

UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

mr Jordan P. Marković

UTICAJ FENOFAZE RAZVIĆA NA
ZASTUPLJENOST LIGNINA I HRANLJIVU
VREDNOST LUCERKE I CRVENE
DETELINJE

Doktorska disertacija

Beograd, 2014.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF AGRICULTURE

mr Jordan P. Marković

EFFECT OF DEVELOPMENT STAGE ON
CONTENT OF LIGNIN AND NUTRITIVE
VALUE OF ALFALFA AND RED CLOVER

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2014.

UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Mentor:

Dr Goran Grubić, redovni profesor

Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun

Članovi komisije:

Dr Nenad Đorđević, redovni profesor

Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun

Dr Miroslav Vrvić, redovni profesor

Univerzitet u Beogradu, Hemijski fakultet, Beograd

Dr Aleksandar Simić, docent

Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Zemun

Dr Bora Dinić, naučni savetnik

Institut za krmno bilje, Kruševac

Datum odbrane: _____

Ova istraživanja su obavljena u Institutu za krmno bilje u Kruševcu. Doktorska disertacija deo je nacionalnog tehnološkog projekta TR 31057 "Poboljšanje genetičkog potencijala i tehnologija proizvodnje krmnog bilja u funkciji održivog razvoja stočarstva", koji je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, a čiji je rukovodilac dr Jasmina Radović.

Ovom prilikom bih želeo da se najiskrenije zahvalim svojim mentorima prof. dr Goranu Grubiću i prof. dr Miroslavu Vrvicu koji su mi bili uzor i velika podrška u izradi ovih istraživanja.

Posebnu zahvalnost dugujem dr Bori Diniću, naučnom savetniku iz Instituta za krmno bilje, koji je zajedno sa mnom prešao čitav put od početka do kraja istraživanja, nesebično pomažući u svakom momentu.

Takođe, ovom prilikom se zahvaljujem komentorima prof. dr Nenadu Đorđeviću i dr Alaksandru Simiću, koji su vrlo preciznim sugestijama doprineli kvalitetu ovog rada.

Od samog početka, osmišljavanja teme, postavljanja modela ogleda, izvođenja eksperimenta, davanja stručnih saveta u prevazilaženju stručnih problema, kao i velike podrške da istrajem u ovom teškom ali inspirativnom poslu imao je kolega dr Dragan Terzić, naučni saradnik iz Instituta za krmno bilje, kome dugujem veliku zahvalnost.

Koleginica Radica Marković, hemijski tehničar u agrohemijskoj laboratoriji Instituta za krmno bilje, zaslužuje veliku zahvalnost, jer je u periodu od gotovo godinu dana posvetila najveći deo svog vremena analizama u okviru ovih istraživanja.

Pored njih, zahvaljujem se svim kolegama i kolegamicama iz Instituta za krmno bilje na razumevanju, podršci i učestvovanju u pojedinim fazama izvođenja ogleda, koje sam ne bih mogao završiti.

Autor

SPISAK SKRAĆENICA

CNCPS – **C**ornell **N**et **C**arbohydrate and **P**rotein **S**ystem

TDN – **T**otal **D**igestible **N**utrients (ukupne svarljive hranljive materije)

CHO – **C**arbohydrates (ukupni ugljeni hidrati)

FC – **F**iber **C**arbohydrates (strukturni ugljeni hidrati)

NFC – **N**on **F**iber **C**arbohydrates (nevlaknasti ugljeni hidrati)

CF – **C**rude **F**iber (sirova vlakna)

NDF – **N**eutral **D**etergent **F**iber (vlakna nerastvorljiva u rastvoru neutralnog deterdženta)

ADF – **A**cid **D**etergent **F**iber (vlakna nerastvorljiva u rastvoru kiselog deterdženta)

NSC – **N**on **S**tructural **C**arbohydrates (nestrukturni ugljeni hidrati)

TNC – **T**otal **N**onstructural **C**arbohydrates (ukupni nestrukturni ugljeni hidrati)

TESC – **T**otal **E**tanol **S**oluble **C**arbohydrates (ugljeni hidrati rastvorljivi u etanolu)

WSC – **W**ater **S**oluble **C**arbohydrates (ugljeni hidrati rastvorljivi u vodi)

EDTA – **E**tilen **D**iamino **T**etraacetic **A**cid (etilen diamino tetrasirćetna kiselina)

FA – **F**erulic **A**cid (ferulinska kiselina)

PCA – **p**-**C**umaric **A**cid (p-kumarna kiselina)

NMR – **N**uklearno **M**agnetna **R**ezonanca

KL – **K**lason **L**ignin

ADL – **A**cid **D**etergent **L**ignin (lignin nerastvorljiv u 72%-nom rastvoru H₂SO₄)

OM – **O**rganska **M**aterija

SM – **S**uva **M**aterija

BEM – **B**ezazotne **E**kstraktivne **M**aterije

K 28 – **K**ruševačka **28** (sorta lucerke)

K 32 – **K**ruševačka **32** (sorta crvene deteline, tetraploidna)

K 39 – **K**ruševačka **39** (sorta crvene deteline, diploidna)

RUP – **R**umen **U**ndegradable **P**rotein (proteini nerazgradivi u buragu)

RDP – **R**umen **D**egradable **P**rotein (proteini razgradivi u buragu)

CP – **C**rude **P**rotein (sirovi proteini)

TP – **T**rue **P**rotein (pravi proteini)

NPN - **N**on **P**rotein **N**itrogen (neproteinski azot, izražen kao sirovi proteini, $\text{NPN} \times 6,25$)

IP – **I**nsoluble **P**rotein (nerastvorljivi proteini)

SolP – **S**oluble **P**rotein (rastvorljivi proteini)

NDICP – **N**eutral **D**etergent **I**nsoluble **C**rude **P**rotein (sirovi proteini nerastvorljivi u neutralnom deterdžentu)

ADICP – **A**cid **D**etergent **I**nsoluble **C**rude **P**rotein (sirovi proteini nerastvorljivi u kiselom deterdžentu)

PA – **L**ako rastvorljivi proteini koje čine neproteinska azotna jedinjenja

PB₁ – **R**astvorljivi pravi protein koji se veoma brzo razlažu u buragu

PB₂ – **P**ravi protein srednje razgradivosti u buragu

PB₃ – **F**rakcija proteina koja se u buragu veoma malo razlaže

PC – **F**rakcija sirovih proteina koja je povezana sa ligninom i potpuno nedostupna za životinje

CA – **L**akorastvorljivi i brzorazgradivi ugljeni hidrati, monosaharidi i disaharidi

CB₁ – **B**rzorazgradivi ugljeni hidrati, skrob

CB₂ – **N**evlaknasti ugljeni hidrati koji se razlažu srednjom brzinom

CB₃ – **S**pororazgradivi ugljeni hidrati, dostupni deo ćelijskog zida

CC – **P**otpuno nerazgradivi, nedostupni deo ćelijskog zida povezan sa ligninom

UTICAJ FENOFAZE RAZVIĆA NA ZASTUPLJENOST LIGNINA I HRANLJIVU VREDNOST LUCERKE I CRVENE DETELINE

Rezime

Ispitivan je uticaj sorte, faze razvića i otkosa na hranljivu vrednost lucerke (*Medicago sativa* L.) i crvene deteline (*Trifolium pratense* L.). Hemijski sastav je određen prema Weende i Detergent sistemu analize. Primenom CNCPS sistema analize utvrđena je priroda proteina i ugljenih hidrata ispitivanih biljnih vrsta, odnosno oblik u kome su ove hranljive supstance zastupljene, a koji jeste najznačajniji činilac koji određuje stepen i brzinu razlaganja u buragu. U ovim istraživanjima utvrđene su razlike u sadržaju lignina ispitivanih krmnih vrsta u zavisnosti od starosti biljaka, kao i uticaj lignifikacije ćelijskih zidova na svarljivost ovih hraniva.

Prinos suve materije lucerke i crvene deteline zavisio je od sva tri ispitivana faktora i njihovih interakcija. Domaća sorta lucerke je produktivnija (6,8 do 2,3 t ha⁻¹ od prvog do četvrtog otkosa, odnosno od 3,4 do 5,5 t ha⁻¹ od prve do treće faze razvića) u odnosu na američku (5,9 do 2,2 t ha⁻¹ od prvog do četvrtog otkosa, odnosno od 2,7 do 5,2 t ha⁻¹ od prve do treće faze razvića). Američka populacija lucerke je sadržala veću količinu sirovih proteina (197,9 g kg⁻¹ SM) u odnosu na domaću sortu (188,7 g kg⁻¹ SM), dok je tetraploidna sorta crvene deteline sadržala veću količinu sirovih proteina (181,3 g kg⁻¹ SM) u odnosu na diploidnu sortu (174,5 g kg⁻¹ SM). Najveći sadržaj sirove celuloze je konstatovan u drugom otkosu sorte K 28 (407,6 g kg⁻¹ SM).

Faza razvića je značajno uticala na udeo lignina u suvoj materiji lucerke, čija se količina povećala od prvog do trećeg otkosa. U suvoj materiji crvene deteline je konstatovana značajno manja količina lignina. Najveća svarljivost suve materije je ustanovljena u četvrtom otkosu lucerke (754,4 g kg⁻¹ SM), odnosno u trećem otkosu crvene deteline (820,1 g kg⁻¹ SM), a najmanja u drugom otkosu, što se može objasniti najvećim učešćem strukturnih ugljenih hidrata u ovom otkosu.

Crvena detelina je sadržala veći udeo prostih šećera, kao i veći udeo NFC u odnosu na lucerku. Sadržaj nedostupnih strukturnih ugljenih hidrata se sa rastom i razvićem biljaka povećavao u obe ispitivane biljne vrste.

Crvena detelina je sadržala manji udeo PA frakcije sirovih proteina i veći sadržaj PB₃ frakcije u odnosu na lucerku, što znači da se proteini crvene deteline efikasnije iskorišćavaju u organizmu životinja. Obe leguminozne vrste su sadržale veće količine azota u odnosu na optimalne vrednosti. Proteini lucerke se brže razlažu u buragu u odnosu na proteine crvene deteline, te takvi obroci trebaju biti adekvatno izbalansirani u pogledu odnosa razgradivih i nerazgradivih proteina.

Ključne reči: CNCPS, crvena detelina, hranljiva vrednost, lignin, lucerka, svarljivost suve materije

Naučna oblast: Zootehnika

Uža naučna oblast: Ishrana domaćih i gajenih životinja

UDK broj: 633.31/.32:641.1(043.3)

EFFECT OF DEVELOPMENT STAGE ON CONTENT OF LIGNIN AND NUTRITIVE VALUE OF ALFALFA AND RED CLOVER

Summary

The effect of cultivar, stage of development and the cuts on the nutritional value of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and red clover (*Trifolium pratense* L.) was investigated. The chemical composition was determined according to Weende and Detergent system of analysis. Applying CNCPS system of analysis the nature of protein and carbohydrates of plant species were examined, and a form of these nutrients were present in the plants, which is the most important factor determining the rate of degradation in the rumen. In this investigation, differences in lignin content of investigated forage crops were determined depending on the plant development, and the influence of lignifications on the cell wall digestibility of these forages.

Dry matter yield of alfalfa and red clover depended on all three factors and their interactions. The local variety of alfalfa, K 28, was more productive (from 6,8 to 2,3 t ha⁻¹ from first to fourth cut, and from 3,4 to 5,5 t ha⁻¹ from first to third stage of development) compared to US variety, G+13R+CZ (from 5,9 to 2,2 t ha⁻¹ from first to fourth cut, and from 2,7 to 5,2 t ha⁻¹ from first to third stage of development). US alfalfa population contained a larger amount of crude protein (197,9 g kg⁻¹ DM) in relation to K 28 (188,7 g kg⁻¹ DM), while the tetraploid cultivar of red clover contained a larger amount of crude protein (181,3 g kg⁻¹ DM) in the relation to the diploid cultivar (174,5 g kg⁻¹ DM). The highest content of crude fiber was noted in the third stage of development in the second cut of alfalfa, K 28 cultivar (407,6 g kg⁻¹ DM).

Stage of development had a significant impact on the proportion of lignin in the dry matter of alfalfa and the amount of lignin increased from the first to the third cut. Significantly lower amount of lignin was detected in the dry matter of red clover. The highest dry matter digestibility was detected in the fourth cut of alfalfa (754,4 g kg⁻¹ DM), and the third cut of red clover (820,1 g kg⁻¹ DM), and lowest digestibility was determined

in the second cut, which could be explained by a higher amount of structural carbohydrates in this cut.

Red clover contained a higher proportion of simple sugars and NFC compared to alfalfa. Content of unavailable structural carbohydrates increased in both investigated plants species with the growth and development of plants.

Red clover contained a lower proportion of PA protein fraction and a higher content of PB₃ fraction compared to alfalfa which means that the protein of red clover effectively exploited in the organism of animals. Both legumes have contained large amounts of nitrogen in the relation to the optimal value.

Key words: CNCPS, red clover, nutritive value, lignin, alfalfa, dry matter digestibility

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Osnovne hipoteze od kojih se polazi	4
3. Naučni cilj istraživanja	5
4. Pregled literature	6
4.1. Prinos suve mase lucerke i crvene deteline	6
4.2. Hranljiva vrednost lucerke i crvene deteline	11
4.3. Značaj i podela ugljenih hidrata u kabastim hranivima	13
4.4. Balansiranje obroka na osnovu udela ugljenih hidrata	17
4.5. Frakcije proteina u hrani za životinje	19
4.6. Lignin i uticaj stepena lignifikacije ćelijskih zidova na svarljivost suve materije hraniva	26
5. Materijal i metode	32
5.1. Klimatski uslovi	36
5.2. Uzorkovanje	39
5.3. Hemijske analize	41
5.4. Statistička obrada podataka	45
6. Rezultati i diskusija	46
6.1. Prinos suve mase lucerke i crvene deteline	46
6.1.1. Udeo lista u suvoj masi lucerke i crvene deteline	53

6.2. Weende sistem analize	55
6.2.1. Sirovi pepeo	55
6.2.2. Sirovi proteini	57
6.2.3. Prinos sirovih proteina	62
6.2.4. Sirova celuloza	64
6.2.5. Sirove masti	68
6.2.6. BEM	70
6.3. Ukupni ugljeni hidrati - CHO	73
6.3.1. Prosti šećeri – monosaharidi i disaharidi	75
6.3.2. Nevlaknasti ugljeni hidrati - NFC	81
6.3.3. NDF	83
6.3.4. ADF	90
6.3.5. Hemiceluloze	92
6.3.6. Lignin	94
6.4. Svarljivost suve materije	97
6.5. Ugljenohidratne frakcije prema CNCPS sistemu	103
6.5.1. CA frakcija ugljenih hidrata – prosti šećeri	104
6.5.2. CB ₁ frakcija ugljenih hidrata - skrob	106
6.5.3. CB ₂ frakcija ugljenih hidrata- rastvorljiva vlakna	108
6.5.4. CB ₃ frakcija ugljenih hidrata – dostupni ćelijski zid	110
6.5.5. CB frakcija CHO – delimično razgradivi ugljeni hidrati	112
6.5.6. CC frakcija ugljenih hidrata – nedostupni ćelijski zid	115
6.6. Proteinske frakcije	118

6.6.1. NPN – Nепroteinski azot	118
6.6.2. SolP – Rastvorljivi proteini	120
6.6.3. Udeo nепroteinskog azota u rastvorljivim proteinima	122
6.6.4. TP – Pravi proteini	124
6.6.5. IP – Nerastvorljivi proteini	127
6.6.6. ADICP – Proteini neastvorljivi u kiselom deterdžentu	128
6.6.7. NDICP – Proteini nerastvorljivi u neutralnom deterdžentu	131
6.7. Proteinske frakcije prema CNCPS sistemu	134
6.7.1. PA frakcija proteina	135
6.7.2. PB frakcija proteina	139
6.7.3. PB ₁ frakcija proteina	142
6.7.4. PB ₂ frakcija proteina	144
6.7.5. PB ₃ frakcija proteina	148
6.7.6. PC frakcija proteina	151
6.8. N:CHO i N:OM odnos u suvoj materiji lucerke i crvene deteline	153
7. Zaključci	163
8. Literatura	170
9. Biografija autora	190
10. Prilozi - izjave	191

1. UVOD

Ekonomičnost stočarske proizvodnje ogleda se u maksimalnom korišćenju kabaste hrane koja je značajno jeftinija od koncentrovane hrane. Međutim, kvalitet kabaste hrane je često nezadovoljavajući, pa se smanjena hranljiva vrednost dopunjuje koncentratima. Na ovaj način se poskupljuje proizvodnja i povećava rizik od pojave metaboličkih poremećaja. Iz ovih razloga se stočarima i proizvođačima stočne hrane nameće zadatak da pronađu najbolja, najjednostavnija i najjeftinija rešenja za proizvodnju kabaste hrane maksimalnog kvaliteta (**Đorđević i Dinić, 2003**). Zahvaljujući visokom sadržaju proteina, minerala i karotina, leguminoze se upotrebljavaju u ishrani životinja u čistoj kulturi i kao komponenta travno-leguminoznih smeša. Životinje radije konzumiraju biljnu masu sa većim sadržajem proteina, odnosno većim učešćem leguminoza, a time povećavaju prirast telesne mase i proizvodnju mleka (**Broderick et al., 2007**).

Lucerka i crvena detelina, kao najvažnije višegodišnje krmne leguminoze, zauzimaju značajno mesto u proizvodnji kvalitetne stočne hrane. Ove krmne biljke ostvaruju visoke prinose zelene i suve mase, a u mnogim krajevima sveta selekcionisane su brojne sorte i genotipovi koji se odlikuju tolerantnošću prema suši, niskim temperaturama, bolestima i dr. Visok nivo hranljivih elemenata, visoka svarljivost i povoljan odnos strukturnih i nestrukturnih ugljenih hidrata posebno karakterišu lucerku (**Yu et al., 2003**). Osim toga, manja potreba za đubrenjem azotnim mineralnim đubrivima i činjenica da obogaćuju zemljište azotom daje im ne samo ekonomski, već i izuzetan ekološki značaj.

Poznato je da od ukupne potencijalne vrednosti jednog hraniva hranljivu vrednost poseduje samo jedan njegov deo, odnosno deo koji se resorbuje u digestivnom traktu i iskoristi u organizmu domaćih životinja. Korišćenjem krmnih biljaka u ranijim fazama razvića dobija se veći broj otkosa, a dobijena krma sadrži veći procenat sirovih i svarljivih proteina, mineralnih i ostalih hranljivih supstanci (**Lloveras, 2001**). Zbog promena u hemijskom sastavu biljnog organizma u toku njegovog razvoja, posebno je važno da se pravim momentom kosidbe, odnosno početkom ispaše ili korišćenja u zelenom stanju uskladi prinos i hranljivost. Botanička svojstva, hranljiva vrednost, proteinske i ugljenohidratne frakcije uslovljene su sortom, fazom razvića (**Yu et al., 2003, Coblentz et**

al., 2008), klimatskim uslovima (**Lamb et al.**, 2003) i vremenom kosidbe u toku dana usled akumuliranja strukturnih ugljenih hidrata (**Burns et al.**, 2007, **Brito et al.**, 2009). Poznavanje ovih promena predstavlja preduslov pravilne organizacije ishrane domaćih životinja.

Hemijska priroda proteina pojedinih hraniva, odnosno oblik u kome su azotne materije zastupljene, je najznačajniji činilac koji određuje stepen i brzinu razlaganja u buragu (**Yari et al.**, 2012). Prema “*Cornell Net Carbohydrate and Protein System – CNCPS*” modelu frakcionisanja sirovih proteina, proteini se u hranivima mogu podeliti na tri frakcije: neproteinski azot (A), pravi proteini (B) i nedostupni proteini (C) (**Fox et al.**, 2003). Pravi proteini su dalje podeljeni na tri podfrakcije na osnovu njihove razgradivosti u buragu. Smatra se da se frakcija A odmah i potpuno razlaže u buragu, a frakcija C je potpuno nerazgradiva u buragu, ali i skoro potpuno neiskoristiva u ostalim delovima digestivnog trakta. U nedostupnim ili vezanim proteinima (frakcija C) se nalaze proteini koji su povezani sa ligninom, taninima i proizvodima Maillard-ove reakcije koji su visoko rezistentni na dejstvo mikroorganizama i enzima (**Lanzas et al.**, 2007a).

Ugljeni hidrati su važni u ishrani životinja, jer predstavljaju glavni izvor energije i obično čine 70-80% obroka za preživare (**Mertens**, 1997). Prema funkciji koju vrše u organizmu biljaka, ali i hranljivoj vrednosti dele se na dve osnovne grupe: strukturne i nestrukturne ugljene hidrate (**Hall**, 2003). Pored proteina, balansiranje odgovarajućeg nivoa i tipa nestrukturnih i strukturnih ugljenih hidrata jeste jedan od glavnih izazova u formulisanju obroka za određene vrste i kategorije životinja. Ugljenohidratne frakcije se razlikuju po stopi i obimu fermentacije, proizvodima fermentacije, kao i njihovom uticaju na performanse životinja (**Lanzas et al.**, 2007b). Prema postojećoj šemi, nestrukturni ugljeni hidrati se dele na dve frakcije: A – koja obuhvata organske kiseline i šećere male molekulske mase, i frakciju B₁ koja obuhvata rastvorljiva vlakna i skrob. Strukturni ugljeni hidrati definisani su kao *NDF* i podeljeni su na frakciju B₂ koja se delimično razlaže i nedostupni deo strukturnih ugljenih hidrata koga najvećim delom čini lignin - frakcija C (**Fox et al.**, 2003).

Proces lignifikacije obuhvata niz enzimskih reakcija u kojima nastaju fenilpropanovi ostaci u obliku slobodnih radikala, čijom se polimerizacijom stvara lignin.

Nastali lignin umrežava već biosintetisanu celulozu, ali i proteine koji postaju rezistentni na mikrobiološku razgradnju. Podatke o sadržaju proteinskih i ugljenohidratnih frakcija, njihovoj razgradivosti i energetskej vrednosti treba uzeti u obzir pri formulisanju obroka za preživare. Međutim, oskudni su podaci o uticaju vremena kosidbe u različitim fazama zrelosti i različitim otkosima o ovim hranljivim svojstvima.

2. OSNOVNE HIPOTEZE OD KOJIH SE POLAZI

Osnovna hipoteza od koje se polazi je da u kasnijim fazama razvića biljaka dolazi do povećanja udela vlakana i lignina, usled čega se samnjuje svarljivost i hranljiva vrednost. Molekularni sastav polimera lignina i prateće razlike u konformaciji koje utiču na hemijsko vezivanje uzimaju učešće u rezistentnosti ćelijskog zida na mikrobiološki napad i razgradnju koja sledi. Iz ovoga proizilazi da je lignifikacija ćelijskog zida osnovni razlog smanjenja svarljivosti, odnosno hranljive vrednosti kabastih hraniva.

Suvu materiju hraniva je neophodno podeliti na proteinske i ugljenohidratne frakcije koje se različito ponašaju u buragu, kako bi razumeli na koji način faza razvića utiče na brzinu degradacije pojedinačnih komponenti. Polazi se od hipoteze da bi faza razvića mogla različito uticati na svaku pojedinačnu hemijsku komponentu hraniva u smislu brzine razlaganja i pasaže kroz digestivni trakt. Iskorišćenost hraniva u organizmu životinja zavisi od razgradivosti pojedinih komponenti, što na kraju utiče i na produktivnost životinja.

3. NAUČNI CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovih istraživanja je određivanje hranljive vrednosti lucerke (*Medicago sativa* L.) i crvene deteline (*Trifolium pratense* L.) u različitim fenofazama razvića. Određivanjem hranljive vrednosti ispitivanih krmnih vrsta tokom perioda iskorišćavanja dobiće se podaci korisni za planiranje sistema ishrane i balansiranje obroka za različite vrste i kategorije životinja. Pored toga, ubiranje kabastih hraniva u optimalnoj fazi vegetacije omogućiće dobijanje kabastih hraniva sa visokim sadržajem svarljivih supstanci.

Količina strukturnih ugljenih hidrata u ishrani preživara i negativan uticaj na nivo konzumiranja i varenja obroka ukazuju na značaj istraživanja strukture i iskorišćavanja ćelijskih zidova. Otkrivanjem odnosa između hemijske prirode ćelijskih zidova i njihovog iskorišćavanja pomoći će nam da razumemo i umanjimo njihov ograničavajući faktor u ishrani mlečnih krava i postignemo da se kabasta hrana koristi više i efikasnije.

Primenom *CNCPS* sistema analize utvrdiće se priroda proteina i ugljenih hidrata ispitivanih biljnih vrsta, odnosno oblik u kome su ove hranljive supstance zastupljene, što je najznačajniji činilac koji određuje stepen i brzinu razlaganja u buragu. Na osnovu ovog modela moguće je preciznije odrediti puteve zadovoljenja potreba različitih kategorija goveda za održavanje, prirast i proizvodnju mleka.

Ovim istraživanjima će se utvrditi razlike u sadržaju lignina kod ispitivanih krmnih kultura u zavisnosti od starosti biljaka, kao i uticaj lignifikacije ćelijskih zidova na svarljivost ovih hraniva. Na osnovu ovih podataka odrediće se najpovoljniji trenutak za košenje i spremanje sena, senaže i silaže.

4. PREGLED LITERATURE

4.1. Prinos suve mase lucerke i crvene deteline

Lucerka (*Medicago sativa* L.) je najznačajnija višegodišnja krmna leguminoza, kako po visini prinosa i kvaliteta krme, tako i sa aspekta površina koje zauzima kod nas i u svetu. Pri intenzivnoj agrotehnici, prinos zelene krme iznosi 60-80 t ha⁻¹, a suve materije preko 20 t ha⁻¹ (**Katić i sar., 1999; 2002**). Procenjuje se da se lucerka u svetu gaji na oko 33 miliona hektara (**Michaud et al., 1988**). Lucerka se u bivšoj Jugoslaviji proizvodila na 364 000 ha. U Srbiji (bez Kosova i Metohije) lucerka se gaji na oko 196 000 ha (**Katić i sar., 2005**), sa prosečnim prinosom suve materije od 5,39 t ha⁻¹, što predstavlja oko 30% proizvodnog potencijala sorti (**Đukić i Erić, 1995**). Procenjena vrednost godišnje proizvodnje sena lucerke u Srbiji iznosi 150 miliona EUR.

Vreme kosidbe lucerke je veoma značajno, jer uzgajivači pravim momentom kosidbe mogu da utiču na hranljivu vrednost lucerke, kao i na prinos suve mase lucerke i dužinu trajanja lucerišta. Odrediti pravi momenat za kosidbu lucerke nije nimalo lako, jer treba napraviti kompromis između prinosa, kvaliteta i trajanja lucerišta. Kosidba lucerke u kasnijim fazama razvića (puno cvetanje) obezbeđuje veće prinose krme i trajnost lucerišta, ali slabiji kvalitet (**Lloveras, 2001**). Na značaju dobijaju sistemi kosidbe u mlađim fazama razvića, jer obezbeđuju bolji kvalitet krme sa većom svarljivošću i manjim sadržajem celuloze.

Crvena detelina (*Trifolium pratense* L.), sa brojnim narodnim nazivima (kravarica, trogotka, trolistka, gombara), kao krmna vrsta rasprostranjena je u svetu i zauzima oko 20 miliona hektara. U našoj zemlji je do drugog svetskog rata bila najzastupljenija krmna leguminoza, a danas se po površinama (120 000 ha) i značaju nalazi na drugom mestu, odmah iza lucerke. Prosečan prinos suve mase se kreće od 2,5-4 t ha⁻¹, mada je genetički potencijal domaćih sorti znatno veći i iznosi 9-15 t ha⁻¹ (**Katić i sar., 2005**). Ova krmna leguminoza je imala ogroman značaj za poljoprivredu u XVII i XVIII veku. Uvođenjem te

biljne vrste u tadašnji tropoljni sistem plodoređa (najpre u Engleskoj, a potom i u drugim evropskim zemljama), nastao je četvoropoljni, tzv. Norfolški plodoređ, koji je u to vreme predstavljao potpuno nov sistem ratarenja – krmnu bazu neophodnu za razvoj stočarstva. Iz tog vremena u engleskom jeziku je ostao izraz „*to live in clover*“, što bi u prevodu značilo „živeti u izobilju“, odnosno „živeti u raskoši“.

Zahtevi domaćih životinja za kvalitetnijom krmom, veće hranljive vrednosti dovode do promena shvatanja u određivanju vremena košenja lucerke i crvene deteline. Sa košenjem lucerke i crvene deteline u kasnijim fazama razvića, hranljiva vrednost opada, dok sadržaj suve materije i procenat šećera u korenu i kruni korena rastu do faze punog cvetanja. Košenjem lucerke u početku cvetanja (10% cvetalih biljaka) najbolje se kombinuju optimalni prinos krme, njena hranljiva vrednost i dužina trajanja lucerišta (**Crasi et al., 2001**).

Za optimalni momenat košenja lucerke, važno je uzeti u obzir po kom principu biljke rastu i razvijaju se. Biljke koriste energiju od sunca tokom procesa fotosinteze, pri čemu transformišu ugljen dioksid iz vazduha i vodu iz zemljišta u ugljene hidrate.

Kao višegodišnja biljka, lucerka jedan deo ugljenih hidrata skladišti u koren. Ovi uskladišteni ugljeni hidrati smatraju se korenovom rezervom, jer obezbeđuju energiju da biljka preživi tokom zime, omogućuju rast u proleće i regeneraciju nakon košenja. Biljka koristi ugljene hidrate iz korena sve dok novi listovi ne budu mogli da vrše fotosintezu i obezbede dovoljnu količinu ugljenih hidrata neophodnu za razvoj biljke. Posle košenja ovaj proces traje 2-3 nedelje, ili dok lucerka ne dostigne visinu od 10-15 cm. Od tog momenta biljka počinje da obnavlja rezerve ugljenih hidrata u korenu. Ugljenohidratne rezerve u korenu se povećavaju sve dok biljka ne dostigne puno cvetanje. Češće košenje lucerke ne omogućuje biljci da obnovi ove rezerve usled čega se smanjuje prinos i trajanje lucerišta (**Kallenbach et al., 2002; Orloff and Putnam, 2006**). Ako se tradicionalne sorte intenzivno kose smanjuje se prinos, biljke se proređuju, a njihovo mesto zauzimaju korovske biljke slabog kvaliteta i često štetne po zdravlje životinja **Nagy (2003)**.

Prinos suve mase lucerke je veći ukoliko su biljke starije i ukoliko su duži vremenski intervali između dve kosidbe. Teoretski, maksimalan prinos suve mase bi se dobio kada su biljke lucerke u punom cvetanju. Međutim, zbog starijih listova i opadanja listova sa prizemnih delova biljaka najveći prinos se dobija kada se lucerka kosi u momentu od 50% iscvetalih biljaka (**Katić i sar., 2007**). S druge strane, ispitivanjem optimalne faze korišćenja sorte Biljana na prinos i trajanje lucerke, ustanovljeno je da su prinosi suve materije u proseku za sve četiri godine korišćenja lucerke bili u stalnom porastu od momenta košenja pre pupoljenja do fenofaze početka pupoljenja i faze pupoljenja **Mejakić i sar. (1997)**.

Suprotno prinosu, nutritivni kvalitet opada sa razvićem biljaka. Dva su razloga zašto dolazi do opadanja kvaliteta: tokom vegetativne faze masa lišća je veća (udeo lista u ukupnoj masi je veći u odnosu na udeo stabla). Sa razvićem biljaka, posebno nakon početka cvetanja, udeo stabla postaje veći zato što se stablo izdužuje i deblja. Iz tih razloga se povećanje prinosa nakon butonizacije pripisuje povećanju udela stabla u ukupnoj biljnoj masi. Pošto list sadrži više hranljivih supstanci nego stablo, kvalitet opada. Drugi razlog zbog čega dolazi do opadanja kvaliteta leži u povećanju količine celuloze u stablu sa rastom i razvićem biljaka. Sa razvićem lucerke od vegetativne faze do punog cvetanja, TDN (ukupne svarljive hranljive materije) se smanjuju za 1% svaka 4 dana, dok se sadržaj proteina smanjuje za 1% svakih 5 dana (**Ball et al., 2001**).

