

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Nikola POPOVIČ

**PRIMERJAVA *IN VITRO* FERMENTACIJE KRME PRI JELENIH IN
OVCAH**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij – 2. stopnja

**COMPARISON OF *IN VITRO* FERMENTATION OF FEED IN DEER
AND SHEEP**

M.Sc. THESIS

Master Study Programmes

Ljubljana, 2016

Magistrsko delo je zaključek magistrskega študija 2. stopnje, Znanost o živalih. Opravljeno je bilo na Katedri za prehrano na Oddelku za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje Oddelka za zootehniko je dne 31. 3. 2014 za mentorja magistrskega dela imenovala prof. dr. Andreja Lavrenčiča.

Recenzent: prof. dr. Tatjana Pirman

Komisija za oceno in zagovor:

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

Član: prof. dr. Tatjana PIRMAN
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

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

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je naloga rezultat lastnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, 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.

Nikola POPOVIČ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Du2
DK	UDK 636.084:639.111.1:636.3(043.2)=163.6
KG	prehrana živali/krma/jelenjad/drobnica/primerjava/in vitro fermentacija/prehranski normativi
AV	POPOVIČ, Nikola, dipl. inž. zoot. (UN)
SA	LAVRENČIČ, Andrej (mentor)
KZ	SI-1230 Domžale, Groblje 3
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI	2016
IN	PRIMERJAVA IN VITRO FERMENTACIJE KRME PRI JELENIH IN OVCAH
TD	Magistrsko delo (Magistrski študij – 2. stopnja)
OP	XII, 46 str., 10 pregl., 8 sl., 40 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Pri sestavljanju krmnih obrokov za jelenjad velikokrat uporabljamo normative za krmljenje drobnice, predvsem ovac. V magistrski nalogi smo preverjali smiselnost takšne prakse, tako da smo primerjali <i>in vitro</i> fermentacijo košut in ovnov. Vzorce krme (trava, travna silaža in seno iz Kokre, sveža trava, travna silaža in seno iz Jelendola, jabolčne tropine, sladkorna pesa, kostanj, graden in želod) smo inkubirali <i>in vitro</i> v vampovem soku košut in ovnov, ter primerjali skupno produkcijo plina (B), specifično hitrost fermentacije (C), faktor mikrobne (ne)učinkovitosti (A), največjo hitrost fermentacije (MFR), čas največje hitrosti fermentacije (TMFR), količino plina po 24 urah (GAS24) fermentacije, <i>in vitro</i> navidezno razgradljivost (IVNRSS), <i>in vitro</i> navidezno prebavljivost (IVNPSS) ter <i>in vitro</i> pravo razgradljivost (IVPRSS). Vrsta substrata, vrsta inokuluma ter interakcija med njima so statistično značilni za kazalnike B, C, A ter MFR. Pri <i>in vitro</i> fermentaciji v vampovem soku košut (274 ml/g SS) se tvori veliko večja količina plina kot pri fermentaciji v vampovem soku ovnov (244 ml/g SS). Razlike so izrazite predvsem pri krmljenju z energijsko bogate krme. Iz podatkov o IVNPSS lahko sklepamo, da ovni za približno 10 % boljše izkoristijo voluminozno krmo kot košute (npr. seno iz Kokre, košute 478 g/kg SS, ovni 541 g/kg SS). Glede na rezultate poskusa lahko sklepamo, da je pri jelenjadi fermentacija močne krme boljše kot krme z večjim deležem surove vlaknine. Pri IVPRSS krme pa nismo ugotovili nobenih razlik med košutami in ovni. Na podlagi teh ugotovitev poskusa sklepamo, da so normativi, ki jih uporabljamo za ovce, povsem primerni tudi za sestavljanje krmnih obrokov za jelenjad, če le ti temeljijo na voluminozni krmi.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Du2

DC UDC 636.084:639.111.1:636.3(043.2)=163.6

CX animal nutrition/feed/deer/small ruminants/comparison/*in vitro* fermentation/
nutrient requirements

AU POPOVIČ, Nikola

AA LAVRENČIČ, Andrej (supervisor)

PP SI - 1230 Domžale, Groblje 3

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Animal Science

PY 2016

TI COMPARISON OF IN VITRO FERMENTATION OF RED DEER AND SHEEP

DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes)

NO XII, 46 p., 10 tab., 8 fig., 40 ref.

LA sl

AL sl/en

AB When combining feed rations for deer, feeding normative for small ruminants especially sheep are normally used. In this master thesis we examined the adequacy of such practice by comparing *in vitro* fermentation of does and rams. A sample of feed (grass, grass silage and hay from Kokra, grass, grass silage and hay from Jelendol, apple pomace, sugar beet, chestnuts, sessile oak acorn and acorn) was incubated *in vitro* in rumen fluid of does and rams. The production of gas (B), specific speed of fermentation (C), factor of microbial (in)efficiency (A), maximum speed of fermentation (MFR), time of maximum speed of fermentation (TMFR), quantity of gas produced after 24 hours of fermentation (GAS24), *in vitro* apparent degradability (IVNRSS), *in vitro* apparent digestibility (IVNPSS) and *in vitro* true degradability (IVPRSS) was measured and compared. The type of substrate, type of inoculum and interaction among them has statistically significant effect on parameters B, C, A and MFR. At *in vitro* fermentation there was higher production of gas in rumen fluid of does (274 ml/g SS) than it was in rumen fluid of rams (244 ml/g SS). The difference is more pronounced when feeding high energy feed. Taking into account the IVNPSS, rams have 10 % higher feed conversion efficiency of roughage feed than does (for example hay from Kokra has IVNPSS 541 g/kg SS and 478 g/kg SS, respectively). According to results deer have better fermentation of concentrate feed versus feed with higher share of crude fiber. Comparison of IVPRSS showed no difference between does and rams. Based on this information we can conclude that feeding normative used for sheep are appropriate for combining deer feed rations, when rations are based on roughage feed.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key Words Documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VIII
Kazalo slik	IX
Okrajšave in simboli	X
Seznam gesel	XII
1 UVOD	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	1
1.2 CILJI IN HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 PREŽVEKOVALCI	3
2.1.1 Osnovne posebnosti prebave pri prežvekovalcih	3
2.1.2 Podskupine prežvekovalcev	4
2.1.3 Prebiralci	4
2.1.4 Pašne živali	5
2.1.5 Vmesni tip	5
2.2 NAVADNI JELEN	5
2.2.1 Biološke značilnosti in razširjenost	5
2.2.2 Zgradba prebavil	6

2.2.3	Prehranjevalne navade navadnega jelena	7
2.2.4	Potrebe po hranljivih snoveh in sestava krme	7
2.2.5	Prehranski viri in zastopanost v prehrani	9
2.3	PREHRANA DROBNICE	11
2.3.1	Zgradba prebavil pri drobnici	11
2.3.2	Obnašanje pri krmljenju in preferenca	11
2.4	RAZLIKE V PREHRANI IN SESTAVI PREBAVIL.	12
2.5	UPORABA PREHRANSKIH NORMATIVOV	16
3	MATERIAL IN METODE	18
3.1	ŽIVALI	18
3.2	SUBSTRATI	18
3.3	IN VITRO DOLOČANJE PRODUKCIJE PLINA	18
3.3.1	Priprava inokuluma	18
3.3.2	Izvedba plinskega testa	19
3.3.3	Kinetika produkcije plina	20
3.4	IN VITRO PREBAVLJIVOST IN RAZGRADLJIVOST	21
3.4.1	Priprava filter vrečk in substratov	21
3.4.2	Inkubacija substratov	21
3.4.3	Določanje <i>in vitro</i> navidezne razgradljivosti in prebavljivosti suhe snovi	22
3.4.4	Določanje <i>in vitro</i> prave razgradljivost SS	22
3.5	STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	23
3.5.1	Statistični model	23
4	REZULTATI	25
4.1	KEMIJSKA SESTAVA SUBSTRATOV	25
4.2	IN VITRO PRODUKCIJA PLINA	26
4.2.1	Skupna potencialna produkcija plina (B), specifična hitrost fermentacije (C) in faktor mikrobne (ne)učinkovitosti (A)	26
4.2.2	Največja hitrost fermentacije (MFR), čas največje hitrosti fermentacije (TMFR) in količina plina po 24 urah fermentacije (GAS₂₄)	29

4.3	<i>IN VITRO</i> NAVIDEZNA RAZGRADLJIVOST SUHE SNOVI (IVNRSS), <i>IN VITRO</i> NAVIDEZNA PRESNOVLJIVOST SUHE SNOVI (IVNPSS) TER <i>IN VITRO</i> PRAVA RAZGRADLJIVOST SS (IVPRSS)	31
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	36
5.1	RAZPRAVA	36
5.1.1	Sestava substratov	36
5.1.2	Plinski test	37
5.1.3	Vpliv na prebavljivost in razgradljivost SS	38
5.2	SKLEPI	39
6	POVZETEK	41
7	VIRI	44

ZAHVALA

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Pregl. 1	Splošne razlike med prebiralci in pašnimi živalmi (Clauss in sod., 2008: 54)
	11
Pregl. 2	Biološke, kemijske in fiziološke razlike med prebiralci in pašnimi živalmi (Clauss in sod., 2008: 49)
	14
Pregl. 3	Predvidevane razlike v zgradbi prebavil in presnovi med prebiralci in pašnimi živalmi (Clauss in sod., 2008: 53)
	15
Pregl. 4	Kemijska sestava raztopin v pufru
	19
Pregl. 5	Kemijska sestava raztopine pufra
	19
Pregl. 6	Kemijska sestava uporabljenih substratov (g/kg SS vzorca)
	25
Pregl. 7	Vsebnost pomembnejših makroelementi v substratih (g/kg SS)
	26
Pregl. 8	Skupna potencialna produkcija plina (B), specifična hitrost fermentacije (C) in faktor mikrobne (ne)učinkovitosti ter statistični vplivi vrste substrata, vrste inokuluma ter interakcije med substrati in inokulumi na kazalnike <i>in vitro</i> produkcije plina
	27
Pregl. 9	Vrednosti za največjo hitrost fermentacije (MFR), čas največje hitrosti fermentacije (TMFR) in količino nastalega plina po 24 urah fermentacije (GAS ₂₄) ter p-vrednosti za kazalnike
	29
Pregl. 10	Vrednosti za <i>in vitro</i> navidezno prebavljivost suhe snovi (IVNPSS), <i>in vitro</i> navidezno razgradljivost suhe snovi (IVNRSS), <i>in vitro</i> pravo razgradljivost suhe snovi (IVPRSS) ter p-vrednosti za kazalnike
	32

KAZALO SLIK

	str.
Sl. 1 Prikaz razvrstitve rastlinojedih živali glede na vrsto krmnih obrokov (Van Soest, 1994: 28)	4
Sl. 2 Shematski prikaz primerjave velikosti resic vampa v zimskem in poletnem obdobju (Hafner, 2008: 37)	6
Sl. 3 Grafični prikaz razlik v zgradbi prebavil med prebiralci in pašnimi živalmi (Hoffman, 1989: 448)	13
Sl. 4 Skupna potencialna produkcija plina (ml/g SS) iz posameznih substratov	28
Sl. 5 Vpliv inokuluma in vrste substrata na produkcijo plina v 24 urah	31
Sl. 6 Navidezna prebavljivost SS pri košutah in ovnih ob <i>in vitro</i> fermentaciji različnih substratov	33
Sl. 7 Navidezna razgradljivost SS pri košutah in ovnih ob <i>in vitro</i> fermentaciji različnih substratov	34
Sl. 8 Prava razgradljivost SS za košute in ovne ob <i>in vitro</i> fermentaciji različnih substratov	35

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

A	faktor mikrobne (ne)učinkovitosti
B	skupna potencialna produkcija plina
C	specifična hitrost fermentacije
GAS ₂₄	produkcija plina v 24 urah
HMK	hlapne maščobne kisline
IVNPSS	<i>in vitro</i> navidezna prebavljivost suhe snovi
IVNRSS	<i>in vitro</i> navidezna razgradljivost suhe snovi
IVPRSS	<i>in vitro</i> prava razgradljivost suhe snovi
MFR	največja hitrost fermentacije
NDV	v nevtralnem detergentu netopna vlaknina
SB	surove beljakovine
SM	surove maščobe
SP	surovi pepel
SS	suha snov
SV	surova vlaknina
TMFR	čas največje hitrosti fermentacije
ZSS	zračna suha snov

SEZNAM GESEL

KRMNI OBROKI: Mešanica krme, s katero krmimo živali. Pri načrtovanju le teh upoštevamo različne smernice (hranilna vrednost, cena, prirast,...)

IN VITRO: Procesi in poskusi, ki potekajo v nadzorovanem okolju, zunaj živega organizma.

FERMENTACIJA KRME: Biokemični proces v predželodcih živali, pri katerem se razgrajujejo organske snovi zaradi delovanja mikroorganizmov in njihovih encimov.

JELENJAD: Vrsta divjih živali, kamor uvrščamo jelene in košute. Iz te skupine živali je v Sloveniji prisoten navadni jelen (*Cervus elaphus L.*)

VOLUMINOZNA KRMA: Krma, ki zavzema v prebavilih precejšno prostornino, vsebuje več vode (razen mrve) in več surove vlaknine, ki ima nižjo koncentracijo hranljivih snovi in slabšo prebavljivost.

MOČNA KRMA: Krma, ki vsebuje manj surove vlaknine, ima pa večjo koncentracijo hranljivih snovi in je boljše prebavljiva.

1 UVOD

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Divjad že več tisočletij nudi človeku številne ugodnosti. Te se preko prodaje divjačinskega mesa, krzen in kože kažejo predvsem v lovskem turizmu, poleg tega pa so prisotne tudi kot različne storitve v športnih in rekreacijskih dejavnostih.

Po odstrelu sodeč je jelenjad tretja najbolj razširjena vrsta velike parkljaste divjadi v Sloveniji, pred njo sta po obsegu večja le srnjad in divji prašič. Navadni jelen (*Cervus elaphus* L.) je prisoten v vseh petnajstih lovsko-upravljaljskih območjih v Sloveniji, vendar ne v vseh enako številčno. Vrsta je lovsko in gospodarsko zanimiva za vse upravljalce lovišč, saj predstavlja pomemben vir prihodkov. V letu 2010 je bilo samo iz naslova prodanega mesa jelenjadi doseženih 550.000 EUR prihodkov, pri čemer pa niso zanemarljive niti odškodnine za nastalo škodo ter vložki v življenjsko okolje (Jonozovič in Marenče, 2011).

Lovska zveza Slovenije z različnimi pristopi že več desetletij načrtno upravlja s številom jelenjadi. Neustrezna velikost in razširjenost populacije navadnega jelena lahko povzroči številne probleme, kot so npr. motnje delovanja gozdnega ekosistema, objedenost rastlin, saj jeleni povzročajo škodo v gozdovih (Simonič, 1962). Med poglavitne naloge upravljanja z jelenjadjo spada tudi osnivanje in vzdrževanje pašne in travne površine za pašo v gozdu. Poleg tega je pomembno tudi zimsko krmljenje jelenjadi, pri katerem je poleg umeščanja krmišč v prostor, pomembno tudi upoštevanje strukturnih in količinskih potreb krme (Jonozovič in Marenče, 2011). Te potrebe lahko določimo le na podlagi poznavanja prehranskih značilnosti jelenjadi.

Poznavanje prehranskih značilnosti jelenjadi je pomembno predvsem ob zimskem krmljenju divjadi. Slednje ima številne pozitivne vplive kot na primer zmanjšanje zimske smrtnosti (Smith in Anderson, 1998), preprečevanje in omejevanje škod na kmetijskih kulturah in gozdovih (Bogovič, 2009) ter povečanje gostote jelenjadi, kar je uporabno predvsem v lovstvu (Bogovič, 2009). Neustrezno zimsko krmljenje pa ima lahko tudi številne negativne učinke na jelenjad. Hafner (2008) navaja, da lahko z neprimernim krmljenjem močne krme v obdobju, ko se jelenjad na pomanjkanje hrane prilagodi z zmanjšano presnovo, prekomerno stimuliramo prebavila, kar povzroči še večjo lakoto. Obenem pa lahko ob nagli spremembi krmnega obroka s povečano vsebnostjo beljakovin in ogljikovih hidratov pride do hudih prebavnih motenj (acidoza, ketoza). Poleg tega pa se lahko ob nepravilnem skladiščenju, predvsem kadar se krma dlje časa kopiči na krmišču, na krmi razvijejo plesni (npr. *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*), ki s sproščanjem aflatoksinov zmanjšujejo reprodukcijo in povzročajo bolezni ter pogine (Davis, 1996).

Prehranske študije na prostoživečih živalih so pogosto omejene na preučevanje zaužite krme, manj pa je znanega o hranilni vrednosti krme in krmnih obrokov. Pri preučevanju prehrane jelenjadi velikokrat upoštevamo značilnosti prehrane drugih prežvekovalcev. Pri

pripravljanju in izračunavanju ustreznosti obrokov pogosto uporabljamo prehranske normative za drobnico, pri tem pa ne vemo, ali s temi normativi dejansko opisujemo tudi probleme jelenjadi.

1.2 CILJI IN HIPOTEZE

Glavni cilj naloge je bil ugotoviti, ali v fermentaciji, razgradnji in prebavi hranljivih snovi ter pri sintezi hlapnih maščobnih kislin prihaja do razlik med jelenjadjo in ovcami. Preverjali smo, ali so dogajanja v predželodcih in izkoristljivost hranil pri obeh vrstah enaki in ali lahko normative za ovce uporabljamo tudi za krmljenje jelenjadi.

Za potrebe naloge smo izvedli poskus, v katerem smo z izvedbo plinskega testa opazovali *in vitro* fermentacijo različnih krmil v *in vitro* pogojih z uporabo vampovega soka jelenov ali ovac. Na podlagi rezultatov smo preverjali hipotezo, da zaradi podobnosti v fiziologiji prebavnega trakta med ovcami in jelenjadjo ni bistvenih razlik v produkciji plina ob fermentaciji, razgradljivosti in prebavljivosti suhe snovi (SS) krmil, ki jih jelenjad najpogosteje zauživa.

2 PREGLED OBJAV

2.1 PREŽVEKOVALCI

2.1.1 Osnovne posebnosti prebave pri prežvekovalcih

Prežvekovalci so široka skupina različnih vrst živali, kamor poleg goveda in drobnice uvrščamo tudi jelenjad, srnjad in gamse. Glavna značilnost prežvekovalcev je učinkovit sistem prebave, pri katerem je izrednega pomena simbiotski odnos med prežvekovalcem in mikroorganizmi v prebavilih. S pomočjo mikroorganizmov lahko prežvekovalci izkoriščajo velike količine voluminozne krme. Za razliko od neprežvekovalcev imajo prežvekovalci pred žleznim želodcem (siriščnik) še več predželodcev (kapica, vamp, prebiralnik). Funkcija želodca, tankega čreva in debelega čreva je pri prežvekovalcih enaka kot pri drugih živalskih vrstah (Orešnik in Kermauner, 2009).

