom poskusa enaka (preglednica 14). Pridelek suhe snovi je bil v času trajanja poskusa med skupinama enak. Pri obeh skupinah se je pridelek suhe snovi tekom poskusa zmanjševal, razlike pa so bile značilne v obeh skupinah predvsem med 3. in 4. kontrolo (preglednica 15).

Med našim poskusom smo spremljali tudi število somatskih celic v mleku in ugotavljali, ali ima taninski dodatek Herum vpliv na število somatskih celic. Prišli smo do zaključka, da imata obe skupini zelo podobne vsebnost somatskih celic in da tudi med kontrolami znotraj skupin ni bilo velikih razlik. Zato menimo, da taninski dodatek Herum v dani količini ni vplival na število somatskih celic.

Dschaak in sod. (2011) so v poskusu kravam pasme holštajn v krmo dodajali kebračo tanin. Ugotovili so, da ta taninski pripravek ni vplival na mlečnost, vsebnost mlečnih maščob, mlečnih beljakovin in laktoze v mleku. Vsebnost sečnine v mleku pa se je tekom poskusa znižala. Suhoveršnik (2005) je na podlagi rezultatov poskusa sklepal, da na zmanjšanje vsebnosti sečnine v mleku vpliva dodatek tanina v obrok. V našem poskusu smo spremljali tudi vsebnost sečnine v mleku. Ugotovili smo, da taninski pripravek Herum ni vplival na vsebnost sečnine v mleku. V času poskusa je pri obeh skupinah najprej količina sečnine v mleku nekoliko upadla, ob zadnji kontroli pa je v obeh skupinah močno narasla. Tudi pri teh rezultatih lahko sklepamo, da se je s podaljšanjem laktacije vsebnost sečnine v mleku povečevala.

5.2 SKLEPI

Na osnovi prikazanih rezultatov lahko zaključimo:

- Taninski pripravek Herum ni vplival na dnevno mlečnost krav. Med poskusom smo ugotovili, da sta bili skupini tekom poskusa dokaj izenačeni. Mlečnost se je tekom poskusa v obeh skupinah enakomerno zmanjševala.
- Taninski pripravek Herum ni vplival na vsebnost maščob v mleku. Ob koncu poskusa je imela skupina K-TAN nekoliko višjo vsebnost mlečnih maščob kakor skupina K-KON, vendar ta razlika ni bila statistično značilna. V času trajanja poskusa med kontrolami v posamezni skupini ni bilo statistično značilnih razlik. Tudi pri pridelku mlečnih maščob med skupinama nismo zaznali razlike, ki bi bila statistično značilna. Priderek mlečnih maščob se je tekom poskusa v obeh skupinah statistično značilno zmanjševal.
- Taninski pripravek Herum ni vplival na vsebnost beljakovin v mleku. Med skupinama je nastala manjša razlika, vendar ni bila statistično značilna. Vsebnost mlečnih beljakovin se je tekom poskusa v skupini K-KON večala. Pri pridelku mlečnih beljakovin med skupinama ni bilo značilnih razlik. Priderek mlečnih beljakovin se je tekom poskusa v obeh skupinah zmanjševal, statistično značilno le v skupini K-TAN.
- Taninski pripravek Herum ni vplival na vsebnost laktoze v mleku. Vsebnost laktoze je bila pri obeh skupinah ves čas poskusa enaka. Priderek laktoze se med skupinama tekom poskusa ni razlikoval, je pa tekom poskusa znotraj obeh skupin statistično značilno padal.
- Taninski pripravek Herum ni vplival na vsebnost suhe snovi v mleku. Vsebnost suhe snovi je bila pri obeh skupinah ves čas poskusa enaka. Pri pridelku suhe snovi sta bili skupin prav tako izenačeni.
- Taninski pripravek Herum ni vplival na vsebnost sečnine v mleku. Vsebnost sečnine se med skupinama tekom poskusa ni razlikovala, je pa tekom poskusa znotraj obeh skupin statistično značilno narasla.
- Taninski pripravek Herum ni vplival na število somatskih celic v mleku. Število somatskih celic je bilo pri obeh skupinah ves čas poskusa enako.

Hipoteze, da bo taninski pripravek Herum izboljšal mlečnost in sestavo mleka, nismo potrdili.