Zato je pravi momenat za košenje lucerke najbolje odrediti kao kompromis između vrhunskog kvaliteta i maksimalnog prinosa. Duži intervali između 2 uzastopne kosidbe daju veći prinos i duži vek lucerišta, ali istovremeno i lošiji kvalitet. Suprotno tome, kraći intervali između kosidbi daju daleko bolji kvalitet, ali manji prinos i kraći vek trajanja lucerišta. Biljci je potrebno 3-4 nedelje da se obnove rezerve ugljenih hidrata u korenu, i dodatnih 7-10 dana da se stvori višak ugljenih hidrata kako bi biljka bila spremna za kosidbu. Pri optimalnim uslovima, minimalan interval između prvog i drugog otkosa ili drugog i trećeg otkosa treba da bude 30-50 dana. Ovaj period naravno zavisi od klimatskih uslova i osobina lucerke – sorte, varijeteta i dr. Bez obzira na varijetet, lucerka bi bila

znatno oslabljena pre završetka prve sezone iskorišćavanja, ukoliko su ti intervali kraći od 30 dana. Suviše česta kosidba dovela bi do smanjenja vigora biljaka, što kao posledicu ima zakorovljenost (**Katić i sar., 2007**).

Pored pravilno izabranog momenta kosidbe, vremenske prilike – temperatura i dužina dana takođe utiču na prinos i kvalitet. Generalno govoreći, prvi otkos daje nešto veći prinos od ostalih otkosa bez obzira na ukupan broj otkosa tokom sezone. Međutim, ukoliko se prvi otkos kosi u veoma ranoj fazi razvića – početak butonizacije ili ranije, prinos u drugom otkosu može biti veći. Poslednji otkos u sezoni, u jesen, daje manje prinose u odnosu na prethodne zbog sporijeg rasta lucerke usled hladnijih noći i kraćih dana. Suprotno prinosu, hranljiva vrednost lucerke košene u jesen je najveća tokom sezone. Lucerka košena u proleće i u jesen ima veće vrednosti za TDN nego lucerka košena sredinom leta u istoj fazi razvića (**Katić i sar., 2004**). Dakle, da bi se dobio dobar kvalitet suve materije, tokom leta lucerka mora biti košena u ranijim fazama razvića nego u proleće i jesen. Smanjenje prinosa ovom ranijom kosidbom može biti značajno, što navodi proizvođače da odlože košenje i proizvedu seno za preživare tokom leta.

Ne postoji određena optimalna frekvencija košenja na svim lokacijama. Nekoliko faktora bi mogli da utiču prilikom utvrđivanja frekvencije košenja. Oni uključuju željeni kvalitet suve materije, klimatske prilike, očekivano trajanje vegetacije, cenu kosidbe, dužinu trajanja lucerišta i tržište.

Cilj proizvodnje visoko kvalitetne krme lucerke jeste da se potencijal biljnih hraniva kao stočne hrane iskoristi u što većoj meri. Dakle, seno koje je namenjeno za ishranu određenih kategorija goveda (junad u tovu, zasušene krave, priplodne junice) može biti lošijeg kvaliteta nego seno koje se koristi za ishranu krava u laktaciji visoke mlečnosti i ishranu teladi.

Otuda, svrha u koju će se koristiti dobijeno seno može uticati na odluku u kojoj fazi razvića treba kositi lucerku. Za ishranu visokoproduktivnih krava potreban je sve bolji i bolji kvalitet. Do skora se seno ekstra kvaliteta smatralo ako je TDN – 54%, dok sada

tržište zahteva 55 ili 56 % TDN. Seno namenjeno za ovo tržište mora biti košeno rano (najkasnije kraj butonizacije) kako bi bio postignut neophodan kvalitet. S druge strane, seno koje je namenjeno za ishranu ostalih kategorija goveda i konja može biti košeno kasnije (10-30% cveta) uz maksimalan prinos i prihvatljiv kvalitet za ove vrste i kategorije životinja (**Ball et al., 2001**).

Četiri otkosa je najčešće dovoljan broj kada se želi kvalitet lucerke za korišćenje u ishrani muznih krava, dok se tri otkosa preporučuju kada se bar jedan otkos koristi za ishranu ostalih kategorija goveda i konja. Veoma je važno u kojoj fazi se kosi prvi otkos lucerke. Ukoliko se prvi otkos pokosi veoma rano ili veoma kasno, nezavisno od faze razvića to će uticati na vreme košenja ostalih otkosa i ukupan broj otkosa tokom sezone. Na većim nadmorskim visinama uobičajeno je košenje lucerke 2-3 puta tokom sezone. Košenjem tri puta tokom sezone dobija se isti prinos kao kada se kosi dva puta godišnje, a kvalitet je mnogo bolji. Odluka kada obaviti poslednji otkos u sezoni takođe zavređuje pažnju. Vremenske prilike nisu uvek jedini kriterijum. Mora se imati na umu da jesenja kosidba utiče na dužinu postojanja lucerišta i vigor (**Katić i sar., 2004**).

Kao što je pomenuto, rezervni ugljeni hidrati obezbeđuju energiju potrebnu za regeneraciju nakon košenja i početak vegetacije u proleće. Lucerki se mora obezbediti dovoljno vremena da uskladišti rezervne ugljene hidrate pre kosidbe. Pored toga što su neophodni za početak vegetacije u proleće, važni su i za zimsko preživljavanje. Nedovoljne količine ugljenih hidrata u korenu dovešće do slabijeg vigora i manjih prinosa u narednoj sezoni. Poslednji otkos bi trebao da se obavi 4-6 nedelja pre prvih mrazeva – krajem oktobra ili početkom novembra.

Nasuprot lucerki, crvena detelina je biljka humidnijih oblasti, a najvažniji faktor za njeno uspevanje je količina padavina. S tim u vezi, prinosi variraju iz godine u godinu, u zavisnosti od količine padavina tokom vegetacije. Za njen uspešan razvoj, optimalne količine padavina iznose 800 mm godišnje (**Katić i sar., 2005**). Ne odlikuje se većom otpornošću prema izmrzavanju tokom zime. Temperaturna kolebanja nanose joj velike

štete, naročito u proleće, posle topljenja snega. Stoga prezimljavanje crvene deteline najviše zavisi od vremenskih prilika u rano proleće.

Spremanje sena od crvene deteline je najstariji, ali još uvek i najčešći vid spremanja stočne hrane. Za ovaj oblik korišćenja detelinu treba kositi u vreme punog cvetanja primarnih cvasti. U slučaju kasnijeg košenja dolazi do znatnog smanjenja sadržaja sirovih proteina, beta karotina, vitamina i nekih važnijih mineralnih materija, a povećava se sadržaj sirove celuloze. Pojedini istraživači (**Fairey, 1988; Wiersma et al., 1998**) ističu da je optimalna faza košenja crvene deteline kada se pojavi oko 20-25% cvasti. U ovoj fazi svarljivost suve materije varira između 65-70%, nakon čega opada.

4.2. Hranljiva vrednost lucerke i crvene deteline

Aktuelno određivanje kvaliteta voluminoznih hraniva zasnovano je na dugoj tradiciji određivanja hemijskog sastava hraniva, a koje ima veliki značaj u ishrani životinja. Metode za ocenu hemijskog sastava i hranljive vrednosti razvijaju se i unapređuju od sredine XIX veka, a ovi parametri su danas neophodni deo savremenih normativa koji uvažavaju fiziološke specifičnosti i zahteve pojedinih vrsta i kategorija preživara (**Grubić i sar., 2002**). Osnovni koncept određivanja hemijskog sastava hraniva razvijen je pre više od 150 godina (**Henneberg and Stohmann, 1859**), u eksperimentalnoj laboratoriji u mestu Weende u Nemačkoj, po kome je ovaj sistem i dobio ime.

Hemijska analiza hrane prema Weende sistemu ne odgovara potrebama savremene ishrane, ali i pored toga dobijaju se orijentacione informacije o hranljivoj vrednosti hrane i različitih hraniva, a one se dopunjuju preciznijim podacima o hemijskom sastavu hrane, odnosno o pojedinim složenim hranljivim supstancama. Nedostaci ovog sistema ispitivanja kvaliteta hraniva su zapaženi još u vreme kada je predložen. Glavne kritike su bile što sirova celuloza i bezazotne ekstraktivne materije ne predstavljaju hemijski definisane supstance i da biološke razlike između njih nisu realne. Međutim, treba naglasiti, da su sve

ili skoro sve norme u ishrani različitih vrsta i kategorija domaćih životinja određivane na osnovu hemijskih analiza prema Weende sistemu.

Razvijanjem deterdžent sistema analize za određivanje vlakana šezdesetih godina prošlog veka (**Van Soest and Wine, 1967**), učinjen je značajan napredak u razumevanju sastava hraniva (**Mertens, 1993**), a koji se bazira na činjenicama da vlakna, kao i njihova svarljivost jesu ključni faktor koji utiče na ukupnu svarljivost hraniva. U skorije vreme, akcenat je stavljen na pristupačnost hranljivih elemenata za životinje, odnosno na njihovu svarljivost. Takođe je puno urađeno na razumevanju značaja procesa i dužine varenja, kao i interakcija između hranljivih elemenata koje utiču na varenje unete hrane (**Mertens, 1994**). Uz ova nova saznanja, može se doneti zaključak da je fizička i biološka pristupačnost hranljivih elemenata u hranivima značajna isto toliko koliko i njihov hemijski sastav, kao i njihov uticaj na performanse životinja (**Mertens, 2011**).

Regulisanje stope degradacije strukturnih i nestrukturnih ugljenih hidrata i proteina bi u ishrani preživara dovelo do smanjenja nepotrebnih gubitaka nutrijenata, pre svega proteina, što je veoma važno u sistemu održive proizvodnje. Mesto varenja i odnos u kome se formiraju isparljive masne kiseline i mlečna kiselina određuju u velikoj meri brzinu razgradnje i karakteristike fermentacije u buragu. Oba ova faktora su važna jer direktno utiču na vrstu nutrijenata koja će biti dostupna životinjama. U savremenom sistemu ishrane, detaljne informacije o brzini degradacije i prirodi i vrsti fermentativnih procesa svih komponenata hraniva dobijaju sve više na značaju (**Yu et al., 2004**).

Određivanje hemijskog sastava i hranljive vrednosti hraniva na osnovu korišćenja frakcija proteina i ugljenih hidrata, kao i parametara vezanih za proces degradacije u buragu su važni za predviđanje hranljive vrednosti obroka i procenu proizvodnih performansi životinja. Model razvijen na univerzitetu Cornell, poznat kao CNCPS (*Cornell Net Carbohydrates and Protein System*) se bazira na proceni stepena razgradnje svake frakcije proteina i ugljenih hidrata. Interakcije različitih komponenata hrane se razmatraju u cilju maksimalne mikrobijalne proizvodnje, smanjenja gubitaka azota i utvrđivanja onih nutrijenata koji prolaze kroz burag nerazgrađeni (**Da Silva et al., 2013**).

4.3. Značaj i podela ugljenih hidrata u kabastim hranivima

Ugljeni hidrati (CHO) čine najveći deo mase hranljivih materija u obrocima krava muzara – preko 65% suve materije (**Varga et al. 1998**). Prisutni su u dve osnovne forme: strukturni (FC) i nestrukturni ugljeni hidrati (NSC). Neadekvatan sadržaj ovih materija u obroku može da izazove ozbiljne metaboličke poremećaje (acidoza, dislokacija abomasuma, ketoza) koji mogu ostaviti dugotrajne posledice. Odgovarajuća struktura ugljenih hidrata u obroku od velikog je značaja za varenje u buragu i obezbeđenje znatnih količina energije, za sintezu mikrobijalnih proteina i za održavanje stabilnog nivoa fermentacije. Balansiranje sadržaja ugljenih hidrata, uz održavanje maksimalne konzumacije energije i omogućavanja normalne funkcije buraga, predstavlja i umetnost i nauku (**Pejić, 2000**).

Ćelijski zidovi predstavljaju mesto na kome su locirane glavne frakcije ugljenih hidrata, i imaju važnu ulogu i u biljkama, i u ishrani životinja. Biljkama oni obezbeđuju strukturnu podršku i zaštitu. Pomenute funkcije podrazumevaju da ove komponente budu čvrste i otporne na razgradnju, zbog čega ograničavaju iskorišćavanje hranljivih materija u organizmu životinja. Životinje ne proizvode enzime za varenje ćelijskih zidova, ali su razvile uzajamno korisne odnose sa mikroorganizmima koji su u stanju da to obave. Preživari imaju jedinstven sistem organa za varenje koji im omogućava da maksimalno iskoriste ćelijske zidove biljaka.

U sistemu ispaše preživara niske proizvodnje, ćelijski zidovi biljaka predstavljaju 70-90% ukupnih ugljenih hidrata koje životinje konzumiraju. Pošto se ćelijski zidovi sporo i nepotpuno vare, njihov udeo mora biti ograničen u obrocima visokoproizvodnih krava, ali oni i dalje čine 40-60% ugljenih hidrata u ishrani. Količina ćelijskih zidova u ishrani preživara i negativan uticaj na količinu konzumiranja i varenje obroka za krave muzare ukazuju na značaj istraživanja strukture i iskorišćavanje ćelijskih zidova. Otkrivanje odnosa između hemijske prirode ćelijskih zidova i njihovog iskorišćavanja pomoći će nam da razumemo i umanjimo njihov ograničavajući faktor u ishrani mlečnih krava i postignemo da se kabasta hrana koristi efikasnije i u većim količinama.

Iako se često koriste kao sinonimi, ćelijski zidovi i vlakna nerastvorljiva u neutralnom deterdžentu (NDF) nisu identični, ni po definiciji niti po sastavu. Ćelijski zid je termin koji se koristi od strane botaničara, agronoma i biljnih fiziologa, i odnosi se na određene anatomske komponente biljaka koje okružuju ćeliju (**Mertens, 1996**). Kompleksna struktura ćelijskog zida sastoji se od lignina, celuloze, hemiceluloze, pektina, dela proteina, lignificiranih azotnih materija, voskova, fenolnih polimera i kutina. Po sastavu i strukturi ćelijski zidovi su strukturni elementi koji biljci obezbeđuju neophodnu zaštitu i potporu. Ćelijski zidovi zapravo sadrže strukturne ugljene hidrate biljaka, za razliku od nestrukturnih ugljenih hidrata, kao što su prosti ugljeni hidrati i skrob, koji se nalaze unutar ćelije i u semenima.

Prema **Van Soest-u (1982)** vlakna treba smatrati biološkom jedinicom, a ne hemijskom celinom. Enzimi koje u svojim organima za varenje luče sisari ne mogu da vare vlakna. Stoga je sa stanovišta ishrane kompleks vlakana definisan kao grupa supstanci koje su otporne na delovanje enzima koji se luče u organizmu sisara. Sa stanovišta ishrane, pojam vlakana ima i fizičke i hemijske karakteristike, jer se odnosi i na mehanički proces varenja, kao što su žvakanje i pasaža hrane kroz digestivni trakt, i na enzimsku degradaciju povezanu sa fermentacijom. **Van Soest and Wine (1967)** ističu da je neadekvatno razumevanje uloge vlakana u ishrani doprinelo razvoju metoda koje su zamenile sirova vlakna (CF). On je koristio koncept idealnih hranljivih frakcija, koje su definisane kao komponente hrane koje imaju pravu svarljivost, kako bi razvio Deterdžent sistem analize vlakana. Princip na kome se zasniva ovaj sistem analize jeste da se hraniva sastoje iz rastvorljive frakcije koja je lako svarljiva i ostatka koji nije moguće potpuno svariti. Iako NDF nema idealne osobine, frakcija rastvorljiva u neutralnom deterdžentu je skoro potpuno svarljiva – 95-98% (**Van Soest et al., 1991**).

Korišćenjem jakih kiselina i alkalija prilikom izolovanja sirovih vlakana (CF) dobija se nerastvorljivi ostatak koga uglavnom čini celuloza sa malom količinom lignina i hemiceluloze. ADF sadrži celulozu i najvećim delom lignin kontaminiran pektinom, hemicelulozom, kompleksom tanina, proteina i pepelom. NDF sadrži celulozu, lignin i

hemicelulozu kontaminirane proteinom, pektinom i pepelom. Od navedene 3 frakcije vlakana samo NDF sadrži sve tri nesvarljive ili nepotpuno svarljive komponente biljaka: hemicelulozu, celulozu i lignin. NDF određuje ukupne količine strukturnih ugljenih hidrata u hranivima, kao i kvantitativne razlike između trava i leguminoza, kao i kabaste i koncentrovane hrane (**Mertens, 1985a; Mertens, 1985b**). Zato što ADF ne sadrži hemicelulozu, nije pogodan za određivanje vlakana sa stanovišta ishrane. Određivanje ADF-a jeste samo analitička priprema uzoraka za izolovanje lignina, i nikada nije ozbiljno smatrana kao količina vlakana u hranivima.

Ćelijski zidovi nisu adekvatna mera za vlakna u leguminoznim biljkama, zato što oni sadrže i pektin. Iako spada u strukturne ugljene hidrate, pektin ne spada u vlakna zato što ima visoku i relativno konstantnu svarljivost. Radovi **Hatfield and Weimer-a (1995)** potvrđuju konstataciju **Gaillard-a (1962)** da je izolovan pektin skoro potpuno svarljiv. Zbog toga NDF i ćelijski zidovi ne predstavljaju isti pojam, niti po definiciji, ni po hemijskoj strukturi. Iako se na osnovu količine NDF-a može govoriti o približnoj količini ćelijskih zidova u kabastoj hrani, NDF ne predstavlja ćelijske zidove, jer je većina pektina uklonjena iz nerastvorljivog ostatka. EDTA koja ulazi u sastav rastvora neutralnog deterdženta gradi helate sa kalcijumom iz pektina, i na višoj temperaturi potpuno rastvara pektin (**Mertens, 2011**).

Kao što je slučaj sa ćelijskim zidovima i vlaknima, tako i terminologija vezana za nestrukturne ugljene hidrate nije bila dovoljno dobro objašnjena. Teoretski, lako dostupni ugljeni hidrati mogu biti izračunati oduzimanjem pepela, masti i sirovih proteina od frakcije rastvorljive u neutralnom deterdžentu. **Mertens (1988)** je predložio jednačinu za izračunavanje lako dostupnih ugljenih hidrata i nazvao ih „nevlaknasti ugljeni hidrati“ – NFC:

$$\text{NFC} = 100 - (\text{Pepeo} + \text{masti} + (\text{NDF} - \text{NDFIP}))$$

On je pokazao da se NFC razlikuju od nestrukturnih ugljenih hidrata (NSC) odnosno ukupnih nestrukturnih ugljenih hidrata (TNC), iako su korišćeni kao sinonimi. NFC se

određuju računskim putem i ne sadrže iste komponente kao NSC koji se određuju analitičkim metodama.

Prema opšte prihvaćenoj definiciji, nevlaknasti ugljeni hidrati obuhvataju organske kiseline, monosaharide i disaharide, oligosaharide, fruktane, skrob, pektinske supstance, 1-3 i 1-4 β -glukane i ostale ugljene hidrate, izuzev celuloze i hemiceluloze koje spadaju u strukturne ugljene hidrate. U okviru ove grupe izdvajaju se ugljeni hidrati koji ulaze u sastav ćelije, a tu spadaju monosaharidi i skrob koji čine nestrukturne ugljene hidrate. Sisari i ostale monogastrične životinje ne mogu da proizvedu enzime koji bi razložili fruktane, međusobno povezane β -glukane, pektinske supstance i oligosaharide, pa se oni svrstavaju u kategoriju nevlaknastih ugljenih hidrata (**Hall, 2003**).

Proces varenja vlakana se sastoji od hidrolize polisaharida i konverzije monosaharida u isparljive masne kiseline, gasove koji nastaju pri fermentaciji i toplotu (**Tamminga, 1993**). Stepen hidrolize zavisi od toga koliko enzimi koji razlažu kompleks nastao između lignina i ugljenih hidrata mogu da prodru u njega (**Chesson, 1988**). Stepen varenja zavisi od veličine nesvarljive frakcije i od odnosa između stepena razgradivosti i pasaže vlakana kroz digestivni sistem. Kako se svarljivost vlakana poreklom iz kabastih hraniva razlikuje u zavisnosti od vrste i kategorije životinja koje ih konzumiraju, ove varijacije mogu poticati iz razlike u sastavu hraniva, a koje zavise od vremena košenja kabastih hraniva. Nesvarljiva frakcija NDF-a je glavni faktor koji utiče na iskorišćavanje vlaknastih ugljenih hidrata i može činiti više od polovine ukupnog NDF-a u buragu. Sa povećanjem svarljivosti NDF-a u buragu, udeo NDF-a i svarljivog NDF-a se smanjuje istim tempom, ali udeo nesvarljive frakcije NDF-a se smanjuje mnogo sporije. Smanjenje svarljivosti vlakana može uzrokovati i smanjenje konzumiranja vlakana, kao što je to slučaj u ranoj laktaciji. Zato je potrebno da postoji dobra izbalansiranost između udela ukupnih vlakana i udela nesvarljive frakcije vlakana (**Varga et al., 1998**).

Pored toga, brzina fermentacije potencijalno fermentabilne NDF jeste drugi važan faktor koji utiče na iskorišćavanje vlakana. Iako kabasta hraniva generalno sadrže veći udeo vlakana u odnosu na ostale tipove hraniva, neka od njih se mogu odlikovati bržom

stopom razlaganja. Brzina kojom vlakna prolaze kroz burag takođe utiče na nivo svarljivosti vlakana. Brzina prolaženja hrane kroz burag zavisi od nivoa konzumiranja suve materije, veličine čestica hrane, udela vlakana, udela nestrukturnih ugljenih hidrata, a brzina varenja potencijalno svarljive frakcije vlakana takođe utiče na pasažu hrane kroz digestivni sistem. Enzimi koji razlažu vlakna mogu biti inhibirani od strane nestrukturnih ugljenih hidrata ili proizvoda njihove fermentacije (**Hoover, 1986**). Uticaj skroba na varenje vlakana zavisi i varira od porekla skroba.

Ugljeni hidrati, slično kao i proteini, mogu se klasifikovati prema brzini razlaganja u buragu. Frakciju A koja se brzo razgrađuje čine šećeri, frakciju B₁ čini skrob koji se razgrađuje srednjom brzinom, kao i frakcija B₂ koju čine rastvorljiva vlakna. Frakciju B₃ čine sporo razgradivi ugljeni hidrati, odnosno dostupni deo ćelijskog zida. Najvećim delom frakciju C čini lignin, koji je za životinju nedostupan (**Lanzas *et al.*, 2007b**).

4.4. Balansiranje obroka na osnovu udela ugljenih hidrata

Mikroorganizmi buraga iskorišćavaju ugljene hidrate u cilju sinteze mikrobijalnih proteina i održavanja normalnog funkcionisanja buraga. Ugljeni hidrati predstavljaju osnovni izvor energije neophodnu za održavanje i proizvodnju mleka. Takođe su prekursori u sintezi laktoze, masti i proteina. Formulisanje obroka na osnovu udela NDF-a u suvoj materiji obroka se preporučuje zbog pozitivne korelacije između koncentracije NDF-a i kapaciteta buraga, kao i negativne korelacije između NDF-a i energetske vrednosti hraniva (**Mertens, 1994**).

Efikasan sistem za formulisanje obroka za preživare treba da definiše gornje i donje granice za najvažnije komponente obroka i da pruži nutricionistima i farmerima mogućnost da izaberu najprofitabilniji mogući obrok, onoliko koliko to dozvoljavaju okolnosti i ekonomske prilike. Količina vlakana u obrocima za mlečne krave ukazuje na regulaciju konzumiranja, svarljivost, pasažu kroz digestivni trakt i dr. Ukoliko obroci sadrže visok nivo vlakana, energetska vrednost obroka je niska, ograničeno je konzumiranje i

performanse životinja – proizvodnja mleka i mesa se smanjuje. S druge strane, ukoliko obroci sadrže nedovoljno vlakana performanse životinja će takođe biti ograničene, a nisu retki ni zdravstveni, odnosno metabolički poremećaji (**Mertens, 1996**).

Postoje preporuke da se balansiranje i formulisanje obroka vrši na osnovu lako dostupnih ugljenih hidrata (**Hoover and Stokes, 1991; Nocek and Russel, 1988**). Međutim, formulisanje obroka na osnovu količine skroba, nestrukturnih i nevlaknastih ugljenih hidrata nailazi na određene teškoće jer nisu definisane granične vrednosti u obrocima za ove konstituente biljnih tkiva. Praktično, balansiranje obroka na osnovu količine NFC-a jeste zapravo balansiranje obroka na osnovu količine NDF-a jer ne postoji odgovarajuća metoda za određivanje NFC-a, već se vrednosti za ovu frakciju ugljenih hidrata dobijaju računskim putem, a za izračunavanje se koriste vrednosti NDF-a.

Koncept koji je predložio **Mertens (1983)** pokazuje da obrok koji sadrži 35% NDF-a stimuliše maksimalno konzumiranje, da obroci sa većim udelom NDF-a mogu limitirati konzumiranje, kao i da obroci sa nižim udelom NDF-a takođe mogu limitirati konzumiranje zbog energetske potrebe životinja. **Mertens (1994)** iznosi podatak da je maksimalan udeo NDF-a u obrocima za mlečne krave u sredini i kraju laktacije $1,2 \pm 0,1\%$ telesne mase dnevno. Odnos između nestrukturnih ugljenih hidrata, lakopristupačnog skroba i NDF-a u obroku je veoma važan za održavanje normalnog funkcionisanja buraga. **Poore et al. (1991)** ukazuju da odnos između NDF-a iz kvasnih hraniva i lako razgradivog skroba treba da bude 1:1, kako bi se izbegla depresija u digestiji vlakana i obezbedila normalna funkcija buraga. **Nocek and Russel (1988)** iznose podatak da se maksimalna proizvodnja mleka postiže kada je odnos između nestrukturnih ugljenih hidrata i NDF-a 0,9 do 1,2.

Brojni su faktori koji utiču na potrebe mlečnih krava za vlaknima, uključujući konzumiranje suve materije obroka, količinu i vrstu nestrukturnih i strukturnih ugljenih hidrata u obroku, veličine čestica i načina obrade hraniva, kao i stope i obima fermentativnih procesa vlakana. Bolje poznavanje ovih faktora je neophodno da bi se postigao maksimalan unos energije u ranoj laktaciji. Preporuke **NRC (2001)** su da udeo

NDF-a i ADF-a u obroku treba da budu 25-28%, odnosno 19-21%, kao i da 75% NDF-a treba da vodi poreklo iz kabastih hraniva.

Waldo (1986) ukazuje na činjenicu da je NDF najbolji pojedinačni pokazatelj konzumiranja suve materije za preživare. Sa druge strane, udeo NDF-a je usko povezan sa smanjenjem svarljivosti prilikom konzumiranja veće količine kabastih hraniva (**Mertens, 1983**). Obrok koji sadrži 28-31% NDF-a preporučuje se za ishranu krava od 10. do 26. nedelje laktacije (**Kawas et al., 1991**), dok se za krave u kasnijem periodu laktacije koje proizvode 16-24 kg mleka dnevno preporučuje obrok koji sadrži 34-38% NDF-a (**Mertens, 1987**).

4.5. Frakcije proteina u hrani za životinje

Lucerka i crvena detelina predstavljaju osnovni izvor proteina, i jedan su od glavnih konstituenata obroka za preživare. Ovo mesto zauzimaju zahvaljujući sposobnosti biološke fiksacije azota i zbog njihove visoke hranljive vrednosti. Ove leguminoze su značajne jer bitno smanjuju troškove proizvodnje – manja primena azotnih mineralnih đubriva i manji udeo koncentrovanih hraniva u obrocima za preživare. Navedeni benefiti i mogućnost da se ishrana životinja na farmama bazira na kabastoj hrani privukli su pažnju brojnih istraživača (**Rochon et al., 2004; Peyraud et al., 2009; Buxton et al., 1985 i dr.**).

Pored toga što se leguminoze odlikuju visokom hranljivom vrednošću, njihovi proteini podležu brzom i intenzivnoj degradaciji u buragu. Posledično, stopa degradacije proteina u buragu direktno utiče na efikasnost iskorišćavanja azota od strane životinja (**Broderick, 1995**). Brojni podaci u literaturi ukazuju da i mikroorganizmi buraga i proteaze u biljnom materijalu uzrokuju neefikasno iskorišćavanje azota u organizmu životinja (**Kingston-Smith et al., 2003**). Generalno govoreći, neiskorišćavanje azota jeste rezultat neizbalansiranosti između proteina i ugljenih hidrata u obrocima, što povećava rizik od gubitka azota i njegovo izlučivanje u spoljašnju sredinu (**Tamminga, 1996**). Da ne bi došlo do tih gubitaka i kontaminiranja okoline, obroci se moraju formulisati tako da

zadovolje, ali da ne prevazilaze količine azota koje su neophodne za rast mikroorganizama, kao i dovoljnu količinu aminokiselina koje su neophodne za normalno funkcionisanje organizma životinje (**Schwab et al., 2005**). Savremeni sistemi ishrane, u cilju minimalnih gubitaka azota podrazumevaju poznavanje količine i odnosa razgradivih i nerazgradivih proteina u buragu, kao i neophodnih količina azota za dovoljan razvoj mikroorganizama (**Lanzas et al., 2007b; Lanzas et al., 2008**).

Visok nivo proteina mleka, povećanje troškova ishrane, kao i briga za životnu sredinu učinili su da u novije vreme iskorišćavanje azota bude centralna komponenta u balansiranju obroka. Višak sirovih proteina u obrocima može dovesti do nepotrebnih troškova u ishrani, a da kao rezultat nema povećanu proizvodnju mleka i proteina mleka. Pored toga, veći deo viška azota se izlučuje u urin i predstavlja ekološki labilan oblik (**Broderick, 2003**). S druge strane, loša izbalansiranost aminokiselina će ograničiti prinos proteina mleka i prihoda, što proizvodnju čini skupljom nego prekomerna ishrana (**Van de Hear and St Pierre, 2006**). Balansiranje proteina prema metaboličkim potrebama, uz adekvatan odnos proteina razgradivih i nerazgradivih u buragu, i bez prekomerne ishrane će imati pozitivne efekte ne samo na cenu obroka i profitabilnost, već i na životnu okolinu (**Kalscheur et al., 1999**). Efikasnije iskorišćavanje hranljivih materija zahteva poznavanje načina prolaska različitih frakcija hraniva kroz digestivni trakt.

Dok je veza između energetskeg balansa proizvodnje mleka i reprodukcije dobro razumljiva, uticaj proteinske ishrane na proizvodnju i reproduktivnu efikasnost još uvek predstavlja složen problem. Dobro je poznato da nije dovoljno obrok balansirati samo na sadržaj ukupnog proteina za mikropopulaciju buraga, već i one njegove frakcije koje su nerazgradive na nivou retikulorumena, odnosno one frakcije koje nepromenjene dolaze do mesta intestinalne resorpcije i obezbeđuju one aminokiseline koje su potrebne za željenu proizvodnju (**Sretenović i sar., 2006**).

Od ukupnog proteina obroka, 60-65% treba da bude razgradivi protein, a od toga 40-60% treba da bude rastvorljivo. Ostalih 35-40% treba da potiče od nerazgradivog proteina (**Grubić i sar., 1994**). Međutim, obezbeđenje dovoljne količine ukupnih proteina

uz neizbalansiranost odnosa razgradivih i nerazgradivih proteina može da dovede do porasta uree u krvi. Usled povećanja koncentracije uree i amonijaka u krvi povećava se i njihov udeo u telesnim tkivima, pa i reproduktivnim organima gde njihova povišena koncentracija može da ispolji neželjene efekte.