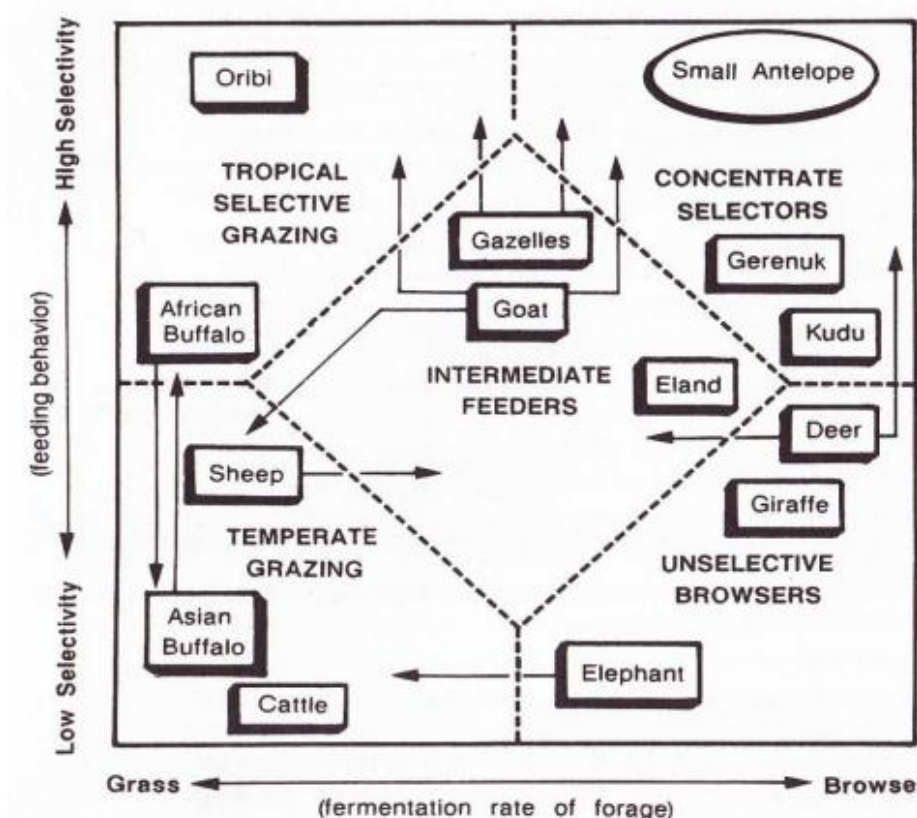
Ob zauživanju krme, le ta iz požiralnika najprej preide v vamp, kjer delujejo mikroorganizmi. Pod vplivom encimov, ki jih ti mikroorganizmi izločajo, se hranljive snovi razgradijo in se sestavijo v snovi, ki se lahko izkoristijo neposredno iz predželodcev ali kasneje s kemično prebavo v pravem želodcu ali tankem črevesu. V predželodcih se po mikrobni poti prebavi dobra polovica vse zaužite suhe snovi krme, v tankem črevesu pa le od 15 do 30 %. Mikroorganizmi v procesih prebave, poleg nerazgradljivih hranljivih snovi krme, potujejo iz predželodcev naprej v pravi želodec in tanko črevo, tam pa jih encimi prebavnih sokov razgradijo in te mikroorganizme uporabijo živali kot vir hranljivih snovi za svojo oskrbo (Orešnik in Kermauner, 2009).

Prežvekovalci zelo hitro zauživajo krmo. Pri tem jo navlažijo s slino, malo prežvečijo in požro. Krmo kasneje obdelajo s prežvekovanjem in jo na ta način dovolj zmečkajo in zdrobijo, da lahko iz vampa preide v prebiralnik. V predželodcih se novo zaužiti krmi primešajo slina, mikroorganizmi in produkti mikrobne prebave, ob mikrobni fermentaciji pa se sprošča velika količina ogljikovega dioksida (CO₂).

Celulolitični in amilolitični mikroorganizmi v predželodcih ob fermentaciji ogljikovih hidratov tvorijo hlapne maščobne kisline (HMK: prevladujejo očetna, propionska, maslena), ki znižujejo pH predželodcev. Če v obroku primanjkuje fizikalno učinkovite vlaknine in je v krmi veliko škroba, se kot vmesni produkt fermentacije tvori mlečna kislina, ki dodatno zniža pH v predželodcih. Pride do acidoze, obolenja, ki nastane zaradi zakisanja predželodcev. Mikrobna populacija v predželodcih se prilagaja zaužiti krmi, zato je za preprečitev obolenj potrebno spremembe obroka uvajati postopno. Prežvekovalci so občutljivi tudi na velike količine maščob in beljakovin v obroku. Prevelike količine beljakovin in sečnine lahko vodijo do alkaloze v predželodcih, ki ima neugodne posledice za žival in mikroorganizme (Orešnik in Kermauner, 2009).

2.1.2 Podskupine prežvekovalcev

Hoffman (1989) je skupino prežvekovalcev razdelil na tri podskupine; prebiralce, pašne živali in vmesni tip živali. Med prebiralce uvrščamo slone, žirafe, jelenjad, srnjad in lose, katerih krma vsebuje manj strukturne vlaknine (celuloza, hemiceluloza). V skupino pašnih živali uvrščamo bizone, govedo in ovce, ki se prehranjujejo večinoma z voluminozno krmo. Vmesni tip pa predstavljajo živali, ki so se sposobne prilagoditi na vrsto krme, ki je na razpolago v okolju, in se lahko prehranjujejo kot pašne živali ali kot prebiralci. Takšna sposobnost prilagoditve je možna pri jelenjadi, gazelah, kozah in ovcah, kar lahko razberemo iz slike 1.



Slika 1: Prikaz razvrstitve rastlinojedih živali glede na vrsto krmnih obrokov (Van Soest, 1994: 28)

2.1.3 Prebiralci

V idealnih življenjskih pogojih se prebiralci prehranjujejo z manj vlakninasto krmo. Ko te zmanjka, se prilagodijo na ostalo krmo z višjo vsebnostjo surove vlaknine. Za to skupino je značilno, da zauživajo liste, plodove in ostale sočne dele zelišč ter mahov (Hoffman, 1989). Ti rastlinski deli vsebujejo manj strukturne vlaknine in so bolj prebavljivi kot drugi deli rastlin z večjo vsebnostjo celuloze. Krmo, ki ima majhno vsebnost strukturne vlaknine, prebavlja žival s svojimi prebavnimi encimi, brez pomoči mikroorganizmov. Pomembna

značilnost prebiralcev je tudi, da hkrati zauživajo veliko različnih rastlinskih vrst in se ne zadržujejo pri eni vrsti rastlinja (Cheeke in Dierenfeld, 2010).

2.1.4 Pašne živali

Ovce v osnovi uvrščamo v skupino pašnih živali (Hoffman, 1989). Njihova strategija krmljenja in prebave temelji na izkoriščanju krme z visoko vsebnostjo strukturne vlaknine. Prebavila pašnih živali omogočajo največjo razgradnjo vlaknine. Prostornina vampa in retikuluma je velika, kar omogoča zauživanje velike količine vlakninaste krme. Pomemben je tudi proces prežvekovanja, pri katerem gre za fizično maceracijo zaužite krme (Cheeke in Dierenfeld, 2010).

Vamp ovac je dobro razvit, z velikim številom prebiralnih resic, ki zadržujejo voluminozno krmo v vampu, dokler ni razgrajena s strani encimov mikroorganizmov. Resice vampa pašnih živali, so v primerjavi s prebiralci manj izrazite, ker je absorpcija končnih produktov fermentacije počasnejša (Cheeke in Dierenfeld, 2010).

2.1.5 Vmesni tip

Živali, ki jih uvrščamo v vmesni tip imajo razvito strategije krmljenja in prebave obeh prej navedenih tipov: pašnih živali in prebiralcev. Živalske vrste te skupine so se sposobne dobro prilagoditi na raznoliko okolje in spremembe habitata. Med domačimi vrstami v skupino živali vmesnega tipa uvrstimo predvsem koze in ovce, ki se večinoma pasejo, poleg tega pa v velikem obsegu objedajo tudi listje grmovnic in zelišč. Prostoživeča žival vmesnega tipa je npr. jelen (Cheeke in Dierenfeld, 2010).

2.2 NAVADNI JELEN

2.2.1 Biološke značilnosti in razširjenost

Navadni jelen (*Cervus elaphus* L.) spada v rod *Cervus*, družino *Cervidae* (jeleni), ki jo uvrščamo v red parkljarjev oz. sodoprstih kopitarjev. V pradavnini se je navadni jelen iz Azije razširil na vse strani sveta, tudi v Severno in Južno Ameriko (Krže, 1996). Evropski jelen živi v krajih s celinskim in oceanskim podnebjem, v Alpah pa prebiva do nadmorske višine 2000 m (Raesfeld in Reulecke, 1991). Jelen je značilna divjad prostranih gozdov. Njegov idealen življenjski prostor je mešani gozd različnih razvojnih oblik (mladovje, drogovnjak, debeljak) in sestave (Kovač in sod., 2015). V Sloveniji je največ jelenjadi na JV, na Kočevskem, Notranjskem in Krmskem lovskogojitvenem območju. Območja, kjer je jelenjad stalno prisotna pa so še Pohorje, Karavanke, Prekmurje, Pokljuka, Trnovski gozd, Brkini, Zasavje in Gorjanci. V zadnjih letih se je jelenjad prostorsko močno razširila, a se številčnost ni znatno povečala (Krže, 1996).

Jelen je največja divjad srednjeevropskega prostora. Njegove telesne značilnosti so predvsem krepke, stegnjene sprednje noge in glava z rogovjem, ki ga nosi visoko (Krže, 1996). Ima izjemno izostren voh in sluh ter oči z velikim vidnim poljem, ki mu omogočajo dobro nadzorovanje svoje okolice. Odrasel jelen je dolg do 2,4 m in visok do približno 120

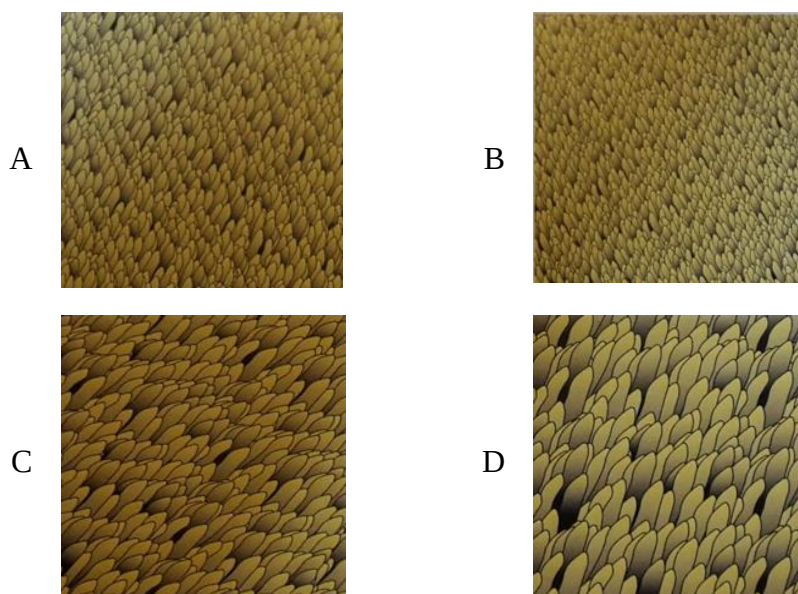
cm, tehta pa do 300 kg. Dlako menja jeseni in spomladi, teleta pa so značilno pikčasto obarvana (Hafner, 2008).

Osnovni obliki socialnega življenja jelenjadi sta čreda jelenov ter materinske družine, kjer sta poleg košute še tele in junica. Živali iščejo socialne stike predvsem z osebki istega spola in podobne starosti, saj imajo te enak način življenja, predvsem gre pri tem za podoben ritem paše in mirovanja, poleg tega pa se radi zadržujejo na enakih mestih (Krže, 1996).

Jelenjad se pari enkrat letno. V Sloveniji je to v drugi polovici septembra in prvi polovici oktobra. Čas parjenja se imenuje jelenji ruk. Košuta nosi tele devet mesecev. Preden povrže, se loči od tropa in odžene svoja lastna teleta iz prejšnjega leta. Z jelenjim rukom je močno povezana tudi prehrana živali, saj se jeleni najbolj zredijo pred rukom, v roku pa močno shujšajo. Jeseni potrebuje jelenjad največ hrane, saj si mora ustvariti zadostno zimsko zalogo tolšče (Hafner, 2008).

2.2.2 Zgradba prebavil

Hafner (2008) navaja, da se presnova in potrebe po energiji jelenjadi, kot tudi prostornina vampa in celo struktura vampa med letnimi časi spreminja. Število resic v vampu se v zimskem delu leta zmanjša, kot je prikazano na sliki 2. Ob tem pa se zmanjša tudi prostornina vampa. To je zelo dobra prilagoditev na mraz, saj se tako zmanjšajo potrebe za vzdrževanje. Prilagoditev vampa na manjše zauživanje krme med hladnimi obdobji se odraža v zmanjšani presnovi in manjši porabi energije (Hoffmann, 1989). Kot smo že omenili, jelenjad uvrščamo v vmesni tip prežvekovalcev. Zaradi teh prilagoditev pozimi postane prebiralec, v poletnem času pa pašna žival.



Slika 2: Shematski prikaz velikosti resic vampa v zimskem in poletnem obdobju; A, B – resice vampa ob zimski prehrani, C, D – resice vampa ob poletni prehrani (Hafner, 2008: 37)

Prebiralnik jelenov (prebiralcev) je manjši. Listi prebiralnika so slabše razviti kot pri izrazitih pašnih živalih (Cheeke in Dierenfeld, 2010). Velik delež grobe krme v obroku lahko močno poškoduje prebiralnik, zato prebiralci neradi zauživajo voluminozno krmo. Slednje je lahko velik problem predvsem ob nepravilnem zimskem krmljenju živali v oborah, saj lahko neustrezna krma (npr. lucerna) povzroča poškodbe vampa in prebiralnika, to pa je lahko tudi vzrok za velik pogin jelenov (Hafner, 2008).

2.2.3 Prehranjevalne navade navadnega jelena

Jelenjad je v idealnih pogojih pašen tip živali, saj paša na posameznih mestih traja dolgo. V tem času živali zaužijejo velike količine krme, ki jo pozneje na počivališču v miru leže prežvekujejo (Krže, 1996). Na iskanje hrane jelenjadi vplivajo predvsem vremenske razmere, ponudba hrane, iskanje zavetja, motnje v okolju in možnosti za reprodukcijo. Čas prehranjevanja jelenjadi določa trajanje iskanja hrane, hranjenje (polnjenje vampa) ter čas prežvekovanja (Hafner, 2008). Celoten proces traja približno od 7 do 10 ur, od tega pa prežvekovanje traja od 5 do 6 ur. Jelenjad za iskanje hrane in hranjenje porabi kar 40 do 60 % dneva. Izbrano hrano živali mulijo, drobijo, meljejo z meljaki in predmeljaki ter polnijo kapico in vamp. Navadno je aktivnost prehranjevanja večja v jutranjem in večernem mraku (Hafner, 2008).

Čas prehranjevanja in prežvekovanja se med letnimi časi spreminja. Clutton-Brock in sod. (1982) so ugotovili, da poleti košute dnevno porabijo 56 % časa za pašo, pozimi pa 72 %, trajanje paše je daljše tudi v času laktacije. Košute poleti za prežvekovanje porabijo 22 % dneva, pozimi pa 16 % dneva. Jeleni poleti porabijo 44 %, pozimi pa 65 % dnevnega časa za pašo ter poleti 28 % in pozimi 16 % dneva za prežvekovanje.

Trajanje in pogostost pašnih obdobij se spreminja tudi tekom dneva. V poletnem času se jelenjad najdlje pase od srednjega do poznega popoldneva do zgodnje noči. Paša živali v zimskem času je v mračnem delu krajša, poveča pa se trajanje paše zgodaj zjutraj in popoldne. Enkratno pašno obdobje navadno traja od 10 do 200 minut (Clutton-Brock in sod., 1982).

Frekvenca ugrizov krme navadno znaša od 50 do 60 grižljajev na minuto in se med posameznimi rastlinskimi združbami pomembneje ne spreminja (Clutton-Brock in sod., 1982). Tudi količina materiala v grižljajih se med jeleni in košutami pomembneje ne razlikuje; povezana je s skupno širino sekalcev, ki je pri košutah krajša kot pri jelenih. Tudi frekvenca prežvekovanja je med spoloma podobna in znaša okrog 100 čeljustnih gibov na minuto. Raesfeld in Reulecke (1991) pa navajata 60 do 80 grižljajev v minuti. Število prežvekovalnih gibov določata vrsta in trdota zaužite krme (Hafner, 2008).

2.2.4 Potrebe po hranljivih snoveh in sestava krme

Jelenjad spada v vmesni tip prežvekovalcev (intermediarni tip), to je skupina med prežvekovalci, ki se prehranjujejo pretežno z grobovlaknato hrano (trave-govedo, ovce), in prebiralci, ki se prehranjuje pretežno s koncentrirano energijsko in beljakovinsko hrano (popki, mladi listi, cvetovi), kamor uvrščamo srnjad in lose. Kadar je na voljo dovolj trav

in zelišč, se jelenjad navadno prehranjuje z njimi, v okolju z manjšo količino trav pa intenzivneje uporablja druge prehranske vire. Vegetacijske značilnosti nekega območja pogojujejo izbiro krme, s katero se jelenjad prehranjuje (Clutton-Brock in Albon, 1983).

Jelenjad se v gozdovih, na travnikih in pašnikih hrani z več kot 100 različnimi rastlinskimi vrstami, ki jih sestavljajo trave, zelišča, mahovi in lišaji ter grmovne vrste in vrste gozdnega drevja. Accetto (1986) navaja, da je bila na območju Jelendola od skupno 145 rastlinskih vrst, objedena približno polovica. Dzieciolowski (1969) ugotavlja, da se jelenjad prehranjuje z 265 rastlinskimi vrstami; od tega 25 drevesnimi vrstami, 24 grmovnimi in 5 polgrmovnimi vrstami, 109 vrstami zelišč, 48 vrstami trav, šašev in ločkov, 5 vrstami mahov, 2 vrstami lišajev, 37 vrstami gliv in 6 vrstami praproti.

V toplejšem delu leta večino krme jelenjadi predstavljajo trave in zelišča, v preostalih delih leta pa drevesne in grmovne vrste ter polgrmi, čeprav so od pomladi do poletja v prehrani pomembne tudi drevesne in grmovne vrste ter polgrmi. Pri paši trav in zelišč jelenjad zaužije celotni ali vsaj pretežni nadzemni del rastline, pri grmovnih in drevesnih vrstah pa zauživa predvsem liste, brste, vejice, semena, plodove, v manjši meri tudi lubje. Jelenjad se na njivskih površinah prehranjuje tudi s kmetijskimi rastlinami in njihovimi plodovi (Hafner, 2008).