6 POVZETEK

Molznice lahko s sintezo mikrobnih beljakovin v predželodcih priredijo do okoli 4.500 litrov mleka v laktaciji, kar pomeni, da ob zmerni prireji lahko zagotovimo z ustreznim obrokom zadostno količino beljakovin. Pri veliki prireji mleka močno selekcioniranih molznic pa prirast mikrobne biomase ne zadošča, saj potrebe po beljakovinah tako narastejo, da jih mikroorganizmi v predželodcih ne morejo več sintetizirati dovolj. Ko pride do tega, moramo sestaviti obrok tako, da v obrok vključimo krmila, ki so zaščitena pred razgradnjo v predželodcih in se začnejo prebavljati šele v siriščniku in tankem črevesu. Zato se s povečanjem mlečnosti povečuje tudi potreba po zaščitnih beljakovinah, tako da bi moral za doseganje mlečnosti okoli 6.500 kg obrok vsebovati največ 65 % razgradljivih beljakovin. Vendar so beljakovine v voluminozni krmilni večinoma bolj razgradljive, želena vrednost pa po navadi presega tudi močna krmila. Težave s preveliko razgradljivostjo rešujemo na več načinov. Eden od načinov zaščite je tudi uporaba taninov, ki tvorijo komplekse z beljakovinami. Ti kompleksi so pri pH-vrednostih, ki jih najdemo v predželodcih, obstojni in jih mikroorganizmi ne morejo razgraditi. Ob nižjem pH v siriščniku in tankem črevesu ti kompleksi razpadejo, beljakovine pa začnejo razkrajati encimi. Posledično pride v tanko črevo več beljakovin, ki so na voljo živalim, zato tudi pričakujemo, da se izboljša sestava in količina mleka. V diplomski nalogi smo preučili kako vodni izvleček iz kostanjevega lesa s trgovskim imenom Herum (Tanin Sevnica d.d.) vpliva na mlečnost in sestavo mleka v praktičnih pogojih reje. V poskus smo vključili 28 krav črno-bele in rjave pasme. Povprečna mlečnost krav v standardni laktaciji je bila 7.428 kg, vsebnost maščob v mleku je bila 4,10 %, vsebnost beljakovin pa 3,33 %. Krave smo razdelili v dve skupini. Razdelitev je temeljila na čim večji izenačenosti mlečnosti, stadija laktacije in sestave mleka. To smo storili na podlagi rezultatov kontrole mlečnosti (AT4), opravljene mesec dni pred pričetkom poskusa. V prvo skupino (kontrolna skupina, K-KON) je bilo vključenih 14 krav, ki smo jim krmili uravnotežen obrok, zraven pa so krave dobivale še ustrezno količino dopolnilne krmne mešanice za mleko brez dodatka. V drugo skupino (poskusna skupina, K-TAN) je bilo vključenih prav tako 14 krav, ki so poleg obroka dobivale še 2 kg dopolnilne krmne mešanice za mleko, v katero smo primešali 10,5 g vodnega izvlečka iz kostanjevega lesa s trgovskim imenom Herum (Tanin Sevnica d.d.), kar je dnevna količina za žival. Za doseganje dejanske mlečnosti so krave iz poskusne skupine (K-TAN) dobile še ustrezno količino dopolnilne mešanice za mleko brez taninskega dodatka Herum. Poskus je trajal 90 dni, v tem času smo opravili 4 mlečne kontrole. Dodatek taninskega pripravka Herum ni vplival na dnevno mlečnost krav. Med poskusom smo ugotovili, da sta bili skupini tekom poskusa dokaj izenačeni. Mlečnost se je tekom poskusa v obeh skupinah enakomerno zmanjševala. Taninski pripravek Herum ni vplival na vsebnost maščob v mleku. Ob koncu poskusa je imela skupina K-TAN nekoliko višjo vsebnost mlečnih maščob kakor skupina K-KON, vendar ta razlika ni bila statistično značilna. V času trajanja poskusa med kontrolami v posamezni skupini ni bilo