U svetu je do sada razvijeno više sistema normiranja ukupnih proteina u obrocima krava, kao i onog njihovog dela koji je nerazgradiv na nivou retikulatorumena (**Sretenović i Petrović, 2005**). Brojni istraživači koji su svoja istraživanja bazirali na normativima NRC (**2001**) ukazali su da svako smanjenje nerazgradive proteinske frakcije u odnosu na navedene preporuke uslovljava pad proizvodnje mleka, dok njihovo povećanje ne izaziva i adekvatan rast proizvodnje. Slično je i sa količinom ukupnih proteina gde je njihova količina takođe limitirana gornjom granicom iznad koje dalje povećanje nema opravdanost (**Holter et al., 1993; Higgibortham et al., 1989; Nianogo et al., 1991**). S obzirom da proteinska hraniva najčešće predstavljaju i najskuplju komponentu u obrocima visokomlečnih krava, poznavanje ove problematike umnogome doprinosi racionalnijoj potrošnji proteina, odnosno boljoj ekonomičnosti proizvodnje mleka.

Istraživanja **Sretenović i sar. (1997)** dala su odgovor na pitanje koja je optimalna količina ukupnog i nerazgradivog proteina u obroku u periodu rane laktacije, preko rezultata dobijenih u dva ogleda. U prvom je ispitan uticaj tri različita nivoa ukupnih proteina (16, 18 i 20%) u suvoj materiji obroka na najvažnije reproduktivne performanse visoko mlečnih holštajn frizijskih krava. U drugom ogledu, krave su hranjene obrocima koji su sadržali 18% ukupnog proteina, sa različitim učešćem nerazgradivih, odnosno razgradivih proteina (29:71, 37:63 i 45:55%). Rezultati istraživanja ukazuju da različita količina ukupnog proteina nije imala značajnijeg uticaja na reprodukciju kod krava, kada su krave na obrocima sa 18% ukupnih proteina imale najniži servis period. U drugom ogledu su se razlike ispoljile kod različitog udela u buragu nerazgradivog proteina, i to u dužini trajanja servis perioda, kao i koncentraciji uree u krvnom serumu, koja je imala više vrednosti kod krava koje su bile na tretmanu sa većom količinom razgradivog proteina.

Hrana za životinje sadrži širok spektar proteina i neproteinskih azotnih jedinjenja. Proteini su makromolekuli koji se međusobno razlikuju po veličini, obliku, rastvorljivosti i aminokiselinskom sastavu, a prisutni su u ćelijskim zidovima i unutar ćelija svih biljnih i životinjskih tkiva gde vrše različite funkcije (strukturne, metaboličke, učestvuju u transportu i dr.). Neproteinska azotna jedinjenja jesu mali molekuli koje čine peptidi, slobodne aminokiseline, nukleinske kiseline, amidi i amini, nitrati i amonijačna jedinjenja. Trave i leguminoze sadrže najveći i najvarijabilniji deo neproteinskih azotnih jedinjenja, pri čemu silaža sadrži više NPN – 30 do 65%, u odnosu na seno, 15-25% (**NRC, 2001**). Iako brojna neproteinska azotna jedinjenja i pravi proteini zajedno predstavljaju sirove proteine, jasno je da je hranljiva vrednost sirovih proteina u hranivima za preživare bolje objašnjena na osnovu njihove stope i obima degradacije u buragu. Brojni su faktori koji utiču na količinu sirovih proteina koji će biti razgrađeni u buragu. Oni uključuju udeo pravih proteina i neproteinskih azotnih jedinjenja u sirovim proteinima, fizičke i hemijske osobine proteina, retenciono vreme proteina u buragu, proteolitičku aktivnost mikroorganizama, kao i pH sredine buraga (**Broderick and Buxton, 1991; NRC, 2001**).

Stoga su **Sniffen et al. (1992)** došli do zaključka da iskorišćavanje proteina od strane preživara zavisi od varijacija u sastavu proteina. Ovi autori navode da sastav proteina varira ne samo između, već i unutar pojedinih hraniva, kao i da postoje velike razlike u pogledu udela rastvorljivog, razgradivog i nedostupnog (vezanog) proteina u hranivima. Proizvodnja mleka bi bila značajno smanjena ukoliko udeo proteina u obroku ne bi zadovoljio minimalne energetske potrebe za proizvodnju, a što je uslovljeno stopom razlaganja proteina (**Fox et al., 2004**). Iz tog razloga su proteinske frakcije integrisane u modele za balansiranje obroka, a zasnivaju se na stepenu pristupačnosti proteina i njihovog iskorišćavanja u organizmu životinja (**Lanzas et al., 2007a**). Procedure za određivanje ovih frakcija baziraju se na rastvorljivosti proteina u puferu i rastvorima deterdženta, i prilagođene su prema **NRC (2001)** i **CNCPS (Fox et al., 2004)** za determinisanje proteinskih frakcija u hranivima za životinje.

Frakcija A, odnosno neproteinska azotna jedinjenja (NPN) čini azot koji se rastvara u puferu i ne taloži se reagensima kao što je trihlor sirćetna kiselina, koja taloži proteine. Ovu frakciju čine slobodne aminokiseline, amonijačna jedinjenja, amidi, amini, ureidi, nukleotidi i nitrati. Ova jedinjenja se u buragu veoma brzo hidrolizuju do amonijaka. Sav rastvorljivi protein u pokšenoj zelenoj masi i silažama je u obliku NPN.

Rastvorljivost proteina hrane je jedan od osnovnih činilaca koji određuju stepen razgradnje u buragu. Pri tome, rastvorljivost proteina najčešće, iako ne uvek, označava i njihovu pristupačnost dejstvu proteolitičkih enzima. Rastvorljivi pravi protein se najčešće veoma brzo razlaže u buragu, ali neka hraniva u ovoj frakciji mogu da imaju znatan deo pravih proteina čija razgradivost teče manjom brzinom.

Frakciju B sirovih proteina predstavlja pravi protein koji je potencijalno razgradiv u buragu. U kojoj meri su ove frakcije razgradive u buragu zavisi od njihove pojedinačne brzine razgradivosti i brzine pasaže kroz digestivni sistem. Podfrakcija B₁ je procenat sirovih proteina koji je rastvorljiv u boratno-fosfatnom puferu čija pH odgovara vrednosti pH u buragu, i koji se ne taloži delovanjem trihlorsirćetne kiseline. Smatra se da se veoma brzo razlaže u buragu sa stopom degradacije od preko 100%/h. Čini je mali deo rastvorljivih proteina koji iznosi oko 5% kod kabastih i oko 10% kod koncentrovanih hraniva. Podfrakcija B₂ predstavlja proteine koji se dobijaju iz razlike proteina koji su nerastvorljivi u puferu i proteina koji su nerastvorljivi u rastvoru neutralnog deterdženta. Stepem razlaganja ove frakcije je 3-16%/h. Podfrakcija B₃ se sporo razlaže u buragu (< 2%/h) pošto je čine proteini vezani za ćelijski zid biljnog materijala. Hemijski se određuje kao protein koji je nerastvorljiv u rastvoru neutralnog deterdženta, i zato najveći deo ove podfrakcije prolazi kroz burag nerazgrađen.

Frakciju C čini protein povezan sa ligninom, kompleksima tanina, kao i produktima Maillard-ovih reakcija. Proteini ove grupe ne mogu da se razlože ni u buragu, niti u tankim crevima, tako da su za životinju nedostupni. Udeo ove frakcije se određuje kao protein koji je nerastvorljiv u rastvoru kiselog deterdženta.

Sniffen et al. (1992) navode da je frakcija B₂ najveća pojedinačna frakcija proteina, i da u lucerki iznosi 41%, dok u istraživanjima **Elizalde et al. (1999)** ima prosečnu vrednost od 51,6%. Ovi autori iznose podatak da je faza razvića imala veći uticaj na udeo sirovih proteina nego na pojedinačne frakcije proteina. Među dosadašnjim istraživanjima, određivanje ovih proteinskih frakcija je vršeno samo u pojedinim fazama razvića (**Seguin et al., 2002; Kleen et al., 2011**). Sezonske varijacije ovih proteinskih frakcija u krmnim leguminozama nisu istraživane u velikoj meri.

Postoje izvesni nedostaci ovog modela koji su opisani od nekih istraživača i nutricionista (**Lanzas et al., 2008**). Pretpostavka da azot nerastvorljiv u neutralnom i kiselom deterdžentu predstavlja frakciju proteina koja je slabo razgradiva i nedostupna životinjama ne može se primeniti na sva hraniva (**Waters et al., 1992; Nakamura et al., 1994; Coblenz et al., 1999**). Takođe, pretpostavka da neproteinska frakcija podrazumeva celokupnu količinu amonijačnih jedinjenja, i da ne može da obezbedi amidni azot koji bi stimulisao rast mikroorganizama, uzrokovala je prekomernu procenu produkcije mikrobijalnih proteina (**Aquino et al., 2003**).

Povećano je interesovanje za proučavanje onih biljnih vrsta u kojima dolazi do redukcije proteolitičkih procesa tokom siliranja i smanjenja razgradnje proteina u buragu. Od velikog je značaja pomenuti da leguminozne vrste mogu da sadrže jedinjenja koja mogu da smanjuju razgradivost proteina. Leguminozne vrste koje sadrže komplekse proteina i tanina, kao što je žuti zvezdan poseduju osobinu da su njihovi proteini manje razgradivi, u odnosu na vrste koje nemaju u svom sastavu tanine, kao što je lucerka (**Julier et al., 2003**). Crvena detelina ima veoma nizak nivo kondenzovanih tanina (**Jackson et al., 1996; Grabber, 2009**), ali je udeo razgradivih proteina manji nego kod lucerke.

Ovo svojstvo crvene deteline se može objasniti prisustvom i aktivnošću polifenol-oksidade u crvenoj detelini (**Broderick et al., 2001; Broderick et al., 2004**). Polifenol-oksidade su enzimi koji katališu hidroksilaciju monofenola do orto-difenola i oksidaciju orto-difenola do orto-hinona (**Matheis and Whitaker, 1984**). Ovako nastali hinoni su snažni oksidansi i veoma jaki elektrofili, koji prolazeći kroz različite biohemijske reakcije

daju brojne sekundarne proizvode. Orto-hinoni mogu reagovati međusobno ili sa proteinima i aminokiselinama (Bittner, 2006; Parveen *et al.*, 2010). Smatra se da ove reakcije orto-hinona sa proteinima dovode do smanjenih proteolitičkih procesa u silaži crvene deteline (Sullivan and Hatfield, 2006). Nasuprot tome, efekti efikasnijeg iskorišćavanja azota, kao što je viši udeo proteina mleka i manja količina izlučenog azota nisu zabeleženi u nedavnim istraživanjima na kravama koje su hranjene svežom crvenom detelinom sa različitim stepenom aktivnosti polifenol-oksidge (Lee *et al.*, 2009). Uticaj aktivnosti polifenol-oksidge na kvalitet proteina u svežoj crvenoj detelini nije u potpunosti objašnjen.

Mesto digestije i količina nastalih lako isparljivih masnih kiselina i mlečne kiseline jeste od velikog značaja za određivanje brzine degradacije i fermentacije hraniva u buragu. Oba ova faktora su značajna, jer imaju uticaja na vrstu nutrijenata koji će biti dostupni životinjama. U modernom sistemu ishrane detaljni podaci o brzini i stopi degradacije, kao i o prirodi fermentativnih procesa svih pojedinačnih komponenta hraniva sve više dobijaju na značaju. Tremblay *et al.*, (2000) su pokazali značajan uticaj sorte lucerke na udeo RUP, svarljivosti suve materije lista i stabla i udela RUP (Tremblay *et al.*, 2002), kao i uticaja na proteinske frakcije (Tremblay *et al.*, 2003). Pretpostavka je da faza razvića može imati različit uticaj na individualne komponente hraniva kada se govori o brzini degradacije u buragu. Ovo bi istovremeno moglo uticati na to koje će komponente hraniva biti dostupne životinjama, i na taj način usloviti performanse životinja i nivo proizvodnje (Yu *et al.*, 2004).

4.6. Lignin i uticaj stepena lignifikacije ćelijskih zidova na svarljivost

Ćelijski zid je suma različitih komponenti čije interakcije diktiraju njegovu strukturu i funkciju. Ključni element koji ima vodeću ulogu u regulisanju degradacije ćelijskog zida je lignin, uz dodatnu podršku molekula koji ga umrežavaju sa ostalim komponentama zida.

Lignini se definišu kao „polimerni prirodni proizvodi koji nastaju iz enzimski inicirane polimerizacije tri primarna prekursora“ (**Lai and Sarkanen, 1971**). Peroksidaze i/ili oksidaze reaguju sa prekursorima lignina: koniferil-, sinapil- i p-kumaril- alkoholima gradeći proizvode koji podležu reakcijama radikalskog kuplovanja dajući rastući polimer lignina. Definicija lignina bi mogla biti da je to fenolni makromolekul (polimer) koji reaguje sa ostalim polimerima dajući strukturno jedinstvo, rezistentnost na razgradnju i nepropustljivost na vodu. Odnos alkohola je promenljiv i zavisi od vrste biljaka. Postoje značajne razlike u sastavu lignina između trava i leguminoza (**Reeves III, 1985**).

Hidroksicinamati su strukturno slični prekursorima lignina i mogu biti vezani za lignin igrajući značajnu ulogu u regulisanju organizacije matriksa zida. Lignin po svojoj prirodi nije ugljeni hidrat, ali zajedno sa celulozom, hemicelulozom, pektinom i drugim pratiocima celuloze čini strukturno ili potporno tkivo zidova biljnih ćelija. Kao biljni sastojak, lignin postaje deo ćelijskog zida tokom formiranja i očvršćavanja sekundarnog ćelijskog zida (**Jung, 1989**). Sintetiše se veoma brzo i svoje ugljovodonične nizove inkrustrira u sve slobodne prostore ćelije, naročito u kristalnu rešetku celuloze. Sirovi lignin, kakav se određuje u krmnim biljkama, obično sadrži i druge supstance osim pravog lignina, kao što su kondenzovani tanini i kutin.

Primarni rast je faza kada biljna ćelija raste i zid se izdužuje. Ćelijski zid je sastavljen od polisaharida, proteina, fenolnih kiselina i pektina, a ksilani i celuloza se deponuju tokom primarnog rasta. U ovoj fazi još nema lignina. U travama, ferulinska kiselina (FA) i mala količina p-kumarne kiseline (PCA) su estarski vezane za polimere arabinoksilana deponovane u primarnom zidu (**Grabber et al., 2004; Grabber, 2005**).

Kada prestane sa rastom, ćelijski zid počinje da deblja zajedno sa deponovanjem polimera lignina (**Ralph et al., 2004**). Tokom ove faze, ćelijski zid postaje sve deblji i raste od unutrašnje strane primarnog zida ka centru ćelije. Dodatni polisaharidni materijal koji se deponuje tokom rasta sekundarnog zida je bogatiji u celulozi nego u ksilanima, a pektini se više ne dodaju zidu kao i FA. Deponovanje polimera lignina počinje zajedno sa početkom debljanja sekundarnog zida (**Ralph et al., 2004**). Inkluzija lignina u zid počinje

od prostora između ćelija a zatim se nastavlja u sekundarni zid. Efekat ovakvog načina deponovanja lignina je da poslednji polisaharidi deponovani u sekundarni zid nisu lignificirani, a da je prostor između ćelija i primarnog zida najintenzivnije lignificiran.

U toku zadebljavanja sekundarnog ćelijskog zida pojedini ferulatni estri arabinoksilana primarnog zida počinju umrežavanje ksilana za lignin (**Fukushima and Hatfield, 2001**). Korišćenjem NMR pokazano je da ferulati (vezani za C-5 jedinice arabinoze) zaista grade kovalentne veze sa monomerima lignina – koniferil- i sinapil- alkoholima (**Hatfield and Fukushima, 2005**). Jedna od prvih reakcija u procesu lignifikacije zidova je reakcija sa ferulatima, dok ferulati deluju kao inicijalna mesta ili tačnije jezgra za proces lignifikacije (**Hatfield et al., 1999**). Pozicioniranje ferulata unutar zida može regulisati način formiranja lignina i kontrolisati umrežavanje unutar matriksa zida. Molekuli FA povezuju lignin sa arabinoksilanima preko etarskih veza i grade dimerne strukture koje umrežavaju lance arabinoksilana jedne za druge kao i za lignin (**Theander and Westerlund, 1986; Reeves III, 1993**). U zid se inkorporira i PCA, etarski se vezujući za polimer lignina. Sa napredovanjem procesa lignifikacije ćelijskog zida, sastav lignina koji se nagomilava se menja iz “gvajacil”-tipa u lignin bogatiji u “siringil”-jedinicama (**Ralph et al., 2004**). U skladu sa ovim deponovanjem različitog tipa lignina, u kasnijim fazama lignifikacije, trave počinju da inkorporiraju relativno velike količine PCA estara (**Theander and Westerlund, 1986; Reeves III, 1997**). Molekularni sastav polimera lignina i prateće razlike u konformaciji koje utiču na hemijsko vezivanje mogu u znatnoj meri uzimati učešće u rezistentnosti ćelijskog zida na mikrobiološki napad i razgradnju koja sledi. Svi lignini ne utiču u podjednako meri na smanjivanje svarljivosti (**Broderick et al., 2004; Jung and Engels, 2002**). S druge strane, neki rezultati ukazuju da nema korelacije između koncentracije lignina i svarljivosti ćelijskih zidova (**Lamb et al., 2003**). S obzirom da se sastav lignina menja sa starenjem od “gvajacil” tipa lignina prema ligninu bogatijem u “siringil” jedinicama, a svarljivost zrelih ćelijskih zidova je manja u odnosu na mlade ćelijske zidove, razumljivo je pretpostaviti da sastav lignina utiče na svarljivost ćelijskih zidova. “Gvajacil” lignin izgrađen od koniferil- i p-kumaril- alkohola jeste

dominantan tip lignina u primarnom ćelijskom zidu, dok je sekundarni ćelijski zid bogatiji “siringil” jedinicama izgrađenim od sinapil alkohola (**Jung et al., 1997**).

Količina lignina je veća u leguminozama u odnosu na trave (**Buxton and Russel, 1988**). Među leguminozama, bela i crvena detelina sadrže manje lignina od lucerke i žutog zvezdana (**Buxton and Hornstein, 1986**). Analizirajući različite botaničke frakcije crvene deteline (**Áman, 1984**), utvrđeno je da je količina lignina u listu od 20 do 60, lisnim drškama 30 do 70, u stablu 50 do 120 g kg⁻¹, dok cvet sadrži oko 150 g kg⁻¹ suve supstance lignina. Baza stabla lucerke je najbogatija, a vrh najsiriomašniji u ligninu (**Buxton and Hornstein, 1986**). Količina lignina se generalno povećava sa napredovanjem faze razvića, kako u listovima tako i u stablu (**Áman, 1984**). U stablu trava, sa rastom i razvićem biljaka, količina lignina se udvostruči, dok se u leguminozama povećava za oko 15% (**Buxton and Brasche, 1991**). Ispitujući uticaj temperature i intenziteta svetlosti (**Handerson and Robinson, 1982**), konstatovano je da se u svim ispitivanim biljnim vrstama količina lignina povećava sa povećanjem temperature i svetlosti. Analizirajući količinu lignina u stablu lucerke različite starosti utvrđeno je da se ćelijski zidovi u letnjem periodu lignificiraju brže nego u proleće (**Sanders and Wedin, 1988**). Isti autori iznose pretpostavke da je uzrok većeg obima i brže lignifikacije viša temperatura u letnjem periodu.

Poslednjih godina ostvaren je napredak u razumevanju metaboličkih procesa uključenih u biosintezu monolignola, građenje polimera lignina, strukturne analize lignina, kao i njegovo umrežavanje za polisaharide zida. Ustanovljeno je da je lignifikacija ćelijskog zida osnovni razlog smanjenja svarljivosti voluminoznih hraniva (**Hancock and Collins, 2006**). Mnogobrojni podaci koji pokazuju negativnu korelaciju između količine lignina i svarljivosti ćelijskih zidova dobijeni su primenom različitih metoda za kvantitativno određivanje lignina (**Schnurr et al., 2007; Chen and Dixon, 2007; Shimojo and Goto, 1984**). Sve do sada razvijene metode za kvantitativno određivanje lignina mogu se podeliti u dve grupe: metode koje se zasnivaju na hidrolizi svih konstituenata ćelijskog zida osim lignina i metode koje se zasnivaju na oksidaciji polimera lignina.

Najčešće korišćena metoda zasniva se na primeni sumporne kiseline, koja hidrolizuje polisaharide ćelijskog zida, nakon uklanjanja supstanci koje mogu da ometaju ovu hemijsku reakciju. KL (Klason lignin) je metoda koja se zasniva na primeni sumporne kiseline, a razvijena je prvenstveno za kvantitativno određivanje lignina u drvenastim biljkama. To je najstarija metoda, i još uvek nalazi primenu u proučavanju strukture ćelijskog zida. Prvobitno se smatralo da ova metoda nije odgovarajuća za kvantitativno određivanje lignina u voluminoznim hranivima, posebno leguminozama, zbog visokog sadržaja proteina u njima (**Kirk and Obst, 1988**). Van Soest je razvio ADL metodu, kao alternativu za KL (**Van Soest and Wine, 1967**).

Postoje velika neslaganja između ADL i KL, posebno u travama (**Schnurr et al., 2007**). Vrednosti za KL su u travama 2 do 4 puta veće u odnosu na ADL, dok je razlika u leguminozama oko 30%. Ova razlika u sadržaju lignina između trava i leguminoza ukazuje prvenstveno na razliku u strukturi lignina u ovim najznačajnijim krmnim biljkama (**Hatfield et al., 1999**). Brojni autori zaključuju da do razlike u količini lignina određenom ovim metodama dolazi zbog hidrolize jednog dela lignina prilikom ADL procedure, a ne kao što se prvobitno smatralo da je KL kontaminiran proteinskim frakcijama. Prednost KL metode je u tome što omogućuje pripremu uzorka za određivanje količine ukupnih ugljenih hidrata, uronskih kiselina i neutralnih šećera (**Hatfield et al., 1999**). Isti autori su proučavali sadržaj lignina u listu i stablu lucerke u tri faze razvića i konstatovali da KL daje više rezultate u odnosu na ADL za sve ispitivane uzorke. Vrednosti za KL mogu biti veće zahvaljujući proteinima koji su vezani za lignin, ili kontaminantima, posebno kutinu koji ostaje nerastvoren u ADF-u (**Fukushima and Hatfield, 2004**).

Velika razlika između KL i ADL u hranivima nameće pitanje da li različiti tipovi fenolnih jedinjenja utiču bitno na svarljivost vlakana. Takođe se postavlja pitanje da li fenolna jedinjenja i manji fragmenti lignina mogu predstavljati ukupan lignin, kao i da li je sa aspekta nutricionista lignin samo polimer koji inkapsulira strukturne ugljene hidrate i smanjuje njihovu svarljivost. Indikativno je da budući rad treba da bude usmeren na određivanje uticaja prostijih fenolnih jedinjenja i polimera lignina na svarljivost

voluminoznih hraniva. Postoji, takođe, mogućnost da fenolni kompleksi koji su ekstrahovani u rastvoru deterdženta nisu potpuno svarljivi i mogu redukovati svarljivost ćelijskog sadržaja. Međutim, visoka svarljivost komponenti ćelije ukazuje na to da pektini i rastvorljivi fenolni kompleksi ne utiču značajno na svarljivost (**Mertens, 2011**).

Svarljivost organske materije je jedan od veoma važnih parametara kvaliteta krmnih biljaka (**Buxton and Redfearn, 1996**). Hranljiva vrednost se u toku razvića biljaka menja, u prvom redu zbog smanjenja odnosa biomase lišća i stabljike (**Akin and Robinson, 1982; Julier and Huyghe, 1997; Lloveras, 2001; Bruinenberg et al., 2002; Guines et al., 2003**). U stablu leguminoza vremenom se povećava količina vlakana, čija je fermentacija u buragu preživara parcijalna i spora, što direktno ograničava dostupnu energiju, dok je svarljivost listova relativno konstantna i visoka (**Buxton and Redfearn, 1996; Guines et al., 2003**). Lignifikovani ćelijski zidovi imaju veću koncentraciju lignina koji je odgovoran za smanjenje svarljivosti. Istovremeno, lignifikovana tkiva su neophodna da bi obezbedila mehaničku otpornost biljaka, što praktično ograničava mogućnost povećanja kvaliteta krmnih biljaka putem redukcije količine lignina (**Buxton and Redfearn, 1996**). Tkiva građena od sitnih ćelija zadebljanih zidova životinje ne mogu u potpunosti svariti, što nije slučaj kod tkiva koja sadrže krupne ćelije tankih zidova (**Rezvani Moghaddam and Wilman, 1998; Wilman and Rezvani Moghaddam, 1998a; Wilman and Ahmad, 1999**). Prema podacima **Buxton and Redfearn (1996)** mezofil ima najveću svarljivost, parenhim, kolenhim i floem srednju do visoku, epidermis nisku do visoku, a provodno i sklerenhimsko tkivo veoma nisku. Procentualna zastupljenost tkiva građenih od ćelija sa zadebljanim zidovima je u direktnoj pozitivnoj korelaciji sa količinom lignina i vlakana u biljnim organima (**Wilman and Rezvani Moghaddam, 1998b**). **Guines et al. (2003)** su dokazali da je histološka struktura stabla lucerke bila limitirajući faktor svarljivosti ove krmne biljke.

Redukcija količine vlakana u biljnim organima leguminoza koje se koriste kao krmne biljke je jedan od najvažnijih ciljeva oplemenjivačkih programa usmerenih ka povećanju kvaliteta i svarljivosti ovih biljaka. Pri tome treba voditi računa da isuviše

velika redukcija učešća mehaničkih tkiva u biljnim organima može oslabiti biljke i dovesti do smanjenja njihove otpornosti na promene temperaturnih uslova staništa, sušu, bolesti, insekte i slično.

5. MATERIJAL I METODE

U toku realizacije postavljenih ciljeva izvršena su istraživanja na oglednom polju Instituta za krmno bilje u Kruševcu (lokacija Globoder). Ispitivane su promene hemijskog sastava sa fazama razvića u različitim otkosima dve sorte lucerke (Kruševačka 28 i američke populacije (G+13R+CZ) i dve sorte crvene deteline (Kruševačka 32 – tetraploidna sorta i Kruševačka 39 – diploidna sorta)

Ogled je zasnovan 2011. godine, a uzorci za hemijske analize su uzimani 2012. godine. Predusev je bila crvena detelina, i na jednom delu parcele silažni kukuruz. U predsetvenoj pripremi je rastureno kompleksno đubrivo NPK 15:15:15 u količini 300 kg ha⁻¹.

Setva je obavljena 04. aprila 2011. godine, ručno, u redove na međurednom rastojanju od 20 cm. Veličina osnovne parcele je bila 2 m² (dimenzija 2 × 1 m). Razmak između parcela je iznosio 60 cm, a između blokova 1,5 m. Količina semena je bila 2 g m⁻² za sve sorte, osim za tetraploidnu sortu crvene deteline, K-32, za koju je količina semena iznosila 3,2 g m⁻².

Zemljište po hemijskim osobinama spada u grupu slabo kiselih zemljišta (pH u vodenom rastvoru iznosi 6,5; a u rastvoru N KCl iznosi 5,7). U humusno akumulativnom sloju, sadržaj humusa je 2,6%, i po sadržaju humusa spada u grupu srednje bogatih zemljišta. Sadržaj ukupnog azota od 0,16% svrstava ovo zemljište u grupu srednje bogatih zemljišta. Zemljište je veoma slabo obezbeđeno lakopristupačnim fosforom (4,9 mg P₂O₅/100 g zemlje), a po sadržaju kalijuma (23,1 mg K₂O/100 g zemlje) je dobro obezbeđeno. U humusno akumulativnom sloju je ispran CaCO₃.

Suzbijanje širokolisnih i uskolisnih korova je obavljeno 25.05.2011. godine tretiranjem kombinacijom herbicida 30 ml **Pivot**-a i 90 ml **Basagran**-a na 12 l vode. Nakon toga, samo protiv širokolisnih korova ogled je tretiran herbicidom **Butoxon** (120 ml u 12 l vode) 06.06.2011. godine, i 13. 06 2011. godine protiv uskolisnih korova herbicidom

Fusilade forte (25 ml) u kombinaciji sa **Murtonik**-om (30 g) na 12 l vode. Zaštita protiv insekata je obavljena 26.05.2011. godine tretiranjem insekticidom **Fenitrothion** (18 ml u 12 l vode). U 2012. godini nije vršeno suzbijanje korova, a zaštita protiv insekata je obavljena nakon košenja prvog i drugog otkosa 09.05. i 19.06. insekticidom **Fenitrothion** (70 ml u 12 l vode).

Zbog nepovoljnih klimatskih uslova, biljke su se u 2011. godini sporo i neujednačeno razvijale, tako da uzorci iz prve godine nisu uzimani za analizu.

Eksperiment je izveden po modelu polifaktorijskog ogleda, posebno po vrstama, za lucerku $2 \times 3 \times 4$ i za crvenu detelinu $2 \times 3 \times 3$ u tri ponavljanja.

Faktori istraživanja su za lucerku:

1. Sorta – faktor A

a_1 - domaća sorta lucerke, K 28

a_2 - populacija G+13R+CZ, američkog porekla

2. Faza razvića – faktor B

Uzorci su košeni u tri faze razvića u svakom otkosu:

b_1 - sredina butonizacije

b_2 - početak cvetanja (10-15% cveta)

b_3 - 50-60% cveta

3. Otkos – faktor C

Košena su 4 otkosa lucerke:

c_1 – prvi otkos

c_2 – drugi otkos

c_3 - treći otkos

c_4 – četvrti otkos

Faktori istraživanja su za crvenu detelinu:

1. Sorta – faktor A

a_1 – tetraploidna sorta crvene deteline, K 32

a_2 – diploidna sorta crvene deteline, K 39

2. Faza razvića – faktor B

Uzorci su košeni u tri faze razvića u svakom otkosu:

b_1 - sredina butonizacije

b_2 - početak cvetanja (10-15% cveta)

b_3 - 50-60% cveta

3. Otkos – faktor C

Košena su 3 otkosa crvene deteline:

c_1 – prvi otkos

c_2 – drugi otkos

c_3 - treći otkos

Lucerka **K 28** (*Kruševačka 28*) je visokoprinosna sorta lucerke nastala fenotipskom rekurentnom selekcijom iz materijala različitog geografskog porekla. Sorta se odlikuje uspravnom, dobro olistalom stabljikom. Ostvaruje visoke prosečne prinose suve materije, preko 20 t ha⁻¹ u uslovima suvog ratarenja i do 25 t ha⁻¹ u uslovima navodnjavanja, uz prosečan sadržaj sirovih proteina u suvoj materiji oko 210 g kg⁻¹ i sirove celuloze oko 320 g kg⁻¹. Dobro se bokori i brzo regeneriše nakon kosidbe. Posедуje povećanu tolerantnost prema slabo-kiselim zemljištima, pa može uspevati i na granično kiselim zemljištima za gajenje lucerke.

Eksperimentalna populacija lucerke **G+13R+CZ** je dobijena razmenom selekcionog materijala sa dr Charlie Brummer-om iz SAD. U trogodišnjim komparativnim

ispitivanjima sa velikim brojem domaćih i stranih sorti, populacija je ostvarila dobar sklop biljaka i zadovoljavajuće prinose, što ukazuje na dobru prilagođenost na agroekološke uslove u Srbiji i opravdava njeno dalje ispitivanje. Populacija se odlikuje srednje visokim biljkama sa velikim brojem stabljika po biljci, koje su na svim spratovima odlično obrasle tamno zelenim listovima, što direktno utiče na kvalitet dobijene krme. Posедуje dobru poljsku otpornost na abiotičke (suša, niske temperature,..) i biotičke (insekti, patogeni,...) stresne uslove u polju. U trogodišnjim ispitivanjima, populacija je ostvarila prinos zelene i suve mase (oko 18 – 20 t ha⁻¹) na nivou standardnih domaćih sorti.

Crvena detelina **K 32** (*Kruševačka 32*) je tetraploidna sorta nastala veštačkim udvostručenjem (dejstvom kolhicina) broja hromozoma sorte K 17, *Changins* i *Virole*. Odlikuje se robustnim biljkama, izraženim bokorenjem i krupnim listom (4,5 do 5,5 cm). Otporna je na ekonomski važne bolesti i štetočine i niske temperature, ali je osteljiva na sušu. U godinama sa dovoljno padavina i u uslovima navodnjavanja postiže izuzetno visoke prinose suve materije (do 20 t ha⁻¹). Zbog visokog udela lista u ukupnoj masi odlikuje se visokim sadržajem proteina (180-220 g kg⁻¹) i niskim sadržajem celuloze (220-260 g kg⁻¹).