Adamič (1989) navaja, da prehranjevanje jelenjadi s številnimi vrstami rastlinja živalim omogoča, da se v določenem okolju prehranjujejo z najlažje dosegljivim in v tistem obdobju najbolj kakovostnim prehranskim virom. Ob tem pa dostopnost rastlin pomembno vpliva na obseg zauživanja. V zimskih mesecih debelina snega odločilno vpliva na dostopnost grmovnega in zeliščnega rastlinja. V tem času se jelenjad prehranjuje z objedanjem višjih delov rastlin ali s kopanjem rastlin izpod snega. Ob sneženju pa se predvsem zaradi oteženega gibanja povečajo potrebe po energiji (Hafner, 2008).

Krma jelenjadi je po kemijski sestavi sestavljena predvsem iz vode, ogljikovih hidratov, beljakovin, maščob, rudninskih snovi in vitaminov (Hafner, 2008). Hranilna vrednost, vsebnost vode in vitaminov ter trdota krme so različni glede na vrsto zaužitih rastlin oziroma rastlinskih delov. Bubenik (1984) glede na trdoto, rastline in rastlinske dele razvršča v štiri skupine:

- mehke vrste: trave, zelišča, listi, brsti, gomolji, sadeži, ki imajo relativno veliko vsebnost ogljikovih hidratov in beljakovin ter manjši delež vlaknin;
- vlaknaste (žilave) vrste: stebila, veje in dorasli listi, iglice in semena, ki so bogata z vlaknino;
- trde vrste: mehki les, mehko lubje in semena oziroma plodovi gozdnega drevja (kostanj, želod, žir);
- balastne oziroma nehranljive vrste: anorganske snovi (zemlja, pesek), organske snovi (suho lubje, iglice).

Jelenjad na 100 kg telesne mase dnevno potrebuje približno 3 kg suhe snovi, 200 g beljakovin in od 1400 do 2000 škrobnih enot. Te potrebe živali navadno zadostijo z zaužitjem 8 do 20 kg zelene krme (Hafner, 2008).

2.2.5 Prehranski viri in zastopanost v prehrani

Trave

Trave uvrščamo v družino enokaličnic. Steblo trav je votlo in kolenčasto, listi pa so ozki, dolgi, z vzporednimi žilami. Po količini in pogostosti so trave glavni prehranski vir jelenjadi in so glavni sestavni del prehrane skozi vse leto, razen kadar je dostopnost rastlin zmanjšana zaradi snežne odeje. Primanjkljaj trav v prehrani jelenjad nadomesti z grmovnimi ali drevesnimi vrstami. Znotraj skupine trav jelenjad najraje izbira med prosuljo (*Milium effusum*), bilnico (*Festuca pratensis*), gloto (*Brachypodium pinnatum*), mačjim repom (*Phleum pratense*), pasjo travo (*Dactylis glomerata* L.) in latovko (*Poa pratensis*) (Hafner, 2008).

Zelišča

Zelišča so rastline s neolesenelim ali pololesenelim stebлом, ki vsebujejo velik del vode. To so enoletne rastline, katerim ob koncu vsakega vegetacijskega obdobja odmrejo vsi nadzemni deli. Zaradi zastopanosti v okolju, dostopnosti in vsebnosti hranljivih snovi in vode so zelišča pomemben sestavni del prehrane jelenjadi. Prostorninski deleži zaužitih zelišč se med letom razlikujejo, a so največji poleti. Zelišča pogosto nadomeščajo trave, kadar le teh primanjkuje. Najbolj priljubljena zelišča v prehrani jelenjadi so vrbovec (*Epilobium parviflorum*), grašica (*Vicia sepium*), rman (*Achillea millefolium*), grint (*Senecio sylvaticus*), slez (*Althaea officinalis*) in mrtva kopriva (*Lamium album*) (Hafner, 2008).

Iglavci

Iglavce uvrščamo v poddeblo golosemenk. Večinoma gre za zimzelene rastline, ki imajo iglaste ali luskinaste liste. Iglavci niso stalno prisotni v prehrani jelenjadi, ampak predstavljajo le sezonsko krmo v poznojesenskem in zimskem obdobju, ko zaradi zapadlega snega primanjkuje trav in zelišč. Tudi ob najmanjši snežni odeji se jelenjad izogiba prehranjevanju s talnim rastlinjem, če je le na voljo kakšna druga vrsta hrane (Adamič, 1989). Iz skupine iglavcev se jelenjad najraje prehranjuje z evropskim macesnom (*Larix decidua*), izogiba pa se smreki (*Picea abies*) in rdečemu boru (*Pinus sylvestris*) (Hafner, 2008).

Listavci

Listavce sestavljajo grmi in drevesa iz poddebla kritosemenk. Njihovi rastlinski deli so v prehrani jelenjadi vključeni vse leto, sezonsko se spreminja le njihov delež, pogostost in priljubljenost posameznih delov rastlin (Adamič, 1990). Hranilna vrednost in prebavljivost

listov je najboljša v začetku olistanja, s staranjem pa se zmanjša. Jesensko listje je zaradi svoje velike vsebnosti energije in večje količine odpadlega listja pomembna krma v jesenski prehrani. Jeseni so med odpadlim listjem še posebno pomembni listi nekaterih drevesnih vrst, ki se dlje časa ne posušijo, kot so npr. gorski javor (*Acer pseudopalantus*), trepetlika (*Populus tremula*), brest (*Ulmus minor*). Pozimi se jelenjad prehranjuje z olesenelimi deli (vejice) listnatih dreves (Adamič, 1989).

Med grmovnimi vrstami je za jelenjad najokusnejša leska (*Corylus avellana*), pa tudi robida (*Robus fruticosus*) in borovnica (*Vaccinium myrtillus*). Drevesne vrste, ki so pomembne v prehrani jelenjadi pa so še bukev (*Fagus sylvatica*), beli gaber (*Carpinus betulus*) in jerebika (*Sorbus aucuparia*) (Adamič, 1989).

Lubje dreves in grmov

V prehrani jelenjadi se pogosto pojavlja tudi smrekovo lubje in lubje drugih dreves, a ta vrsta krme količinsko nima večjega pomena (Adamič, 1989). Hranjenje z lubjem povzroča številne poškodbe na drevesih, še posebno v debelih starejših nasadih, ki so v razvojni fazi letvenjakov in drogovnjakov. Lubje lahko po hranilni vrednosti primerjamo s svežo travo srednje hranilne vrednosti in se po njej bistveno ne razlikuje od drugih vrst krme v prehrani jelenjadi. Vsebnost vode v lubju je 50 % (Hafner, 2008).

Kmetijske rastline

Rastlinski deli kmetijskih rastlin predstavljajo pomembno sestavino krme jelenjadi, v vseh letnih obdobjih. Kmetijske kulture so pomembne zaradi velike količine dostopne krme na enoto površine, vsebujejo pa tudi veliko hranljivih snovi. Zanje je značilna velika stopnja prebavljivosti. Adamič (1989) navaja, da poleti in jeseni v prehrani jelenjadi prevladujejo koroza (*Zea mays*) in okopavine, pozimi pa predvsem ozimna žita.

Semena, plodovi in druga vrsta hrane

Kadar se jelenjad giblje v okolju, kjer raste domače in divje sadno drevje, so predvsem semena in plodovi pomemben del prehrane teh živali. Sadje je priljubljena in hitro prebavljiva hrana, saj vsebuje veliko sladkorjev in vode. V prehrani jelenjadi se pojavljajo tudi gobe, a so količinsko manj pomembne. Gobe so pomemben vir beljakovin, pospešujejo pa tudi presnovo drugih vrst hrane. Jelenjad pa se v manjših količinah prehranjuje tudi s praproto, mahovi in lišaji. Čeprav jelenjad spada v skupino rastlinojedih živali, pa občasno zaužije tudi hrano živalskega izvora, kot je npr. odpadel mah v času čiščenja rogov (Hafner, 2008).

2.3 PREHRANA DROBNICE

2.3.1 Zgradba prebavil pri drobnici

Koze in ovce uvrščamo v podred prežvekovalcev. Zaradi velike prostornine prebavil, lahko drobnica zaužije veliko količino voluminozne krme (Kompan in sod., 1996). Za to skupino živali so značilna prebavila, kot jih poznamo tudi pri jelenjadi. Zanje so značilni predželodci (vamp, kapica, prebiralnik in pravi želodec sirišnik). Predželodci imajo pri drobnici pomembno vlogo, kljub temu da brezžlezna sluznica predželodcev ne izloča prebavnih sokov (Pogačnik in sod., 1998). V predželodcih so naseljene velike populacije mikroorganizmov. V mililitru vampove tekočine je prisotnih kar od 25 do 80 milijard bakterij in od 20.000 do 500.000 praživali. Ti mikroorganizmi večino krme (70 %) razgradijo še preden pride v sirišnik. V procesih prebave mikroorganizmi krmo pretvarjajo v enostavne spojine, kot so HMK, amonijak in podobne (Kompan in sod., 1996).

Kljub temu da jelenjad in drobnico uvrščamo v skupino prežvekovalcev, pa se tudi znotraj te skupine zgradba prebavil nekoliko razlikuje. Predželodci pašnih živali, kamor uvrščamo tudi ovce imajo v primerjavi z jelenjadjo manjšo kapico. Vamp ovce pa je večji in je razdeljen na manjše dele. Resice vampa, ki so večje in močnejše, so prisotne le na spodnjem delu vampa, saj se zaužita krma kopiči v plasteh. Ovce imajo tudi večji prebiralnik, s številnimi lističi, ki absorbirajo vodo. Tudi sirišnik ovce je večji v primerjavi s sirišnikom jelenjadi, kar lahko ugotovimo iz slike 3 (Hoffmann, 1989).

2.3.2 Obnašanje pri krmljenju in preferenca

Kompan in sod. (1996) navajajo, da lahko ovce dnevno zaužijejo do 5 % SS, glede na lastno telesno maso. Zauživanje krme je pri kozah še večje, saj lahko zaužijejo tudi do 7 %. Pri kozah in ovcah je zauživanje veliko večje kot na primer pri govedu, ki lahko zaužije do 4 % SS telesne mase. Če ovce pasejo 24 ur, lahko računamo, da dnevno pojedo 10 kg paše, če se pasejo samo podnevi, pa zaužijejo le 3 kg. Hafner (2008) navaja, da jelenjad dnevno zaužije 3 % SS glede na telesno maso.

Preglednica 1: Splošne razlike med prebiralci in pašnimi živalmi (Clausen in sod., 2008: 54):

Telesne prilagoditve	Prebiralci	Pašne živali
Anatomija okončin	Krajše	Daljše
Prilagoditve na krmljenje s tal	Manj izrazite (izbokla vretenca prsnega koša, mišice, ki podpirajo glavo in lobanjo ob odgrizovanju rastlin, dolžina glave)	Bolj izrazite (izbokla vretenca prsnega koša, mišice, ki podpirajo glavo in lobanjo ob odgrizovanju rastlin, dolžina glave)
Prilagoditev gobca na selektivno prehranjevanje	Bolj izrazite (prilagojeni sekalci – koničasti, ozek gobec z dolgimi ustnicami, dolga ustna odprtina, izrazite mišice ustnic)	Manj izrazite (prilagojeni sekalci – koničasti, ozek gobec z dolgimi ustnicami, dolga ustna odprtina, izrazite mišice ustnic)

Ovce in koze pasejo izrazito selektivno. Zanje je značilno, da dajejo prednost posameznim vrstam krme in posameznim delom rastlin (npr. listom), kar jim omogoča predvsem oblika gobčka (preglednica 1). Za drobnico velja, da ob zadostni količini krme izbira tisto krmo, ki jo ima raje (Kompan in sod., 1996). Zaradi oblike gobčka so sposobne izbrati samo del določene rastline (npr. le liste). Tako drobnica izbira krmo, ki jo ima rajši, seveda če ima na voljo dovolj krme. Za razliko od drobnice pa jelenjad ne pase selektivno, ampak naenkrat zaužije večje količine lahko dostopne krme, ki jo pozneje leže prežvekuje. Kljub bolj neselektivnemu načinu krmljenja pa jelenjad še vedno daje prednost travi, razen v zimskih mesecih, ko je travna ruša pod snežno odejo (Krže, 1996).

Pri zauživanju krme dajejo ovce prednost predvsem travam in zelem, pa tudi popke in poganjke grmovnic in dreves imajo rade. V prehrani koz se pojavlja tudi do 500 različnih vrst rastlin. Najraje kombinirajo zeli, drevesne liste in travo. Ob tem pa izbirajo bolj prebavljive dele rastlin. Če imajo na razpolago dovolj krme, da jedo le bolj kakovostne dele, lahko tako nadomestijo slabo kakovost krme. Izmed vseh domačih prežvekovalcev, koze najbolje izkoriščajo surovo vlaknino. Koze pogosto odklanjajo določeno krmo, rade jo menjavajo, in se raje stegujejo za njo (po drevju), kot da jo pobirajo s tal. Pasejo se večinoma zjutraj in zvečer, prežvekujejo pa ponoči. Ovce jedo hitreje kot koze, ki krmo zauživajo sicer večkrat, vendar krajši čas (Kompan in sod., 1996).

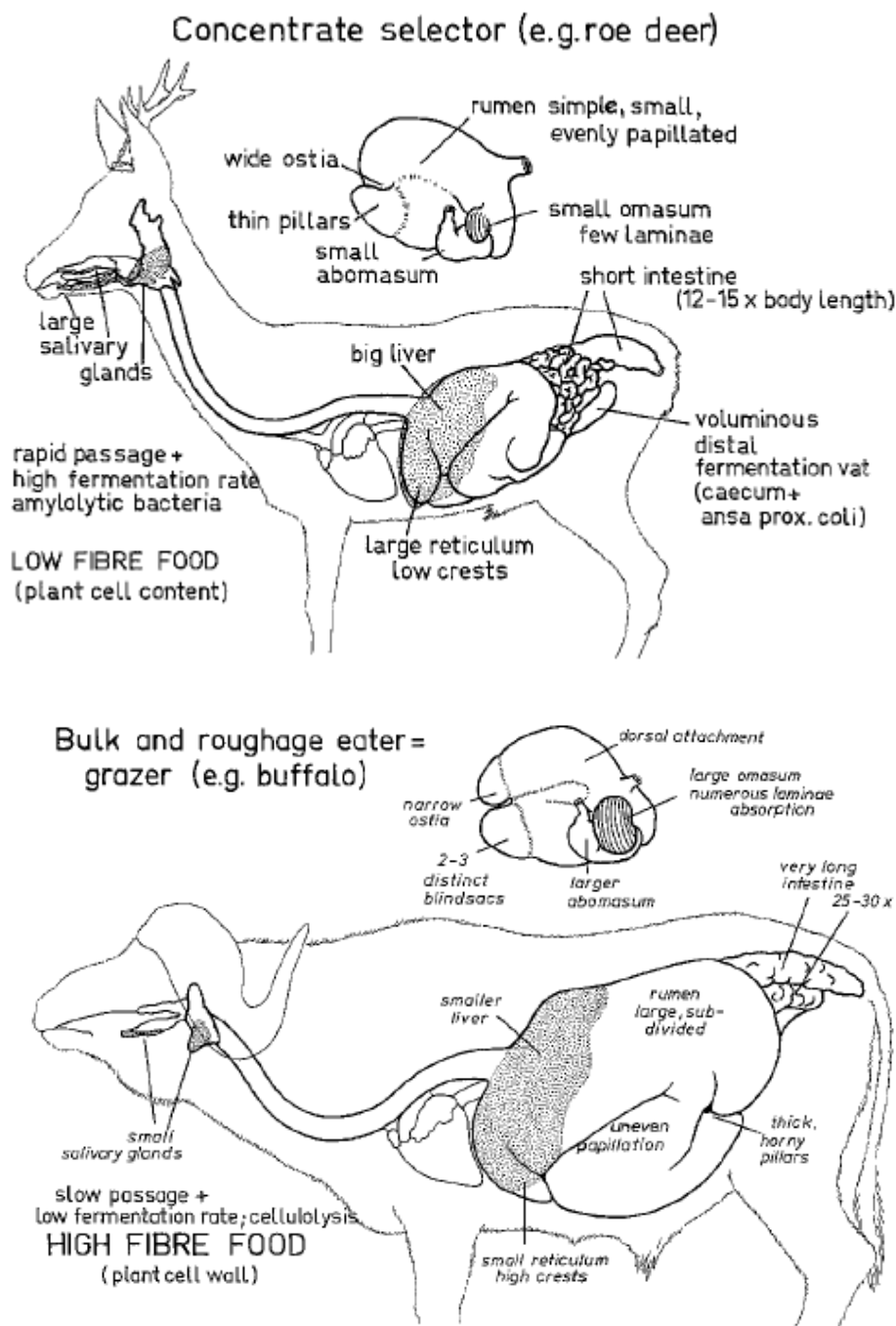
2.4 RAZLIKE V PREHRANI IN SESTAVI PREBAVIL.

Reja prostoživečih živali v oborah se je v zadnjih letih razširila po celem svetu. Na Škotskem in Novi Zelandiji je jelenjad eden od glavnih prehranskih virov mesa za človeka (Hafner, 2008). Večina rejcev meni, da je zaradi podobnosti prebavil med drobnico in navadnim jelenom, enaka tudi prebava, oziroma prebavljivost v vampu in izkoristek krme, zato krmijo po enakih metodah kot ovce. Ker je uspešnost reje odvisna od dobre prehrane in dobrega vodenja reje, so znanstveniki naredili nekaj poizkusov na to temo.

Značilnosti prehrane jelenjadi so odvisne predvsem od zgradbe in delovanja vampa in prebiralnika. Vamp jelenov je prilagojen krmi z majhno vsebnostjo strukturne vlaknine. Zaradi majhne prostornine vampa in prebiralnika (slika 3), je enkratno zauživanje krme teh živali majhno. Struktura vampa je preprosta. V primerjavi z pašnimi živalmi so kontrakcije vampa slabe (preglednica 3). Število resic v vampu je manjše, vendar so razvite po celem vampu. Resice so dolge in visoko razvite, kar omogoča lažjo absorpcijo produktov fermentacije. Fermentacija v vampu je v primerjavi z drugimi vrstami prežvekovalcev, kot npr. ovce, manj pomembna (Cheeke in Dierenfeld, 2010).