statistično značilnih razlik. Tudi pri pridelku mlečnih maščob med skupinama nismo zaznali razlike, ki bi bila statistično značilna. Pridelek mlečnih maščob se je tekom poskusa v obeh skupinah statistično značilno zmanjševal. Taninski pripravek Herum ni vplival na vsebnost beljakovin v mleku. Vsebnost mlečnih beljakovin se je tekom poskusa v skupini K-KON večala. Pri pridelku mlečnih beljakovin med skupinama ni bilo statistično značilnih razlik. Pridelek mlečnih beljakovin se je tekom poskusa v obeh skupinah zmanjševal, statistično značilno le v skupini K-TAN. Taninski pripravek Herum ni vplival na vsebnost laktoze v mleku, ki je bila pri obeh skupinah ves čas poskusa enaka. Pridelek laktoze se med skupinama tekom poskusa ni razlikoval, je pa tekom poskusa znotraj obeh skupin statistično značilno padal. Taninski pripravek Herum ni vplival na vsebnost suhe snovi v mleku, ki je bila pri obeh skupinah ves čas poskusa enaka. Pri pridelku suhe snovi sta bili skupini prav tako izenačeni, je pa tekom poskusa znotraj obeh skupin statistično značilno padal. Taninski pripravek Herum ni vplival na vsebnost sečnine v mleku. Vsebnost sečnine se med skupinama tekom poskusa ni razlikovala, je pa tekom poskusa znotraj obeh skupin statistično značilno narasla. Taninski pripravek Herum ni vplival na število somatskih celic v mleku. Število somatskih celic je bilo pri obeh skupinah ves čas poskusa enako. Dodatek taninskega pripravka Herum torej ni vplival na mlečnost krav niti na vsebnost (%) maščob, beljakovin, laktoze, suhe snovi in sečnine ter na število somatskih celic v mleku. Prav tako med skupinama ni bilo razlik v pridelku (g) mlečnih maščob, beljakovin, laktoze in suhe snovi.

7 VIRI

- Benchaar C., McAllister T. A., Chouinard P. Y. 2008. Digestion, ruminal fermentation, ciliate protozoal populations, and milk production from dairy cows fed cinnamaldehyde, quebracho condensed tannin, or *Yucca schidigera* saponin extracts. *Journal of Dairy Science*, 91:4765–4777
- Bennick A. 2002. Interaction of plant polyphenols with salivary proteins. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 13, 2: 184-196
- Bhat T. K., Kannan A., Singh B., Sharma O. P. 2013. Review: Value Addition of feed and fodder by alleviating the antinutritional effects of tannins. *Agricultural Research*, 2: 189-206
- Chung K.T., Wei C.Y., Johnson M.G. 1998. Are tannins a double-edged sword in biology and health? *Trends in Food Science and Technology*, 9: 168–175
- Dawson J. M., Buttery P. J., Jenkins D., Wood C. D., Gill M. 1999. Effects of dietary quebracho tannins on nutrient utilization and tissue metabolism in sheep and rats. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79: 1423-1430
- Dschaak C. M., Williams C. M., Holt M. S., Eun J.-S., Young A. J., Min B. R. 2011. Effects of supplementing condensed tannin extract on intake, digestion, ruminal fermentation, and milk production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 94:2508–2519
- Hagerman A. E. 2011. Tannin chemistry.
<http://www.users.miamioh.edu/hagermae/> (8. februar 2016)
- Jansman A.J.M. 1993. Tannins in feedstuffs for simple-stomached animals. *Nutrition research reviews*, 6: 209-236
- Komprej A., Orešnik A., Pogačnik M., Vidrih A. 2003. Vpliv peroralno dodanih kostonjevih taninov na dnevni prirast in sestavo iztrebkov pri ovcah in kozah. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo (Zootehnika)*, 82, 1: 25-36
- Kos T. 2007. Vpliv taninov na tvorbo kratkoverižnih maščobnih kislin in metana pri *in vitro* fermentaciji v vampnem soku. *Diplomska naloga*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 66 str.

- Lavrenčič A. 2001. Razgradljivost beljakovin v predželodcih prežvekovalcev. V: Uporaba kostanjevega tanina v prehrani živali. 9. tradicionalno posvetovanje, Podčetrtek, 22 mar. 2001. Sevnica, Tanin Sevnica: 39-47
- Lavrenčič A., Levart A. 2004. Tanini kot silirni dodatki. V: Zbornik predavanj 13. posvetovanja o prehrani domačih živali "Zdravčevi-Erjavčevi dnevi", Radenci, 4-5. nov. 2004. Murska Sobota, Kmetijsko gozdarski zavod: 204-213
- Liu H., Vaddela V., Zhou D. 2011. Effects of chestnuts tannins and coconut oil on growth performance, methane emission, ruminal fermentation and microbial populations in sheep. *Journal of Dairy Science*, 94: 6069-6077
- Makkar H. P. S. 2003. Effects and tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small ruminant research*, 49: 241-256
- Mangan J. L. 1988. Nutritional effects of tannins in animal feeds. *Nutrition research reviews*, 1: 209-231
- MacAdam J. W. 2013. The Benefits of Tannin-Containing Forages. Utah State University Extension.
http://extension.usu.edu/files/publications/publication/AG_Forages_2013-03pr.pdf
(12. februar 2016)
- Modic M. 2007. Vpliv taninskega pripravka Farmatan® na rast encimske aktivnosti bakterij *Butyrivibrio fibrisolvens* in *Clostridium proteoclasticum*. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Enota medoddelčnega študija mikrobiologije: 99 str.
- Mueller-Harvey I. 2006. Review: Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 2010–2037
- Orešnik A. 1996. The effect of chestnut tannins on milk protein content in dairy cattle. *Krmiva*, 38: 21-24
- Orešnik A. 2001. Gospodarnost priraje mleka je odvisna od postopkov vzreje in prehrane telet. V: Uporaba kostanjevega tanina v prehrani živali. 9. tradicionalno posvetovanje, Podčetrtek, 22. mar. 2001. Sevnica, Tanin Sevnica: 36-38
- Podgoršek J., Trobec U. 2011. Rastlinska pridelava in reja živali. Ljubljana. Zavod IRC: 145 str.