Crvena detelina **K 39** (*Kruševačka 39*) je nova diploidna srednjestasna sorta nastala kroz više ciklusa fenotipske rekurentne selekcije iz većeg broja domaćih populacija. Odlikuje se velikim brojem uspravnih, razgranatih i dobro olistalih stabala. List ove sorte je srednje krupan, 4-5 cm dugačak i 1,5-2,5 cm širok, tamno-zelene boje sa izraženom lisnom flekom. Dobro podnosi sušu i niske temperature i otporna je na ekonomski najvažnije bolesti što omogućava da u trećoj godini života ima zadovoljavajuću gustinu useva i prinos suve mase. Odlikuje se visokim potencijalom za prinos biomase (13-17 t ha⁻¹ sena) odličnog kvaliteta (preko 200 g kg⁻¹ sirovih proteina). U zavisnosti od načina setve može se iskorišćavati ispašom, kosidbom, a pogodna je i za spravljanje visoko-kvalitetnih silaža. Zahvaljujući dugom periodu cvetanja (do 28 dana) predstavlja dobru pčelinju pašu i ima visok potencijal za proizvodnju semena.

5.1. Klimatski uslovi

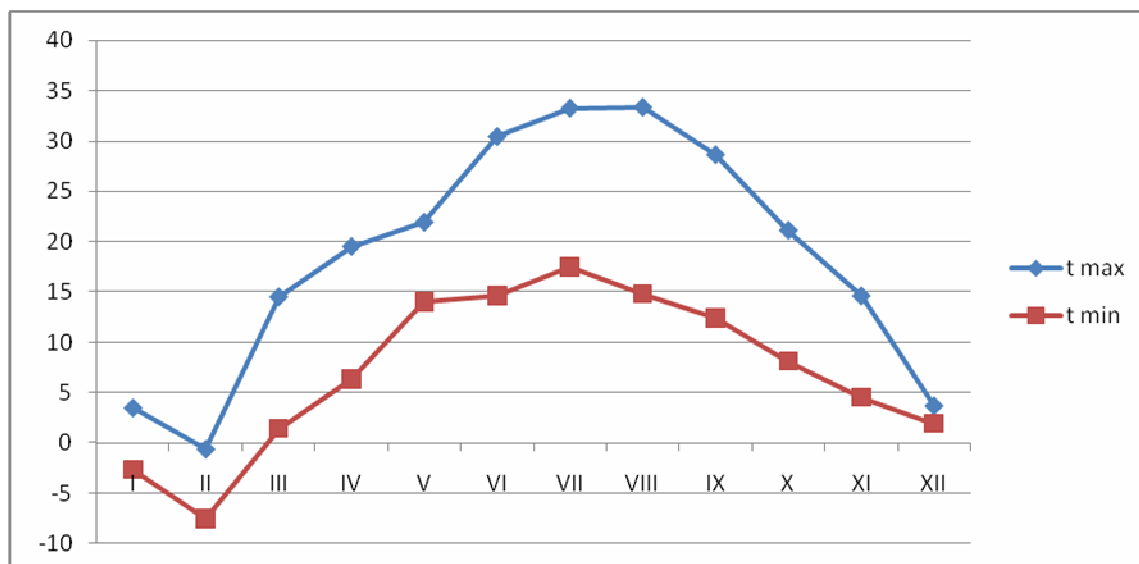
Klima Kruševca ima umereno-kontinentalni karakter, gde se prelazna godišnja doba odlikuju toplijom jeseni od proleća. Zimi su vremenske prilike pod uticajem ciklonske aktivnosti sa Atlantskog okeana i Sredozemnog mora, kao i zimskog tzv. Sibirskog anticiklona. Leti, usled pomeranja subtropskog pojasa visokog pritiska prema severu, područje Kruševca i okoline često se nalazi pod uticajem anticiklona, sa dosta stabilnim vremenskim prilikama, povremeno kraćim pljuskovitim padavinama lokalnog karaktera.

U godini istraživanja (2012) ustanovljeno je pozitivno odstupanje srednjih mesečnih temperatura (Graf. 1 i 2). Posebno su vrednosti bile veće u maju (17,9° C), junu (22,5° C, julu (25,4° C) i avgustu (24,1° C) u odnosu na višegodišnji prosek (16,0° C; 20,5° C; 22,3° C i 22,2° C). Najveće vrednosti srednje mesečne maksimalne temperature se javljaju u julu (33,2° C) i avgustu (33,3° C). Prema podacima Hidrometeorološkog zavoda, u julu je zabeleženo 17 dana sa maksimalnim temperaturama preko 35° C, a u avgustu 11 takvih dana.

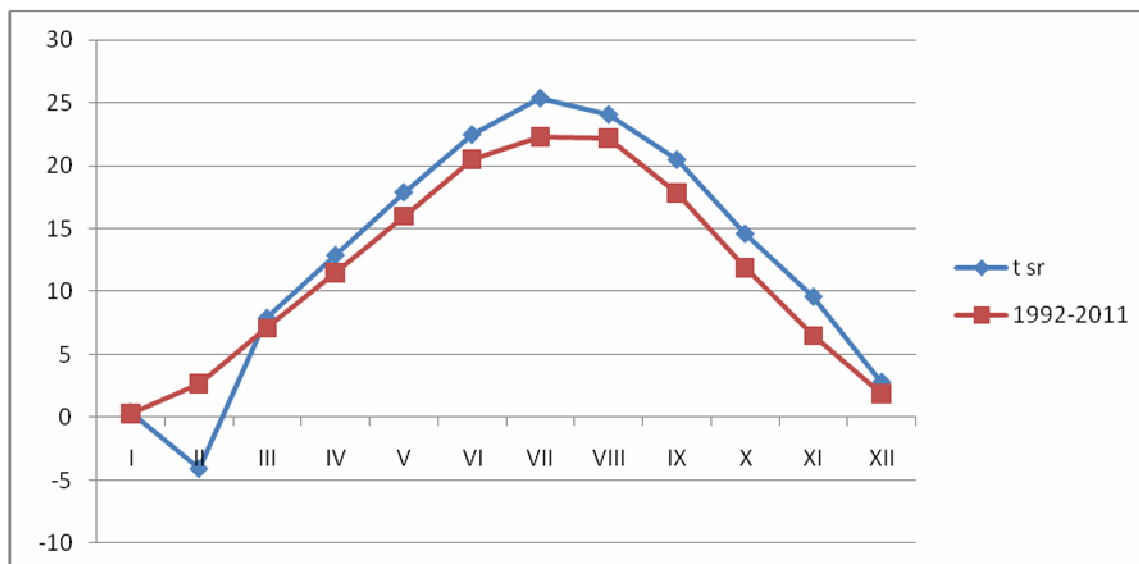
Posmatrajući količinu padavina po mesecima (Graf. 3 i 4), u godini istraživanja može se primetiti da je u maju palo 150 mm, što su znatno veće vrednosti od višegodišnjeg proseka u tom mesecu (57,6 mm). Značajno manja količina padavina je zabeležena u junu (29,3 mm), julu (33,3 mm) i avgustu (0,0 mm) u odnosu na višegodišnji prosek (68,0 mm, 59,4 mm i 46,6 mm).

Temperature u toku vegetacione sezone (april – avgust) su prosečno iznosile 20,6° C, što je za 2,1° C više u odnosu na višegodišnji prosek. Srednja godišnja temperatura vazduha je iznosila 12,9° C, što je za 1,2° C više u odnosu na višegodišnji prosek.

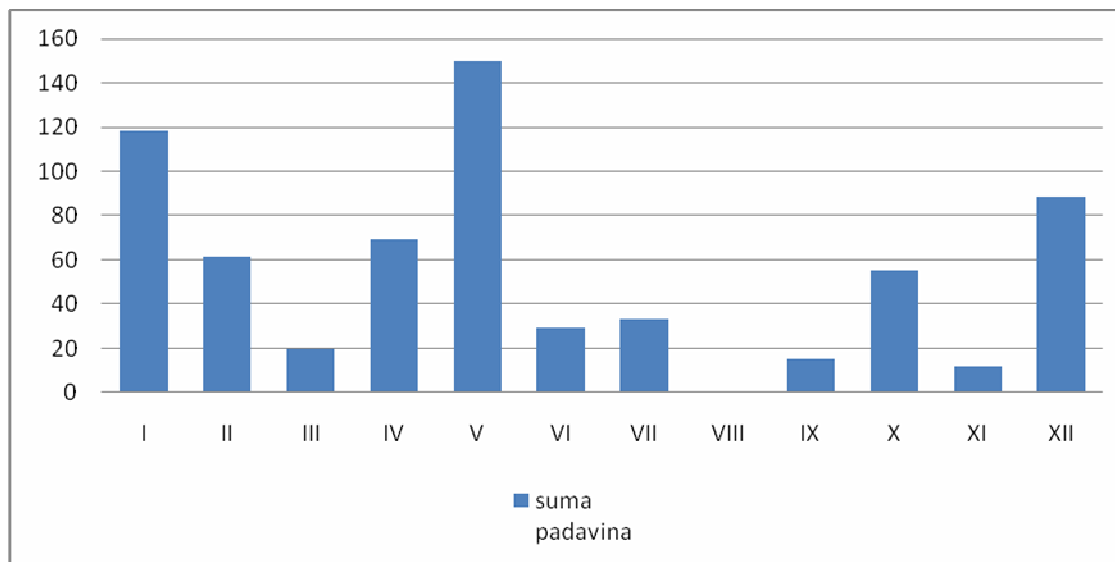
Graf. 1. Srednje maksimalne i minimalne temperature u godini istraživanja (° C)



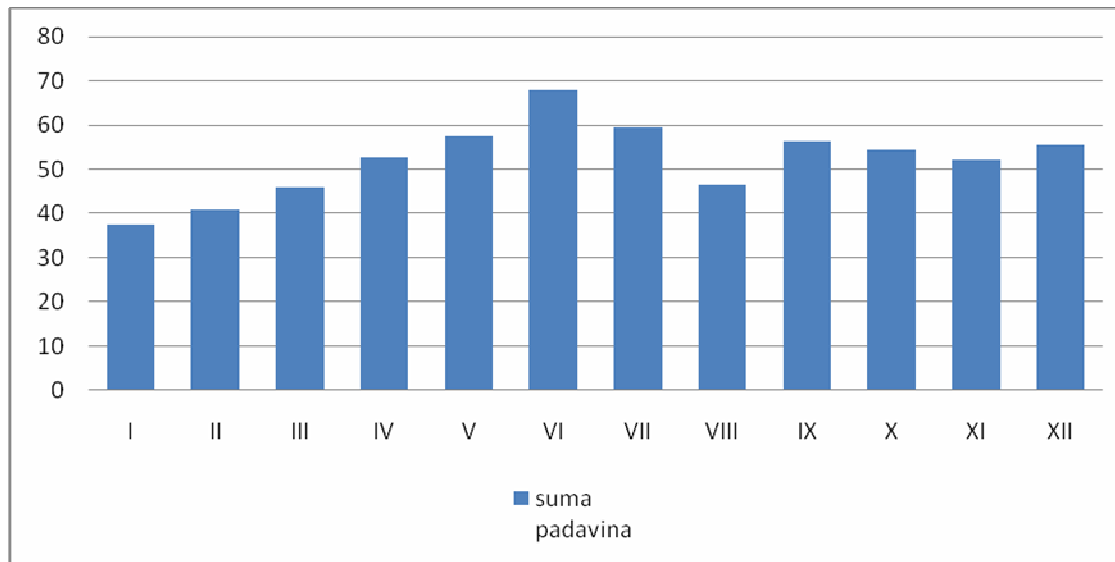
Graf. 2. Srednje mesečne temperature vazduha u 2012. godini i u periodu 1992-2011 (° C)



Graf. 3. Prosečna suma padavina po mesecima u godini istraživanja, mm m⁻²



Graf. 4. Prosečna suma padavina po mesecima u periodu 1992-2011, mm m⁻²



5.2. Uzorkovanje

Početak vegetacije je zabeležen 06. marta 2012. godine. Prvi otkos lucerke je pokošen 04.05.2012. godine (60. dana vegetacije) sredinom butonizacije, i odvojeni su uzorci za analizu hemijskog sastava u ovoj fazi. Ostavljene su parcele za košenje lucerke u narednim fazama razvića. Druga faza razvića je pokošena 21.05.2012. godine (77. dana vegetacije) početkom cvetanja, a treća faza 29.05.2012. godine (85. dana vegetacije), kada su biljke bile iscvetale više od 50%. Početak vegetacije svakog narednog otkosa je računat od dana košenja prethodnog otkosa.

Prva faza drugog otkosa (sredina butonizacije) je pokošena 08.06.2012. godine (35. dana vegetacije). Ceo drugi otkos je pokošen 13.06.2012. godine – krajem butonizacije (40. dana vegetacije), s tim što su ostavljene nepokošene parcele za naredne faze razvića. Druga faza – početak cvetanja je pokošena 15.06.2012. godine (42. dana vegetacije), a treća faza – više od 50% cveta 21.06.2012. godine (48. dana vegetacije).

Prva faza trećeg otkosa – sredina butonizacije je pokošena 06.07.2012. godine – sredina butonizacije (23. dana vegetacije). Ceo treći otkos je pokošen 13.07.2012. godine – početkom cvetanja (30. dana vegetacije) i uzet uzorak za analizu u ovoj fazi razvića, s tim što su ostavljene parcele za košenje uzoraka u narednoj fazi razvića. Parcele lucerke u trećoj fazi razvića su košene 18.07.2012. godine (35. dana vegetacije) – više od 50% cveta.

U četvrtom otkosu su pokošene parcele lucerke u prvoj fazi razvića 08.08.2012. godine – sredina butonizacije (26. dana vegetacije), lucerka u drugoj fazi razvića je košena 16.08.2012. godine – početak cvetanja (34. dana vegetacije), a ceo otkos 21.08.2012. godine - više od 50% iscvetalih biljaka (39. dana vegetacije) kada su i uzeti uzorci lucerke za utvrđivanje hemijskog sastava u ovoj fazi razvića.

Crvena detelina je košena po sličnom sistemu kao i lucerka. Prvi otkos crvene deteline je pokošen 07.05.2012. godine – sredinom butonizacije (63. dana vegetacije) i izdvojeni su uzorci za analizu hemijskog sastava u ovoj fazi. Ostavljene su parcele za košenje uzoraka crvene deteline u narednim fazama razvića. Uzorci u drugoj fazi razvića

su pokošeni 21.05.2012. godine – početak cvetanja (77. dana vegetacije), a uzorci u trećoj fazi razvića su košeni 29.05.2012. godine – sredinom cvetanja (85. dana vegetacije).

Uzorci u prvoj fazi razvića u drugom otkosu su pokošeni 11.06.2012. godine – sredina butonizacije (35. dana vegetacije). Zatim je ceo drugi otkos pokošen 13.06.2012. godine – kraj butonizacije (37. dana vegetacije), s tim što su ostavljene parcele za košenje crvene deteline u narednim fazama razvića. Uzorci u drugoj fazi razvića su pokošeni 18.06.2012. godine – početak cvetanja (42. dana vegetacije), i uzorci u trećoj fazi razvića košeni su 21.06.2012. godine (45. dana vegetacije), kada su biljke imale 50-60% cveta.

Uzorci u prvoj fazi razvića u trećem otkosu su pokošeni 06.07.2012. godine – sredinom butonizacije (24. dana vegetacije), u drugoj fazi razvića su košeni 09.07.2012. godine – početak cvetanja (27. dana vegetacije), a uzorci u trećoj fazi razvića, kada je pokošen i ceo treći otkos su pokošeni 13.07.2012. godine – više od 50% cveta (31. dana vegetacije).

Zbog nepovoljnih klimatskih uslova – dug sušni period, biljke crvene deteline su se nakon košenja trećeg otkosa veoma sporo razvijale, tako da nisu košeni uzorci crvene deteline iz četvrtog otkosa.

Podaci o prinosu krme su iskazani u suvoj materiji. Sadržaj suve materije je utvrđen na uzorku težine 1 kg, sušenjem na temperaturi od 60° C do konstantne težine. Za potrebe hemijskih analiza, uzorci su mleveni najpre na mlinu sa sitom prečnika 2 mm, a zatim na laboratorijskom ciklon mlinu prečnika 1 mm. Ovako dobijeni uzorci su sušeni na 105° C do konstantne težine. Svi rezultati vezani za hemijski sastav i količinu hranljivih materija su izraženi u apsolutno suvoj materiji. Sve hemijske analize su urađene u tri ponavljanja.

5.3. Hemijske analize

U okviru Weende sistema analize određen je sadržaj sirovog pepela, sirovih proteina, sirove celuloze, sirovih masti i bezazotnih ekstraktivnih supstanci.

Količina sirovog pepela je određena suvim spaljivanjem uzorka na 550° C i merenjem pepela (**AOAC, 942.05**).

Količina sirovih proteina je izračunata indirektno, preko količine ukupnog azota koji je određen metodom po Kjeldahl-u na aparatu TECATOR Kjeltex Auto Analyzer 1030 (**AOAC, 984.13**).

Količina sirove celuloze je određena sukcesivnom hidrolizom uzorka razblaženim rastvorom H₂SO₄ i NaOH (**AOAC, 978.10**).

Količina sirovih masti je određena po Soxhlet-u, modifikacija po Ruškovskom, sa anhidrovanim etrom (**Đorđević i sar., 2003**).

Količina bezazotnih ekstraktivnih materija – BEM je određena računskim putem, oduzimanjem ukupne količine sirovih proteina, sirove celuloze, sirovih masti i sirovog pepela od 1000 g.

Prinos sirovih proteina je određen računskim putem, na osnovu prinosa suve materije i utvrđene količine sirovih proteina u suvoj materiji.

Ukupni ugljeni hidrati i nevlaknasti ugljeni hidrati su izračunati prema jednačinama **NRC (2001)**:

$$CHO = 1000 - (CP + SMa + SPe)$$

$$NFC = 1000 - [(NDF - NDICP) + CP + SMa + SPe]$$

NDF (*Neutral Detergent Fiber*) – vlakna nerastvorna u rastvoru neutralnog deterdženta je određen bez korišćenja Na₂SO₃ prema metodi **Van Soest and Robertson (1980)**.

ADF (*Acid Detergent Fiber*) – je određen kao frakcija hrane nerastvorljiva u rastvoru kiselog deterdženta, a količina lignina tretiranjem ovog nerastvorljivog ostatka 72%-nim rastvorom H_2SO_4 u toku 3 h (**AOAC, 973.18**).

Hemiceluloze su određene na osnovu razlike frakcije hrane nerastvorljive u rastvoru neutralnog deterdženta i frakcije hrane nerastvorljive u rastvoru kiselog deterdženta.

TESC (*Total Etanol Soluble Carbohydrates*) koje čine nestrukturani ugljeni hidrati – monosaharidi i disaharidi su određeni spektrofotometrijski metodom sa fenol-sumpornom kiselinom prema **Dubois et al. (1956)** uz prethodnu ekstrakciju uzorka 80%-nim rastvorom etanola (**Hall et al., 1999**).

Svarljivost suve materije je određena na osnovu metode **De Boever et al. (1986)** tretiranjem uzorka kiselim rastvorom pepsina (24 h na 40° C), a potom rastvorom celulaze u acetatnom puferu, pH = 4,8 (24 h na 40° C).

Prinos svarljive suve materije je određen računskim putem, na osnovu prinosa suve materije i određene svarljivosti suve materije.

Proteinske frakcije u hranivima su određene prema metodi **Licitra et al. (1996)**.

Pravi proteini – TP (*True Protein*) su određeni taloženjem proteina sa odgovarajućim reagensom – trihlorsirćetnom kiselinom, i u talogu je određena količina azota prema Kjeldahl-u i pomnožena faktorom 6,25.

Neproteinski azot – NPN (*Non Protein Nitrogen*) je izračunat kao razlika između ukupne količine proteina i pravih proteina.

Nerastvorljivi proteini – IP (*Insoluble Protein*) su određeni kao količina azota u ostatku koji se ne rastvara u rastvoru pufera čije pH odgovara pH buraga, i množenjem sa faktorom 6,25.

Rastvorljivi proteini – SolP (*Soluble Protein*) su izračunati iz razlike ukupne količine proteina u hranivima i količine nerastvorljivih proteina.

Azot vezan za ćelijski zid – NDICP (*Neutral Detergent Insoluble Crude Protein*) je određen kao količina azota u ostatku uzorka nerastvorljivom u rastvoru neutralnog deterdženta, i množenjem sa faktorom 6,25.

Nedostupni proteini – ADICP (*Acid Detergent Insoluble Crude Protein*) je određen kao azot u ostatku uzorka koji je nerastvorljiv u rastvoru kiselog deterdženta, i množenjem sa faktorom 6,25.

Proteinske frakcije prema CNCPS (*Cornell Net Protein and Carbohydrate System*) sistemu su frakcionisane na 5 frakcija (**Sniffen et al., 1992; Fox et al., 2003**).

PA frakcija sirovih proteina – lakorastvorljivi proteini koje čini neproteinski azot

PC frakcija sirovih proteina – potpuno nedostupni sirovi proteini koje predstavlja ADICP

PB frakcija sirovih proteina – potencijalno razgradiva frakcija predstavlja razliku između ukupnih sirovih proteina i sume rastvorljivih i nedostupnih proteina:

$$PB = CP - (NPN + ADICP)$$

PB frakcija sirovih proteina je dalje podeljena na:

PB₁ frakciju koja se brzo razgrađuje:

$$PB_1 = SolP - NPN$$

PB₂ frakciju koja je srednje razgradivosti:

$$PB_2 = PB - PB_1 - PB_3$$

PB₃ frakciju koja se sporo razgrađuje u buragu:

$$PB_3 = NDICP - ADICP$$

Kako se ugljeni hidrati prema najnovijoj *CNCPS* šemi frakcionišu na 8 frakcija, ali seno lucerke i crvene deteline ne sadrže isparljive masne kiseline (CA_1), mlečnu kiselinu (CA_2) i veoma male količine organskih kiselina (CA_3) (**Hall et al., 1999**), ugljeni hidrati su takođe podeljeni na 5 frakcija.

CA frakcija ugljenih hidrata – lako rastvorljivi i brzorazgradivi ugljeni hidrati koje čitne TESC (*Total Etanol Soluble Carbohydrates*) – monosaharidi i disaharidi

CB₁ frakcija ugljenih hidrata– brzo razgradivi ugljeni hidrati – skrob

CB₂ frakcija ugljenih hidrata – čine ih nevlaknasti ugljeni hidrati koji se razgrađuju srednjom brzinom:

$$CB_2 = NFC - TESC - skrob$$

CB₃ frakcija ugljenih hidrata jesu sporo razgradivi ugljeni hidrati, odnosno dostupni deo ćelijskog zida:

$$CB_3 = (NDF - NDICP) - CC$$

CC frakcija ugljenih hidrata – koje predstavljaju potpuno nerazgradivi, odnosno nedostupni ugljeni hidrati povezani sa ligninom

$$CC = NDF \times (Lignin / NDF) \times 2,4$$

N:CHO i N:OM je izračunat kao količina azota u 1000 g ukupnih ugljenih hidrata (CHO), odnosno kao količina azota u 1000 g organske materije

PA:CA odnos je izračunat kao količina azota koji predstavlja PA frakciju (neproteinski azot) u 1000 g lako razgradivih ugljenih hidrata koji čine CA frakciju.

PB:CB odnos je izračunat kao količina azota koji predstavlja srednje razgradivu PB frakciju sirovih proteina u 1000 g srednje razgradivih ugljenih hidrata koji čine CB frakciju.

PC:CC odnos je izračunat kao količina azota koji predstavlja nedostupnu PC frakciju sirovih proteina u 1000 g nedostupne CC frakcije ugljenih hidrata.

5.4. Statistička obrada podataka

Dobijeni podaci prinosa suve materije i hemijskog sastava suve materije lucerke i crvene deteline obrađivani su metodom trofaktorijske analize varijanse (ANOVA, Stat.Soft., STATISTICA 6). Značajnosti razlika između prosečnih vrednosti po tretmanima testirani su Fisher-ovim testom na nivou značajnosti $p < 0,01$. Svi rezultati su prikazani tabelarno i grafički.

6. REZULTATI I DISKUSIJA

6.1. Prinos SM lucerke i crvene deteline

Prinos SM lucerke i crvene deteline zavisan je od mnogih faktora, prvenstveno od uslova uspevanja (klima i zemljište), primenjene agrotehnike i genotipa. Sklop svih ovih faktora uslovljava različitu visinu prinosa, tako da se podaci o prinosu SM lucerke i crvene deteline znatno razlikuju.

U ovim istraživanjima su dobijene visoko značajne razlike u prinosu SM između ispitivanih sorti lucerke. Domaća sorta lucerke je bila prinasnija u odnosu na američku populaciju lucerke G+13R+CZ (Tabela 1). Uzrok nižeg prinosa SM američke populacije lucerke može biti njena slabija prilagođenost našim agroekološkim uslovima. **Babinec et al. (2003)** ističu da je uticaj sredine na prinos lucerke obično jače izražen od genetičkog potencijala same sorte. Veliki broj radova ukazuje da domaće sorte imaju odličnu adaptabilnost na postojeće uslove sredine, što uslovljava visoke i stabilne prinose u celom periodu iskorišćavanja. U istraživanjima **Lukića i sar. (2001)** domaće sorte su se odlikovale bržom regeneracijom i višim prinosom SM u odnosu na ispitivane strane sorte. Slične rezultate iznose i drugi autori (**Mladenović i sar., 2001; Popović et al., 2003**), a **Svirskin (2003)** iznosi podatke da su strane sorte u uslovima Litvanije takođe pokazale lošije rezultate u prinosu SM u odnosu na lokalne varijetete.

Vreme kosidbe u određenoj fazi razvića je značajno uticalo na prinos SM lucerke. Najveći prosečan prinos SM je ustanovljen kada su biljke imale 50-60% cveta ($5,3 \text{ t ha}^{-1}$), a najmanji kada su se nalazile u fenofazi butonizacije ($3,0 \text{ t ha}^{-1}$).

Najveći prinos SM lucerke ustanovljen je u prvom otkosu, i prosečna vrednost je bila $6,3 \text{ t ha}^{-1}$, dok je najniži prinos SM utvrđen u četvrtom otkosu, i prosečna vrednost iznosi $2,3 \text{ t ha}^{-1}$. Utvrđene su visoko značajne razlike u prinosu SM lucerke između ispitivanih otkosa.

Interakcije sorta $\times$ faza, sorta $\times$ otkos i faza $\times$ otkos su takođe bile visoko značajne.

Tabela 1. Prinos SM lucerke, t ha⁻¹

Sorta	Faza	Otkos				$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃	c ₄		
a ₁	b ₁	4,9 ^{C,a} ±0,1	3,8 ^{C,b} ±0,0	3,0 ^{C,c} ±0,1	1,8 ^{C,d} ±0,1	3,4 ^c	
	b ₂	6,9 ^{B,a} ±0,1	5,5 ^{B,b} ±0,1	4,0 ^{B,c} ±0,0	2,4 ^{B,d} ±0,0	4,7 ^b	
	b ₃	8,5 ^{A,a} ±0,1	6,3 ^{A,b} ±0,1	4,6 ^{A,c} ±0,1	2,7 ^{A,d} ±0,0	5,5 ^a	4,5 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	6,8 ^a	5,2 ^b	3,9 ^c	2,3 ^d	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	3,5 ^{C,a} ±0,1	3,0 ^{C,b} ±0,1	2,5 ^{C,c} ±0,1	1,7 ^{C,d} ±0,1	2,7 ^c	
	b ₂	5,9 ^{B,a} ±0,1	4,0 ^{B,b} ±0,0	3,4 ^{B,c} ±0,0	2,3 ^{B,d} ±0,1	3,9 ^b	
	b ₃	8,3 ^{A,a} ±0,2	5,1 ^{A,b} ±0,1	4,5 ^{A,c} ±0,0	2,7 ^{A,d} ±0,0	5,2 ^a	3,9 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	5,9 ^a	4,0 ^b	3,5 ^c	2,2 ^d		$\bar{X}$ B
		4,2 ^{C,a}	3,4 ^{C,b}	2,8 ^{C,c}	1,8 ^{C,d}		3,0 ^c
	$\bar{X}$ BC	6,4 ^{B,a}	4,8 ^{B,b}	3,7 ^{B,c}	2,4 ^{B,d}		4,3 ^b
		8,4 ^{A,a}	5,7 ^{A,b}	4,6 ^{A,c}	2,7 ^{A,d}		5,3 ^a
	$\bar{X}$ C	6,3 ^a	4,6 ^b	3,7 ^c	2,3 ^d		

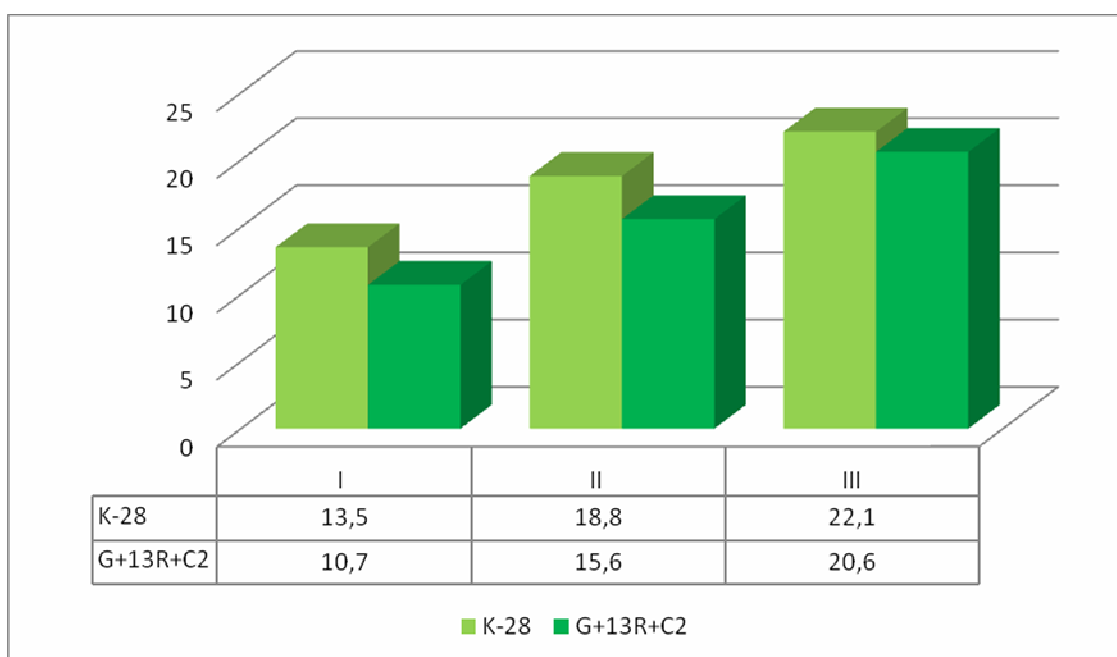
a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvrti otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu

Tokom ispitivanog perioda, od fenofaze butonizacije do fenofaze cvetanja, domaća sorta lucerke, K-28, je u sva četiri otkosa dala veće prinose SM (Tabela 1). Američka populacija lucerke je po prinosu najviše zaostajala u drugom otkosu, a najsličnije vrednosti su dobijene u četvrtom otkosu. Ovako drastično smanjenje prinosa SM se može pripisati manjoj količini padavina u drugoj polovini godine, posebno u julu i avgustu, koji su bili ekstremno sušni i uz ekstremno visoke temperature vazduha. Smanjivanje prinosa SM se može pripisati i kraćim vegetacionim periodima u narednim otkosima u odnosu na prvi otkos. U prvom otkosu je lucerka košena 60., 77. i 85. dana vegetacije, u drugom 35., 42. i 48. dana vegetacije, u trećem 23., 30. i 35. dana vegetacije, a u četvrtom otkosu 26., 34. i 39. dana vegetacije. Na skraćivanje vegetacionog perioda su takođe uticale visoke temperature i sušni period u julu i avgustu.