Hoffmann (1989) meni, da se pašne živali in prebiralci ločijo predvsem glede na sestavo krmnih obrokov. Pašne živali lahko v obroku zaužijejo krmo z velikim deležem strukturne vlaknine ter z majhnim deležem energije, kar lahko razberemo iz preglednice 2. Ob krmljenju visoko energetske krme pašnim živalim pogosto prihaja do acidoz ter drugih

presnovnih bolezni. Krmni obrok prebiralcev pa mora biti sestavljen iz krme z majhno vsebnostjo vlaknine, lahko pa vsebuje veliko energetskih substanc, saj so prebiralci prilagojeni na maksimalno izkoriščanje nizko vlakninaste krme (Hoffmann, 1989).



Slika 3: Grafični prikaz razlik v zgradbi prebavil med prebiralci in pašnimi živalmi (Hoffman, 1989: 448)

Prebiralci imajo poseben želodčni žleb, ki služi prenosu („bypass“) maščob skozi vamp, direktno v prebiralnik, tako da se izognejo fermentaciji v vampu. Ta proces je pomemben predvsem pri mlajših živalih, ki še vedno sesajo (Cheeke in Dierenfeld, 2010). Hoffmann (1989) ugotavlja, da lahko želodčni žleb pravilno deluje le ob obsežnem izločanju žleze slinavke. Želodčni žleb omogoča, da se topne celice rastlin z veliko vsebnostjo vode izperejo in se prenesejo neposredno v prebiralnik. S tem se živali izognejo fermentaciji topnih sladkorjev in galaktolipidov v vampu, te snovi pa lahko žival z lastnimi encimi bolj učinkovito prebavi. Ta proces omogoča prebiralcem dobro izkoriščanje zaužite krme.

Tekočine in majhni delci v procesu prebave preidejo skozi prebiralnik v pravi želodec (slika 3), ki je sestavljen iz velikih spiralnih naborkov. V želodcu se izloča klorovodikova kislina (HCl) in pepsinogen, s katerimi se začne prebava beljakovin (Cheeke in Dierenfeld, 2010).

Preglednica 2: Biološke, kemijske in fiziološke razlike med prebiralci in pašnimi živalmi (Claus in sod., 2008: 49):

Značilnosti	Prebiralci	Pašne živali
Rast in življenjsko okolje		
Tip pokrajine	Gozdovi in odprto	Na odprtem
Tip rasti	Na različnih višinah	Največkrat blizu tal
Sestava grizljaja	Nehomogena (večje razlike v hranilni vrednosti)	Homogena (manjše razlike v hranilni vrednosti)
Kemijska sestava krme		
Vsebnost beljakovin	Večja (vključuje tudi druge dušikove spojine)	Manjša
Vsebnost surove vlaknine	Manjša, a z večjim deležem vlaknin	Večja, ampak z manj lignina
Vsebnost lahko prebavljivih ogljikovih hidratov	Majhna	Majhna
Vsebnost pektina	Večja	Manjša
Vsebnost sekundarnih presnovkov	Večja	Manjša
Fermentacija krme		
Skupna prebavljivost	Manjša	Večja
Hitrost prebave	Hitra	Počasna

Razlika med prebiralci in pašnimi živalmi je tudi v izločkih žleze slinavke, saj imajo le te pri prebiralcih 3 do 4× večjo maso kot pri pašnih živalih. Velika količina izločkov žleze slinavke skrbi za pravilno delovanje želodčnega žleba, s čimer uravnavajo pH v prebavilih in koncentracijo hlapnih maščobnih kislin. Prehod nefermentiranih hranljivih snovi pomembno vpliva na skrajšanje časa prežvekovanja (ruminacije; Cheeke in Dierenfeld, 2010).

Preglednica 3: Predvidene razlike v zgradbi prebavil, v prebavi in presnovi med prebiralci in pašnimi živalmi (Clausss in sod. 2008: 53):

Značilnosti	Prebiralci	Pašne živali
Lastnosti zaužite krme		
Hranljive snovi v vsebini črevesja	Več beljakovin, manj vlaknine (več lignina v vlaknini)	Manj beljakovin, več vlaknine (manj lignina v vlaknini)
Produkcija HMK v črevesju	Več	Manj
Struktura delcev	Večkotni	Podolgovati (oblika vlaken)
Presnova		
Potrebe po beljakovinah	Večje (vzdrževalne potrebe)	Manjše
Prilagoditev na zauživanje sekundarnih presnovkov	Boljše (beljakovine v slini, ki vežejo tanine, večje izločanje žlez, povečana jetra, ki povečujejo zmožnost razstrupljanja)	Slabše (ni beljakovin, ki vežejo tanin, manjša jetra, zmanjšana zmogljivost razstrupljanja)
Splošna fiziologija prebave		
Dnevno zauživanje krme	Veliko	Majhno
Prilagoditve na razlike v poteku prebave	Krajše zadrževanje krme, manjša prebavljivost, manjša kapaciteta črevesja, večje fekalne izgube (Na), manj celulolitične aktivnosti, manj raznolika struktura mikroorganizmov v prebavilih	Daljše zadrževanje krme, večja prebavljivost, večja kapaciteta črevesja, manjše fekalne izgube, več celulolitične aktivnosti, raznolika fauna mikroorganizmov v prebavilih
Fiziologija predželodcev		
Anatomija predželodcev	Krajše resice vampa, razporejene po celem vampu, bolj viskozna vsebina, penasta vsebina vampa, sluznica siriščnika proizvaja več želodčne kisline	Večje, močnejše resice, samo na delu vampa, manj viskozna vsebina, sloji tekočine in plina, manj proizvedene želodčne kisline
Zauživanje sena		
Opazovanje ujete živali	Manjša pripravljenost za zauživanje sena	Večje zauživanje sena

V primerjavi s pašnimi živalmi je trebušna slinavka pri prebiralcih tudi do 100 % bolj razvita, večje so tudi ledvice in slepo črevo (slika 3). Zaradi takšne sestave prebavil več nefermentirane krme preide skozi vamp in se prebavlja v drugih delih prebavil, to pa ima večji pomen pri prebiralcih, kot pri pašnih živalih (Cheeke in Dierenfeld, 2010).

2.5 UPORABA PREHRANSKIH NORMATIVOV

Že v preteklosti so Milne in sod. (1978) ter Fennessy in sod. (1980) poročali o preučevanju razlik med živalskimi vrstami in prebavljivostmi hranljivih snovi pri njih. Ru in sod. (2002) v svojih raziskavah potrjujejo razlike v prebavljivosti hranljivih snovi. Razlike v zgradbi prebavil med ovcami in jeleni in sestava njihovih obrokov nam preprečuje, da bi posplošili podatke o prebavljivosti le teh, kar pomeni, da ni mogoče uporabiti podatkov o prebavljivosti hranljivih snovi pri ovcah tudi za jelene.

Za jelene je značilno, da zaužijejo največ krme v poletnem času in najmanj v zimskem, medtem ko ovce zaužijejo ves čas enako količino krme (Kay in Goodall, 1976). Palmer in Cowan (1979) ugotavljata razlike med ovcami in jelenjadjo v prebavljivosti beljakovin, vlaknine in energije, čeprav je bila prebavljivost suhe snovi lucerne višja pri ovcah. Prav tako Milne in sod. (1978) poročajo o boljši prebavljivosti šopulj in bilnic pri ovcah, medtem ko so pri jelenih opazili nekoliko boljšo prebavljivost vresja.

Prebava je bila hitrejša pri ovcah. Prebavljivost in trajanje prebave pri različnih krmah se pri jelenih ni zmanjšala s sezonskim povečanjem zauživanja, kar kaže na morebitno hipertrofijo prebavil (Milne in sod., 1978). Te razlike v prebavljivosti hranljivih snovi pri ovcah in jelenih je mogoče pojasniti tudi s hitrostjo prehoda krme skozi prebavni trakt, kemijsko sestavo krme in recikliranjem sečnine.

Ru in sod. (2002) so primerjali prebavljivost 12 različnih krm pri ovcah in jelenih. Ugotovili so, da ni bilo statistično značilnih razlik pri zauživanju suhe snovi, organske snovi in prebavljive energije pri nobeni vrsti razen pri krmi s sirkom in medeni detelji. Ovce in damjaki prebavijo sirek boljše kot jeleni. V *in vitro* poskusu so ugotovili, da je prebavljivost suhe snovi in vsebnost presnovljive energije pri ovcah manjša v primerjavi z jeleni. Ugotovili so značilno interakcijo med živalskimi vrstami in sestavo krme. Rezultati poskusa so pokazali tudi, da jeleni boljše prebavijo slamo in seno kot ovce. *In vitro* prebavljivost je bila manjša kot *in vivo* prebavljivost, vendar z značilno povezanostjo pri *in vivo* prebavljivosti za jelene. *In vitro* metode za ugotavljanje prebavljivosti imajo potencial za razvoj sistema ocenjevanja hranilnih vrednosti in prebavljivosti za jelene, vendar bi jih morali še dodatno preveriti.

Waghorn in Stanfford (1993) navajata, da med jeleni in ovcami ni statistično značilnih razlik v produkciji plina. Ugotavljata, da lahko jeleni bolje prebavijo beljakovine kot ovce, saj je bila pri jelenih večja neto pretvorba dušika v amonijak, ki je posledica večje proteolitske aktivnosti mikroflore naseljene v vampu jelenjadi.

Domingue in sod. (1991) so ugotovili razlike v prebavljivosti, hitrosti pretoka skozi vamp, velikosti vampa in delcev krme v vampu ter količino zaužite krme pri ovcah in jelenih, v poletnem in zimskem času. Obe vrsti sta izbirali krmo z manj strukturne vlaknine in z več beljakovinami. Kar se tiče sezonskih razlik, pri ovcah niso opazili razlik pri zauživanju in količini zaužite krme, kakor tudi ne pri prebavljivosti, medtem ko se je pri jelenih zauživanje krme v poletnem času povečalo za 35 %. Prostornina vampa se je pri jelenih

povečala za 51 %, pri čemer je prebavljivost vseh hranljivih snovi ostala enaka. Strukturno vlaknino jeleni boljše prebavljajo kot ovce, še posebej v poletnem času. Jeleni bolje prebavljajo tudi lignin. Pri obeh vrstah lahko vamp zapustijo le delci, ki so manjši od 1 mm. Jeleni imajo hitrejši pretok vode skozi vamp kot ovce. Pretok krme skozi vamp se je pri jelenih zmanjšal v poletnem času, medtem ko pri ovcah ni bilo sprememb (Domingue in sod., 1991).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 ŽIVALI

Za določanje *in vitro* fermentabilnosti vzorcev krme in krmil, smo odvzeli vampov sok iz dveh fistuliranih ovnov in vampov sok iz šestih košut. Vampe košut je na Rodico pripeljal mag. Darko Veternik v škatlah iz stiropora, s čimer smo v veliki meri preprečili preveliko ohlajanje vampov in njihove vsebine. Transport je od mesta ulova do Rodice trajal manj kot 60 minut.

3.2 SUBSTRATI

V raziskavi smo preučevali *in vitro* fermentacijo enajstih substratov (trava iz Kokre, travna silaža iz Kokre, seno iz Kokre, sveža trava iz Kokre, travna silaža iz Jelendola, seno iz Jelendola, jabolčne tropine – *Malus domestica*, sladkorna pesa – *Beta vulgaris*, kostanj - *Aesculus hippocastanum*, graden - *Quercus petraea*, želod - *Quercus robur*), z različno kemijsko sestavo. Vzorce sena in trave smo odvzeli na dveh različnih lokacijah, in sicer na krmiščih v Kokri in Jelendolu. Kokra je dobrih 10 km raztegnjeno naselje v občini Preddvor, z nadmorsko višino približno 900 do 980 m, medtem ko se Jelendol v občini Tržič nahaja na nadmorski višini 767 m.

Uporabljeni substrati so pogosto prisotni v prehrani jelenjadi. Kemijsko sestavo vzorcev smo določili z weendsko analizo. Pri tem smo določili suho snov, vsebnost surovih beljakovin, surovin maščob, surove vlaknine, surovega pepela in brez dušičnega izvlečka. Določili smo tudi vsebnosti v nevtralnem detergentu netopne vlaknine in vsebnosti pomembnejših makroelementov (Ca, P, Mg, K in Na).

3.3 IN VITRO DOLOČANJE PRODUKCIJE PLINA

3.3.1 Priprava inokuluma

Analizo *in vitro* fermentacije substratov smo izvedli z metodo povzeto po Menke in Steingass (1988).

Dan pred inkubacijo vzorcev smo pripravili pufer, in sicer iz raztopine A, B, in C (preglednica 4) ter resazurina (preglednica 5).

Na dan inkubacije smo vampov sok odvzeli iz vampov dveh fistuliranih ovnov. Vzorce vampovega soka smo takoj po odvzemu shranili v termo steklenici, ki smo jo predhodno ogreli na 39 °C in jo prepihovali s CO₂. Termo steklenico smo nato prenesli v *in vitro* laboratorij.

Preglednica 4: Kemijska sestava raztopin v pufru

Raztopina A	Raztopina B	Raztopina C
13,2 g $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$	35,0 g NaHCO_3	5,7 g Na_2HPO_4
10,0 g $\text{MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$	4,0 g $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$	6,2 g KH_2PO_4
1,0 g $\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$	deionizirana voda do 1000 ml	0,6 g $\text{MgSO}_4 \times 6\text{H}_2\text{O}$
0,8 g $\text{FeCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$		deionizirana voda do 1000 ml
deionizirana voda do 100 ml		

Preglednica 5: Kemijska sestava raztopine pufra

Raztopina resazurina	Redukcijska raztopina	PUFER
100 mg resazurina	47,5 ml deionizirane vode	475 ml deionizirane vode
deionizirana voda do 100 ml	2 ml 1 M NaOH	0,12 ml raztopine A
	285 mg $\text{Na}_2\text{S} \times 7\text{H}_2\text{O}$	237 ml raztopine B
		237 ml raztopine C
		1 ml raztopine resazurina
		40 ml redukcijske raztopine

Vampov sok iz košut smo dobili tako, da smo v laboratorij prinesene vampe košut, ki so bile odstreljene v decembru in januarju, prerezali, vsebino vampa prenesli na čisto bombažno gazo in sok iztisnili v 2 l čašo.

Vampov sok iz ovnov ali košut smo nato prefiltrirali še skozi štiri plasti gaze in ga takoj uporabili v *in vitro* poskusih.

3.3.2 Izvedba plinskega testa

Za vsak vzorec krme smo pripravili dve brizgalke za *in vitro* plinski test. Brizgalke smo ustrezno označili ter vanje zatehtali približno 175 mg substrata. Brizgalke z vzorci smo nato nepredušno zaprli, ter jih zložene v stojalo postavili v kad z deionizirano vodo, katere temperatura je bila $39 \pm 0,5$ °C.

Na dan začetka poskusa smo pufer namestili v vodno kopel, ter ga segreli na $39 \pm 0,5$ °C. Pufer smo neprestano mešali in prepihovali s CO_2 pod pritiskom od 1,8 do 2,0 bara.

Približno 5 do 10 minut preden smo pufru dodali vampov sok, smo v pufer dodali redukcijsko raztopino (preglednica 5). Raztopina je bila najprej modrikasto obarvana, ob dodatku redukcijske raztopine se je obarvala najprej v rdeče, nato pa se je povsem razbarvala.

Potrebno količino prefiltriranega vampovega soka smo odmerili v merilnem valju, ki smo ga predhodno segreli na 40 °C ob prepihanju s CO_2 . Razmerje med pufrom in vampovim

sokom je bilo: tretjina vampovega soka in dve tretjini pufra. Ob neprestanem mešanju smo mešanico še 15 minut prepihovali s CO₂.

Tako pripravljen inokulum iz vampovega soka smo s pomočjo avtomatske pipete prenesli (30 ml) v ogrete brizgalke, ki so vsebovale zatehtan substrat, ter odčitali začetni položaj bata v posamezni brizgalki. Vsebinsko smo premešali, nato pa smo brizgalke postavili nazaj v stojalo, ki je bilo postavljeno v vodni kopeli. Ob tem smo inkubirali tudi sva slepa vzorca, ki nista vsebovala substrata. Po 2, 4, 6, 8, 10, 12, 36, 48, 72 in 96 urah inkubacije smo odčitali prostornino nastalega plina. Če je prostornina plina presegla 80 ml, smo plin iztisnili iz brizgalke, preostali plin pa na novo odčitali in nadaljevali z inkubacijo (Lavrenčič in sod., 1997).

3.3.3 Kinetika produkcije plina

Bidlack in Buxton (1992) ter Lavrenčič (2007) navajajo, da lahko s pomočjo Gompertzovega modela ocenimo kazalnike produkcije plina. Uporabljeni model lahko zapišemo v obliki enačbe:

$$Y_t = B \times e^{-C \times e^{-At}}, \quad \dots(1)$$

kjer je:

Y_t ... prostornina plina (ml/g SS) nastala v času t ,

B ... skupna potencialna produkcija plina (ml/g SS),

C ... specifična hitrost fermentacije, na katero vpliva parameter A in

A ... konstantni faktor mikrobne (ne)učinkovitosti.

Kazalnike produkcije plina B , C in A smo v statističnem programskem paketu SAS/STAT (SAS/STAT, 1994) ocenili z Marquardtovo nelinearno regresijo (PROC NLIN).

Iz ocenjenih kazalnikov smo izračunali čas, ko je bila fermentacija največja (TMFR; h) in sicer tako, da smo drugi odvod Gompertzovega modela izenačili z 0 in ga rešili po t , kar lahko zapišemo v obliki enačbe:

$$\frac{d^2Y}{dt^2} = A \times B^2 \times C^2 \times (e^{-At})^2 \times e^{-C \times e^{-At}} - A \times B \times C^2 \times e^{-C \times e^{-At}} = 0 \quad \dots(2)$$

Iz dobljenih rezultatov, pa smo lahko izračunali tudi največjo hitrost fermentacije (MFR) in sicer tako, da smo ustrezno vrednost TMFR vstavili v enačbo prvega odvoda Gompertzovega funkcije, ki ga lahko zapišemo kot enačbo:

$$\frac{dY}{dt} = A \times B \times C \times e^{-At} \times e^{-Ce^{-At}} \quad \dots(3)$$

Prostornino plina, ki je nastala v 24 urah fermentacije (GAS₂₄), smo izračunali tako, da smo Gompertzov model vstavili čas inkubacije 24 ur.

3.4 IN VITRO PREBAVLJIVOST IN RAZGRADLJIVOST

3.4.1 Priprava filter vrečk in substratov

Za ugotavljanje *in vitro* prebavljivosti in razgradljivosti smo uporabili filter vrečke F57 (Ankom, ZDA), ki smo jih najprej 3 do 5 minut spirali z acetonom, da smo odstranili snovi, ki inhibirajo aktivnost vampovih mikroorganizmov. Vrečke smo nato posušili na zraku. Prazne in osušene vrečke smo označili ter jih stehtali (W1). V vsako vrečko smo zatehtali 0,5 g vzorca in jih zaprli s toplotnim varilcem.