http://www.impletum.zavod-irc.si/docs/Skriti_dokumenti/Rastlinska_pridelava_in_reja_zivali-Podgorsek_Trobec.pdf (26. februar 2016)

Reed J. D. 1995. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *Journal of animal science*, 73: 1516-1528

Rira M., Morgavi D. P., Archimede H., Marie-Magdeleine C., Popova M., Bousseboua H., Doreau M. 2015. Potential of tannin-rich plants for modulating ruminal microbes and ruminal fermentation in sheep. *Journal of Animal Science*, 93: 334-347

Rogošič J., Šarič T., Župan I., Šikić Z. 2013. Uloga i značenje sekundarnih biljnih metabolita u ishrani biljojeda. *Stočarstvo*, 67: 51-68

SAS Inst. Inc. 2012. The SAS System for Linux, Release 9.4.

Sivka U., Lavrenčič A. 2007. Potek fermentacije škroba od dodatku različnih vrst taninov. *Acta agriculturae Slovenica*, 90, 2: 85-95

Skubic V., Simčič I., Mrzel I., Štruklec M. 1995. Uporabnost kostanjevih taninov v veterinarski medicini. *Veterinarske novice*, 21: 2-6

Suhoveršnik J. 2005. Vpliv hidrolizirajočih taninov kostanja (*Castanea sativa* Mill.) na mlečnost in sestavo kravjega mleka. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 38 str.

Toral P. G., Hervas G., Belenguer A., Bichi E. Frutos P. 2012. Effect of the inclusion of quebracho tannins in a diet rich linoleic acid on milk fatty acid composition in dairy ewes. *Journal of Dairy Science*, 96: 431-439

Verbič J. 2012. Lucerna v prehrani krav molznic. Kmetijski inštitut Slovenije https://www.govedo.si/files/jozev/lucerna_v_prehrani_krav_molznic.pdf (22. februar 2016)

Waghorn C. G., Ulyatt M. J., John A., Fisher M. T. 1987. The effect of condensed tannins on the site of digestion of amino acids and another nutrients in sheep fed on *Lotus corniculatus* L. *British journal of nutrition*, 57: 115-126

Woodward S. L., Auldism M. J., Laboyrie P. J., Jansen E. B. L. 1999. Effect of *Lotus corniculatus* and condensed tannins on milk yield and milk compositions of dairy

cows. Proceedings of New Zealand society of animal production, 59: 152-155
<http://www.sciquest.org.nz/node/41106> (12. februar 2016)

Woodward S. L., Waghorn G. C., Laboyrie P. J. 2004. Condensed tannins in birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) reduce methan emission from dairy cows. Proceedings of New Zealand society of animal production, 64: 160-164
<http://www.sciquest.org.nz/node/41496> (12. februar 2016)

Zadravec S. 2001. Testiranje učinkovitosti Farmatan ACID v primerjavi z acidifikati pri prašičih. V: Uporaba kostanjevega tanina v prehrani živali. 9. tradicionalno posvetovanje, Podčetrtek, 22 mar. 2001. Sevnica, Tanin Sevnica: 23 – 28

Zupanc A. 1999. Osnove prehrane domačih živali. Ljubljana. ČZP Kmečki glas: 117 str.

Žgajnar J. 1990. Prehrana in krmljenje goved. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 564 str.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju prof. dr. Andreju Lavrenčiču za vso strokovno pomoč in nasvete pri izdelavi diplomske naloge. Za strokovno pomoč, statistično obdelavo podatkov in za pomoč pri razumevanju le-teh se iskreno zahvaljujem doc. dr. Špeli Malovrh s Katedre za prašičerejo.

Grnu Novo mesto - centru biotehnike in turizma se zahvaljujem za možnost izvedbe poskusa.

Posebna zahvala velja tudi mojima staršema za potrpežljivost in podporo v času študija ter moji partnerki Mateji za spodbudo za dokončanje diplomske naloge.