Ova istraživanja su potvrdila konstataciju da vreme košenja u određenoj fazi razvika značajno utiče na prinos lucerke. Ukupan prinos SM sorte K-28 iz sva četiri otkosa košenoj u istoj fazi razvika se kretao od 13,5 t ha⁻¹ u fenofazi butonizacije do 22,1 t ha⁻¹ kada su biljke imale 50-60% cveta (Graf. 5). Američka populacija lucerke se odlikovala značajno nižim ukupnim prinosom koji se kretao od 10,7 t ha⁻¹ u prvoj fazi

razvića do 20,6 t ha⁻¹ u trećoj fazi razvića. Ovi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima **Krštića i Jeremića (1980)** koji su na pseudogleju u Kruševcu sa sortom NS Mediana ZMS V dobili 21,4 t ha⁻¹. **Lloveras et al. (1998)** su u Španiji sa sortama Aragon i Estivalis ostvarili prosečno 21,6 t ha⁻¹ u fazi početka cvetanja, a 25,5 t ha⁻¹ u fazi punog cvetanja. **Katić i sar. (2003)** takođe ističe da lucerka u drugoj i trećoj godini iskorišćavanja ostvaruje prosečan prinos SM od oko 20 t ha⁻¹. Bolju produktivnost domaćih sorti lucerke u odnosu na strane su potvrdila istraživanja brojnih istraživača u našoj zemlji (**Mijatović i sar., 1986; Lukić i sar., 1996; Mladenović i sar., 2001, i dr.**). **Lukić i sar. (2001)** ističu da se domaće sorte lucerke odlikuju brзом regeneracijom, dobrim kvalitetom, visokim prinosom SM, dugovečne su i tolerantne na niske temperature.

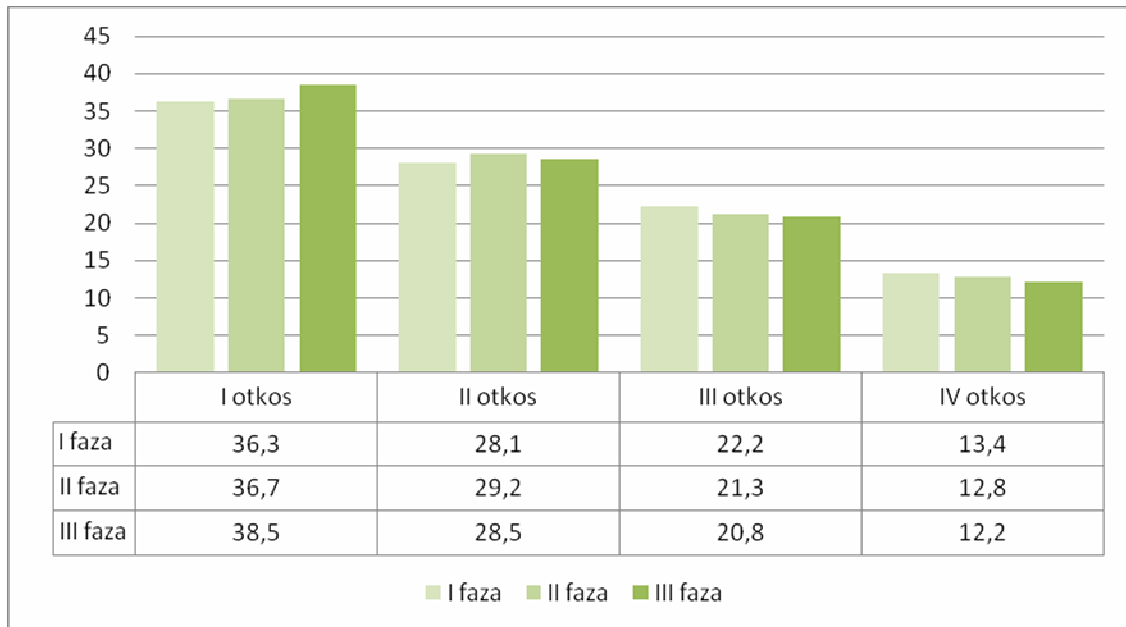
Graf. 5. Ukupan prinos SM lucerke u različitim fazama razvića, t ha⁻¹



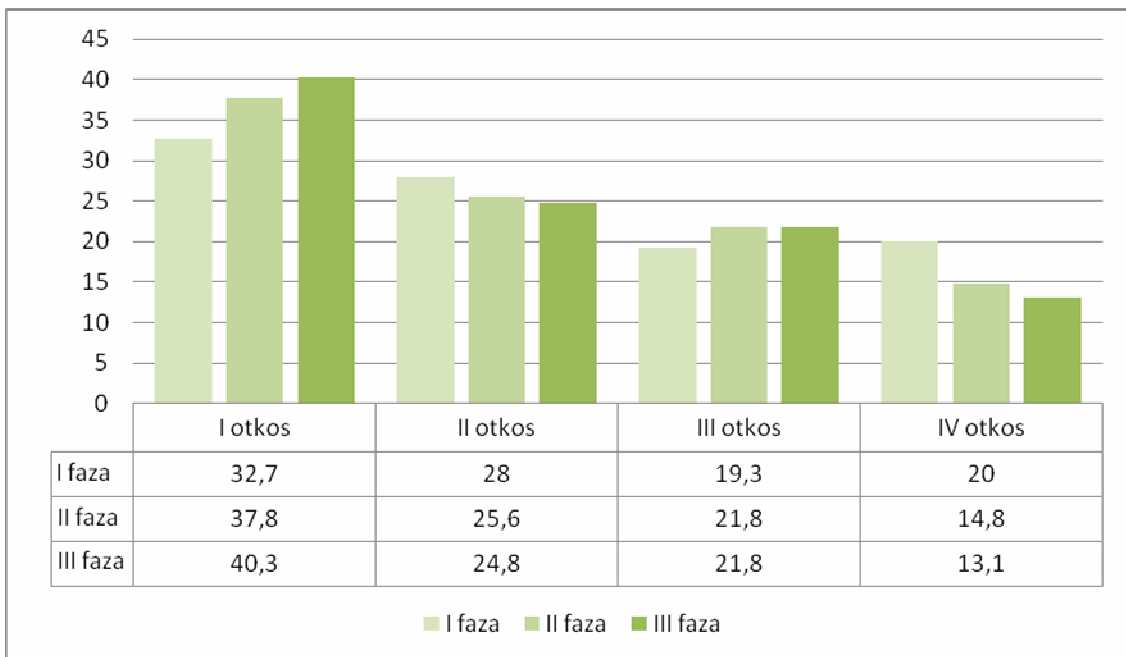
Udeo prvog otkosa u ukupnom prinosu SM se za sortu K-28 kretao od 36,3 do 38,5%, a za američku populaciju lucerke od 32,7 do 40,3%. Udeo narednih otkosa u ukupnom prinosu se smanjivao i najmanji je bio u četvrtom otkosu, te je za domaću sortu lucerke imao vrednosti od 13,4 do 12,2% (Graf. 6), a za američku od 20,0 do 13,1% (Graf. 7). Ovakav raspored prinosa po otkosima je rezultat pre svega većih količina padavina, iako ispod višegodišnjeg proseka u prvoj polovini godine. Ovi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima **Moisuc and Đukića (2002)** koji navode da se u

prvom otkosu ostvaruje 31-34% od ukupnog prinosa SM, u drugom 24-32%, trećem 22-25% i četvrtom 18-20%.

Graf. 6. Udeo (%) pojedinačnih otkosa u ukupnom prinosu SM lucerke K-28



Graf. 7. Udeo (%) pojedinačnih otkosa u ukupnom prinosu SM lucerke G+13R+CZ



Kao krmna biljka, crvena detelina se odlikuje visokim prinosom SM, brзом regeneracijom posle kosidbe i visokim kvalitetom krme.

Praćenjem prinosa tetraploidne i diploidne sorte crvene deteline nisu ustanovljene statistički značajne razlike između sorti crvene deteline (Tabela 2). Prosečan prinos SM za obe sorte je iznosio $4,6 \text{ t ha}^{-1}$. Iako se tetraploidne sorte odlikuju nizom prednosti u odnosu na diploidne (**Leto i sar., 2004**), značajno više prinose SM ostvaruju samo uz adekvatnu vlažnost zemljišta. Ekstremno toplo i suvo vreme u godini istraživanja uzrokovalo je sporiju regeneraciju crvene deteline.

Faza razvića je značajno uticala na prinos SM crvene deteline, koji se kretao od $3,5 \text{ t ha}^{-1}$ u prvoj fazi do $5,7 \text{ t ha}^{-1}$ u trećoj ispitivanoj fazi. Razlike u prinosu SM su bile statistički visoko značajne i između otkosa. Zbog izuzetno toplog i sušnog perioda, posebno u julu i avgustu, crvena detelina je dala samo 3 otkosa. Najviši prosečan prinos je ustanovljen u prvom otkosu, a najniži u trećem otkosu (Tabela 2).

Tabela 2. Prinos SM crvene deteline, t ha^{-1}

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X} A_1B$	$\bar{X} A_1$
		c_1	c_2	c_3		
a ₁	b ₁	5,0 ^{C,a} $\pm 0,1$	3,4 ^{C,b} $\pm 0,1$	1,9 ^{B,c} $\pm 0,0$	3,4 ^c	
	b ₂	7,3 ^{B,a} $\pm 0,1$	5,0 ^{B,b} $\pm 0,1$	2,1 ^{B,c} $\pm 0,1$	4,8 ^b	
	b ₃	8,5 ^{A,a} $\pm 0,3$	5,4 ^{A,b} $\pm 0,1$	2,5 ^{A,c} $\pm 0,1$	5,5 ^a	4,6 ^{nz}
	$\bar{X} A_1C$	6,9 ^a	4,6 ^b	2,2 ^c	$\bar{X} A_2B$	$\bar{X} A_2$
a ₂	b ₁	5,0 ^{C,a} $\pm 0,1$	3,9 ^{C,b} $\pm 0,1$	1,9 ^{B,c} $\pm 0,0$	3,6 ^c	
	b ₂	5,5 ^{B,a} $\pm 0,1$	5,6 ^{B,a} $\pm 0,0$	2,1 ^{B,b} $\pm 0,1$	4,4 ^b	
	b ₃	8,3 ^{A,a} $\pm 0,2$	6,7 ^{A,b} $\pm 0,1$	2,8 ^{A,c} $\pm 0,1$	5,9 ^a	4,6 ^{nz}
	$\bar{X} A_2C$	6,3 ^a	5,4 ^b	2,3 ^c		$\bar{X} B$
		5,0 ^{C,a}	3,7 ^{C,b}	1,9 ^{B,c}		3,5 ^c
	$\bar{X} BC$	6,4 ^{B,a}	5,3 ^{B,b}	2,1 ^{B,c}		4,6 ^b
		8,4 ^{A,a}	6,1 ^{A,b}	2,7 ^{A,c}		5,7 ^a
	$\bar{X} C$	6,6 ^a	5,0 ^b	2,2 ^c		

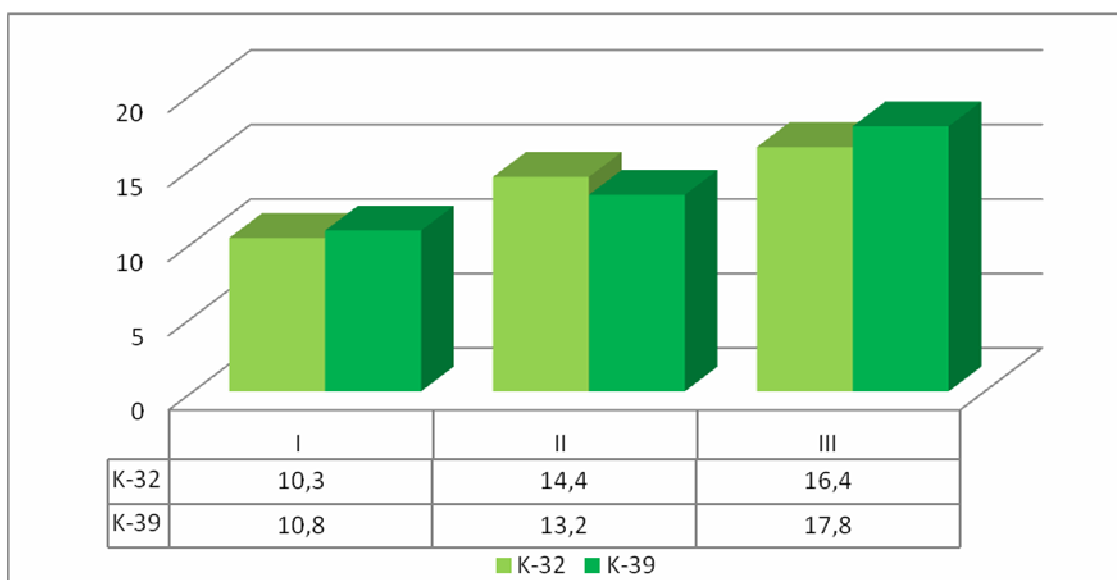
a₁-K 32; a₂-39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; nz-nema značajnosti

Značajne interakcije sorta × faza, sorta × otkos i faza × otkos su ustanovljene za prinos SM crvene deteline. Samo u prvom otkosu je tetraploidna sorta K-32 ostvarila više prinose SM u odnosu na diploidnu sortu K-39. Usled sušnih uslova ili nepovoljnog rasporeda padavina tokom godine, tetraploidne sorte crvene deteline ne mogu postići prinose poput diploidnih sorti što se objašnjava njihovom većom zavisnošću od vlage

(Graman, 1988). Praćenjem prinosa različitih sorti crvene deteline gajenim na različitim nadmorskim visinama, Leto i sar. (2004) su takođe ustanovili da visina prinosa crvene deteline zavisi prvenstveno od vlažnosti ispitivanog područja.

Po ukupnom prinosu SM u drugoj godini istraživanja istakla se diploidna sorta crvene deteline K-39, koja je ostvarila ukupan prinos od 10,8 t ha⁻¹ u prvoj fazi, 13,2 t ha⁻¹ u drugoj fazi, a 17,8 t ha⁻¹ u trećoj fazi razvića (Graf. 8). Tetraploidna sorta crvene deteline, K-32, je u fazi cvetanja ostvarila prinos SM od 16,4 t ha⁻¹. Ovi rezultati su u saglasnosti sa istraživanjima Vasiljević i sar. (2009) koji iznose podatak da se po ukupnom prinosu SM istakla kruševačka sorta K-17 (17,3 t ha⁻¹). I pored relativno povoljnih agroekoloških uslova i činjenice da posedujemo sorte visokog genetičkog potencijala, kod nas se postižu dosta niski prosečni prinosi koji se kreću od svega 3-4 t ha⁻¹. Međutim, rezultati domaćih i stranih autora govore da je moguće dobiti i veće prinose. Andries (1982) je u drugoj godini ispitivanja iz 3 otkosa dobio prinos SM crvene deteline od 12,5 t ha⁻¹, dok su Korošec i Čop (1985) sa sortom Poljanka dobili prosečan prinos SM od 8,5 t ha⁻¹. Fišakov i Moglič (1988) navode dvogodišnji prosečan prinos SM za istu sortu od 13,8 t ha⁻¹. Čupina i sar. (1997) su iz tri otkosa u drugoj godini ispitivanja dobili prosečan prinos SM crvene deteline od 22 t ha⁻¹, što je znatno više u odnosu na prinos SM ostvarene u ovom radu.

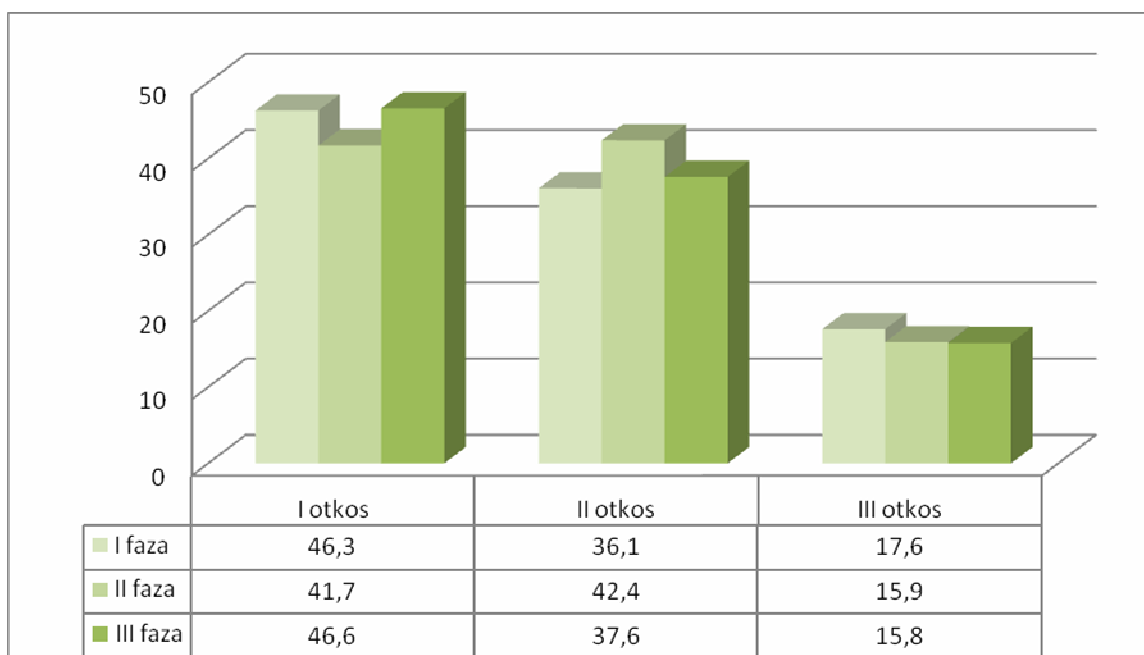
Graf. 8. Ukupan prinos SM crvene deteline u različitim fazama razvića, t ha⁻¹



Graf. 9. Udeo (%) pojedinačnih otkosa u ukupnom prinosu SM crvene deteline K-32



Graf. 10. Udeo (%) pojedinačnih otkosa u ukupnom prinosu SM crvene deteline K-39



Udeo prvog otkosa u ukupnom prinosu SM je za tetraploidnu sortu (Graf. 9) iznosio od 48,5 do 51,8%, što je znatno više u odnosu na diploidnu sortu crvene deteline (Graf. 10) i u odnosu na obe sorte lucerke. Udeo trećeg otkosa u ukupnom prinosu SM je bio najmanji i za tetraploidnu sortu je iznosio 18,5% u prvoj fazi razvića,

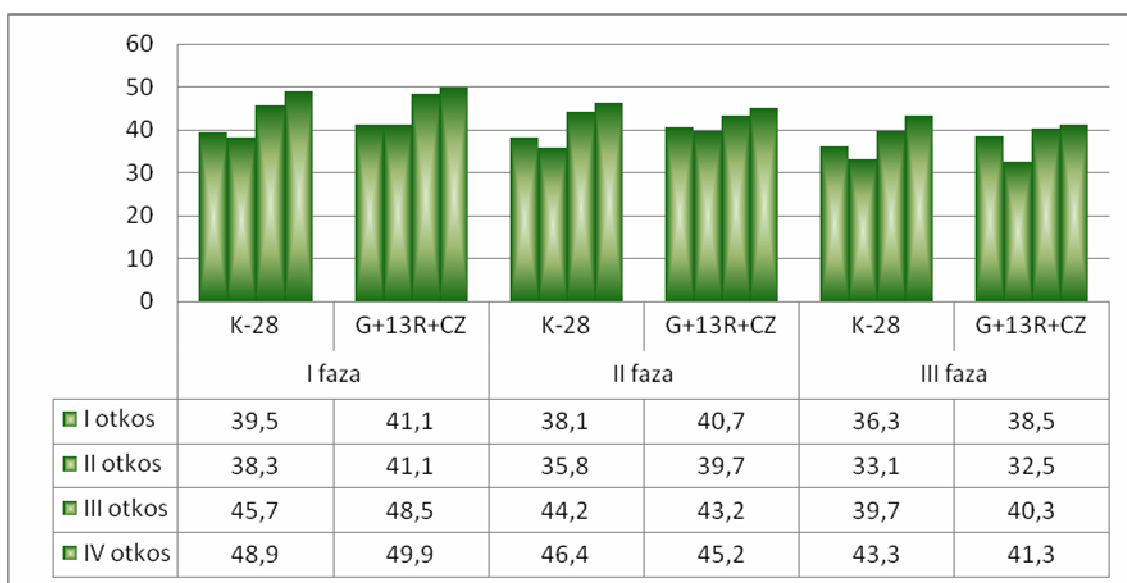
a 15,3% u trećoj fazi razvića. Kod diploidne sorte je ustanovljen sličan udeo trećeg otkosa u ukupnom prinosu SM i kretao se od 17,6 do 15,8%.

6.1.1. Udeo lista u SM lucerke i crvene deteline

Udeo lista u ukupnom prinosu SM predstavlja osnovu hranljive vrednosti lucerke i crvene deteline.

Udeo lišća u ukupnom prinosu SM lucerke je zavisio od sorte i faze razvića. Sa rastom i razvićem lucerke udeo lista se smanjivao u sva četiri otkosa, a ovakva tendencija je zabeležena kod obe ispitivane sorte lucerke (Graf. 11). U prvoj fazi razvića, u sva četiri otkosa američka populacija lucerke se odlikovala većim udelom lišća u odnosu na domaću sortu lucerke. U drugoj i trećoj fazi razvića ove dve sorte lucerke su se smenjivale po preimućstvu u udelu lista u ukupnom prinosu SM.

Graf. 11. Udeo lista u SM lucerke, %

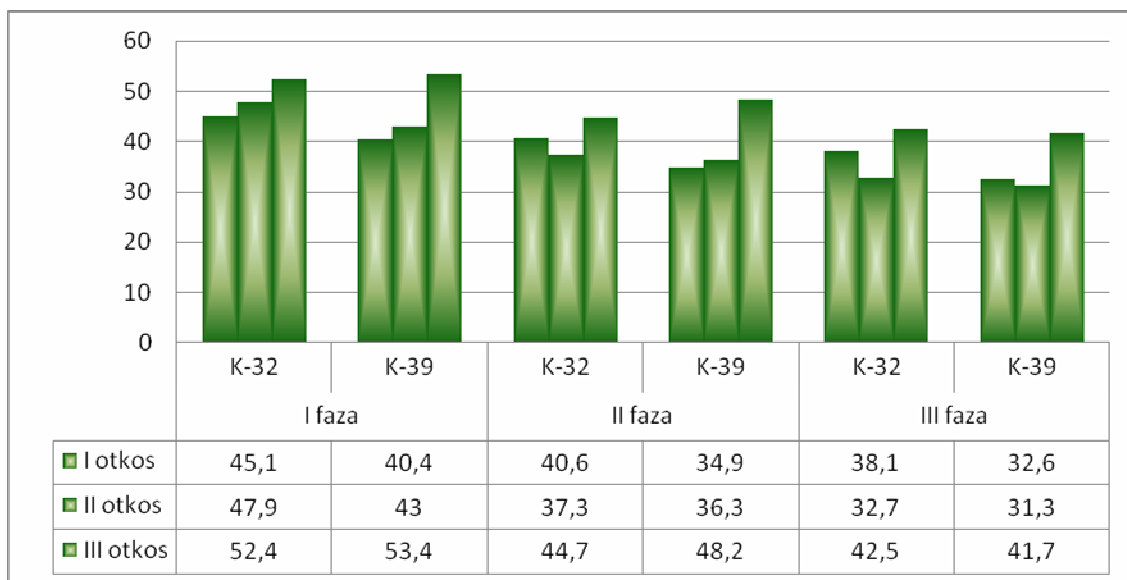


Udeo lišća indirektno ukazuje na kvalitet lucerke (**Rotili et al., 2001**), međutim, u značajnim je negativnim genetičkim korelacijama sa prinosom SM (**Katić, 2001**). Da bi se postigao optimalni udeo lišća u prinosu SM poželjno je da stablo ima veći broj kraćih internodija (**Rotili et al., 2001**). Budući da se list odlikuje visokim udelom sirovih proteina, mineralnih materija i vitamina, to se sorte sa većim udelom lišća

odlikuju boljim kvalitetom. Stoga se udelu lišća i njegovom očuvanju tokom spremanja sena pridaje poseban značaj (**Bošnjak i Stjepanović, 1987**). U izučavanjima **Jiakai and Wenshu (1988)** udeo lišća u SM lucerke je bio 41,5%, a stabljike 58,5%.

Iako povećanje temperature normalno ubrzava sazrevanje crvene deteline, primarni efekat može biti preko njenog uticaja na udeo list : stablo. Ova konstatacija je potvrđena i u ovim istraživanjima, te se udeo lista smanjivao sa rastom i razvićem biljaka crvene deteline (Graf. 12). Najveći udeo lista je zabeležen kod diploidne sorte crvene deteline K-39 u prvoj fazi trećeg otkosa, iako se i kod tetraploidne sorte crvene deteline povećavao udeo lista iz otkosa u otkos. Povećanje udela lista u odnosu na stablo se može objasniti i manjom visinom biljaka, čime se odnos pomera u korist lista. U drugoj i trećoj fazi razvića je tetraploidna sorta crvene deteline imala veći udeo lista, što je u saglasnosti sa rezultatima **Leto i sar. (2004)**. Ovaj autor iznosi podatak da tetraploidne sorte crvene deteline u vlažnim sezonama imaju veći udeo lista 10-30% u odnosu na diploidne sorte, a u suvim sezonama 6-10%. Slične rezultate kao u ovim istraživanjima dobili su i drugi autori (**Demarquilly, 1982; Korošec i Čop, 1985; Graman, 1988**).

Graf. 12. Udeo lista u SM crvene deteline, %



6.2. Weende sistem analize

6.2.1. Sirovi pepeo

Količina pepela u hrani biljnog porekla zavisi od vrste biljaka, faze razvića, zemljišta, klimatskih uslova koji su vladali tokom vegetacije, đubrenja i dr.

Sadržaj sirovog pepela u ispitivanim biljkama opada sa rastom i razvićem (Tabela 3). Sorta i faza su imale veoma značajan uticaj na sadržaj sirovog pepela u lucerki, dok su prosečne vrednosti za sadržaj sirovog pepela u prvom i trećem otkosu identične i iznose 78,6 k kg⁻¹ SM. Interakcija sorta × faza za domaću sortu lucerke, kao i interakcije sorta × otkos i faza × otkos su bile statistički veoma značajne.

Tabela 3. Sadržaj sirovog pepela u lucerki, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos				$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃	c ₄		
a ₁	b ₁	82,6 ^{A,bc} ±1,4	83,2 ^{A,b} ±0,2	85,5 ^{A,a} ±0,2	81,9 ^{AB,c} ±0,2	83,3 ^a	
	b ₂	72,2 ^{B,c} ±1,1	64,8 ^{B,d} ±0,6	79,2 ^{B,b} ±1,2	83,2 ^{A,a} ±1,4	74,9 ^b	
	b ₃	66,2 ^{C,c} ±0,7	63,7 ^{B,d} ±1,1	69,5 ^{C,b} ±0,3	81,8 ^{B,a} ±0,3	70,3 ^c	76,2 ^b
	$\bar{X}$ A ₁ C	73,7 ^c	70,6 ^d	78,1 ^b	82,3 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	95,9 ^{A,a} ±1,5	75,2 ^{A,d} ±1,1	81,5 ^{A,c} ±0,8	86,0 ^{B,b} ±0,5	84,7 ^a	
	b ₂	78,1 ^{B,b} ±0,4	72,0 ^{B,c} ±0,6	77,3 ^{C,b} ±0,5	86,9 ^{B,a} ±0,2	78,6 ^b	
	b ₃	76,6 ^{C,c} ±0,5	65,9 ^{C,d} ±0,9	78,8 ^{B,b} ±0,7	92,5 ^{A,a} ±0,3	78,5 ^b	80,6 ^a
	$\bar{X}$ A ₂ C	83,5 ^b	71,0 ^d	79,2 ^c	88,5 ^a		$\bar{X}$ B
		89,3 ^{A,a}	79,2 ^{A,c}	83,5 ^{A,b}	84,0 ^{C,b}		84,0 ^a
$\bar{X}$ BC		75,2 ^{B,c}	68,4 ^{B,d}	78,3 ^{B,b}	85,1 ^{B,a}		76,7 ^b
		71,4 ^{C,c}	64,8 ^{C,d}	74,2 ^{C,b}	87,2 ^{A,a}		74,4 ^c
$\bar{X}$ C		78,6 ^b	70,8 ^c	78,6 ^b	85,4 ^a		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvri otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

U suvoj materiji domaće sorte lucerke, sadržaj sirovog pepela se pravilno smanjivao od prvog do trećeg otkosa, dok je u četvrtom otkosu zabeležen specifičan tok promena sirovog pepela. U suvoj materiji američke populacije lucerke, sadržaj sirovog pepela se u četvrtom otkosu povećao od 86,0 do 92,5 g kg⁻¹ SM, dok u trećem otkosu

nije ustanovljena pravilna promena sadržaja sirovog pepela sa rastom i razvićem lucerke.

Slične rezultate dobili su **Katić i sar. (2002)**, dok su nešto više rezultate u odnosu na rezultate prikazane u ovom radu dobili **Đorđević i sar. (2012)**.

Rezultati prikazani u tabeli 4 za sadržaj sirovog pepela u crvenoj detelini pokazuju da se udeo sirovog pepela u suvoj masi obe sorte pravilno smanjivao sa rastom i razvićem u prvom i trećem otkosu, dok je u drugom otkosu zabeležena specifična tendencija promene sadržaja sirovog pepela.

Analizom varijanse je ustanovljeno da postoje visoko značajne razlike u sadržaju sirovog pepela između ispitivanih sorti, faza razvića i otkosa. Interakcije sorta $\times$ faza i sorta $\times$ otkos su takođe bile visoko značajne. Najveći sadržaj sirovog pepela je konstatovan u trećem otkosu i iznosi $87,2 \text{ g kg}^{-1} \text{ SM}$. Prosečne vrednosti u svim ispitivanim otkosima su bile nešto više u odnosu na prosečne vrednosti sadržaja sirovog pepela u lucerki.

Tabela 4. Sadržaj sirovog pepela u crvenoj detelini, $\text{g kg}^{-1} \text{ SM}$ ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X} A_1B$	$\bar{X} A_1$
		C_1	C_2	C_3		
a_1	b_1	93,4 ^{A,b} $\pm 0,6$	100,7 ^{A,a} $\pm 0,5$	95,1 ^{A,b} $\pm 0,2$	96,4 ^a	
	b_2	76,0 ^{B,b} $\pm 0,9$	72,9 ^{B,c} $\pm 0,8$	89,9 ^{B,a} $\pm 0,3$	79,6 ^b	
	b_3	68,1 ^{C,c} $\pm 0,7$	80,3 ^{C,a} $\pm 0,3$	73,4 ^{C,b} $\pm 0,7$	73,9 ^c	83,3 ^b
	$\bar{X} A_1C$	79,2 ^c	84,6 ^b	86,1 ^a	$\bar{X} A_2B$	$\bar{X} A_2$
a_2	b_1	94,8 ^{A,b} $\pm 0,5$	94,2 ^{A,b} $\pm 0,6$	98,1 ^{A,a} $\pm 0,9$	95,7 ^a	
	b_2	75,2 ^{AB,b} $\pm 1,8$	76,7 ^{C,ab} $\pm 0,4$	87,4 ^{B,a} $\pm 0,7$	79,8 ^b	
	b_3	73,4 ^{B,c} $\pm 0,6$	82,2 ^{B,a} $\pm 0,4$	79,3 ^{C,b} $\pm 1,2$	78,3 ^c	84,6 ^a
	$\bar{X} A_2C$	81,1 ^c	84,4 ^b	88,3 ^a		$\bar{X} B$
	$\bar{X} BC$	94,1 ^{A,b}	97,5 ^{A,a}	96,6 ^{A,a}		96,1 ^a
		75,6 ^{B,b}	74,8 ^{C,b}	88,7 ^{B,a}		79,7 ^b
		70,8 ^{B,c}	81,3 ^{B,a}	76,4 ^{C,b}		76,1 ^c
	$\bar{X} C$	80,2 ^c	84,5 ^b	87,2 ^a		

a_1 -K 32; a_2 -K 39; b_1 -sredina butonizacije; b_2 -10-15% cveta; b_3 -50-60% cveta; C_1 -prvi otkos; C_2 -drugi otkos; C_3 -treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza $\times$ otkos i sorta $\times$ faza $\times$ otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

6.2.2. Sirovi proteini

Sirovi proteini su jedan od najvažnijih parametara kvaliteta stočne hrane. Visok sadržaj sirovih proteina određuje biološku vrednost hrane. Biljke iz familije leguminoza odlikuju se znatno većim sadržajem sirovih proteina u odnosu na trave. Inače, konzervacijom krme u vidu sena može doći do smanjenja sadržaja sirovih proteina, iz razloga nepravilne primene, preteranog sušenja i opadanja listova biljaka u kojima se nalazi i najveća količina sirovih proteina.