Filter vrečke z vzorci ter dve prazni vrečki (slepa vzorca) smo nato enakomerno razvrstili v inkubacijsko steklenico z prostornino 2,5 l. Pripravili smo 1600 ml pufrske raztopine (preglednica 5) iz raztopin A, B in C (preglednica 4).

3.4.2 Inkubacija substratov

Eno uro preden smo v inkubacijsko steklenico dolili vampov sok, smo prižgali inkubator Daisy^{II} (Ankom, ZDA). V inkubacijsko steklenico smo nalili pufer (preglednica 5) in jo namestili v vodno kopel, ki smo jo s potopnim grelcem ogreli na $39 \pm 0,5$ °C. Pufer v steklenici smo periodično premešali. V inkubacijsko steklenico s pufrom smo namestili cevko, skozi katero smo dovajali CO₂ pod pritiskom 1,8 do 2 bara in na ta način zagotovili anaerobne razmere.

V sušilni omari smo na 40 °C ogreli merilni valj s prostornino 500 ml, ki smo ga uporabili v nadaljnjih postopkih. Pripravili smo redukcijsko raztopino (preglednica 5) in jo 5 do 10 minut pred dodajanjem vampovega soka vlili v prepihan pufer v inkubacijsko steklenico. Pufer je bil najprej modrikaste barve, nato se je po dodatku redukcijske raztopine obarval rdeče in se kmalu za tem razbarval.

Filtrske vrečke z vampovim sokom in dodanim pufrom smo inkubirali 24 ur, pri tem pa je Daisy^{II} inkubator vzdrževal temperaturo na $39 \pm 0,5$ °C, ob tem pa je bilo vključeno tudi mešanje. Po končani inkubaciji smo inkubacijsko steklenico odstranili iz Daisy^{II} inkubatorja ter iz nje odlili tekočino. Vrečke smo pod mrzlo vodovodno vodo spirali toliko časa, dokler le ta ni bila čista. Pri tem smo pazili, da smo vrečke čim manj stiskali.

3.4.3 Določanje *in vitro* navidezne razgradljivosti in prebavljivosti suhe snovi

Za določanje *in vitro* navidezne razgradljivosti (IVNRSS) smo filtrske vrečke po pranju z vodo čez noč sušili pri temperaturi 60 °C in jih nato do konstantne mase posušili pri 105 °C (3 h). Po sušenju smo jih postavili v eksikator in jih ohlajene stehali.

In vitro navidezno razgradljivost suhe snovi (IVNRSS) smo izračunali po enačbi:

$$IVNRSS (g/kg SS) = \frac{(W_3 - (W_1 - C_1)) \times 1000}{W_2 \times SS}, \quad \dots(4)$$

kjer je:

W_2 ... zatehta vzorca (g),

W_1 ... masa prazne filtrske vrečke F57 (g),

W_3 ... masa posušene filtrske vrečke z ostankom vzorca, po fermentaciji v puferiranem vampovem soku

SS ... suha snov vzorca pred inkubacijo in

C_1 ... korelacijski faktor.

In vitro navidezno prebavljivost suhe snovi (IVNPSS) pa smo določili tako, da smo filtrske vrečke po pranju z vodo osušili in jih prelili z mešanico pepsina (1 g/l) v 1M HCl in jih inkubirali 24 ur. Po inkubaciji smo jih ponovno sprali z vodovodno vodo, jih čez noč sušili pri temperaturi 60 °C in jih posušili pri 105 °C do konstantne mase. Po sušenju smo jih postavili v eksikator in jih ohlajene stehali.

In vitro navidezno prebavljivost suhe snovi (IVNPSS) smo izračunali po formuli:

$$IVNPSS (g/kg SS) = \frac{(W_2 - (W_4 - C_2)) \times 1000}{W_2} \quad \dots(5)$$

kjer je:

W_2 ... zatehta vzorca (g) in

W_4 ... masa posušene filtrske vrečke z ostankom vzorca, po fermentaciji v puferiranem vampovem soku in obdelavi s pepsinom v HCl

C_2 ... korelacijski faktor

3.4.4 Določanje *in vitro* prave razgradljivost SS

In vitro pravo razgradljivost suhe snovi (IVPRSS) smo določili tako, da smo po inkubaciji v vampovem soku, filtrske vrečke oprali in posušili pri 105 °C do konstantne mase.

Posušene vrečke smo postavili v eksikator in ohlajene stehtali. Stehtane vrečke smo položili v ANKOM Fiber Analyser in ji obdelali z nevtralnimi detergenti (ND) pri 100 °C. Potem smo vrečke oprali pod tekočo vodo, jih posušili pri 105 ° in stehtali.

$$IVPRSS \text{ (g/kg SS)} = \frac{(W_2 - (W_5 - C_3) \times 1000)}{W_2} \quad \dots(6)$$

kjer je:

W_2 ... zatehta vzorca (g),

W_5 ... masa posušene filtrske vrečke po inkubaciji v pufrskem vampovem soku in obdelavi z nevtralnimi detergenti

C_3 ... korelacijski faktor

3.5 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Za statistično obdelavo smo podatke o prostornini nastalega plina ob različnih urah inkubacije vnesli v Microsoft Excel. Vse podatke smo korigirali s prostornino plina, nastalega iz slepega vzorca ob danem času inkubacije ter z vsebnostjo suhe snovi (SS) substratov.

3.5.1 Statistični model

V programskem okolju SAS/STAT (1994) smo po metodi najmanjših kvadratov v proceduri GLM (General Linear Model) ugotavljali morebitne statistično značilne razlike med vplivi (substrati, vrsta inokuluma) na spremenljivke B, A, C, MFR, TMFR, IVNPSS, IVNRSS in IVPRSS.

Pri tem smo uporabili naslednji statistični model:

$$Y_{ij} = \mu + I_i + S_j + IS_{ij} + e_{ij}, \quad \dots(7)$$

kjer je:

Y_{ij} ... posamezni kazalniki fermentacije (B, C, A, MFR; TMFR, IVNPSS, IVNRSS, IVPRSS),

μ ... srednja vrednost,

I_i ... vrsta inokuluma (i = inokulum pripravljen iz vsebine vampovega soka košute ali ovna),

S_j ... vrsta substrata (j = trava K, travna silaža K, seno K, sveža trava K, travna silaža J, seno J, jabolčne tropine, sladkorna pesa, kostanj, graden, želod; K – Kokra, J – Jelendol),

IS_{ij} ... interakcija med vrsto inokuluma in vrsto substrata in

e_{ij} ... ostanek.

V preglednicah prikazujemo ocenjene srednje vrednosti (LS MEANS), s stavkom TDIF pa smo testirali razlike med njimi (SAS, 1994).

4 REZULTATI

4.1 KEMIJSKA SESTAVA SUBSTRATOV

Kemijsko sestavo vzorcev substratov smo določili s pomočjo weendske analize, katere rezultati so prikazani v preglednici 6. Iz preglednice 6 lahko razberemo, da je vsebnost SS največja v senu iz Jelendola in sicer 867 g/kg SS vzorca, največ vode v vzorcu pa vsebujejo jabolčne tropine (153 g/kg SS). Med istimi vrstami substratov iz različnih krajev (Kokra, Jelendol) prihaja do opaznih razlik v vsebnosti surovih beljakovin, surove vlaknine in v nevtralnem detergentu netopne vlaknine.

Iz preglednice 6 lahko razberemo, da največ surove vlaknine vsebujejo seno, travna silaža in sveža trava. Najmanj surove vlaknine vsebuje sladkorna pesa, ki vsebuje tudi najmanj surovih maščob. Glede na kemijsko sestavo uporabljenih substratov sta si najbolj podobna graden in želod.

Preglednica 6: Kemijska sestava uporabljenih substratov (g/kg SS vzorca)

	SS	SB	SM	SV	SP	BDI	NDV
Trava Košuta	202	203	29	197	64	506	440
Travna silaža Kokra	586	194	28	237	107	434	517
Seno Kokra	843	93	19	282	70	537	563
Sveža trava Kokra	282	134	24	278	70	494	600
Travna silaža Jelendol	387	128	31	340	97	404	640
Seno Jelendol	867	107	18	304	97	472	543
Jabolčne tropine	153	58	28	218	27	669	482
Sladkorna pesa	202	68	5	61	27	840	141
Kostanj	372	85	16	143	25	730	389
Graden	579	52	36	130	22	760	278
Želod	508	53	37	134	22	753	291

SS – suha snov; SB – surove beljakovine; SM – surove maščobe; SV – surova vlaknina; SP – surovi pepel; BDI – brez dušični izvleček; NDV – v nevtralnem detergentu netopna vlaknina.

Vsebnost surovih beljakovin je največja v vzorcu trave s Košute (203 g/kg SS), temu pa sledi travna silaža iz Kokre (194 g/kg SS). Najmanj surovih beljakovin vsebujeta graden (52 g/kg SS) in želod (53 g/kg SS), obenem pa ta dva substrata vsebujeta največ surovih maščob (graden 36 g/kg SS, želod 37 g/kg SS). Vsebnost surovih maščob pa je najmanjša pri sladkorni pesi (5 g/kg SS). Sladkorna pesa vsebuje največ brezdušičnega izvlečka (BDI; 840 g/kg SS), le tej pa sledijo graden (760 g/kg SS), želod (753 g/kg SS) in kostanj (730 g/kg SS). Veliko manj BDI pa vsebujejo substrati z veliko vsebnostjo surove vlaknine, med njimi pa je najmanj BDI pri travni silaži iz Jelendola (404 g/kg SS).

V vzorcih substratov smo s plamensko atomsko absorpcijsko spektrometrijo določili tudi vsebnost pomembnejših makroelementov v vzorcih substrata (preglednica 7).

Preglednica 7: Vsebnost pomembnejših makroelementi v substratih (g/kg SS)

	Ca	P	Mg	K	Na
Trava Košuta	7,3	5,0	3,3	31,8	0,3
Travna silaža Kokra	7,9	5,0	3,0	27,8	1,0
Seno Kokra	1,1	1,0	2,8	16,7	0,2
Sveža trava Kokra	6,6	1,4	3,2	21,1	0,4
Travna silaža Jelendol	3,6	2,8	2,1	27,7	0,5
Seno Jelendol	6,5	3,1	3,0	22,1	0,9
Jabolčne tropine	2,4	1,5	1,5	7,9	0,2
Sladkorna pesa	2,2	1,2	1,8	6,8	2,0
Kostanj	1,1	1,2	1,1	8,0	0,1
Graden	1,6	0,7	0,6	8,6	0,1
Želod	1,4	0,5	0,9	8,8	0,2

Vsebnosti pomembnejših makroelementom bistveno ne odstopajo od povprečnih vrednosti različnih vrst krme v Sloveniji.

4.2 IN VITRO PRODUKCIJA PLINA

4.2.1 Skupna potencialna produkcija plina (B), specifična hitrost fermentacije (C) in faktor mikrobne (ne)učinkovitosti (A)

V preglednici 8 so prikazane p-vrednosti za vpliv substrata (S) in izvor inokuluma (I) ter interakcije med substratom in inokulumom (SxI) na posamezne kazalnike *in vitro* fermentacije. Opazovali smo spremembe *in vitro* fermentacije ob različnih kombinacijah vrste krme in živali, in sicer smo merili skupno potencialno produkcijo plina (B), specifično hitrost fermentacije (C), faktor mikrobne (ne)učinkovitosti (A), čas največje hitrosti fermentacije (TMFR), največjo hitrost fermentacije (MFR) in količino plina po 24 urah fermentacije (GAS₂₄).

Iz preglednice 8 lahko razberemo, da so vrste inokuluma (I), vrste substrata (S) in interakcija med vrsto inokuluma in substratom (SxI) statistično značilno vplivali ($P < 0,01$) na skupno potencialno produkcijo plina (B), specifično hitrost fermentacije (C) ter faktor mikrobne neučinkovitosti (A).

Razlike med substrati so očitne. Iz preglednice 8 lahko preberemo, da je bila skupna potencialna produkcija plina (B) pri košutah največja za sladkorno peso (357 ml/g SS), najmanjša pa za seno iz Kokre (222 ml/g SS). Pri ovnih je bila skupna potencialna produkcija plina (B) največja za želod (335 ml/g SS), najmanjša pa za jabolčne tropine (184 ml/g SS).

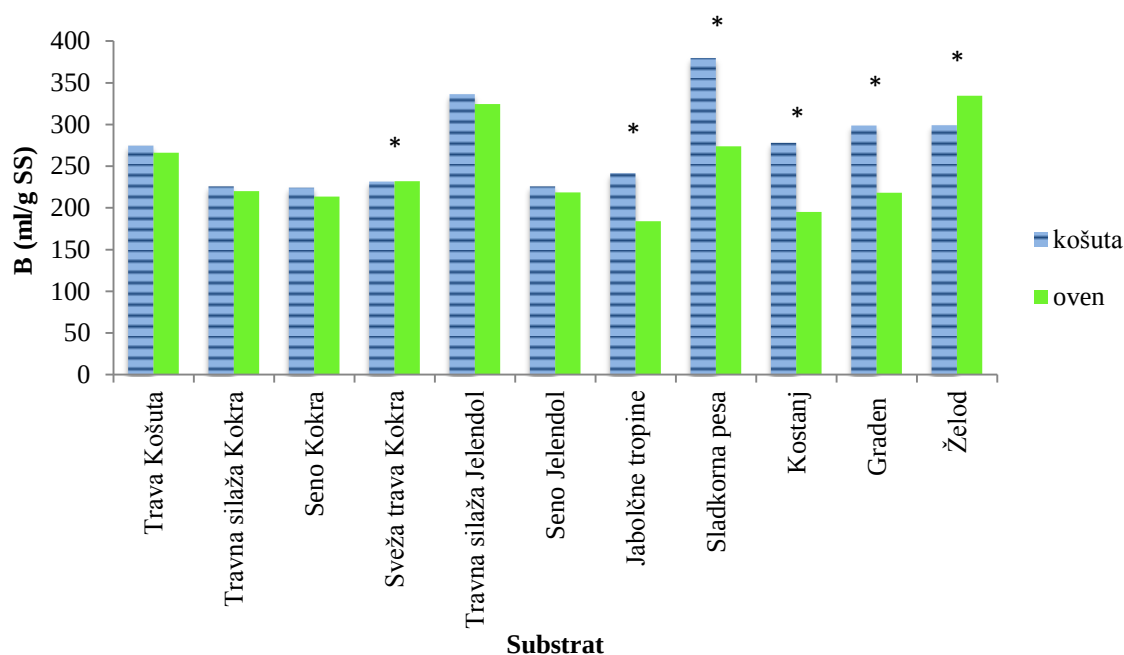
Preglednica 8: Skupna potencialna produkcija plina (B), specifična hitrost fermentacije (C) in faktorji mikrobne (ne)učinkovitosti (A) ter statistični vplivi vrste substrata, vrste inokuluma ter interakcije med substrati in inokulumi na kazalnike *in vitro* produkcije plina

Substrat	B		C		A	
	košuta	oven	košuta	oven	košuta	oven
Trava Košuta	266	266	2,07*	2,32*	0,154	0,150
Travna silaža Kokra	225	220	2,36	2,51	0,124	0,120
Seno Kokra	222	214	1,95	2,15	0,099	0,115
Sveža trava Kokra	226*	232*	2,12	2,23	0,087	0,095
Travna silaža Jelendol	313	325	2,41	2,45	0,200*	0,150*
Seno Jelendol	227	219	2,63	2,79	0,110	0,115
Jabolčne tropine	233*	184*	2,12	2,25	0,134*	0,200*
Sladkorna pesa	357*	274*	2,19	2,19	0,294*	0,380*
Kostanj	264*	195*	2,27	2,22	0,115*	0,185*
Graden	244*	259*	2,50	2,48	0,136*	0,175*
Želod	286*	335*	2,78*	1,72*	0,125*	0,030*
Povprečje po inokulumu	274*	244*	2,42*	2,31*	0,156*	0,137*
Koeficient determinacije	0,095		0,978		0,989	
Standardna napaka ostanka	5,125		0,059		0,010	
Substrat	<0,0001		<0,0001		<0,0001	
Inokulum	<0,0001		<0,0001		<0,0001	
Substrat x inokulum	<0,0001		<0,0001		<0,0001	

*razlika med košutami in ovni je statistično značilna ($P < 0,05$)

Zanimive so razlike med živalskimi vrstami. Ugotovili smo, da je razlika v kazalniku B statistično značilna ($P < 0,05$). Vzorci krme in krmil, inkubirani v vampovem soku košut, so v povprečju proizvedli več plina (274 ml/g SS) kot isti vzorci inkubirani v vampovem soku ovnov (244 ml/g SS).

Skupna potencialna produkcija plina je bila pri sveži travi iz Kokre, gradnu in želodu pri košutah manjša kot pri ovnih. Pri jabolčnih tropinah, sladkorni pesi in kostanju pa je bila skupna potencialna produkcija plina (B) večja pri košutah. Pri vseh ostalih substratih ni bilo razlike v skupni potencialni produkciji plina med košutami in ovni.



Slika 4: Skupna potencialna produkcija plina (ml/g SS) iz posameznih substratov;
* razlika med košutami in ovni je statistično značilna ($P < 0,05$)

Tudi pri specifični hitrosti fermentacije (C) smo ugotovili statistično značilen vpliv substrata, inokuluma in njune interakcije. Specifična hitrost fermentacije je bila pri košutah največja pri zauživanju želoda (2,78), najmanjša pa pri senu iz Kokre (1,95). Pri ovnih je specifična hitrost fermentacije največja pri senu iz Jelendola (2,79), najmanjša pa pri želodu (1,72).

Ugotovili smo, da je med živalskimi vrstami razlika v kazalniku C statistično značilna ($P < 0,05$). Vzorci krme in krmil, inkubirani v vampovem soku košut, so imeli večjo največjo specifično hitrost fermentacije (2,42) kot isti v vampovem soku ovnov (2,31). Specifična hitrost fermentacije pri travi iz Košute je bila manjša, pri želodu pa večja pri košutah kot pri ovnih. Pri vseh ostalih substratih pa ni bili razlike v specifični hitrosti fermentacije med košutami in ovni.

Tudi na faktor mikrobne (ne)učinkovitosti (A) ima vrsta substrata pomemben vpliv. Pri košutah je faktor mikrobne (ne)učinkovitosti največji za sladkorno peso (2,94), najmanjši pa za seno iz Kokre (0,099). Pri ovnih je ta kazalnik prav tako največji pri sladkorni pesi (0,380), najmanjši pa pri želodu (0,030).

Iz rezultatov poskusa smo ugotovili tudi, da je razlika v kazalniku A, med živalskimi vrstami statistično značilna ($P < 0,05$). Konstantni faktor mikrobne (ne)učinkovitosti je v inokulumu, pripravljenem iz vampovega soka ovnov večji (0,156), kot isti v vampovem soku košut (0,137).