Dobijeni rezultati istraživanja sadržaja sirovih proteina u SM lucerke dati su tabeli 5. Analizom varijanse je ustanovljeno da su razlike u sadržaju sirovih proteina između sorti, faza razvika i otkosa i njihovih interakcija visoko značajne.

Tabela 5. Sadržaj sirovih proteina u lucerki, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos				$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		
a ₁	b ₁	199,8 ^{A,d} ±1,1	203,5 ^{A,c} ±0,5	214,1 ^{A,b} ±0,6	221,0 ^{A,a} ±0,6	209,6 ^a	
	b ₂	160,8 ^{B,c} ±0,6	181,8 ^{B,b} ±0,8	181,6 ^{B,b} ±0,7	214,2 ^{B,a} ±0,2	184,6 ^b	
	b ₃	150,2 ^{C,d} ±0,8	157,8 ^{C,c} ±0,9	173,9 ^{C,b} ±0,3	205,9 ^{C,a} ±0,4	172,0 ^c	188,7 ^b
	$\bar{X}$ A ₁ C	170,3 ^d	181,0 ^c	189,9 ^b	213,7 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	196,4 ^{A,c} ±0,9	213,4 ^{A,b} ±1,0	213,6 ^{A,b} ±0,7	238,6 ^{A,a} ±0,1	215,5 ^a	
	b ₂	177,5 ^{B,d} ±1,3	200,5 ^{B,b} ±1,1	193,3 ^{B,c} ±0,6	215,8 ^{B,a} ±0,7	196,8 ^b	
	b ₃	169,6 ^{C,c} ±0,9	159,5 ^{C,d} ±0,6	191,8 ^{B,b} ±0,2	204,2 ^{C,a} ±1,3	181,3 ^c	197,9 ^a
	$\bar{X}$ A ₂ C	181,2 ^d	191,1 ^c	199,6 ^b	219,5 ^a		$\bar{X}$ B
		198,1 ^{A,d}	208,5 ^{A,c}	213,9 ^{A,b}	229,8 ^{A,a}		212,6 ^a
	$\bar{X}$ BC	169,2 ^{B,d}	191,2 ^{B,b}	187,5 ^{B,c}	215,0 ^{B,a}		190,7 ^b
		159,9 ^{C,c}	158,7 ^{C,c}	182,9 ^{C,b}	205,1 ^{C,a}		176,6 ^c
	$\bar{X}$ C	175,7 ^d	186,1 ^c	194,7 ^b	216,6 ^a		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvri otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Prosečne vrednosti za sadržaj sirovih proteina pokazuju da američka populacija lucerke G+13R+CZ sadrži značajno veću količinu sirovih proteina u odnosu na domaću sortu lucerke, K-28. Ovo može biti rezultat neprilagođenosti stranih sorti našim agroekološkim uslovima, što potvrđuju i niži prinosi SM američke populacije lucerke.

U našim uslovima ove sorte formiraju u većoj meri lisnu rozetu sa manjim udelom stabla u ukupnoj suvoj masi.

Na kvalitet lucerke se može manje uticati nego na prinos, a izbor pogodnog momenta košenja je najznačajnija intervencija. Rezultati ovih istraživanja su potvrdili ovu konstataciju. Prosečan sadržaj sirovih proteina se kretao od 212,6 g kg⁻¹ SM u prvoj fazi razvića do 176,6 g kg⁻¹ SM u trećoj fazi razvića, kada je više od 50% biljaka bilo u fenofazi cvetanja.

Pored toga što faza razvića utiče na kvalitet kabaste hrane više nego ijedan drugi factor, uslovi u kojima se biljka gaji i agronomski faktori modifikuju uticaj razvića biljaka na kvalitet. Ovi faktori mogu dovesti do toga da se kvalitet biljaka razlikuje iz godine u godinu, u različitim sezonama iskorišćavanja, kao i ako potiču sa različitih geografskih područja, iako su košene u istoj fazi razvića. U ovim istraživanjima je najmanji prosečan sadržaj sirovih proteina ustanovljen u prvom otkosu i iznosi 175,7 g kg⁻¹ SM. U toku trajanja ovog vegetacionog ciklusa zabeležene su niže temperature i manji broj sunčanih dana, što kao rezultat ima najmanji sadržaj sirovih proteina u ovom otkosu. Duži dani i veća količina primljene svetlosti u narednim otkosima favorizovali su fotosintezu i redukciju nitrata i njihovo očuvanje kao aminokiseline i protein, te se kao posledica toga povećavao sadržaj sirovih proteina u lucerki od prvog do četvrtog otkosa (Tabela 5).

U obe ispitivane sorte lucerke dolazi do opadanja sadržaja sirovih proteina sa rastom i razvićem biljaka unutar sva četiri otkosa. Iako su u prvom otkosu u fenofazi butonizacije ustanovljene ujednačene vrednosti za sadržaj sirovih proteina, do kraja ispitivanog perioda se u domaćoj sorti K-28 sadržaj sirovih proteina smanjio za 24,8% (relativno), dok je u stranoj sorti lucerke ustanovljen ravnomerniji pad udela sirovih proteina. Slična tendencija promene sadržaja sirovih proteina je zabeležena i u drugom otkosu domaće sorte lucerke, dok je u SM američke populacije ustanovljen značajan pad sadržaja sirovih proteina, počev od početka cvetanja, pa do fenofaze kada su biljke imale više od 50% cveta. Ovom smanjenju sadržaja sirovih proteina je doprinelo i značajno smanjenje udela lista u ukupnoj SM ove sorte lucerke. Četvrti otkos je najkraće trajao, te je ustanovljeno najmanje smanjenje sadržaja sirovih proteina (6,8%, relativno) u SM domaće sorte lucerke, dok je najmanje smanjenje sadržaja sirovih

proteina u SM američke sorte ustanovljeno u trećem otkosu. Četvrti otkos je specifičan i po tome što je osim u prvoj fazi razvića, ustanovljen ujednačen sadržaj sirovih proteina obe sorte lucerke košenim početkom cvetanja i u fenofazi kada su biljke lucerke imale više od 50% cveta.

Uzrok ovakvih promena su verovatno klimatski uslovi u vreme vegetacionog perioda. U prilog ovoj konstataciji su i rezultati istraživanja **Demarquilly-a (1982)** gde je ispitivan uticaj klimatskih faktora na sastav i hranljivu vrednost trava. Ustanovio je da je temperatura klimatski faktor koji najviše menja hranljivu vrednost kabaste hrane. Opštu tendenciju smanjivanja sadržaja sirovih proteina ustanovili su i **Koljajić i sar. (1994)** ispitujući uticaj faze razvića biljaka i tehnologije sušenja na sadržaj hranljivih supstanci u senu lucerke košenoj u fenofazi pupoljenja, fazi početka cvetanja i fazi punog cvetanja.

Količina sirovih proteina u SM lucerke u ovim istraživanjima je u granicama koje navode **Mejakić i sar. (1997)** u trećem i četvrtom otkosu, dok su u prvom i drugom otkosu u ovim istraživanjima ustanovljene niže vrednosti. U istraživanjima ovih autora sadržaj sirovih proteina se u prvom otkosu kretao od 21,53 do 18,4% (od fenofaze butonizacije do punog cvetanja), odnosno od 22,13 do 18,95% u istim fazama razvića drugog otkosa. U trogodišnjim istraživanjima **Terzića (2010)** su u SM lucerke košenoj početkom, sredinom i krajem maja i početkom juna ustanovljene prosečne vrednosti za sadržaj sirovih proteina od 216,6; 198,3; 186,7 i 159,0 g kg⁻¹ SM, redom. **Katić i sar. (2004)** su u SM lucerke košenoj u fenofazi butonizacije prvog otkosa ustanovili 20,23% sirovih proteina, dok je u fenofazi početka cvetanja iz drugog otkosa ustanovljen niži sadržaj sirovih proteina (17,74%) u odnosu na rezultate dobijene u ovim istraživanjima. **Gasinenko i Filatova (1981)** su košenjem lucerke u ranoj fazi razvića dobili od 20,7 do 22,7% sirovih proteina.

Brojna istraživanja ukazuju da sadržaj sirovih proteina značajno zavisi od sorte. Tako su **Zeidan et al. (1988)** ostvarili sa sortom CUF 101 u fazi butonizacije 19,8% sirovih proteina. **Lloveras et al. (1998)** su sa sortama lucerke Aragon i Estivalis dobili u fazi početka cvetanja 21,2%, odnosno u fazi punog cvetanja 19,6% sirovih proteina. Rezultati istraživanja **Štrbanovića (2010)** takođe pokazuju da se strane sorte Pointer i Integrity odlikuju veoma visokim sadržajem proteina.

Kvalitet kabaste hrane zavisi od mnogih faktora uključujući fazu razvića, vrstu, sistem košenje, uslove okoline, đubrenje, varijetet i dr. Uopšteno govoreći, varijeteti crvene deteline se razlikuju u kvalitetu u zavisnosti od toga da li su diploidne ili tetraploidne sorte i od dužine vegetacije, odnosno od brzine regeneracije.

Rezultati istraživanja prikazani u tabeli 6 pokazuju da crvena detelina može prevazilaziti lucerku po sadržaju sirovih proteina. S obzirom da je lucerka ostvarila 4 otkosa, i da je najveći sadržaj proteina u četvrtom otkosu, to su prosečne vrednosti za sadržaj sirovih proteina nešto veće u lucerki nego u crvenoj detelini.

Tabela 6. Sadržaj sirovih proteina u crvenoj detelini, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃		
a ₁	b ₁	179,7^{A,c} ±1,3	205,9^{A,b} ±0,6	213,0^{A,a} ±1,1	199,5 ^a	
	b ₂	164,8^{B,c} ±0,1	175,3^{B,b} ±0,8	195,0^{B,a} ±0,4	178,4 ^b	
	b ₃	148,9^{C,c} ±0,9	172,6^{B,b} ±0,4	176,9^{C,a} ±0,5	166,1 ^c	181,3 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	164,5 ^c	184,6 ^b	195,0 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	160,1^{A,c} ±0,9	197,7^{A,b} ±0,8	218,6^{A,a} ±,7	192,1 ^a	
	b ₂	150,8^{B,c} ±0,6	172,0^{B,b} ±0,8	193,8^{B,a} ±1,0	172,2 ^b	
	b ₃	135,2^{C,c} ±0,6	158,3^{C,b} ±0,8	184,4^{C,a} ±0,1	159,3 ^c	174,5 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	148,7 ^c	176,0 ^b	198,9 ^a		$\bar{X}$ B
		169,9 ^{A,c}	201,8 ^{A,b}	215,8 ^{A,b}		195,8 ^a
	$\bar{X}$ BC	157,8 ^{B,c}	173,7 ^{B,b}	194,4 ^{B,a}		175,3 ^b
		142,1 ^{C,c}	165,5 ^{C,b}	180,7 ^{C,a}		162,7 ^c
	$\bar{X}$ C	156,6 ^c	180,3 ^b	197,0 ^a		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Analizom varijanse je ustanovljeno da postoje visoko značajne razlike u sadržaju sirovih proteina između tetraploidne i diploidne sorte crvene deteline. Tetraploidna sorta crvene deteline je sadržala 181,3 g kg⁻¹ SM, dok je prosečna vrednost za sadržaj sirovih proteina u diploidnoj sorti 174,5 g kg⁻¹ SM. Ovi rezultati su u saglasnosti sa istraživanjima **Tavlas et al. (2009)** koji su konstatovali da se nutritivna vrednost krmnih biljaka može razlikovati između sorti, ekotipova i genotipova jedne iste biljne vrste.

Faza razvića, je kao i u lucerki, imala vrlo značajan uticaj na sadržaj sirovih proteina u crvenoj detelini. Sa rastom i razvićem biljaka sadržaj sirovih proteina se smanjio od 195,8 g kg⁻¹ SM u prvoj fazi razvića do 162,7 g kg⁻¹ SM u fenofazi kada su biljke bile iscvetale više od 50%. Ovakvi rezultati su bili očekivani, jer u rano proleće mlade biljke crvene deteline imaju veliki udeo lista, visok sadržaj vlage, proteina i minerala. Tokom perioda vegetacije, pod uticajem dužih dana i viših temperatura, sa starenjem biljaka dolazi do morfoloških promena: lišće sporije raste, stablo se izdužuje, prinos se povećava, a kvalitet drastično opada, naročito sadržaj sirovih proteina.

Prosečne vrednosti za sadržaj sirovih proteina u različitim otkosima pokazuju da je ustanovljen najmanji sadržaj u prvom otkosu, a najveći sadržaj sirovih proteina je konstatovan u trećem otkosu. Razlike između prosečnih vrednosti su bile statistički veoma značajne. Ovi rezultati nisu u saglasnosti sa rezultatima koje su objavili **Vasiljević i sar. (2011)** gde je u ispitivanim sortama crvene deteline Kolubara i K-9 najveći sadržaj sirovih proteina ustanovljen u prvom otkosu, a najmanji u drugom otkosu.

Tetraploidna sorta crvene deteline, K-32, je u prvom i drugom otkosu, u svim ispitivanim fazama razvića imala veći sadržaj sirovih proteina u odnosu na diploidnu sortu crvene deteline, K-39. Razlikuje se samo treći otkos, u kome se sadržaj sirovih proteina u tetraploidnoj sorti kretao od 213,0 do 176,9 g kg⁻¹ SM, dok je u diploidnoj sorti iznosio od 218,6 do 184,4 g kg⁻¹ SM. Ekstremno toplo i suvo vreme uzrokovalo je sporiju regeneraciju tetraploidne sorte, posebno u trećem otkosu. U ovom vegetacionom ciklusu je i udeo lista bio nešto viši u diploidnoj sorti, pa to jeste razlog većeg sadržaja proteina u diploidnoj sorti crvene deteline.

Rezultati ovih istraživanja su u saglasnosti sa rezultatima koje su objavili **Vasiljević i sar. (2009)**. Ovi autori su ispitivali 6 različitih sorti crvene deteline i ustanovili da je prosečan sadržaj sirovih proteina u fenofazi butonizacije 20,9%, početkom cvetanja 18,7%, a u punom cvetanju 16,4%. Kao rezultat istraživanja sadržaja sirovih proteina i ostalih parametara kvaliteta **Fojtik et al. (2001)** su ustanovili da tetraploidne sorte obezbeđuju bolji kvalitet kabaste hrane u odnosu na diploidne sorte crvene deteline.

6.2.3. Prinos sirovih proteina

Pored sadržaja sirovih proteina, prinos sirovih proteina po jedinici površine takođe predstavlja važan pokazatelj hranljive vrednosti stočne hrane.

Sorta, faza razvića i otkos su ispoljili vrlo značajan uticaj na prinos sirovih proteina (Tabela 7). Domaća sorta lucerke je ostvarila prosečan prinos sirovih proteina od 812,0 kg ha⁻¹, dok je američka populacija ostvarila 743,9 kg ha⁻¹ sirovih proteina. Sa rastom i razvićem biljaka, iako je sadržaj sirovih proteina u suvoj masi lucerke opadao, prinos sirovih proteina se povećao od 636,2 kg ha⁻¹ u fenofazi butonizacije do 906,5 kg ha⁻¹ u fazi kada su biljke imale više od 50% cveta.

Tabela 7. Prinos sirovih proteina, kg ha⁻¹, lucerka

Prinos Sirovih proteina, kg/ha							
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	972,2 ^{C,a} ±13,9	773,4 ^{B,b} ±17,2	642,3 ^{C,c} ±11,6	390,3 ^{B,d} ±18,6	694,6 ^c	
	b ₂	1104,2 ^{B,a} ±14,6	1006,2 ^{A,b} ±18,3	732,4 ^{B,c} ±5,0	506,9 ^{A,d} ±7,4	837,4 ^b	
	b ₃	1271,3 ^{A,a} ±10,1	989,0 ^{A,b} ±13,6	800,1 ^{A,c} ±9,9	555,8 ^{A,d} ±1,1	904,1 ^a	812,0 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	1115,9 ^a	922,9 ^b	724,9 ^c	484,3 ^d	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	687,4 ^{C,a} ±12,4	647,4 ^{B,a} ±20,6	534,1 ^{C,b} ±14,2	413,5 ^{C,c} ±15,8	570,6 ^c	
	b ₂	1053,2 ^{B,a} ±7,7	801,9 ^{A,b} ±4,5	657,2 ^{B,c} ±2,1	496,5 ^{B,d} ±13,5	752,2 ^b	
	b ₃	1402,0 ^{A,a} ±31,5	818,9 ^{A,b} ±12,3	856,6 ^{A,b} ±5,9	558,2 ^{A,c} ±7,6	908,9 ^a	743,9 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	1047,5 ^a	756,1 ^b	682,6 ^c	489,4 ^d		$\bar{X}$ B
		829,8 ^{C,a}	710,4 ^{B,b}	588,2 ^{C,c}	401,9 ^{C,d}		632,6 ^c
	$\bar{X}$ BC	1078,7 ^{B,a}	904,1 ^{A,b}	694,8 ^{B,c}	501,7 ^{B,d}		794,8 ^b
		1336,7 ^{A,a}	904,0 ^{A,b}	828,4 ^{A,c}	557,0 ^{A,d}		906,5 ^a
	$\bar{X}$ C	1081,7 ^a	839,5 ^b	703,8 ^c	486,9 ^d		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvri otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Posmatrano po otkosima, najmanji prinos sirovih proteina je ostvaren u četvrtom otkosu (prosečna vrednost iznosi 486,9 kg ha⁻¹), dok je najveći prinos sirovih proteina ostvaren u prvom otkosu i iznosi 1081,7 kg ha⁻¹. U ukupnom prinosu, najmanja produkcija sirovih proteina je ostvarena kosidbom lucerke u fenofazi butonizacije u sva četiri otkosa – 2778,2 kg ha⁻¹ je dala domaća sorta K-28, a 2282,4 kg ha⁻¹ je produkovala američka populacija lucerke G+13R+CZ.

Iako se sadržaj sirovih proteina smanjivao sa rastom i razvićem biljaka, prinos suve mase se povećavao, pa se kao rezultat toga povećala i produkcija sirovih proteina. Ujednačene vrednosti za prinos sirovih proteina su ustanovljene kod obe ispitivane sorte lucerke. Pored toga što je američka populacija lucerke ostvarila niže prinose SM, veći udeo sirovih proteina u suvoj masi je doprineo da je ukupan prinos sirovih proteina bio veći u odnosu na produkciju domaće sorte lucerke u fenofazi kada su biljke imale više od 50% cveta.

Crvena detelina se takođe odlikovala visokim prinosom sirovih proteina po jedinici površine (Tabela 8).

Tabela 8. Prinos sirovih proteina, kg ha⁻¹, crvena detelina

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃		
a ₁	b ₁	905,6 ^{C,a} ±11,6	693,1 ^{C,b} ±11,9	397,6 ^{NZ,c} ±8,9	665,4 ^c	
	b ₂	1208,5 ^{B,a} ±11,2	870,4 ^{B,b} ±19,5	403,0 ^{NZ,c} ±5,9	827,3 ^b	
	b ₃	1265,5 ^{A,a} ±36	937,8 ^{A,b} ±14,8	448,1 ^{NZ,c} ±5,2	883,8 ^a	792,2 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	1126,5 ^a	833,8 ^b	416,2 ^c	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	800,4 ^{B,a} ±6,3	771,2 ^{C,a} ±13,1	407,9 ^{B,b} ±6,3	659,8 ^c	
	b ₂	824,2 ^{B,b} ±15,0	963,0 ^{B,a} ±4,4	407,1 ^{B,c} ±12,5	731,4 ^b	
	b ₃	1117,6 ^{A,a} ±18,4	1065,1 ^{A,a} ±7,5	516,2 ^{A,b} ±10,7	899,6 ^a	763,6 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	914,1 ^a	933,1 ^a	443,7 ^b		$\bar{X}$ B
		853,0 ^{C,a}	732,2 ^{C,b}	402,8 ^{B,c}		662,6 ^c
	$\bar{X}$ BC	1016,4 ^{B,a}	916,7 ^{B,b}	405,1 ^{B,c}		779,4 ^b
		1191,6 ^{A,a}	1001,5 ^{A,b}	482,2 ^{A,c}		891,7 ^a
	$\bar{X}$ C	1020,3 ^a	883,4 ^b	430,0 ^c		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; NZ-nema značajnosti; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Tetraploidna sorta je bila produktivnija, i ostvarila je prosečan prinos sirovih proteina od 792,2 kg ha⁻¹, što je samo 2,4% manje od produktivnije sorte lucerke, a 6,4% više od manje produktivne američke populacije lucerke. I diploidna sorta crvene deteline je bila za 2,6% produktivnija u odnosu na američku populaciju lucerke, pri čemu je ostvarila prosečno 736,6 kg ha⁻¹ sirovih proteina. Posmatrano po fazama razvića, prosečne vrednosti su se kretale od 662,6 kg ha⁻¹ sirovih proteina u prvoj fazi

do 891,7 kg ha⁻¹ u trećoj fazi razvića. Slično kao i lucerka, najveći prinos sirovih proteina crvena detelina je ostvarila u prvom otkosu, a najmanji u trećem otkosu.

Samo u prvom otkosu, u svim ispitivanim fazama razvića tetraploidna sorta crvene deteline je proizvela više sirovih proteina u odnosu na diploidnu sortu crvene deteline. Zadovoljavajuće količine rezervne zimske vlage u tom vegetacionom ciklusu su omogućile da tetraploidna sorta ostvari više prinose SM, a samim tim i viši prinos sirovih proteina. U narednim vegetacionim ciklusima su nepovoljni klimatski uslovi – visoka temperatura i dug sušni period usporavali regeneraciju tetraploidne sorte crvene deteline, što je za posledicu imalo niže prinose SM i niže prinose sirovih proteina u odnosu na diploidnu sortu crvene deteline.

6.2.4. Sirova celuloza

Sadržaj sirove celuloze je takođe važan pokazatelj kvaliteta krmnih biljaka. Sirova celuloza ulazi u građu mnogih organa biljaka i biljkama daje čvrstinu i elastičnost, a najveći značaj ima u izgradnji ćelijske membrane. Međutim, u ishrani domaćih životinja sirova celuloza ima manju hranljivu vrednost, te prevelik sadržaj sirove celuloze dovodi do opadanja kvaliteta krmnih biljaka. Osnovni značaj celuloze je u njenoj energetske vrednosti, naročito u ishrani preživara. Pored energetske vrednosti, celuloza zbog izraženih hidrofilnih svojstava pokazuje laksativno dejstvo i omogućava bolje prodiranje enzima u intraluminarni sadržaj, doprinoseći boljem razlaganju ostalih hranljivih supstanci.

Rezultati dobijeni za sadržaj sirove celuloze u suvoj materiji lucerke prikazani su u tabeli 9. Evidentno je da domaća sorta lucerke, K-28, sadrži značajno veću količinu sirove celuloze. Prosečna vrednost za ovu sortu iznosi 330,1 g kg⁻¹ SM, dok je u američkoj populaciji ustanovljeno 312,0 g kg⁻¹ SM. Domaća sorta je sadržala i značajno niži udeo sirovih proteina. Ovo potvrđuje konstataciju da strane sorte lucerke zbog odgovora na naše agroekološke uslove daju niže prinose SM, ali više razvijaju lisnu rozetu, pa se odlikuju nešto boljim kvalitetom.

Suprotno proteinima, količina sirove celuloze se sa starošću biljaka povećavala od fenofaze butonizacije, kada je zabeležena prosečna vrednost iznosila 301,9 g kg⁻¹ SM do 340,1 g kg⁻¹ SM u fenofazi kada su biljke imale 50-60% cveta. Ustanovljena je statistički veoma značajna razlika između faza razvića. Najveći prosečan sadržaj sirove celuloze ustanovljen je u drugom otkosu, dok je najmanja vrednost utvrđena u četvrtom otkosu (Tabela 9). Razlike između tretmana su bile statistički veoma značajne, a ustanovljena je značajnost i za interakcije sorta × faza, sorta × otkos i faza × otkos.

Tabela 9. Sadržaj sirove celuloze u lucerki, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos				$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃	c ₄		
a ₁	b ₁	331,9 ^{C,a} ±1,0	313,9 ^{C,b} ±0,6	315,7 ^{B,b} ±0,4	275,4 ^{C,c} ±0,8	309,2 ^c	
	b ₂	348,9 ^{B,b} ±1,2	363,7 ^{B,a} ±0,9	330,0 ^{A,c} ±0,8	283,5 ^{B,d} ±1,0	331,5 ^b	
	b ₃	370,4 ^{A,b} ±1,8	407,6 ^{A,a} ±0,8	332,0 ^{A,c} ±0,4	287,8 ^{A,d} ±1,1	349,5 ^a	330,1 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	350,4 ^b	361,7 ^a	325,9 ^c	282,2 ^d	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	299,9 ^{C,b} ±1,3	320,6 ^{C,a} ±0,3	288,2 ^{C,c} ±0,8	269,6 ^{C,d} ±0,7	294,6 ^c	
	b ₂	335,8 ^{B,a} ±0,5	334,0 ^{B,a} ±0,2	294,1 ^{B,b} ±0,3	279,0 ^{B,c} ±0,5	310,7 ^b	
	b ₃	361,9 ^{A,b} ±0,7	370,2 ^{A,a} ±1,0	304,7 ^{A,c} ±0,1	286,3 ^{A,d} ±0,4	330,8 ^a	312,0 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	332,5 ^b	341,6 ^a	295,7 ^c	278,3 ^d		$\bar{X}$ B
		315,9 ^{C,a}	317,3 ^{C,a}	302,0 ^{C,b}	272,5 ^{C,c}		301,9 ^c
	$\bar{X}$ BC	342,4 ^{B,b}	348,9 ^{B,a}	312,1 ^{B,c}	281,3 ^{B,d}		321,1 ^b
		366,2 ^{A,b}	388,9 ^{A,a}	318,4 ^{A,c}	287,1 ^{A,d}		340,1 ^a
	$\bar{X}$ C	341,5 ^b	351,7 ^a	310,8 ^c	280,3 ^d		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvrti otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Pojedinačno se, u sva četiri otkosa u ispitivanim sortama lucerke povećavao sadržaj sirove celuloze. Domaća sorta lucerke, K-28, je u svim ispitivanim otkosima, i u svim fazama razvića sadržala više sirove celuloze u odnosu na američku populaciju lucerke. Izuzetak predstavlja samo prva faza drugog otkosa, kada je u domaćoj sorti zabeleženo 313,9 g kg⁻¹ SM, a u američkoj 320,6 g kg⁻¹ SM. Sa rastom i razvićem lucerke, sadržaj sirove celuloze se mnogo brže povećavao u SM sorte K-28. Ovo povećanje je u drugom otkosu, od faze butonizacije do cvetanja iznosilo 29,8%, relativno. U SM američke populacije lucerke je ustanovljeno ravnomernije povećanje

sadržaja sirove celuloze, a najveće povećanje je konstatovano u prvom otkosu, 20,7%, relativno.

U ovim istraživanjima su dobijene veće vrednosti za sadržaj sirove celuloze nego što to navode drugi autori. U fenofazi početka cvetanja (10% iscvetalih biljaka) **Dorđević i sar. (2012)** su u drugom otkosu ustanovili 310,52 g kg⁻¹ SM, dok je u fazi kada je 50% biljaka iscvetalo sadržaj sirove celuloze iznosio 355,07 g kg⁻¹ SM. U četvrtom otkosu su ovi autori utvrdili u istim fazama razvića 269,01 g kg⁻¹ SM, odnosno 292,26 g kg⁻¹ SM sirove celuloze. **Dinić (1997)** je u istraživanjima hranljive vrednosti lucerke ustanovio 301,1 g kg⁻¹ SM sirove celuloze početkom cvetanja prvog otkosa, dok je u drugom otkosu u istoj fazi razvića utvrdio 327,3 g kg⁻¹ SM sirove celuloze. **Negovanović i sar. (1992)** su kosili lucerku u fenofazi butonizacije, u početnoj fazi cvetanja i fazi punog cvetanja, i pri tome ustanovili količinu sirove celuloze od 26,59; 27,13 i 32,38%, respektivno. U istraživanjima **Dubljevića i Mitrovića (2013)** sadržaj sirove celuloze se u fenofazi butonizacije pri ispitivanju tri sorte lucerke kretao od 28,07 do 28,60%, početkom cvetanja od 29,86 do 31,24%, a u punom cvetanju od 32,10 do 33,28% SM.

Rezultati ovih istraživanja su najpribližniji rezultatima koje su objavili **Mejakić i sar. (1997)**. Ovi autori su utvrdili u prvom otkosu lucerke povećanje sadržaja sirove celuloze od 35,74 u fenofazi pupoljenja do 39,71% u fenofazi cvetanja, u drugom otkosu u istom vegetacionom period od 36,18 do 39,37%, u trećem otkosu od 35,43 do 36,18% i u četvrtom otkosu od 31,88 do 34,64%. Isti autori navode da je sadržaj sirove celuloze u SM lucerke trećeg i četvrtog otkosa veći početkom cvetanja nego u punom cvetanju, dok je u prvom i drugom otkosu najveće povećanje ustanovljeno do početka cvetanja, a zatim je taj rast znatno sporiji.

Kako ističu **Slamka i Šimko (1996)**, najbolji kvalitet krme lucerke, a time i najmanji sadržaj sirove celuloze se dobija košenjem u početku obrazovanja cvetnih pupoljaka. Nakon ove faze, sa starošću biljaka lucerke raste i sadržaj sirove celuloze, i to 0,16% dnevno, čime biljke gube na kvalitetu suve materije. **Katić i sar. (2004)** ističu da košenje lucerke u početku cvetanja predstavlja kompromis između prinosa krme i hranljive vrednosti. Nasuprot tome, u toplijem periodu godine košenje lucerke u fazi punog cvetanja osigurava veći prinos i dobar kvalitet krme. Tako su ovi autori

ustanovili u fazi butonizacije u prvom otkosu 23,85% sirove celuloze, početkom cvetanja u drugom otkosu 28,97%, a u punom cvetu u trećem otkosu 24,99% sirove celuloze. **Lukić i sar. (2001)** ističu da domaće sorte imaju niži sadržaj sirove celuloze, a da strane sorte, posebno hibridne sorte lucerke sa čvrstom stabljikom imaju značajno veći sadržaj sirove celuloze, što je u suprotnosti sa rezultatima dobijenim u ovim istraživanjima.

Vrednosti za sadržaj sirove celuloze u SM crvene deteline su prikazane u tabeli 10. Sorta, faza i otkos su imali veoma značajan uticaj na sadržaj sirove celuloze. Interakcije sorta $\times$ faza, sorta $\times$ otkos i faza $\times$ otkos takođe su pokazale visoku značajnost. Prosečna vrednost za sadržaj sirove celuloze u SM tetraploidne sorte je niža u odnosu na prosečnu vrednost sirove celuloze u SM diploidne sorte. U tetraploidnoj sorti crvene deteline je ustanovljen i viši sadržaj sirovih proteina, što može biti rezultat većeg udela lista u SM ove sorte crvene deteline.