Konstantni faktor mikrobne (ne)učinkovitosti je bil pri travni silaži iz Jelendola večji pri košutah kot pri ovnih. Pri travni silaži iz Jelendola, sladkorni pesi, želodu, kostanju in gradnu pa je bil konstantni faktor mikrobne (ne)učinkovitosti večji pri ovnih kot pri košutah. Pri vseh ostalih substratih ni bilo statistično značilne razlike v konstantnem faktorju mikrobne (ne)učinkovitosti med košutami in ovni.

4.2.2 Največja hitrost fermentacije (MFR), čas največje hitrosti fermentacije (TMFR) in količina plina po 24 urah fermentacije (GAS₂₄)

V postopku opazovanja *in vitro* produkcije plina smo merili tudi čas največje hitrosti fermentacije (TMFR), največjo hitrost fermentacije (MFR) in količino plina po 24 urah fermentacije (GAS₂₄). Meritve posameznih parametrov ter p-vrednosti za posamezen parameter prikazujemo v preglednici 9. Iz slednje lahko razberemo, da so na čas največje hitrosti fermentacije (TMFR) statistično značilno vplivali vrsta substrata ter interakcija med substratom in inokulumom, medtem ko vrsta inokuluma ni statistično značilno vplivala na opazovan parameter. Vsi trije vplivi so statistično značilno vplivali na največjo hitrost fermentacije (MFR). Na količino plina po 24 urah fermentacije (GAS₂₄) pa so statistično značilno ($P < 0,05$) vplivali vsi tri vplivi.

Preglednica 9: Vrednosti za največjo hitrost fermentacije (MFR), čas največje hitrosti fermentacije (TMFR) in količino plina po 24 urah fermentacije (GAS₂₄) ter p-vrednosti za kazalnike

	MFR		TMFR		GAS ₂₄	
	košuta	oven	košuta	oven	košuta	oven
Trava Košuta	15,5	14,8	5,1	5,6	236	229
Travna silaža Kokra	10,4	9,9	7,4	7,5	186	285
Seno Kokra	9,1	9,1	6,6	6,7	169	179
Sveža trava Kokra	7,4	7,9	9,4	8,6	169	175
Travna silaža Jelendol	20,0*	17,7*	5,7	6,0	304	290
Seno Jelendol	9,2	9,4	9,3	8,8	173	183
Jabolčne tropine	11,9*	13,4*	5,7*	4,1*	189	193
Sladkorna pesa	40,2	38,0	2,6*	2,1*	362*	318*
Kostanj	10,7	13,3	8,4*	4,4*	208*	194*
Graden	13,4	14,0	7,9*	5,2*	242*	230*
Želod	13,1*	3,6*	9,4*	18,8*	249	235
Povprečje po inokulumu	14,7*	13,7*	7,0	7,1	234*	208*
Koeficient determinacije	0,994		0,993		0,993	
Standardna napaka ostanka	0,883		0,368		0,368	
Substrat	<0,0001		<0,0001		<0,001	
Inokulum	0,0021		0,7223		0,0001	
Substrat x inokulum	<0,0001		0,0001		0,0001	

*razlika med košutami in ovni je statistično značilna ($P < 0,05$)

Razlike med substrati so pri največji hitrosti fermentacije (MFR) očitne. Pri košutah je bila MFR največja pri sladkorni pesi (40,2 ml/h), najmanjša hitrost pa pri sveži travi iz Kokre (7,4 ml/h). Pri ovnih pa je bila največja hitrosti fermentacije največja pri sladkorni pesi, in sicer je znašala 38,0 ml/h, najmanjša pa pri želodu, in sicer 3,6 ml/h.

Med preučevanimi živalskima vrstama smo ugotovili statistično značilne razlike ($P < 0,05$) za kazalnik MFR. Vzorci krme in krmil, inkubirani v inokulumu iz vampovega soka košut, so imeli večjo največjo hitrost fermentacije (14,7 ml/h), kot enaki vzorci inkubirani v vampovem soku ovnov (13,7 ml/h).

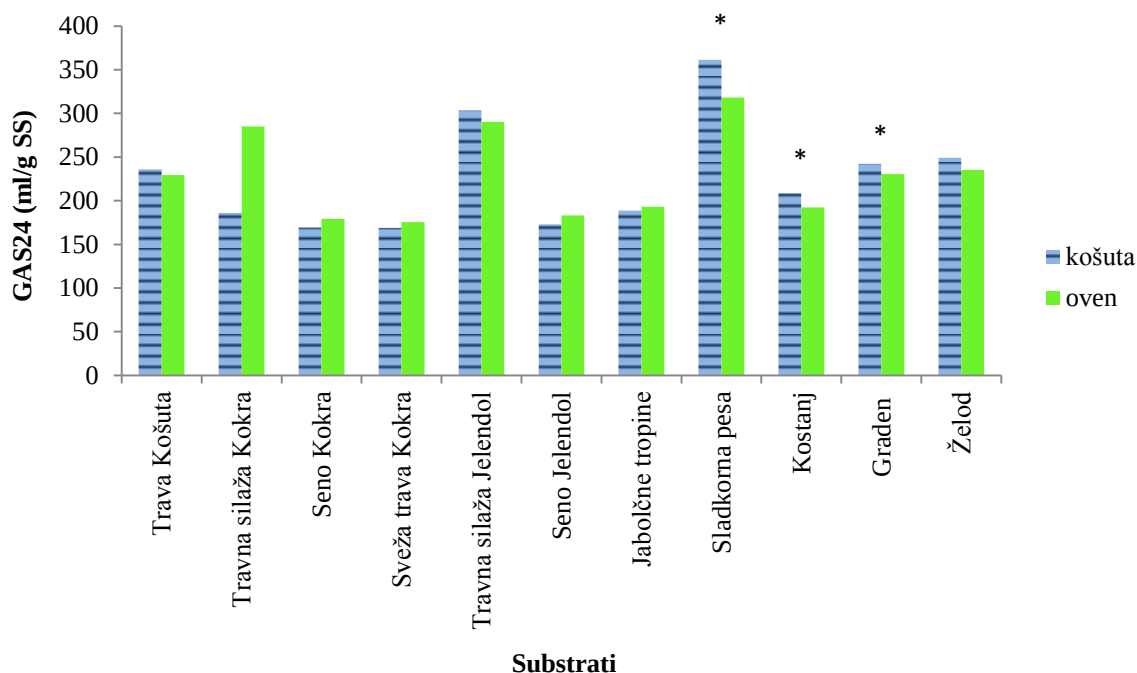
Med košutami in ovni smo za največjo hitrost fermentacije (MFR) ugotovili statistično značilne razlike ($P < 0,05$) le pri treh substratih. Največja hitrost fermentacije je bila pri travni silaži iz Jelendola in pri želodu večja pri košutah kot pri ovnih. Pri jabolčnih tropinah pa je bila MFR večja pri ovnih. Pri vseh ostalih substratih ni bilo razlike v največji hitrosti fermentacije.

Razlika med živalskimi vrstami za kazalnik TMFR ni bila statistično značilna ($P > 0,05$). Očitne pa so razlike med različnimi substrati. Iz preglednice 9 lahko ugotovimo, da je čas največje hitrosti fermentacije (TMFR) pri košutah najdaljši pri *in vitro* fermentaciji želoda in sveže trave iz Jelendola in znaša 9,4 h, ki mu sledi seno iz Jelendola (9,3 h). Čas, ko je bila dosežena največja hitrost fermentacije (TMFR), pa je najkrajši pri sladkorni pesi (2,6 h). Čas, ko je bila dosežena največja hitrost fermentacije (TMFR), je pri ovnih prav tako najdaljši pri *in vitro* fermentaciji želoda, in znaša kar 18,8 h, najkrajši pa pri sladkorni pesi, kjer znaša 2,1 h.

Razlike med ovni in košutami za čas največje hitrosti fermentacije (TMFR) so statistično značilne ($P < 0,05$) za pet substratov: jabolčne tropine, sladkorna pesa, kostanj, graden in želod. Čas največje hitrosti fermentacije je bil pri jabolčnih tropinah, sladkorni pesi, kostanju in gradnu večji pri košutah kot pri ovnih. Pri želodu pa je bil čas največje hitrosti fermentacije večji pri ovnih. Pri vseh ostalih substratih ni bilo razlike v kazalniku TMFR med košutami in ovni.

V primerjavi rezultatov za kazalnik GAS_{24} , med ovni in košutami smo ugotovili, da so razlike statistično značilne ($P < 0,05$). V vzorcih krme in krmil, inkubirani v vampovem soku košut, je bilo v 24 urah proizvedenega več plina (234 ml/g SS), kot v vampovem soku ovnov (208 ml/g SS).

Statistično značilne ($P < 0,05$) so tudi razlike med posameznimi substrati. Produkcija plina v 24 urah (GAS_{24}) je bila pri košutah največja pri fermentaciji sladkorne pese in je znašala 362 ml/g SS, najmanjša pa pri sveži travi in senu iz Kokre, in sicer 169 ml/g SS. Pri ovnih je bila produkcija plina v 24 urah (GAS_{24}) prav tako največja za sladkorno peso (318 ml/g SS) in najmanjša za svežo travo iz Kokre (175 ml/g SS), kar lahko razberemo iz preglednice 9.



Slika 5: Vpliv inokuluma in vrste substrata na produkcijo plina v 24 urah;
* razlika med košutami in ovni je statistično značilna ($P < 0,05$)

Produkcija plina v 24 urah je bila pri sladkorni pesi, kostanju in gradnu večja pri košutah kot pri ovnih, kar lahko ugotovimo iz slike 5. Pri vseh ostalih substratih ni bilo razlike v produkciji plina v 24 urah.

4.3 IN VITRO NAVIDEZNA RAZGRADLJIVOST SUHE SNOVI (IVNRSS), IN VITRO NAVIDEZNA PREBAVLJIVOST SUHE SNOVI (IVNPSS) TER IN VITRO PRAVA RAZGRADLJIVOST SS (IVPRSS)

Iz preglednice 10 lahko razberemo, da na *in vitro* navidezno prebavljivost suhe snovi (IVNPSS) statistično značilno vplivata substrat in izvor inokuluma ($P < 0,001$). Slednja vplivata statistično značilno ($P < 0,05$) tudi na *in vitro* navidezno razgradljivost suhe snovi (IVNRSS). Na *in vitro* pravo razgradljivosti suhe snovi (IVPRSS) pa statistično značilno vplivata substrat ter interakcija med substratom in izvorom inokuluma. Za ostale vplive pa ni bilo opaženih statistično značilnih razlik na opazovane kazalnike *in vitro* fermentacije.

Za kazalnik IVNPSS je zanimiva razlika med živalskimi vrstami, ki je statistično značilna ($P < 0,05$). Vzorci krme in krmil, inkubirani v vampovem soku košut, so imeli manjšo navidezno prebavljivost SS (586 g/kg SS), med tem so enaki vzorci inkubirani v vampovem soku ovnov imeli 632 g/kg SS.

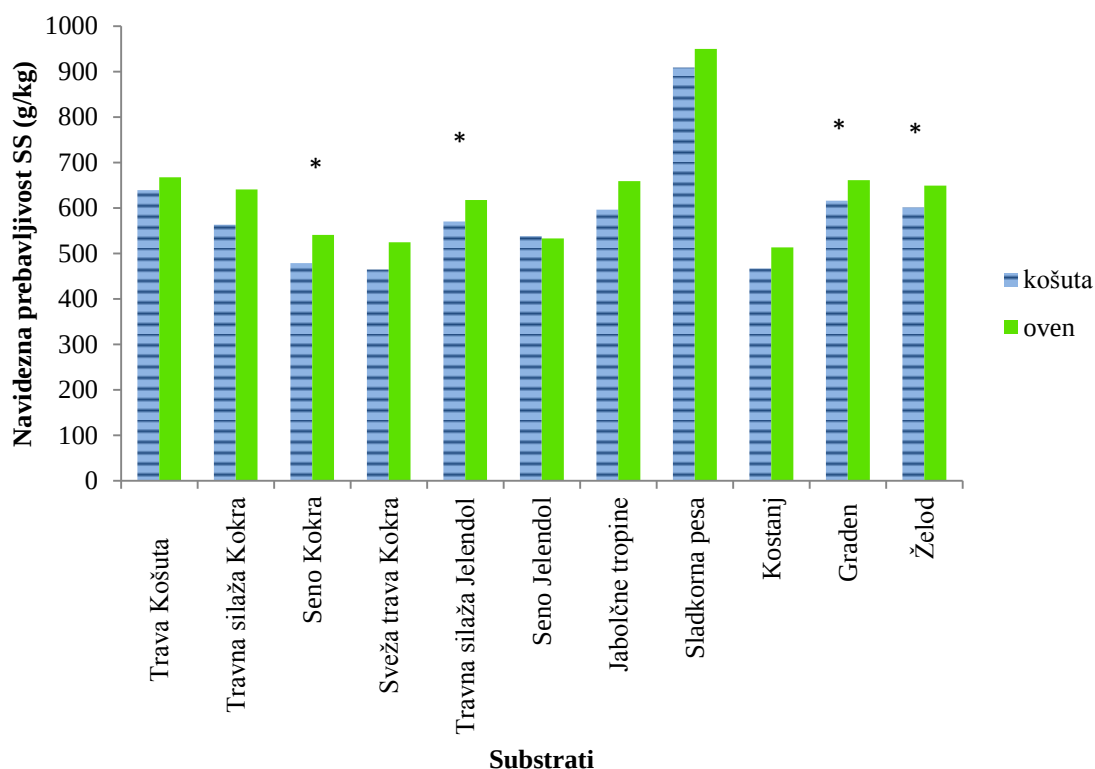
Preglednica 10: Vrednosti za *in vitro* navidezno prebavljivost suhe snovi (IVNPSS), *in vitro* navidezno razgradljivost suhe snovi (IVNRSS), *in vitro* pravo razgradljivost suhe snovi (IVPRSS) ter p-vrednosti za kazalnike

	IVNPSS (g/kg SS)		IVNRSS (g/kg SS)		IVPRSS (g/kg SS)	
	košuta	oven	košuta	oven	košuta	oven
Trava Košuta	639	667	519	508	691	681
Travna silaža Kokra	563	641	460	474	640*	639*
Seno Kokra	479*	541*	379	393	541*	554*
Sveža trava Kokra	465	525	411	411	560	560
Travna silaža Jelendol	570*	618*	477	464	684*	653*
Seno Jelendol	538	533	409	400	538	515
Jabolčne tropine	596	659	450	520	595	641
Sladkorna pesa	909	950	835	897	917	936
Kostanj	467	514	410	431	727*	721*
Graden	616*	661*	488*	546*	759	765
Želod	601*	649*	482	502	765	744
Povprečje po inokulumu	586*	632*	504*	632*	674	673
Koeficient determinacije	0,991		0,987		0,991	
Standardna napaka ostanka	15,922		20,114		14,469	
Substrat	<0,0001		<0,0001		<0,0001	
Žival	<0,0001		0,0028		0,8316	
Substrat x Žival	<0,1086		0,0518		0,0485	

*razlika med košutami in ovni je statistično značilna ($P < 0,05$)

Očitne so tudi razlike med substrati, ki jih lahko razberemo iz preglednice 10. *In vitro* navidezna prebavljivost SS (IVNPSS) je bila pri košutah najmanjša ob zauživanju sveže trave iz Kokre, in sicer 465 g/kg SS, največja pa pri zauživanju sladkorne pese in je znašala 909 g/kg SS. Za sladkorno peso je bila tudi največja IVNPSS za ovne, in sicer 950 g/kg SS. Pri ovnih je bila najmanjša IVNPSS izmerjena za substrat kostanja in je znašala 514 g/kg SS.

Razlike med ovni in košutami so statistično značilne ($P < 0,05$) za dva voluminozna substrata (seno iz Kokre in travna silaža iz Jelendola) ter za dva nevoluminozna substrata (graden in želod). *In vitro* navidezna prebavljivost SS je bila pri senu iz Kokre, travni silaži iz Jelendola, gradnu in želodu večja pri ovnih kot pri košutah. Pri vseh ostalih substratih ni bilo razlike v *in vitro* navidezni prebavljivosti suhe snovi med košutami in ovni. Slednje lahko ugotovimo iz slike 6.



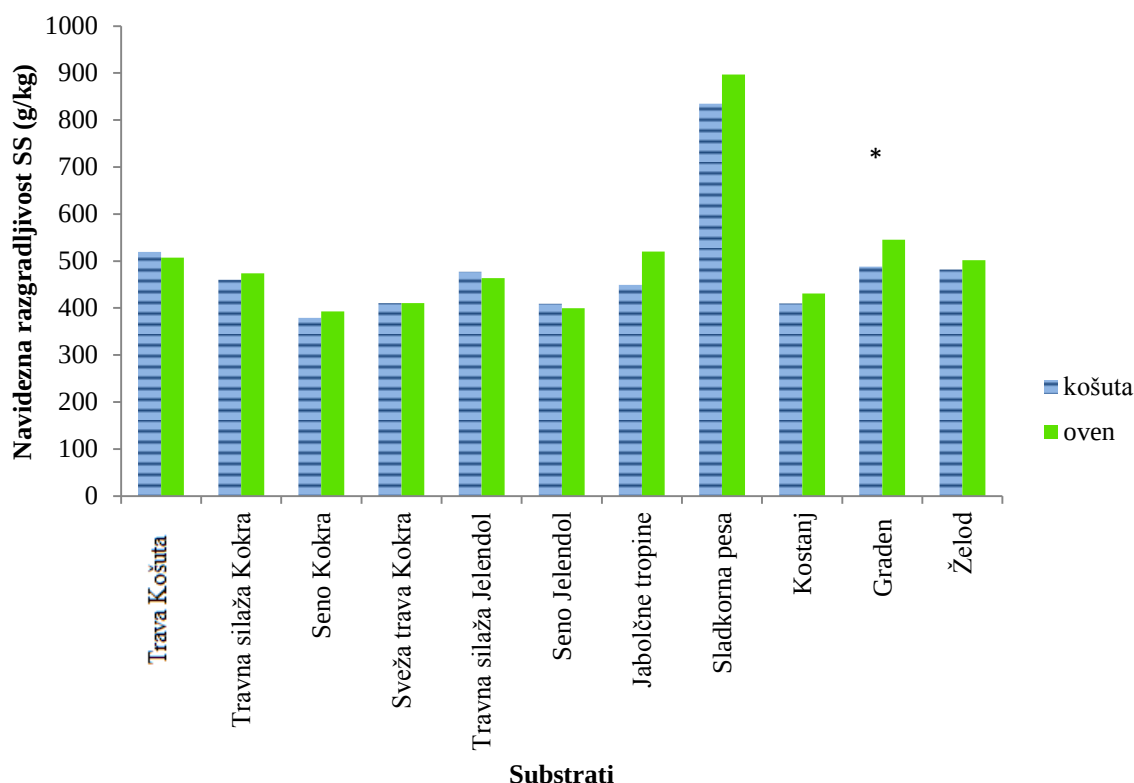
Slika 6: Navidezna prebavljivost SS pri košutah in ovnih ob *in vitro* fermentaciji različnih substratov;

* razlika med košutami in ovni je statistično značilna ($P < 0,05$)

Ugotovili smo, da so tudi za kazalnik IVNRSS razlike med živalskima vrstama statistično značilne ($P < 0,05$). Vzorci krme in krmil, inkubirani v vampovem soku ovnov, so imeli večjo navidezno razgradljivost SS (504 g/kg SS), kot enaki vzorci inkubirani v vampovem soku košut (484 g/kg SS).