Tabela 10. Sadržaj sirove celuloze u crvenoj detelini, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃		
a ₁	b ₁	254,6 ^{C,a} ±0,8	252,0 ^{B,a} ±0,4	208,0 ^{C,b} ±0,8	238,2 ^a	
	b ₂	271,5 ^{B,a} ±1,0	255,4 ^{B,b} ±0,4	222,4 ^{B,c} ±0,2	249,8 ^b	
	b ₃	284,7 ^{A,a} ±0,6	261,3 ^{A,b} ±0,4	230,9 ^{A,c} ±0,8	259,0 ^c	249,0 ^b
	$\bar{X}$ A ₁ C	270,3 ^a	256,2 ^b	220,4 ^c	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	263,4 ^{C,a} ±1,4	246,9 ^{C,b} ±0,8	198,6 ^{C,c} ±0,9	236,3 ^a	
	b ₂	280,2 ^{B,a} ±1,9	270,8 ^{B,b} ±1,1	222,6 ^{B,c} ±0,5	257,9 ^b	
	b ₃	310,8 ^{A,a} ±1,1	281,2 ^{A,b} ±0,7	242,6 ^{A,c} ±0,3	278,2 ^c	257,5 ^a
	$\bar{X}$ A ₂ C	284,8 ^a	266,3 ^b	221,3 ^c		$\bar{X}$ B
		259,0 ^{C,a}	249,5 ^{C,b}	203,3 ^{C,c}		237,3 ^c
	$\bar{X}$ BC	275,9 ^{B,a}	263,1 ^{B,b}	222,5 ^{B,c}		253,8 ^b
		297,8 ^{A,a}	271,3 ^{A,b}	236,8 ^{A,c}		268,6 ^a
	$\bar{X}$ C	277,5 ^a	261,3 ^b	220,9 ^c		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza $\times$ otkos i sorta $\times$ faza $\times$ otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

U prvom otkosu, sadržaj sirove celuloze se u SM tetraploidne sorte kretao od 254,6 do 284,7 g kg⁻¹ SM, dok je u diploidnoj sorti bio viši u svim fazama razvića i

iznosio od 263,4 do 310,8 g kg⁻¹ SM. Iako je u prvoj fazi drugog otkosa u SM sorte K-32 konstatovan viši sadržaj sirove celuloze, do kraja vegetacionog ciklusa je povećanje iznosilo 3,7% (relativno), dok je u SM sorte K-39 ukupno povećanje sirove celuloze od fenofaze butonizacije do faze cvetanja iznosilo 13,9% (relativno). Slična tendencija je zabeležena i u trećem otkosu.

Kao u SM lucerke, i u SM crvene deteline su ustanovljene više vrednosti za sadržaj sirove celuloze u odnosu na dosadašnja istraživanja. Ovako brza sinteza celuloze se može pripisati uticaju klimatskih uslova – visoke temperature i nedovoljno vlage. Tako rezultati istraživanja **Ignjatović (2000)** pokazuju da crvena detelina sadrži manje sirove celuloze u odnosu na rezultate dobijene u ovim istraživanjima. Ova autorka je u fazi početka cvetanja u prvom otkosu ustanovila 244,9 g kg⁻¹ SM sirove celuloze, a u drugom otkosu 147,4 g kg⁻¹ SM. U fazi kada su biljke imale više od 50% cveta u prvom otkosu je ustanovila 253,3, a u drugom 194,6 g kg⁻¹ SM sirove celuloze. Ispitivanjem najvažnijih parametara kvaliteta crvene deteline između divergentnih genotipova po fenološkim fazama u drugoj godini života crvene deteline **Vasiljević i sar. (2011)** su utvrdili prosečne vrednosti za sadržaj sirove celuloze od 21,2% u fazi butonizacije, do 27,9% u punom cvetanju. **Jorgensen (1984)** takođe konstatuje manju količinu sirove celuloze u prvom i drugom otkosu u odnosu na ovde prikazane rezultate.

Stres izazvan nepovoljnim uticajem spoljne sredine kao i sezonske promene mogu značajno uticati na opadanje kvaliteta krme crvene deteline, kao posledica izmenjenog odnosa list-stablo u korist stabla i ubrzanog starenja (**Taylor and Quesenberry, 1996**). Međutim, istraživanja koja su na crvenoj detelini sprovedi autori **Buxton et al. (1985)** pokazala su da se sa starenjem biljaka ne javlja tako drastičan pad kvaliteta kao kod lucerke, što je u ovim istraživanjima i potvrđeno.

6.2.5. Sirove masti

Sirove masti predstavljaju veoma raznorodnu grupu organskih jedinjenja, slabo ili potpuno nerastvorljivih u vodi, ali lako rastvorljivih u organskim rastvaračima. U biljkama ih čine trigliceridi, fosfolipidi, steroli i biljni pigmenti. Njihov sadržaj

prvenstveno zavisi od produktivnosti fotosinteze. Najviše se nakupljaju u semenu (rezervne masti), a zatim u vegetativnim organima, listu, stablu i korenu (strukturne masti). U tabelama 11 i 12 je prikazan sadržaj sirovih masti u SM lucerke i crvene deteline.

U obe ispitivane leguminozne vrste nije ustanovljena jasna tendencija promena sadržaja sirovih masti, niti po otkosima ni po fazama razvića. Ispitivane sorte lucerke se međusobno nisu značajno razlikovale u sadržaju sirovih masti, dok je za ostale faktore ispitivanja utvrđena visoka statistička značajnost. **Negovanović i sar. (1992)** su u sličnim fazama razvića lucerke ustanovili male promene u sadržaju sirovih masti. Za sadržaj sirovih masti u crvenoj detelini, **Ignjatović (2000)** je konstatovala tendenciju pravilnog smanjivanja u prvom i drugom otkosu, što u ovim istraživanjima nije ustanovljeno.

Tabela 11. Sadržaj sirovih masti u lucerki, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Otkos							
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	38,4 ^{A,c} ±0,5	54,5 ^{A,a} ±0,9	26,2 ^{C,d} ±0,4	47,7 ^{A,b} ±0,1	41,7 ^a	
	b ₂	35,5 ^{B,b} ±0,6	34,1 ^{B,b} ±0,8	29,6 ^{B,c} ±0,3	46,5 ^{AB,a} ±0,2	36,4 ^b	
	b ₃	39,8 ^{A,b} ±0,8	16,8 ^{C,d} ±0,2	37,3 ^{A,c} ±0,1	45,7 ^{B,a} ±0,4	34,9 ^c	37,7 ^{nz}
	$\bar{X}$ A ₁ C	37,9 ^b	35,1 ^c	31,0 ^d	46,6 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	37,6 ^{B,c} ±0,5	55,0 ^{A,a} ±0,2	26,6 ^{C,d} ±0,3	51,9 ^{A,b} ±0,6	42,8 ^a	
	b ₂	35,3 ^{C,b} ±0,1	25,7 ^{B,d} ±0,6	33,6 ^{B,c} ±0,7	43,0 ^{B,a} ±0,5	34,4 ^c	
	b ₃	39,9 ^{A,b} ±0,2	18,9 ^{C,d} ±0,3	37,1 ^{A,c} ±0,7	52,2 ^{A,a} ±0,3	37,0 ^b	38,1 ^{nz}
	$\bar{X}$ A ₂ C	37,6 ^b	33,2 ^c	32,4 ^c	49,0 ^a		$\bar{X}$ B
		38,0 ^{B,c}	54,8 ^{A,a}	26,4 ^{C,d}	49,8 ^{A,b}		42,2 ^a
$\bar{X}$ BC		35,4 ^{C,b}	29,9 ^{B,d}	31,6 ^{B,c}	44,8 ^{B,a}		35,4 ^c
		39,9 ^{A,b}	17,9 ^{C,d}	37,2 ^{A,c}	49,0 ^{A,a}		36,0 ^b
$\bar{X}$ C		37,8 ^b	34,2 ^c	31,7 ^d	47,8 ^a		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvrti otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti; nz-nema značajnosti

Tabela 12. Sadržaj sirovih masti u crvenoj detelini, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		C ₁	C ₂	C ₃		
a ₁	b ₁	52,1 ^{B,a} ±0,7	37,2 ^{A,b} ±0,5	35,7 ^{C,b} ±0,4	41,7 ^b	
	b ₂	44,1 ^{C,b} ±0,6	24,9 ^{C,c} ±0,2	52,4 ^{A,a} ±1,0	40,5 ^b	
	b ₃	58,5 ^{A,a} ±0,5	34,3 ^{B,c} ±0,2	48,7 ^{B,b} ±0,8	47,2 ^a	43,1 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	51,6 ^a	32,1 ^c	45,6 ^b	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	44,8 ^{B,a} ±0,8	36,5 ^{A,b} ±0,6	35,2 ^{C,b} ±0,8	38,8 ^c	
	b ₂	51,1 ^{A,b} ±0,3	25,0 ^{C,c} ±0,8	54,4 ^{A,a} ±0,9	43,5 ^a	
	b ₃	53,1 ^{A,a} ±0,2	30,5 ^{B,c} ±1,1	39,3 ^{B,b} ±0,9	41,0 ^b	41,1 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	49,7 ^a	30,7 ^c	43,0 ^b		$\bar{X}$ B
		48,5 ^{B,a}	36,9 ^{A,b}	35,5 ^{C,b}		40,3 ^c
	$\bar{X}$ BC	47,6 ^{B,b}	25,0 ^{C,c}	53,4 ^{A,a}		42,0 ^b
		55,8 ^{A,a}	32,4 ^{B,c}	44,0 ^{B,b}		44,1 ^a
	$\bar{X}$ C	50,6 ^a	31,4 ^c	44,3 ^b		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos; A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

6.2.6. BEM

Bezazotne ekstraktivne materije su značajan izvor energije. Udeo BEM-a u SM zavisi od faze razvića i sorte lucerke i crvene deteline. Na osnovu rezultata za količinu BEM-a prikazanih u tabelama 13 i 14 teško je utvrditi tendenciju promene u lucerki i crvenoj detelini. Statističkom analizom podataka utvrđeno je da postoje veoma značajne razlike između sorti lucerke, dok se sorte crvene deteline nisu bitno razlikovale u sadržaju BEM-a. Otkos je u obe ispitivane leguminozne vrste imao veoma značajan uticaj na sadržaj BEM-a.

U SM domaće sorte lucerke, najmanja količina BEM-a je ustanovljena u fazi butonizacije drugog otkosa (344,8 g kg⁻¹ SM), a najveća u trećem otkosu kada su biljke imale više od 50% cveta (387,2 g kg⁻¹ SM). Najmanja količina BEM-a utvrđena je u istoj fazi razvića i u SM američke populacije lucerke (335,8 g kg⁻¹), a najveća početkom cvetanja u trećem otkosu.

Tabela 13. Sadržaj BEM-a u lucerki, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos				$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		
a ₁	b ₁	347,2 ^{C,c} ±1,1	344,8 ^{B,c} ±1,7	358,5 ^{C,b} ±0,4	374,1 ^{B,a} ±1,2	356,2 ^b	
	b ₂	382,5 ^{A,a} ±1,2	355,5 ^{A,c} ±0,3	379,6 ^{B,a} ±1,6	372,7 ^{B,b} ±2,8	372,6 ^a	
	b ₃	373,4 ^{B,c} ±3,1	354,0 ^{A,d} ±1,8	387,2 ^{A,a} ±0,7	378,8 ^{A,b} ±1,7	373,4 ^a	367,4 ^b
	$\bar{X}$ A ₁ C	367,7 ^b	351,4 ^c	375,1 ^a	375,2 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	370,2 ^{A,b} ±1,9	335,8 ^{C,d} ±2,2	390,1 ^{B,a} ±1,8	354,0 ^{C,c} ±0,8	362,5 ^c	
	b ₂	373,3 ^{A,bc} ±1,1	367,9 ^{B,c} ±1,0	401,7 ^{A,a} ±0,6	375,2 ^{A,b} ±1,0	379,5 ^a	
	b ₃	352,1 ^{B,c} ±1,7	385,4 ^{A,a} ±0,7	387,6 ^{B,a} ±1,1	364,7 ^{B,b} ±1,9	372,5 ^b	371,5 ^a
	$\bar{X}$ A ₂ C	365,2 ^b	363,0 ^b	393,1 ^a	364,6 ^b		$\bar{X}$ B
	$\bar{X}$ BC	358,7 ^{B,c}	340,3 ^{C,d}	374,3 ^{B,a}	364,1 ^{B,b}		359,3 ^c
		377,9 ^{A,b}	361,7 ^{B,c}	390,7 ^{A,a}	374,0 ^{A,b}		376,1 ^a
		362,8 ^{B,c}	369,7 ^{A,b}	387,4 ^{A,a}	371,8 ^{A,b}		372,9 ^b
	$\bar{X}$ C	366,5 ^c	357,2 ^d	384,1 ^a	369,9 ^b		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvrti otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos; A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Tabela 14. Sadržaj BEM-a crvenoj detelini, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		C ₁	C ₂	C ₃		
a ₁	b ₁	420,2 ^{B,b} ±2,7	404,2 ^{C,c} ±0,9	448,2 ^{B,a} ±2,1	424,2 ^b	
	b ₂	443,6 ^{A,b} ±0,2	471,5 ^{A,a} ±1,5	440,3 ^{C,b} ±1,2	451,8 ^a	
	b ₃	439,7 ^{A,c} ±1,8	451,5 ^{B,b} ±0,7	470,1 ^{A,a} ±0,5	453,8 ^a	443,3 ^{nz}
	$\bar{X}$ A ₁ C	434,5 ^c	442,4 ^b	452,9 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	436,9 ^{B,b} ±3,0	424,7 ^{C,c} ±1,0	449,5 ^{A,a} ±2,1	437,0 ^b	
	b ₂	442,7 ^{A,b} ±2,6	455,5 ^{A,a} ±1,9	441,8 ^{B,b} ±1,2	446,7 ^a	
	b ₃	427,5 ^{C,b} ±1,8	447,8 ^{B,a} ±2,8	454,4 ^{A,a} ±1,9	443,2 ^a	442,3 ^{nz}
	$\bar{X}$ A ₂ C	435,7 ^c	442,7 ^b	448,6 ^a		$\bar{X}$ B
	$\bar{X}$ BC	428,6 ^{C,b}	414,5 ^{C,c}	448,9 ^{B,a}		430,6 ^b
		443,2 ^{A,b}	463,5 ^{A,a}	441,1 ^{C,b}		449,2 ^a
		433,6 ^{B,c}	449,7 ^{B,b}	462,3 ^{A,a}		448,5 ^a
	$\bar{X}$ C	435,1 ^c	442,5 ^b	450,7 ^a		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos; A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; nz-nema značajnosti $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Sadržaj BEM-a u SM tetraploidne sorte se kretao od 404,2 g kg⁻¹ u fenofazi butonizacije drugog otkosa, do 471,5 g kg⁻¹ u narednoj fazi istog otkosa kada je zabeležena najveća vrednost. U diploidnoj sorti su promene bile manje izražene, od 424,7 do 455,5 g kg⁻¹ SM u istom otkosu i istim fazama razvića.

Generalno, na osnovu prikazanih rezultata se može zaključiti da crvena detelina sadrži veću količinu BEM-a u odnosu na lucerku.

Slične rezultate je ustanovio **Dinić (1997)** za sadržaj BEM-a u prvom i drugom otkosu lucerke (početak cvetanja), i **Ignjatović (2000)** za sadržaj BEM-a u prvom i drugom otkosu crvene deteline.

6.3. Ukupni ugljeni hidrati – CHO

Ugljeni hidrati (CHO) su veoma važna komponenta obroka za preživare, koji obezbeđuju energiju životinjama, ali s druge strane ova frakcija hraniva limitira konzumiranje hrane i svarljivost. Zbog toga što se značajno razlikuju u pogledu pristupačnosti, tj. iskorišćavanja, i njihovom uticaju na funkciju buraga i konzumiranje, analiza ugljenih hidrata, tj. kvantitativno određivanje svih njihovih frakcija je veoma važan činilac pri formulisanoj obroka za preživare.

U tabeli 15 prikazan je sadržaj ukupnih ugljenih hidrata (CHO) u SM lucerke u zavisnosti od sorte, faze i otkosa. Ispitivani faktori, kao i njihova interakcija imali su značajan uticaj na sadržaj CHO na nivou $p < 0,01$.

Tabela 15. Sadržaj ukupnih ugljenih hidrata u lucerki, g kg^{-1} SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos				$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃	c ₄		
a ₁	b ₁	679,2 ^{C,a} ±0,2	658,8 ^{C,c} ±1,2	674,2 ^{C,b} ±0,7	649,4 ^{B,d} ±0,4	665,4 ^c	
	b ₂	731,4 ^{B,a} ±1,7	719,2 ^{B,b} ±0,8	709,6 ^{B,c} ±1,5	656,2 ^{A,d} ±1,8	704,1 ^b	
	b ₃	743,8 ^{A,b} ±1,3	761,7 ^{A,a} ±1,1	719,2 ^{A,c} ±0,6	666,6 ^{A,d} ±0,8	722,8 ^a	697,4a
	$\bar{X}$ A ₁ C	718,1 ^a	713,2 ^b	701,0 ^c	657,4 ^d	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	670,1 ^{C,b} ±2,3	656,4 ^{C,c} ±1,9	678,3 ^{B,a} ±1,0	623,6 ^{B,d} ±0,9	657,1 ^c	
	b ₂	709,1 ^{B,a} ±1,0	701,9 ^{B,b} ±0,9	695,9 ^{A,c} ±0,6	654,2 ^{A,d} ±0,9	690,3 ^b	
	b ₃	714,0 ^{A,b} ±1,2	755,6 ^{A,a} ±0,8	692,3 ^{A,c} ±1,2	651,0 ^{A,d} ±1,6	703,2 ^a	683,5 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	697,7 ^b	704,6 ^a	688,8 ^c	642,9 ^d		$\bar{X}$ B
		674,7 ^{C,a}	657,6 ^{C,b}	676,3 ^{B,a}	636,5 ^{C,c}		661,3 ^c
	$\bar{X}$ BC	720,3 ^{B,a}	710,6 ^{B,b}	702,8 ^{A,c}	655,2 ^{B,d}		697,2 ^b
		728,9 ^{A,b}	758,7 ^{A,a}	705,8 ^{A,c}	658,8 ^{A,d}		713,0 ^a
	$\bar{X}$ C	707,9 ^a	708,9 ^a	694,9 ^b	650,2 ^c		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvrti otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Domaća sorta lucerke, K-28, odlikuje se većim sadržajem CHO u odnosu na američku populaciju lucerke. Prosečne vrednosti po fazama razvića pokazuju opštu tendenciju povećanja od 661,3 g kg^{-1} SM u fenofazi butonizacije do 713,0 g kg^{-1} SM u fenofazi kada su biljke imale više od 50% cveta. Prosečne vrednosti po otkosima pokazuju da je najmanji sadržaj CHO ustanovljen u četvrtom otkosu (Tabela 15).

U sva četiri otkosa domaće sorte lucerke ustanovljeno je povećanje sadržaja CHO od prve do poslednje faze razvića. Slična tendencija je ustanovljena i u američkoj populaciji lucerke, jedino je specifičan tok promena CHO konstatovan u trećem otkosu (Tabela 15).

Rezultati ovih istraživanja su u saglasnosti sa rezultatima **Yu et al. (2003)**. Ovi istraživači su takođe utvrdili povećanje sadržaja CHO od fenofaze rane butonizacije do početka cvetanja u ispitivanim sortama lucerke „Pioneer“ i „Beaker“. Istu tendenciju konstatovali su **Yari et al. (2012)** u lucerki košenoj u sličnim fazama razvića, ali nisu ustanovili značajnu razliku u sadržaju ukupnih CHO u SM lucerke košenoj rano ujutro i uveče.

Vrednosti za sadržaj ukupnih CHO u SM crvene deteline prikazane su u tabeli 16.

Tabela 16. Sadržaj ukupnih ugljenih hidrata u crvenoj detelini, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Otkos						
Sorta	Faza	C ₁	C ₂	C ₃	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	674,8 ^{C,a} ±2,0	656,2 ^{C,b} ±0,6	656,2 ^{C,b} ±1,3	662,4 ^c	
	b ₂	715,1 ^{B,b} ±1,0	726,9 ^{A,a} ±1,2	662,7 ^{B,c} ±1,3	701,6 ^b	
	b ₃	724,4 ^{A,a} ±1,2	712,8 ^{B,b} ±0,8	701,0 ^{A,c} ±0,4	712,7 ^a	692,2 ^b
	$\bar{X}$ A ₁ C	704,8 ^a	698,6 ^b	673,3 ^c	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	700,3 ^{C,a} ±1,8	671,6 ^{C,b} ±1,7	648,1 ^{C,c} ±1,8	673,3 ^c	
	b ₂	722,9 ^{B,a} ±2,0	726,3 ^{B,a} ±1,7	664,4 ^{B,b} ±0,8	704,5 ^b	
	b ₃	738,3 ^{A,a} ±0,9	729,0 ^{A,b} ±2,1	697,0 ^{A,c} ±2,0	721,4 ^a	699,8 ^a
	$\bar{X}$ A ₂ C	720,5 ^a	709,0 ^b	669,8 ^c		$\bar{X}$ B
		687,6 ^{C,a}	663,9 ^{C,b}	652,2 ^{C,c}		667,9 ^c
	$\bar{X}$ BC	719,0 ^{B,b}	726,6 ^{A,a}	663,6 ^{B,c}		703,1 ^b
		731,4 ^{A,a}	720,9 ^{B,b}	699,0 ^{A,c}		717,1 ^a
	$\bar{X}$ C	712,6 ^a	703,8 ^b	671,6 ^c		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Sorta, faza i otkos i njihove interakcije su značajno uticale na sadržaj CHO u crvenoj detelini. Diploidna sorta crvene deteline, K-39, se pokazala superiornijom u odnosu na tetraploidnu sortu, K-32, po sadržaju ukupnih CHO. I u crvenoj detelini je

konstatovana opšta tendencija povećanja količine CHO sa rastom i razvićem biljaka od 667,9 do 717,1 g kg⁻¹ SM. Prosečne vrednosti za sadržaj CHO po otkosima pokazuju da je najveća vrednost utvrđena u prvom otkosu, i da se u narednim otkosima smanjuje (Tabela 16).

Specifična tendencija promena ukupnih ugljenih hidrata je konstatovana samo u drugom otkosu tetraploidne sorte. U ovoj sorti je u fenofazi butonizacije ustanovljeno 656,2 g kg⁻¹ SM, početkom cvetanja 726,9 a u fazi kada je više od 50% biljaka iscvetalo 712,8 g kg⁻¹ SM. U svim ostalim otkosima je konstatovano povećanje udela CHO sa rastom i razvićem.

Još od početka devetnaestog veka istraživači pokušavaju da definišu relevantne frakcije ugljenih hidrata u hranivima. Podela ugljenih hidrata na sirovu celulozu i BEM nije bila zadovoljavajuća ni sa aspekta ishrane, niti za analizu hraniva. Isto važi i za podelu ugljenih hidrata na strukturne – NDF i nestrukturne ugljene hidrate. Podela nestrukturnih ugljenih hidrata na nekoliko za ishranu važnih komponenti kao što su organske kiseline, mono- i oligosaharidi, skrob i rastvorljiva vlakna predstavlja napredak u oblasti analize hrane i pruža mogućnost za adekvatnije formulisanje i balansiranje obroka za životinje (Hall, 2003).

6.3.1. Monosaharidi i oligosaharidi – TESC

U literaturi se često kao sinonimi koriste pojmovi nevlaknasti ugljeni hidrati (NFC) i nestrukturni ugljeni hidrati (NSC), odnosno TNC. Međutim, postoje bitne razlike u konstituentima ovih ugljenohidratnih frakcija. Dok nevlaknaste ugljene hidrate uglavnom čine komponente koje su rastvorljive u rastvoru neutralnog deterdženta, nestrukturne odnosno ukupne nestrukturne ugljene hidrate čine samo prosti šećeri, mono- i oligosaharidi i skrob. Mono- i oligosaharidi se mogu posmatrati kao nezavisna komponenta od skroba i određuju se kao ugljeni hidrati rastvorljivi u vodi (WSC) ili u 80% rastvoru etanola (TESC). U ovim istraživanjima su mono- i oligosaharidi određeni kao ugljeni hidrati rastvorljivi u 80% rastvoru etanola. Etanol, kao i voda ne može u potpunosti da odvoji mono- i disaharide od oligosaharida koji

sadrže veći broj monomernih jedinica i koji ne mogu biti potpuno svareni dejstvom enzima kod sisara.

Analizom varijanse je ustanovljeno da su faktori istraživanja kao i njihove interakcije značajno uticali na sadržaj prostih šećera u SM lucerke na nivou $p < 0,01$. Sorta K-28 sadrži veću količinu ugljenih hidrata rastvorljivih u etanolu. Sa rastom i razvićem biljaka lucerke sadržaj ove komponente ugljenih hidrata se povećavao do početka cvetanja kada je konstatovana prosečna vrednost od $63,2 \text{ g kg}^{-1}$ SM, a sa daljim razvićem biljaka je došlo da smanjenja sadržaja prostih šećera. Ovakva tendencija je konstatovana u skoro svim otkosima domaće sorte lucerke, izuzev u trećem, gde se od početka cvetanja zadržava skoro konstantna količina ugljenih hidrata rastvorljivih u etanolu ($46,1$ odnosno $46,4 \text{ g kg}^{-1}$ SM). Najveća količina ove frakcije ugljenih hidrata je ustanovljena u prvom otkosu u svim fazama razvića (Tabela 17).

Tabela 17. Sadržaj nestrukturnih ugljenih hidrata-TESC u lucerki, g kg^{-1} SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Otkos							
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	$\bar{X} \text{ A}_1\text{B}$	$\bar{X} \text{ A}_1$
a ₁	b ₁	75,2^{B,a} $\pm 0,6$	64,2^{B,b} $\pm 0,3$	38,8^{B,d} $\pm 0,4$	59,2^{C,c} $\pm 0,5$	59,4 ^b	
	b ₂	85,4^{A,a} $\pm 0,4$	67,7^{A,b} $\pm 0,0$	46,1^{A,d} $\pm 0,0$	64,6^{A,c} $\pm 0,4$	66,0 ^a	
	b ₃	74,7^{B,a} $\pm 0,5$	50,4^{C,c} $\pm 0,6$	46,4^{A,d} $\pm 0,5$	61,1^{B,b} $\pm 0,2$	58,2 ^c	61,2 ^a
$\bar{X} \text{ A}_1\text{C}$		78,4 ^a	60,8 ^c	43,8 ^d	61,6 ^b	$\bar{X} \text{ A}_2\text{B}$	$\bar{X} \text{ A}_2$
a ₂	b ₁	63,8^{C,c} $\pm 0,0$	77,1^{A,a} $\pm 0,6$	41,5^{B,d} $\pm 0,5$	64,7^{A,b} $\pm 0,2$	61,8 ^a	
	b ₂	66,5^{B,b} $\pm 0,2$	76,2^{A,a} $\pm 0,4$	40,7^{B,d} $\pm 0,4$	58,4^{C,c} $\pm 0,2$	60,5 ^b	
	b ₃	85,4^{A,a} $\pm 0,8$	46,9^{B,c} $\pm 0,3$	44,9^{A,d} $\pm 0,0$	62,1^{B,b} $\pm 0,4$	59,8 ^b	60,7 ^b
$\bar{X} \text{ A}_2\text{C}$		71,9 ^a	66,7 ^b	42,4 ^d	61,7 ^c		$\bar{X} \text{ B}$
		69,5 ^{C,b}	70,7 ^{B,a}	40,2 ^{C,d}	62,0 ^{NZ,c}		60,6 ^b
$\bar{X} \text{ BC}$		76,0 ^{B,a}	72,0 ^{A,b}	43,4 ^{B,d}	61,5 ^{NZ,c}		63,2 ^a
		80,1 ^{A,a}	48,7 ^{C,c}	45,7 ^{A,d}	61,6 ^{NZ,b}		59,0 ^c
$\bar{X} \text{ C}$		75,2 ^a	63,8 ^b	43,1 ^d	61,7 ^c		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvrti otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza $\times$ otkos i sorta $\times$ faza $\times$ otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; NZ-nema značajnosti; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti; NZ-nema značajnosti

U SM američke populacije lucerke nije bilo moguće utvrditi jasnu tendenciju promena količine ugljenih hidrata rastvorljivih u etanolu sa rastom i razvićem. Može se samo konstatovati da je najveća prosečna vrednost zabeležena u prvom otkosu, čemu je doprinelo naglo povećanje ove frakcije ugljenih hidrata od početka cvetanja ka

narednim fazama razvića. Treći otkos se slično kao i u SM domaće sorte lucerke odlikuje najmanjim sadržajem ugljenih hidrata rastvorljivih u etanolu (Tabela 17).

Slične vrednosti, i istu tendenciju promena količine ugljenih hidrata rastvorljivih u etanolu konstatovali su **Yari et al. (2012)** košenjem lucerke 15. juna u fenofazi rane butonizacije, 26. juna u fenofazi kasne butonizacije i 18. jula početkom cvetanja. Vrednosti za sadržaj ove ugljenohidratne frakcije su iznosile 61,0; 66,0 i 63,0 g kg⁻¹ SM, redom. U istraživanjima **Dinića (1997)** količina u vodi rastvorljivih ugljenih hidrata se u drugom otkosu povećavala od početne faze butonizacije (42,8 g kg⁻¹ SM) ka početnoj fazi cvetanja (96,5 g kg⁻¹ SM), dok je u prvom otkosu zabeležena uravnotežena količina u vodi rastvorljivih ugljenih hidrata. Isti autor je ustanovio veće vrednosti u vodi rastvorljivih ugljenih hidrata u drugom otkosu nego u prvom, što je u suprotnosti sa rezultatima prikazanim u ovom radu. Rezultati istraživanja ovog autora pokazuju da je najveći sadržaj prostih šećera u cvetu lucerke košenoj u drugom otkosu (220,0 g kg⁻¹ SM). **Borreani et al. (1996)** su takođe ustanovili veću količinu ugljenih hidrata rastvorljivih u vodi u prvom otkosu (50,0-85,0 g kg⁻¹ SM) u odnosu na drugi otkos (40,0-70,0 g kg⁻¹ SM). **Lin et al. (1992)** su ispitivali promene u silomasi lucerke košene u tri faze razvića biljaka (kasnoj butonizaciji, u fazi 10% cvetova i fazi 50% cvetova u drugom otkosu) i ustanovili su količinu ugljenih hidrata rastvorljivih u vodi u SM od 6,8%; 8,9% i 9,7%, redom. **Owens et al. (1999)** su kosili lucerku iz prvog otkosa u kasnoj butonizaciji, iz drugog kada je imala 10% cveta i iz trećeg u ranoj butonizaciji i utvrdili sadržaj TNC-a od 98,0; 99,0 i 109,0 g kg⁻¹ SM, redom.

U tabeli 18 su prikazani rezultati za sadržaj ugljenih hidrata rastvorljivih u etanolu u crvenoj detelini, koja je generalno bogatija ovim nestrukturnim ugljenim hidratima u odnosu na lucerku. Tetraploidna sorta crvene deteline sadrži značajno više TESC u odnosu na diploidnu sortu ($p < 0,01$). Sa rastom crvene deteline i prelaskom iz mlađih faza razvića u naredne sadržaj ugljenih hidrata rastvorljivih u etanolu se povećavao od 76,3 do 102,0 g kg⁻¹ SM. Razlike između tretmana su bile visoko značajne. Otkos je takođe imao značajan uticaj na sadržaj TESC, pri čemu je najveća vrednost konstatovana u prvom otkosu (113,5 g kg⁻¹ SM), a najmanja u trećem otkosu (67,0 g kg⁻¹ SM).