Iz preglednice 10 lahko razberemo, da je *in vitro* navidezna razgradljivost SS pri košutah največja za sladkorno peso (835 g/kg SS), najmanjša pa za seno iz Kokre (379 g/kg SS). Pri ovnih je IVNRSS največja prav tako za sladkorno peso in znaša 897 g/kg SS, najmanjša pa za seno iz Kokre, in sicer 393 g/kg SS.

In vitro navidezna razgradljivost SS je bila pri gradnu večja pri ovnih (546 g/kg SS) kot pri košutah (488 g/kg SS). Pri vseh ostalih substratih ni bilo razlike v *in vitro* navidezni razgradljivosti suhe snovi.

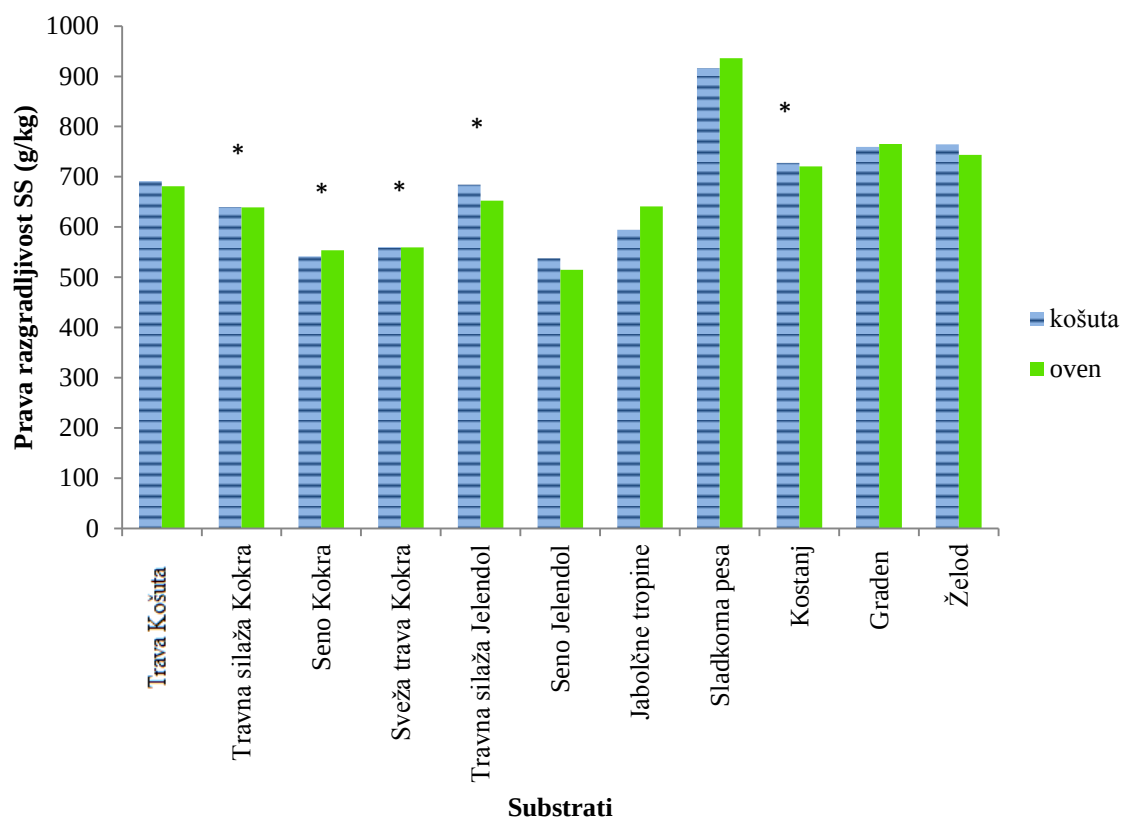


Slika 7: Navidezne razgradljivosti SS za košute in ovne ob *in vitro* fermentaciji različnih substratov;

* razlika med košutami in ovni je satistično značilna ($P < 0,05$)

Ugotovili smo, da razlike med živalskimi vrstami za kazalnik IVPRSS niso statistično značilne ($P > 0,05$). Statistično pa so značilne razlike ($P < 0,05$) med preučevanimi substrati. Iz preglednice 10 lahko razberemo, da je pri košutah prava razgradljivost suhe snovi (IVPRSS) nekoliko večja pri substratih z manjšo vsebnosti surove vlaknine. Največja prava razgradljivost SS pri košutah je ob zauživanju sladkorne pese (917 g/kg SS), najmanjša ob zauživanju sena iz Jelendola (538 g/kg SS). Pri ovnih je IVPRSS največja pri sladkorni pesi (936 g/kg SS), najmanjša pa pri senu iz Jelendola (515 g/kg SS).

In vitro prava razgradljivost suhe snovi je bila pri travni silaži iz Kokre, travni silaži iz Jelendola in kostanju večja pri košutah kot pri ovnih. Pri senu iz Kokre je bila večja pri ovnih. Pri vseh ostalih substratih ni bilo razlike v *in vitro* pravi razgradljivosti suhe snovi.



Slika 8: Prava razgradljivost SS za košute in ovne ob *in vitro* fermentaciji različnih substratov;

* razlika med košutami in ovni je statistično značilna ($P < 0,05$)

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

5.1.1 Sestava substratov

Sestava substratov močno vpliva na fermentacijo krme v preučevanih živalih. Žgajnar (1990) navaja, da glede na kemijsko sestavo krmil med voluminozno krmo uvrščamo krmila, katerih vsebnost surove vlaknine (SV) presega 180 g/kg SS. Zaradi slednjega lahko travo s Košute, travno silažo iz Kokre, seno iz Kokre, svežo travo iz Kokre, travno silažo iz Jelendola, seno iz Jelendola in jabolčne tropine uvrstimo v to skupino. Sladkorno peso, kostanj, graden in želod pa lahko uvrstimo v skupino močnih krmil, saj je vsebnost surove vlaknine v teh substratih manjša od 180 g/kg SS, pa tudi vsebnost surovih beljakovin je manjša od 200 g/kg SS.

Verbič in sod. (2011) menijo, da je kakovost voluminozne krme opredeljena z vsebnostjo sušine, surovih beljakovin, surove vlaknine in pepela v vzorcih krme. Na podlagi weendske analize lahko ugotovimo, da so uporabljeni substrati kljub nekaterim odstopanjem primerljivi s povprečno kakovostjo voluminozne krme v Sloveniji. Povprečna travna silaža v Sloveniji vsebuje 442 g sušine/kg, 159 g surovih beljakovin /kg SS, 279 g surove vlaknine/kg SS ter 110 g surovega pepela/kg SS. Vzorec travne silaže iz Kokre vsebuje več sušine (586 g/kg), več surovih beljakovin (194 g/kg SS) in več surovega pepela (107 g/kg SS). Vsebnost surove vlaknine v travni silaži iz Kokre pa je manjša (237 g/kg SS). Vzorec travne silaže iz Jelendola pa je vseboval 387 g surove vlaknine/kg SS, 128 g surovih beljakovin/kg SS, 340 g surove vlaknine/kg SS ter 97 g surovega pepela/kg SS.

Povprečno slovensko seno vsebuje 870 g sušina/kg, 111 g surovih beljakovin/kg SS, 315 g surove vlaknine/kg SS ter 78 g pepela/kg SS (Verbič in sod., 2011). Vsebnost suhe snovi v senu iz Kokre je znašala 843 g/kg, surovih beljakovin 93 g/kg SS, surove vlaknine 282 g/kg SS in surovega pepela 97 g/kg SS. Seno iz Jelendola je vsebovalo manj sušine (867 g/kg), manj surovih beljakovin (107 g/kg SS), manj surove vlaknine (304 g/kg SS) in več surovega pepela (97 g/kg SS).

Po kemijski sestavi se razlikujejo tudi vzorci močnih krmil. Substrat želoda se po kemijski sestavi od povprečnega želoda, ki ga navaja Žgajnar (1990), najbolj razlikuje v vsebnosti surovih beljakovin. Naš vzorec je vseboval 53 g SB/kg SS, Žgajnar (1990) pa navaja vsebnost 73 g surovih beljakovin/kg SS. Ostali parametri kemijske sestave želoda so približno enaki. Substrat kostanja se od sestave, ki jo navaja Žgajnar (1990) razlikuje predvsem v večji vsebnosti surovih maščob (uporabljen substrat 16 g/kg, po Žgajnarju pa 54 g/kg), razlikuje se tudi v vsebnosti surovih vlaknin, ki za uporabljeni substrat kostanja znašajo 143 g/kg, po Žgajnarju pa 62 g/kg.

Glede na primerljivo kemijsko sestavo uporabljenih substratov z drugimi krmami v Sloveniji lahko sklepamo, da bi podobne rezultate ugotovili tudi ob uporabi enakih vrst krme iz drugih območij Slovenije.

5.1.2 Plinski test

Pri izračunavanju in oblikovanju prehranskih normativov za jelenjad se v praksi pogosto uporabljajo prehranski normativi za drobnico, predvsem za ovce (Ru in sod., 2002). Iz rezultatov analiz mikrobne aktivnosti v vampih košut in ovnov lahko ugotovimo, da je mikrobna aktivnost pri prebavi vlakninaste krme med opazovanimi živalmi podobna.

Pri fermentaciji hranljivih snovi v vampu nastajajo plini (večinoma ogljikov dioksid in metan), ter mikrobna biomasa. Kazalniki, ki jih dobimo ob meritvah *in vitro* produkcije plina, so zato pomembni za ugotavljanje dinamike in obsega razgradnje topnih in netopnih hranljivih snovi krme v različnih delih prebavil (Getachew in sod., 1998). Krmni obroki za različne vrste živali se med seboj razlikujejo po lastnostih in kemijski sestavi, zato se razlikuje tudi potek njihove fermentacije v prebavilih. Potek fermentacije iste krme se pomembno razlikuje tudi znotraj določene podskupine prežvekovalcev.

Nastanek plina je v glavnem rezultat pretvorbe ogljikovih hidratov v očetno, propionsko in masleno kislino. V našem poskusu smo ugotovili, da je več plina nastalo pri energijsko bogati krmi z manj beljakovinami. Izjema je bila travna silaža iz Jelendola, saj so pri silaži topni ogljikovi hidrati deloma že fermentirani. Tudi v številnih drugih opazovanjih (Wolin, 1960; Cone in van Gelder, 1999) so ugotovili, da je produkcija plina (B) večja ob krmljenju živali z močnimi krmili kot pa ob krmljenju z beljakovinsko krmo. Waghorn in Stanford (1993) pa navajata, da med ovcami in jeleni v produkciji plina ni statistično značilnih razlik. Pri tem moramo poudariti, da so v njihovih poskusih živali zauživale enak osnovni obrok, v našem poskusu pa so se obroki živali, donorjev vampovega soka razlikovali.

V našem poskusu smo ugotovili tudi, da je produkcija plina večja pri košutah kot pri ovcah, nekoliko manjša razlika pa je bila opazna le pri voluminozni krmi. Največja razlika v produkciji plina med opazovanimi živalmi je bila ugotovljena pri gradnu, kostanju, sladkorni pesi in jabolčnih tropinah. To razliko lahko pripišemo k boljši prebavljivosti manj vlakninske in energetske bogate krme s strani jelenjadi. Hofmann (1989) navaja, da jelenjad za prehrano lahko uporablja strukturno vlaknino, tako kot ovce, vendar je bolj prilagojena zauživanju manj vlakninaste krme in energijske bogate krme. Produkcija plina (B) je bila pri ovnih večja le pri želodu.

Pri največji hitrosti fermentacije (MFR) so razlike med opazovanimi živalskimi vrstami in med substrati majhne. Hitrost fermentacije je bila največja pri sladkorni pesi, ki je imela skoraj dvakratno hitrost fermentacije ostalih krmil (40 ml/h pri košutah in 38 ml/h pri ovnih). To nam pove, da je sladkorna pesa lahko razgradljiva, saj vsebuje najmanj NDV od vseh uporabljenih krmil (140 g/kg SS), ogljikove hidrate pa zastopajo predvsem pektinske snovi. Velika razlika pri največji hitrosti fermentacije je bila pri želodu, saj je pri tem substratu največja hitrost fermentacije pri košutah približno trikrat večja kot pri ovnih (košute 13 ml/h, ovni 4 ml/h). Kemijska sestava želoda je zelo podobna gradnu, zato ne vemo, zakaj naj bi prišlo do takih razlik v največji hitrosti fermentacije med opazovanimi

vrstami. Sklepamo, da ima na rezultate pomemben vpliv navajenost živali na določeno krmo, ki določa tudi aktivnost vampovih mikroorganizmov.

Iz preglednice 9, ki vsebuje podatke o času največje hitrosti fermentacije (TMFR) lahko opazimo podobnost v rezultatih. Pri večini substratov je opazna le majhna razlika, izjema je zopet želod. Nekoliko večja razlika je bila ugotovljena tudi pri gradnu in kostanju. Tudi dosedanje opravljene raziskave (Clauss in sod., 2008) o razlikah med opazovanimi vrstami živali ugotavljajo enake zakonitosti. Rezultati prikazujejo nekoliko hitrejšo fermentacijo in hitrost prehajanja krme skozi vamp pri jelenjadi.

Pri produkciji plina v 24 urah lahko opazimo podobnosti znotraj posameznega tipa prežvekovalcev. Po pričakovanju lahko opazimo, da je pri košutah nekoliko večja produkcija plina v 24 urah ob zauživanju »nevlakninaste« krme (želod, graden, kostanj), medtem ko je pri ovnih večja produkcija plina pri krmljenju z »vlakninasto« krmo (seno, trava, travna silaža), čeprav je pri travni silaži iz Jelendola rezultat ravno obraten. Slednje je posledica že delne fermentacije ogljikovih hidratov v postopkih pridelave travne silaže.

5.1.3 Vpliv na prebavljivost in razgradljivost SS

Z *in vitro* razgradljivostjo suhe snovi laboratorijsko opazujemo razgradnjo SS v okolju podobnem predželodcem prežvekovalcev. Različni avtorji (Milne in sod., 1978; Fennessy in sod, 1980), so primerjali prebavo istih hranljivih snovi pri ovcah in jelenih. Ti avtorji poročajo o nekaterih interakcijah med živalskimi vrstami in njihovo razgradljivostjo, v našem poskusu pa nismo ugotovili velikih razlik pri navidezni razgradljivosti SS.

Če najprej primerjamo razlike med substrati, lahko omenimo sladkorno peso, ki daleč odstopa od povprečja, saj je navidezna razgradljivost tega substrata za skoraj 70 % večja od ostalih substratov. Slednje smo ugotovili pri jelenih in pri ovnih. To je po našem mnenju posledica nizke vsebnosti strukturne vlaknine in visoke vsebnosti lahko razgradljivih ogljikovih hidratov, ki jih sestavljajo predvsem pektinskih snovi. Iz dobljenih rezultatov lahko sklepamo, da je navidezna razgradljivost SS večja pri ovnih, kar smo ugotovili pri *in vitro* fermentaciji gradna.

Domingue in sod. (1991) navajajo, da je posebej v poletnem času prebavljivost surove vlaknine večja pri jelenih kot pri ovcah. Jelenjad prav tako bolje prebavlja lignin. Iz rezultatov poskusa lahko ugotovimo, da pri primerjavi košut in ovnov prihaja do večjih razlik v razgradljivosti, kadar živali zaužijejo energijsko krmo. Ob krmljenju z vlakninasto krmo, pa razlike v navidezni razgradljivosti SS niso tako izrazite (približno 2 %).

Tudi za *in vitro* navidezno prebavljivost suhe snovi veljajo podobne ugotovitve kot pri *in vitro* navidezni razgradljivosti. Razlike med košutami in ovni so pri IVNRSS statistično značilne za substrate: seno iz Kokre, travna silaža iz Jelendola, graden in želod. Največja razlika je bila izmerjena pri senu iz Kokre (479 g/kg SS pri košutah in 541 g/kg SS pri ovnih). Vsi preučevani substrati, pri katerih so razlike med košutami in ovni statistično značilne ($P < 0,05$), so bili bolje prebavljivi s strani ovnov. Glede na različne vsebnosti energije in surove vlaknine v preučevanih substratih, ni bilo opaziti bistvenih razlik v

prebavljivosti med različnimi substrati, pri posamezni vrsti živali. Navidezna prebavljivost je bila podobna pri vseh substratih, nekaj večje razlike smo opazili pri vlakninasti krmi. Razlike so verjetno posledica prilagoditve ovnov (pašne živali) na boljšo prebavljivost vlaknine. Izmed dobljenih rezultatov je zopet izstopala sladkorna pesa, katere navidezna prebavljivost je veliko boljša od povprečja ostalih substratov (IVNPSS pri košutah 909 g/kg SS in pri ovnih 950 g/kg SS). To je zopet posledica nizke vsebnosti surove vlaknine in visoke vsebnosti lahko razgradljivih ogljikovih hidratov.

Pri opazovanju *in vitro* prave razgradljivosti med ovni in košutami ni bilo zabeleženih večjih razlik med živalskimi vrstami. Travno silažo iz Kokre, travno silažo iz Jelendola in kostanj bolje razgradijo košute, medtem ko seno iz Kokre in svežo travo iz Kokre bolje razgradijo ovni. Iz rezultatov poskusa lahko ugotovimo, da so razlike zelo majhne, zato menimo, da je *in vitro* razgradljivost med opazovanimi vrstami podobna.

5.2 SKLEPI

V raziskavi smo ugotovili, da vrsta substrata in vrsta inokuluma vplivata na potek *in vitro* fermentacije ter na mikrobovno aktivnost vampovih mikroorganizmov:

- Vsi preučevani vplivi (vrsta substrata, vrsta inokuluma ter interakcija med njima) značilno vplivajo na skupno potencialno produkcijo plina, specifično hitrost fermentacije (C), faktor mikrobne (ne)učinkovitosti (A) ter na največjo hitrost fermentacije (MFR).
- Pri *in vitro* fermentaciji krme in krmil v vampovem soku košut (274 ml/g SS) se tvori veliko večja količina plina kot pri ovnih (234 ml/g SS). Razlike so izrazite predvsem pri krmljenju z energijsko bogato krmo.
- Razlike v fermentaciji vlakninaste krme so med opazovanimi živalskimi vrstami opažene. Specifična hitrost fermentacije (C) je pri travi iz Košute večja pri ovnih (2,32 pri ovnih; 2,07 pri košutah). Pri košutah pa je kazalnik C večji pri želodu (2,78 pri košutah; 1,72 pri ovnih). V poskusu smo ugotovili razlike med kemijsko sestavo krme in specifično hitrostjo fermentacije. Ta je bila pri nekaterih substratih večja pri košutah, pri drugih pa pri ovnih.
- Izmed vseh substratov fermentacije pri ovnih zelo odstopajo le rezultati za želod. Slednje je razvidno predvsem iz plinskega testa, kjer sta specifična hitrost fermentacije (pri košutah 2,78 in pri ovnih 1,72) in faktor mikrobne (ne)učinkovitosti (pri košutah 0,125 in pri ovnih 0,30) izrazito nižja od drugih v poskusu uporabljenih vzorcev krme.
- Iz podatkov o *in vitro* navidezni prebavljivosti lahko sklepamo, da ovni za približno 10 % boljše izkoristijo voluminozno krmo (seno iz Kokre in travna silaža iz

Jelendola) za razliko od košut. Boljša je tudi IVNPSS gradna (661 g/kg SS pri ovnih; 616 g/kg SS pri košutah)

- Glede na rezultate poskusa lahko sklepamo, da je pri jelenjadi fermentacija močne krme boljša kot pri krmi z večjim deležem surove vlaknine. Pri pravi razgradljivosti krme pa so bile ugotovljene razlike med košutami in ovni majhne.
- Na podlagi ugotovitev poskusa sklepamo, da so normativi, ki jih uporabljamo za ovce, povsem primerni tudi za sestavljanje krmnih obrokov za jelenjad, če le ti temeljijo na voluminozni krmi.

6 POVZETEK

Zimsko krmljenje divjadi ima številne pozitivne vplive na živali in okolje, kot so npr. manjša smrtnost v zimskem času, zmanjševanje škod na kmetijskih kulturah in gozdovih zaradi objedenosti rastlin in povečevanje gostot jelenjadi. Na drugi strani pa ima lahko nepravilno zimsko krmljenje številne negativne učinke na zdravje jelenjadi. Prehranske študije na prostoživečih živalih so pogosto omejene na preučevanje zaužitih količin krme, primanjkuje pa raziskav, iz katerih bi lahko določili hranilne vrednosti krme in krmnih obrokov za jelenjad. Zaradi slednjega se pri preučevanju prehrane jelenjadi in sestavljanju krmnih obrokov uporablja prehranske normative drugih prežvekovalcev, predvsem drobnice, kljub temu, da ne vemo, ali ti normativi dejansko držijo tudi za jelenjad.

Namen naše naloge je bil ugotoviti, ali lahko prehranske normative za krmljenje ovac uporabimo tudi pri načrtovanju krmnih obrokov za jelenjad v oborah. Slednje smo preverjali z izvedbo *in vitro* fermentacije različnih vrst krme pri ovnih in košutah. Vzorce inokuluma smo odvzeli iz dveh fistuliranih ovnov ter šestih uplenjenih košut. V poskusu smo uporabili enajst različnih krm, ki jih lahko uvrstimo v skupino voluminoznih krm (trava iz Košute, sveža trava iz Kokre, travna silaža iz Kokre, seno iz Kokre, travna silaža iz Jelendola, seno iz Jelendola) ter močnih krmil (jabolčne tropine, sladkorna pesa, kostanj, graden, želod).

In vitro fermentacijo različnih substratov smo izvedli s Hohenhimskim plinskim testom (Menke in Steingass, 1988). Zgoraj navedene substrate smo do 96 ur inkubirali v inokulumu sestavljenem iz vampovega soka ovnov ali košut ter pufru (1:3), med inkubacijo pa smo merili prostornino nastalega plina. Zbrane rezultate smo nato korigirali na vsebnost suhe snovi ter prostornino plina nastalega iz slepega vzorca. Korigirane podatke smo nato uporabili v Gompertzovem modelu, s katerim smo ocenili kazalnike fermentacije. Tako smo izračunali skupno potencialno produkcijo plina (B), specifično hitrost fermentacije (C) in faktor mikrobne (ne)učinkovitosti (A). Z nadaljnjimi izračuni smo nato pridobili še podatke o največji hitrosti fermentacije (MFR), času, ko je bila hitrost fermentacije največja (TMFR) ter količino nastalega plina v osmih urah (GAS₂₄).

V drugem delu poskusa smo ugotavljali *in vitro* prebavljivost in razgradljivost suhe snovi, pri tem pa smo uporabili filter vrečke F57 (Ankom, ZDA) ki smo jih napolnili z vzorci substratov ter jih 24 ur inkubirali v mešanici vampovega soka in pufru (1:3; Daisy^{II}, Ankon, ZDA). Filtrske vrečke smo po fermentaciji v puferiranem vampovem soku obdelali v raztopini pepsin-HCl in segreli v nevtralnem detergentu (ND), da smo lahko določili vsebnost NDV. Po sušenju in tehtanju vrečk z vzorci substratov smo izračunali *in vitro* navidezno razgradljivost SS (IVNRSS), *in vitro* navidezno prebavljivost SS (IVNPSS) ter *in vitro* pravo razgradljivost SS (IVPRSS).

Vrsta substrata, vrsta inokuluma ter interakcija med substratom in inokulumom so statistično značilno vplivali na skupno potencialno produkcijo plina (B), specifično hitrost fermentacije (C) in faktor mikrobne (ne)učinkovitosti (A). Skupna potencialna produkcija plina (B) je bila pri jabolčnih tropinah, sladkorni pesi, kostanju in gradnu večja pri košutah,

pri sveži travi iz Kokre in želodu pa je bil kazalnik B večji pri ovnih. Iz rezultatov smo ugotovili, da se skupna produkcija plina (B) ob zauživanju voluminozne krme bistveno ne razlikuje med opazovanimi živalmi. Izmed vseh opazovanih substratov je bila skupna produkcija plina (B) pri košutah največja ob zauživanju sladkorne pese, pri ovnih pa pri zauživanju želoda. Specifična hitrost fermentacije (C) je bila pri košutah največja ob fermentaciji želoda (3,07), pri ovnih pa je bila največja ob vnosu sena iz Jelendola (2,79). Specifična hitrost fermentacije (C) v primerjavi med košutami in ovni je bila pri travi iz košute večja pri ovnih (ovni 2,32; košute 2,07), pri želodu pa je bila večja pri košutah (košute 2,78; ovni 1,72). Ob zauživanju voluminozne krme se konstantni faktor mikrobne (ne)učinkovitosti (A) med košutami in ovni malo razlikuje, močno pa se razlikuje pri močni krmi.

V poskusu je bila največja razlika v največji hitrosti fermentacije (MFR) med košutami in ovni pri želodu, in je znašala kar 9,5 ml/h. Največja hitrost fermentacije se opazno razlikovala tudi pri zauživanju travne silaže iz Jelendola, kjer je MFR večja pri košutah. Na največjo hitrost fermentacije (MFR) statistično značilno vplivajo vrsta inokuluma, substrat ter interakcija med njima. Enako velja tudi za produkcijo plina v 24 urah (GAS₂₄). Ta se med opazovanimi vrstami najbolj razlikuje za sladkorno peso (362 ml/g SS pri košutah in 318 ml/g SS pri ovnih). Vrsta inokuluma ni imela statistično značilnega vpliva na čas največje hitrosti fermentacije (TMFR). Največja razlika v času največje hitrosti fermentacije (TMFR) med košutami in ovni pri *in vitro* fermentaciji je bila sicer opažena pri želodu (9,4 h), temu pa sledita še kostanj (3,9 h) in graden (2,7 h). Razlike med ostalimi substrati pa so bistveno manjše.

Med košutami in ovni so bile opažene razlike v navidezni razgradljivosti (IVNRSS) majhne, slednje je izraženo predvsem pri substratih z večjo vsebnostjo surove vlaknine. Pri ovnih je bila IVNRSS največja pri sladkorni pesi (897 g/kg SS) najmanjša pa pri senu iz Kokre (393 g/kg SS). Košute so prav tako imele največjo IVNRSS pri sladkorni pesi (835 g/kg SS), najmanjša pa prav tako pri senu iz Kokre (379 g/kg SS). Na ta parameter statistično značilno vplivata substrat in vrsta inokuluma, interakcija med njima pa ne. Interakcija med inokulumom in substratom prav tako nima značilnega vpliva na *in vitro* navidezno prebavljivost SS (IVNPSS), ostala vpliva pa sta statistično značilna. Ta parameter je bil pri ovnih boljši pri senu iz Kokre, travni silaži iz Jelendola in gradnu. IVNPSS je bila pri ovnih največja za sladkorno peso (950 g/kg SS), najmanjša pa pri kostanju (514 g/kg SS). Prav tako je bila pri košutah IVNPSS največja za sladkorno peso (909 g/kg), najmanjša pa za svežo travo iz Kokre (465 g/kg SS). *In vitro* prava razgradljivost SS (IVPRSS) je bila pri substratih z manjšo vsebnostjo strukturne vlaknine nekoliko večja pri košutah. Pri košutah je bila IVPRSS največja za sladkorno peso (917 g/kg SS), najmanjša pa za seno iz Jelendola (538 g/kg SS). Pri ovnih je bila IVPRSS prav tako največja pri sladkorni pesi (936 g/kg SS) in najmanjša pri senu iz Jelendola (515 g/kg SS). Statistično značilen vpliv na IVPRSS je imel inokulum in interakcija med substratom in inokulumom.

Iz statistične obdelave podatkov lahko ugotovimo, da vrsta inokuluma, vrsta krme ter interakcija med njima vplivajo na potek fermentacije. Na podlagi rezultatov poskusa zajetega v magistrskem delu lahko sklepamo, da so razlike v fermentaciji vlakninaste krme med opazovanimi inokulumi zelo majhne. Izrazite razlike pa lahko ugotovimo ob krmljenju živali z energijsko bogato krmo. Sklepamo lahko tudi, da je pri jelenjadi fermentacija močne krme boljša kot fermentacija vlakninaste krme, kar je res v skladu z uvrstitvijo jelenov v skupino prebiralcev. Iz podatkov o *in vitro* navidezni prebavljivosti (IVNPSS) ugotavljamo tudi, da ovni za približno 10 % boljše izkoristijo posamezno voluminozno krmo, za razliko od košut. Na podlagi ugotovitev poskusa, sklepamo, da so normativi, ki jih uporabljamo za ovce primerni za sestavljanje krmnih obrokov za jelenjad, v kolikor krmni obroki temeljijo na voluminozni krmi.

7 VIRI

- Accetto M. 1986. Vpliv rastlinojede divjadi na jelendolske gozdove v Karavankah. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 27: 37-88
- Adamič M. 1989. Pomen poznavanja prehranske značilnosti parkljaste divjadi. Strokovna in znanstvena dela, 101: 29-70
- Adamič M. 1990. Prehranske značilnosti kot element načrtovanje varstva, gojitve in lova divjadi s poudarkom na jelenjadi (*Cervus elaphus* L.). Strokovna in znanstvena dela, 105: 203 str.
- Bidlack J., Buxton D. 1992. Content and deposition rates of cellulose, hemicellulose and lignin during regrowth of forage grasses and legumes. Canadian Journal of Plant Science, 72: 809-818
- Bogovič G. 2009. Analiza ustreznosti razmeščanja krmišč z vidika zmanjševanja v gozdnem prostoru na primeru posavskega lovsko-upravljaljskega območja. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 45 str.
- Bubenik A.B. 1984. Ernährung, Verhalten und Umwelt des Schalenwildes. Munchen, BLV Verlag: 271 str.
- Cheeke P.R., Dierenfeld E.S. 2010. Comparative animal nutrition and metabolism. Cambridge, CABI Publishing: 325 str.
- Clauss M., Kaiser T., Hummel J. 2008. The Morphophysiological Adaptations of Browsing and Grazing Mammals. V: The Ecology of Browsing and Grazing. Gordon I.J., Herbert H.T.P. (eds.). Berlin, Heidelberg, Springer: 47-88
- Clutton-Brock T.H., Albon S.D. 1983. Climatic variation and body weight of red deer. Journal of Wildlife Management, 47: 1197-1201
- Clutton-Brock T.H., Guinness F.E., Albon S.D. 1982. Red deer, behavior and ecology of two sexes. Chicago, University of Chicago, Edinburgh University Press: 333 str.
- Cone J.W., Van Gelder A.H. 1999. Influence of protein fermentation on gas production profiles. Animal Feed Science and Technology, 76: 251-264
- Davies D.S. 1996. Aflatoxins and disease concerns. V: Supplemental feeding for deer: beyond dogma. Symposium, Kerrville, Texas 8. - 10. oktober 1996. Ramsey C.W. (ed.). College Station. Texas A&M University: 143-145
- Domingue B.M.F., Dellow D. W., Wilson P. R., Barry T. N. 1991. Comparative digestion in deer, goats, and sheep. New Zealand Journal of Agricultural Research, 34, 1: 45-53

- Dzieciolowski R. 1969. The quantity, quality, and seasonal variation of food resources available to red deer in various environmental conditions of forest management. Warsaw, Forest Research Institut: 295 str.
- Fennessy P.F., Greer G.J., Forss D.A. 1980. Voluntary intake and digestion in red deer and sheep. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 40: 158-162
- Getachew G., Blümmel M., Makkar H.P.S., Becker K. 1998. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds. *Animal feed science and technology*, 72, 3-4: 261-281
- Hafner M. 2008. Jelenjad: zgodovina na Slovenskem, ekologija, upravljanje. Ljubljana, Lovska zveza Slovenije: 431 str.
- Hoffman R. R. 1989. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia*, 78: 443 – 457
- Jonozovič M., Marenče M. 2011. Upravljanje z navadnim jelenom (*Cervus elaphus* L.) v Sloveniji v zadnjih desetih letih in izhodišča za upravljanje v prihodnje. V: Zbornik prispevkov 3. posveta z mednarodno udeležbo o upravljanju z divjadjo: jelenjad, 3. posvet z mednarodno udeležbo o upravljanju z divjadjo: jelenjad, Velenje, 12. november 2011. Poličnik H., Pokorny B (ur.). Ljubljana, Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije: 58-62
- Kay R. N. B., Goodall E. D. 1976. The intake, digestibility and retention time of roughage diets by red deer (*Cervus Elaphus*) and sheep. *Proceedings of the Nutrition Society*, 36: 98-99
- Kompan D., Erjavec E., Kastelic D., Kavčič S., Kermauner A., Rogelj I., Vidrih T. 1996. Reja drobnice. Ljubljana, Kmečki glas: 309 str.
- Kovač M., Mali B., Žlogar J., Planinšek Š., Vochl S. 2015. Priročnik za popis izbranih gozdnih habitatov. Ljubljana. Gozdarski inštitut Slovenije: 10 str.
- Krže B. 1996. Navadni jelen in damjak. Lovčev priročnik, 2. izdaja. Ljubljana, Lovska zveza Slovenije: 46-55
- Lavrenčič A. 2007. The effect of rabbit age on in vitro caecal fermentation of starch, pectin, xylan, cellulose, compound feed and its fibre. *Animal*, 1: 241-248
- Lavrenčič A., Stefanon B., Susmel P. 1997. An evaluation of the Gompertz model in degradability studies of forage chemical components. *Animal Science*, 64: 423-431
- Menke K. H., Steingass H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research Development*, 28: 7-55

- Milne J. A., Macrae J. C., Spence A. M., Wilson S. 1978. A comparison of the voluntary intake and digestion of a range of forages at different times of the year by the sheep and the red deer (*Cervus Elaphus*). The British Journal of Nutrition 40, 2: 347–57
- Orešnik A., Kermauner A. 2009. Osnove prehrane živali. Učbenik. Slovenj Gradec, Kmetijska založba: 179 str.
- Palmer W.L., Cowan R.L. 1979. Comparison of deer and sheep digestive capacities. Journal of Wildlife Management, 43: 798-801
- Pogačnik M., Cestnik V., Curk A., Juntas P., Kosec M., Zadnik T. 1998. Zdravje in bolezni drobnice. Ljubljana, Kmečki glas: 276 str.
- Raesfeld F. K., Reulecke K. 1991. Jelenjad I. Ljubljana, Lovska zveza Slovenije: 245 str.
- Ru Y. J., Glatz P. C., Miao Z. H, Swanson K., Falkenberg S., Wyatt S. 2002. Comparison of the digestibility of grain and forage by sheep, red and fallow deer. Asian-Australian Journal of Animal Science, 15, 6: 800-805
- SAS/STAT: User's guide. 1994. 6th edition. Cary, SAS Institute: 890 str.
- Simonič A. 1962. Prispevek k vprašanju škode, ki jo divjad povzroča v naših gozdovih. Gozdarski vestnik, 20, 1: 18-31
- Smith B.L., Anderson S.H. 1998. Juvenile survival and population regulation of the Jackson elk herd. The Journal of Wildlife Management, 62, 3: 1036-1045
- Van Soest P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca. Cornell University Press: 476 str.
- Verbič J., Čeh T., Gradišer T., Janžekovič S., Lavrenčič A., Levart A., Perpar T., Velikonja B.Š., Žnidaršič T. 2011. Kakovost voluminozne krme in prireja mleka v Sloveniji. Zbornik predavanj 20. mednarodno znanstveno posvetovanje o prehrani domačih živali "Zdravčevi-Erjavčevi dnevi", Radenci, 10. – 11. november 2011. Čeh T., Kapun S., Verbič J., Salobir J., Kramberger B., Steingass H., Steinweidder A., Špur M. (ur.). Murska Sobota, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod: 97-110
- Waghorn G.C., Stafford J. 1993. Gas production and nitrogen digestion by rumen microbes from deer and sheep. New Zealand Journal of Agricultural Research, 36: 493-497
- Wolin M.J. 1960. A Theoretical Rumen Fermentation Balance. Journal of Dairy Science, 43, 10: 1452-1459
- Žgajnar J. 1990. Prehrana in krmljenje goved. Ljubljana. Kmečki glas: 564 str.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Andreju Lavrenčiču za vso pomoč, nasvete in popravke pri nastajanju magistrske naloge. Za pregled besedila in popravke se zahvaljujem tudi recezentki prof. dr. Tatjani Pirman, predsedniku komisije doc. dr. Silvestru Žgurju ter ga. Jerneji Bogataj. Najlepša hvala tudi ga. Sabini Knehtel za prijaznost in pomoč pri reševanju težav tekom študija.

Za vso potrpljenje, podporo in vzpodbudo v času študija in nastajanja magistrske naloge se zahvaljujem tudi vsem domačim ter prijateljem.

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Nikola POPOVIČ

**PRIMERJAVA *IN VITRO* FERMENTACIJE KRME
PRI JELENIH IN OVCAH**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij – 2. stopnja

Ljubljana, 2016