Tabela 18. Sadržaj ugljenih hidrata-TESC u crvenoj detelini, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃		
a ₁	b ₁	99,7 ^{C,a} ±1,0	78,6 ^{C,b} ±0,0	61,1 ^{b,c} ±2,5	79,8 ^c	
	b ₂	121,5 ^{B,a} ±2,1	91,7 ^{B,b} ±0,0	70,8 ^{A,c} ±0,0	94,7 ^b	
	b ₃	130,6 ^{A,a} ±1,2	107,7 ^{A,b} ±0,0	74,3 ^{A,c} ±1,5	104,2 ^a	92,9 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	117,3 ^a	92,7 ^b	68,7 ^c	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	75,5 ^{C,b} ±2,9	87,1 ^{B,a} ±2,0	55,8 ^{B,c} ±0,0	72,8 ^c	
	b ₂	133,2 ^{A,a} ±3,0	81,1 ^{C,b} ±1,0	71,7 ^{A,c} ±0,5	95,3 ^b	
	b ₃	120,6 ^{B,a} ±1,3	110,4 ^{A,b} ±0,5	68,5 ^{A,c} ±2,0	99,8 ^a	89,3 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	109,8 ^a	92,9 ^b	65,3 ^c		$\bar{X}$ B
		87,6 ^{B,a}	82,9 ^{B,b}	58,5 ^{B,c}		76,3 ^c
	$\bar{X}$ BC	127,4 ^{A,a}	86,4 ^{B,b}	71,3 ^{A,c}		95,0 ^b
		125,6 ^{A,a}	109,1 ^{A,b}	71,4 ^{A,c}		102,0 ^a
	$\bar{X}$ C	113,5 ^a	92,8 ^b	67,0 ^c		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

U sva tri otkosa tetraploidne sorte crvene deteline sadržaj ugljenih hidrata rastvorljivih u etanolu se ravnomerno povećavao, pri čemu su značajno veće vrednosti zabeležene u prvom otkosu. U SM diploidne sorte crvene deteline nije bilo moguće odrediti jasnu tendenciju promena ovih ugljenih hidrata. Najveća vrednost je zabeležena početkom cvetanja u prvom otkosu (133,2 g kg⁻¹ SM), a najmanja u fenofazi butonizacije u trećem otkosu (55,8 g kg⁻¹ SM).

Slične rezultate su prikazali **Merry et al. (2006)** koji su košenjem crvene deteline sredinom cvetanja u junu ustanovili količinu od 118 g kg⁻¹ SM ugljenih hidrata rastvorljivih u vodi. **Moseley and Jones (1979)** su takođe košenjem crvene deteline krajem juna ustanovili 95,5 g kg⁻¹ SM ugljenih hidrata rastvorljivih u vodi. **Dewhurst et al. (2003)** su prikupljanjem uzoraka crvene deteline iz prvog otkosa, 17. maja, u fazi sredine cvetanja ustanovili 11,3% SM ugljenih hidrata rastvorljivih u vodi. Isti autori su košenjem drugog otkosa 23. jula, u fenofazi punog cvetanja konstatovali 10%, a trećeg otkosa 19. septembra početkom cvetanja 8,6% SM u vodi rastvorljivih ugljenih hidrata. Približne vrednosti za TNC su ustanovili i **Owens et al. (1999)**. Ovi autori su košenjem crvene deteline iz prvog otkosa u ranoj butonizaciji utvrdili 141 g kg⁻¹ SM, iz drugog

otkosa kada su biljke imale 50% cveta 118 g kg⁻¹ SM i iz trećeg otkosa kada su biljke imale 33% cveta 94 g kg⁻¹ SM ukupnih nestrukturnih ugljenih hidrata.

Zbog nedovoljno podataka u literaturi za sadržaj TESC rezultati ovog rada su uglavnom upoređivani sa sadržajem ugljenih hidrata rastvorljivih u vodi, pošto voda i 80% etanol ekstrahuju uglavnom proste šećere – mono- i oligosaharide.

Balansiranje odgovarajućeg nivoa i tipa nestrukturnih ugljenih hidrata jeste glavni izazov u formulisanju obroka za preživare. Hraniva se u velikoj meri razlikuju po količini i sastavu nestrukturnih ugljenih hidrata, a s druge strane ugljenohidratna frakcija se razlikuje po stopi i obimu fermentacije, proizvodima fermentacije i sposobnosti mikroorganizama da sintetišu proteine (**Hall and Herejk, 2001; Nocek and Tamminga, 1991**), pa iz tih razloga njihov udeo u obrocima u velikoj meri utiče na performanse životinja.

Aдекватna količina lako rastvorljivih ugljenih hidrata je neophodna za uspešnu fermentaciju i proizvodnju dovoljne količine mlečne kiseline, koja će konzervirati silirani materijal. Međutim, leguminoze, a posebno lucerka se teško mogu same silirati ili se ne mogu uopšte same silirati (**Dinić i Đorđević, 2005**). Nizak sadržaj šećera omogućava mikrobiološku sintezu malih količina mlečne kiseline, a kao rezultat toga postiže se previsoka pH vrednost, koja ne može sprečiti buterno vrenje. Kao posledica aktivnosti proteolitičkih sojeva buternih bakterija, nastavlja se razgradnja proteina do azotnih jedinjenja baznog karaktera, usled čega se pH silaže dalje povećava i silaža kvari. Mogući stepen biološkog zakišeljavanja siliranog materijala ne zavisi samo od količine šećera, već i od zastupljenosti osnovnih sastojaka koji se opiru smanjenju pH vrednosti. Svojstvo leguminoza da sadrže visoke udele proteina i Ca jeste veliki problem pri siliranju leguminoza, posebno lucerke (**Đorđević i Dinić, 2003**).

U cilju postizanja maksimalnog kvaliteta silaža i kontrole degradacije hranljivih materija u toku siliranja leguminoza koriste se različiti postupci, kao što je provenjavanje, ugljenohidratna stimulacija, hemijsko konzervisanje i dr. (**Đorđević i sar., 2011**). Pored toga, u zadnje vreme je značajan napredak učinjen u selekciji sorti leguminoza na ruminalnu razgradivost (**Broderick et al., 2004**), kao i genetičke manipulacije (**Getachew et al., 2009**). U tehnologiji siliranja lucerke je danas

najaktuelnija upotreba bioloških dodataka (bakterijsko-enzimskih inokulanata) sa malim sadržajem fermentabilnih šećera, u cilju intenziviranja fermentacije i racionalnijeg korišćenja nedovoljne količine dostupnih ugljenih hidrata (**Đorđević i sar., 2006**). Pored toga, košenje lucerke u različito doba dana pruža mogućnost da se poveća količina lakofermentišućih šećera (**Fisher et al., 1999; 2002**).

Morin et al. (2011) su proučavali promene u sadržaju nestrukturnih ugljenih hidrata tokom dana u SM lucerke kako bi odredili najoptimalnije vreme za košenje lucerke, a u cilju postizanja maksimalne količine ove ugljenohidratne frakcije u SM lucerke. Ovi istraživači su kosili lucerku na svaka 2 sata u periodu od 6⁰⁰ h do 20⁰⁰ h u fenofazi početka cvetanja tokom prolećne i letnje sezone iskorišćavanja. Ustanovili su da se sadržaj nestrukturnih ugljenih hidrata povećavao tokom dana, čemu je najviše doprinelo povećanje koncentracije skroba. Sadržaj NSC se u toku dana povećao od 15,5 do 41,9 g kg⁻¹ SM, a istovremeno se sadržaj azota smanjio za 1-2 g kg⁻¹ SM. Povećanje sadržaja NSC za više od 30 g kg⁻¹ SM doprinelo je da se koncentracija ADF-a i NDF-a smanji za 9-27 g kg⁻¹ SM, dok je istovremeno *in vitro* svarljivost povećana za 3-16 g kg⁻¹ SM.

Pelletier et al. (2010) su takođe ispitivali uticaj vremena košenja u različitom delu dana na sadržaj NSC u različitim vrstama trava i leguminoza. Takođe im je cilj bio da ustanove na koji način promene u sadržaju NSC utiču na ostale attribute krmnih biljaka u smislu njihove hranljive vrednosti. Biljke su košene u 9⁰⁰ h pre podne i 15³⁰ h posle podne u prolećnoj i letnjoj sezoni iskorišćavanja. Kod svih ispitivanih biljnih vrsta je ustanovljeno povećanje količine NSC košenjem u popodnevnom časovima, a crvena detelina se odlikovala najvećim udelom NSC (94,2 g kg⁻¹ SM). Ovo povećanje količine NSC je bilo povezano sa smanjenjem količine azota, ADF-a i NDF-a i povećanjem *in vitro* svarljivosti SM. Ovi istraživači su zaključili da se korišćenjem krmnih biljaka sa većim udelom NSC povećava svarljivost SM i smanjuje udeo sirćetne u odnosu na propionsku kiselinu, kao i koncentracija amonijaka u buragu.

Zbog svoje hemijske strukture i velike rastvorljivosti, prosti šećeri i oligosaharidi najbrže fermentišu u buragu. Brza fermentacija šećera do kiselina smanjuje pH rumena, što vodi do depresije u digestiji vlakana. Tako mikroorganizmi buraga fermentišu saharozu i proizvode približnu količinu mikrobijalnih proteina,

sirćetne i propionske kiseline kao i pri fermentaciji skroba, ali proizvode više buterne i mlečne kiseline kada je pH rumena 6,7. Pri nižim vrednostima pH (5,5) fermentacijom saharoze se proizvodi više mlečne kiseline nego fermentacijom skroba, te se mikrobijalna sinteza proteina u tim uslovima redukuje za 34% (**Strobel and Russell, 1986**).

6.3.2. Nevlaknasti ugljeni hidrati – NFC

Ova frakcija ugljenih hidrata je nazvana nevlaknasti ugljeni hidrati zato što većina konstituenata ove komponente hraniva ne spada u vlakna. Ova komponenta hraniva sadrži i sve ostale konstituente hraniva koji nisu određeni direktno, a tu spadaju skrob, prosti šećeri, disaharidi, oligosaharidi, pektinske supstance, fruktani, β -glukani, organske kiseline, isparljive masne kiseline, alkoholi, aldehidi i ostala organska jedinjenja. U zavisnosti od vrste voluminozne hrane ili hraniva sastav NFC se može veoma razlikovati. Konstituenti NFC uglavnom imaju visoku svarljivost, ali se veoma razlikuju proizvodi fermentacije, kao i uticaj na sadržaj i uslove u buragu. Uopšteno, NFC se vrlo malo koristi pri formulisanju obroka zato što se ova vrednost dobija računskim putem, manje je precizan nego NDF, a pored toga sastav je prilično varijabilan, manje je uniforman nego NDF. Tako je u leguminozama osnovni konstituent NFC pektin, u kukuruzu i žitaricama to je skrob, a u travama fruktozani i šećeri. U silaži, najveći deo NFC čine kiseline.

Dobijene vrednosti za sadržaj nevlaknastih ugljenih hidrata su prikazani u tabeli 19 u SM lucerke i tabeli 20 u SM crvene deteline. U prvom otkosu lucerke, u SM obe ispitivane sorte se sadržaj NFC povećavao od fenofaze butonizacije do početka cvetanja, nakon čega je opadao. U drugom otkosu, zabeležena je suprotna tendencija promena, do početka cvetanja sadržaj NFC je opadao, a sa daljim razvićem biljaka se količina ove frakcije ugljenih hidrata povećavala. U trećem otkosu domaće sorte lucerke je zabeležena ista tendencija promena kao i u prvom, dok je jedino u četvrtom otkosu konstatovano ravnomerno smanjenje sadržaja NFC. U SM američke populacije lucerke se sadržaj NFC u trećem otkosu smanjivao, dok je u četvrtom otkosu zabeležena ista tendencija kao i u prvom otkosu.

Ni u SM crvene deteline nije bilo moguće jasno definisati tendenciju promena sadržaja NFC. Može se samo istaći da crvena detelina sadrži veći udeo nevlaknastih ugljenih hidrata u odnosu na lucerku.

U prvom i trećem otkosu tetraploidne sorte crvene deteline dolazilo je do ravnomernog povećanja sadržaja ove frakcije ugljenih hidrata, dok je u drugom otkosu konstatovano povećanje udela NFC do početka cvetanja, a potom dolazi do opadanja količine nevlaknastih ugljenih hidrata. Ovakva tendencija je konstatovana u prvom i drugom otkosu diploidne sorte crvene deteline, dok samo u trećem otkosu dolazi do ravnomernog smanjenja količine NFC.

Tabela 19. Sadržaj NFC u lucerki, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos				$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		
a ₁	b ₁	241,9 ^{B,c} ±1,1	226,0 ^{A,b} ±1,9	266,5 ^{AB,a} ±4,0	226,9 ^{A,b} ±1,6	240,3 ^a	
	b ₂	256,6 ^{A,b} ±3,1	191,0 ^{B,d} ±1,7	277,8 ^{A,a} ±4,1	204,5 ^{B,c} ±4,1	232,5 ^b	
	b ₃	244,6 ^{B,b} ±2,9	234,4 ^{A,b} ±3,4	261,4 ^{B,a} ±3,6	184,1 ^{C,c} ±2,5	231,1 ^b	234,6 ^{nz}
	$\bar{X}$ A ₁ C	247,7 ^b	217,1 ^c	268,6 ^a	205,2 ^d	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	207,6 ^{B,c} ±3,7	226,3 ^{B,b} ±2,5	275,9 ^{A,a} ±5,1	224,7 ^{B,b} ±1,3	233,6 ^{ab}	
	b ₂	237,9 ^{A,b} ±2,2	213,2 ^{C,c} ±3,5	262,6 ^{B,a} ±1,9	238,0 ^{A,b} ±1,2	237,9 ^a	
	b ₃	200,6 ^{B,c} ±4,4	244,6 ^{A,a} ±2,8	251,4 ^{B,a} ±4,7	223,7 ^{B,b} ±2,5	230,1 ^b	233,9 ^{nz}
	$\bar{X}$ A ₂ C	215,4 ^c	228,0 ^b	263,3 ^a	228,8 ^b		$\bar{X}$ B
		224,8 ^{B,b}	226,2 ^{B,b}	271,2 ^{A,a}	225,8 ^{A,b}		237,0 ^a
	$\bar{X}$ BC	247,3 ^{A,b}	202,1 ^{C,d}	270,2 ^{A,a}	221,3 ^{A,c}		235,2 ^a
		222,6 ^{B,c}	239,5 ^{A,b}	256,4 ^{B,a}	203,9 ^{B,d}		230,6 ^b
	$\bar{X}$ C	231,5 ^b	222,6 ^c	265,9 ^a	217,0 ^d		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvri otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; nz-nema značajnosti; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti; nz-nema statističke značajnosti

Tabela 20. Sadržaj NFC u crvenoj detelini, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		C ₁	C ₂	C ₃		
a ₁	b ₁	272,5 ^{C,c} ±1,4	293,2 ^{B,b} ±3,6	317,4 ^{C,a} ±3,6	294,4 ^c	
	b ₂	303,3 ^{B,b} ±1,6	313,3 ^{A,c} ±1,9	336,7 ^{B,a} ±3,2	317,8 ^b	
	b ₃	320,1 ^{A,b} ±5,2	296,3 ^{B,c} ±0,6	351,9 ^{A,a} ±1,5	322,8 ^a	311,6 ^b
	$\bar{X}$ A ₁ C	298,6 ^b	300,9 ^b	335,3 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	300,9 ^{B,b} ±6,8	284,7 ^{C,c} ±6,1	360,2 ^{A,a} ±7,0	315,3 ^c	
	b ₂	332,5 ^{A,c} ±0,7	357,1 ^{A,a} ±1,7	349,5 ^{B,b} ±3,5	346,4 ^a	
	b ₃	327,4 ^{B,b} ±5,1	313,6 ^{B,c} ±4,8	343,2 ^{B,a} ±2,6	328,1 ^b	329,9 ^a
	$\bar{X}$ A ₂ C	320,3 ^b	318,5 ^b	351,0 ^a		$\bar{X}$ B
		286,7 ^{B,b}	289,0 ^{C,b}	338,8 ^{B,a}		304,8 ^c
	$\bar{X}$ BC	317,9 ^{A,b}	335,2 ^{A,a}	343,1 ^{A,a}		332,1 ^a
		323,8 ^{A,b}	305,0 ^{B,c}	347,6 ^{A,a}		325,4 ^b
	$\bar{X}$ C	309,5 ^b	309,7 ^b	343,2 ^a		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

6.3.3. NDF

Količina NDF u kabastim hranivima je najbolji pojedinačni pokazatelj potencijala konzumiranja kod preživara i koristan i pouzdan kriterijum u formulisanju obroka za visokoproduktivne krave muzare.

Vrednosti dobijene za sadržaj NDF-a u SM lucerke prikazani su u tabeli 21. Sorta, faza razvića i otkos, kao i njihove interakcije su značajno uticale na sadržaj NDF-a na nivou p<0,01.

Domaća sorta lucerke je prosečno sadržala veću količinu NDF-a, a posmatrano po otkosima, drugi otkos se istakao po najvećoj prosečnoj vrednosti sadržaja NDF-a. Rezultati ovih istraživanja pokazuju da faza razvića značajno utiče na hranljivu vrednost lucerke, što je u saglasnosti sa ranije objavljenim rezultatima (Thompson *et al.*, 2000; Sheaffer *et al.*, 2000; Lamb *et al.*, 2003). Smanjenje udela lista u odnosu na stablo dovelo je do smanjenja sadržaja sirovih proteina i povećanja sadržaja strukturnih ugljenih hidrata, što je u saglasnosti sa ranijim istraživanjima (Llamas-Llamas and

Combs, 1990; Balde et al., 1993; Yu et al., 2003; Yu et al., 2004). Prosečne vrednosti za sadržaj NDF-a po fazama razvića su iznosile od 446,8 do 504,0 g kg⁻¹ SM.

Samo u prvom otkosu u SM američke populacije lucerke su ustanovljene više vrednosti za ispitivani parametar, a najveće povećanje udela NDF je zabeleženo od početka cvetanja (495,0 g kg⁻¹ SM) pa do faze kada su biljke bile iscvetale više od 50% (536,5 g kg⁻¹ SM). Visoka temperatura može značajno uticati na hranljivu vrednost lucerke, jer ubrzava sazrevanje biljaka u porastu. Posebno bi istakli drugi otkos domaće sorte lucerke, K-28, jer dolazi do naglog povećanja NDF-a već početkom cvetanja. Ovako visok nivo strukturnih ugljenih hidrata u SM lucerke je očekivan i zbog jako visokog udela sirove celuloze u istom vegetacionom ciklusu. U SM američke populacije lucerke je u drugom otkosu od fenofaze butonizacije do početka cvetanja konstatovano povećanje od 447,0 do 513,0 g kg⁻¹ SM, da bi u fazi kada su biljke imale više od 50% cveta sadržaj NDF-a iznosio 533,0 g kg⁻¹ SM.

Tabela 21. Sadržaj NDF u lucerki, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos				$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃	c ₄		
a ₁	b ₁	458,4 ^{C,a} ±2,7	460,7 ^{B,a} ±0,6	432,5 ^{C,b} ±3,1	441,0 ^{C,b} ±1,9	448,2 ^c	
	b ₂	493,5 ^{B,b} ±0,8	545,3 ^{A,a} ±2,9	447,0 ^{B,d} ±2,4	478,5 ^{B,c} ±3,5	491,1 ^b	
	b ₃	517,3 ^{A,b} ±1,8	544,3 ^{A,a} ±3,2	476,4 ^{A,c} ±2,2	520,4 ^{A,b} ±0,8	514,6 ^a	484,6 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	489,7 ^b	516,8 ^a	452,0 ^d	480,0 ^c	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	479,0 ^{C,a} ±3,7	447,0 ^{C,b} ±1,3	429,7 ^{C,c} ±1,7	426,4 ^{B,c} ±2,6	445,5 ^c	
	b ₂	495,0 ^{B,b} ±0,3	513,0 ^{B,a} ±3,5	446,5 ^{B,c} ±1,7	435,0 ^{B,d} ±2,9	472,4 ^b	
	b ₃	536,5 ^{A,a} ±2,0	533,9 ^{A,a} ±2,0	456,5 ^{A,b} ±1,8	446,3 ^{A,c} ±2,4	493,3 ^a	470,4 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	503,5 ^a	498,0 ^b	444,2 ^c	435,9 ^d		$\bar{X}$ B
		468,7 ^{C,a}	453,9 ^{C,b}	431,1 ^{C,c}	433,7 ^{C,c}		446,8 ^c
	$\bar{X}$ BC	494,3 ^{B,b}	529,2 ^{B,a}	446,8 ^{B,d}	456,8 ^{B,c}		481,7 ^b
		526,9 ^{A,b}	539,1 ^{A,a}	466,5 ^{A,d}	483,4 ^{A,c}		504,0 ^a
	$\bar{X}$ C	496,6 ^b	507,4 ^a	448,1 ^d	457,9 ^c		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvri otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Da neobično toplo vreme u proleće može dovesti do povećanja udela vlakana, tj. strukturnih ugljenih hidrata, čak i u ranim fazama razvića potvrdili su **Llamas-Llamas and Combs (1990)**. Ovi autori su košenjem lucerke početkom maja u

vegetativnoj fazi ustanovili sadržaj NDF-a od 36,1% SM, da bi već u fenofazi pune butonizacije krajem maja sadržaj NDF-a iznosio 51,7%, pri čemu se do kraja vegetacije, tj. do punog cvetanja zadržala približno konstantna vrednost. Ovakva tendencija je konstatovana u drugom otkosu u SM domaće sorte lucerke. Sličan udeo vlakana u fazi pune butonizacije i punog cvetanja može da ukaže na manji udeo stabla u odnosu na list u fazi punog cvetanja. U istraživanjima uticaja faze razvića na hranljivu vrednost lucerke koja su obavili **Balde et al. (1993)** ustanovljena je niža vrednost za sadržaj NDF-a u prvom otkosu. U uzorcima lucerke koje su uzorkovali ovi istraživači u fazi pune butonizacije zabeleženo je 39,7% NDF-a, početkom cvetanja 42,4, a sredinom cvetanja 47,7% NDF-a. **Yari et al. (2012)** su takođe ustanovili niže vrednosti za sadržaj NDF-a, dok su najbližnje vrednosti rezultatima dobijenim u ovim istraživanjima konstatovali **Yu et al. (2003)**. **Niwinska et al. (2005)** nalaze u fazi butonizacije prvog otkosa 462,9 g kg⁻¹ SM, u drugom otkosu pred samo cvetanje 501,1 g kg⁻¹ SM, i u trećem otkosu u istoj fazi 444,3 g kg⁻¹ SM NDF-a. Ovi autori takođe ističu da na hemijski sastav kabaste hrane veliki uticaj imaju klimatski i agronomski uslovi na kome je lucerka gajena. **Hoffman et al. (1993)** takođe nalaze niže vrednosti za ispitivani parametar, u kasnoj butonizaciji 42,6%, a sredinom cvetanja 47,3% NDF-a.

Najujednačeniji sadržaj NDF-a su ispitivane sorte imale u trećem otkosu, kada je u SM domaće sorte lucerke relativno povećanje iznosilo 10,1%, a u američkoj populaciji lucerke 6,2%. U SM američke populacije lucerke je i u četvrtom otkosu zabeležena približna vrednost. Međutim, u SM sorte K-28, početkom cvetanja je ustanovljeno 520,4 g kg⁻¹.

Rezultati prikazani u tabeli 22 pokazuju da crvena detelina sadrži manju količinu strukturnih ugljenih hidrata, odnosno NDF-a, u odnosu na lucerku košenu u sličnim fazama razvića. Tokom prvog otkosa su konstatovane gotovo ujednačene vrednosti NDF-a u sve tri ispitivane faze. U ovom otkosu je najveća vrednost ustanovljena u trećoj fazi razvića diploidne sorte crvene deteline (448,8 g kg⁻¹ SM). U drugom otkosu, u SM tetraploidne sorte crvene deteline, K-32, se sadržaj NDF-a povećao od 400,5 do 448,2 g kg⁻¹ SM. U SM diploidne sorte crvene deteline, K-39, je tokom drugog otkosa konstatovan nepravilan tok promena ispitivanog parametra.

Najmanji sadržaj NDF-a je zabeležen početkom cvetanja, 395,9 g kg⁻¹ SM. U trećem otkosu su ustanovljene najniže vrednosti za sadržaj NDF-a, od 363,2 do 381,4 g kg⁻¹ SM u tetraploidnoj sorti, odnosno od 319,7 do 373,6 g kg⁻¹ SM u diploidnoj sorti crvene deteline. Analizom varijanse je ustanovljeno da svi faktori istraživanja, kao i njihove interakcije pokazuju značajan uticaj na sadržaj NDF-a u SM crvene deteline, na nivou $p < 0,01$.

Tabela 22. Sadržaj NDF u crvenoj detelini, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		C ₁	C ₂	C ₃		
a ₁	b ₁	422,2 ^{B,a} ±2,8	400,5 ^{C,b} ±0,4	367,0 ^{B,c} ±1,2	396,6 ^c	
	b ₂	438,5 ^{A,b} ±0,2	436,8 ^{B,b} ±0,9	363,2 ^{B,a} ±1,4	412,8 ^b	
	b ₃	440,2 ^{A,a} ±3,6	448,2 ^{A,a} ±2,8	381,4 ^{A,b} ±0,3	423,3 ^a	410,9 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	433,6 ^a	428,5 ^a	370,5 ^b	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	422,6 ^{C,a} ±3,4	415,4 ^{B,a} ±3,3	319,7 ^{C,b} ±2,8	385,9 ^c	
	b ₂	437,8 ^{B,a} ±3,3	395,9 ^{C,b} ±1,0	350,3 ^{B,c} ±1,3	394,7 ^b	
	b ₃	448,8 ^{A,a} ±1,5	445,3 ^{A,a} ±3,0	373,6 ^{A,b} ±3,9	422,6 ^a	401,0 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	436,4 ^a	418,9 ^b	347,9 ^c		$\bar{X}$ B
		422,4 ^{B,a}	408,0 ^{C,b}	343,4 ^{C,c}		391,2 ^c
	$\bar{X}$ BC	438,2 ^{A,a}	416,4 ^{B,b}	356,8 ^{B,c}		403,8 ^b
		444,5 ^{A,a}	446,8 ^{A,a}	377,5 ^{A,b}		422,9 ^a
	$\bar{X}$ C	435,0 ^a	423,7 ^b	359,2 ^c		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Sezonsko variranje sadržaja vlakana jedan je od glavnih uzroka variranja kvaliteta. Proučavajući sadržaj pojedinih frakcija strukturnih ugljenih hidrata kod 5 ispitivanih sorti crvene deteline za period 2004-2006., autori **Vasiljević i sar. (2008)** su utvrdili statistički značajne razlike između pojedinih otkosa, dok između sorti nisu postojale razlike. Sadržaj obe frakcije celuloznih vlakana je bio veći u letnjem periodu usled viših temperatura i ubrzanog razvoja biljaka. Njihovi rezultati su u suprotnosti sa rezultatima dobijenim u ovim istraživanjima, gde je utvrđen manji udeo NDF-a u drugom i trećem otkosu. Drugačiju tendenciju promena sadržaja NDF-a u različitim otkosima utvrdili su **Vasiljević i sar. (2011)** košenjem crvene deteline početkom

cvetanja. Rezultati njihovih istraživanja pokazuju da je najveća vrednost sadržaja NDF-a utvrđena u četvrtom otkosu, 45,5% SM.

S tim u vezi, istraživanja koja su na crvenoj detelini sprovedi **Buxton et al. (1985)** pokazala su da se sa starenjem ne javlja tako drastičan pad kvaliteta kao kod nekih drugih višegodišnjih leguminoza, s obzirom na veći udeo lista. Niže vrednosti za sadržaj NDF-a u SM crvene deteline konstatovali su **Hoffman et al. (1993)**, 34,9% u kasnoj butonizaciji, a 40,6% sredinom cvetanja u uzorcima košenim u prvom otkosu. U istraživanjima **Ignjatović (2000)** sadržaj NDF-a je u prvom otkosu u intervalu od 220,8 do 461,2g kg⁻¹ SM, dok su u drugom otkosu značajno niže vrednosti, od 214,9 do 344,5 g kg⁻¹ SM.

Tokom proleća, visoke temperature u interakciji sa napredovanjem faze razvića dovode do mnogo bržeg opadanja kvaliteta nego tokom leta (**Van Soest, 1994**). Biljke gajene u proleće mogu imati jako visok kvalitet ako se kose rano, ali odlaganje košenja može imati vrlo negativan efekat na kvalitet. U kasno leto temperature se ne povećavaju linearno i napredovanje faze razvića dovodi do sporijeg opadanja kvaliteta (**Buxton, 1996**).

Za pravilnu ishranu mlečnih krava neophodno je obezbediti adekvatnu količinu kabaste hrane u obroku. Definisanje ovih potreba za pravilno formulisanje obroka zahteva poznavanje sastava i interakcije među ovim komponentama u obrocima. Kako bi se zadovoljile potrebe u energiji, za visokoproduktivne mlečne krave obroci se moraju sastojati iz velikih količina koncentrovane hrane i visokokvalitetne kabaste hrane koja sadrži relativno nizak udeo vlakana. Kako bi se obezbedilo normalno funkcionisanje buraga i sintetisanje optimalne količine mlečne masti neophodno je da veći deo vlakana u ishrani mlečnih krava potiče iz kabastih hraniva. Potrebe za krave generalno se definišu kao maksimalna količina vlakana merena kao NDF, a koja bi trebalo da bude uključena u obrok. Maksimalni udeo NDF-a istovremeno znači i minimalni udeo nevlaknastih ugljenih hidrata potrebnih za pravilnu fermentaciju u buragu, i količinu koja je potrebna da se isključe potencijalno negativni uticaji visokih udela NDF-a na konzumiranje. U tabeli 23 prikazane su preporuke u udelu kabaste hrane i NDF-a u suvoj materiji obroka za krave:

Tabela 23. Preporuke za zastupljenost kabaste hrane u obrocima za krave u laktaciji (Grubić i Adamović, 2003; citat Grant, 1992)

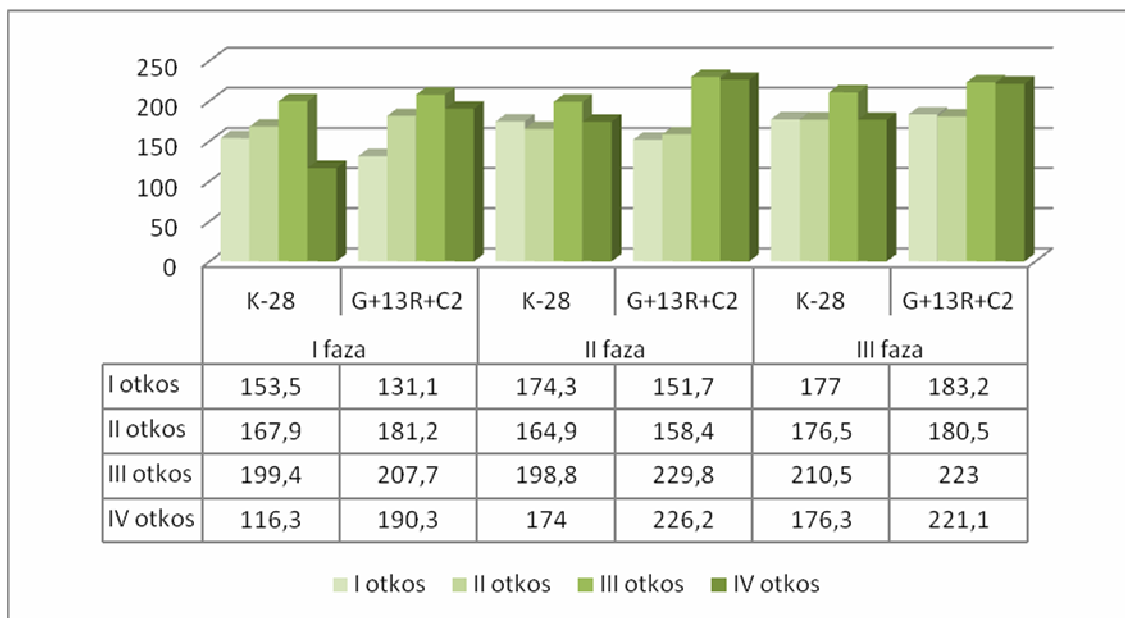
NDF iz kabaste hrane	Minimum SM kabaste hrane	Dnevna proizvodnja mleka		
		20 kg	30 kg	40 kg
		Maksimum SM iz kabaste hrane		
%	%	%	%	%
40,0	52,5	88	76	65
45,0	46,7	78	68	58
50,0	42,0	70	61	52
55,0	38,2	64	56	47

Kada je lucerka osnovna kabasta hrana, i obezbeđuje otprilike 65-75% ukupnog NDF-a, a zrno kukuruza osnovni izvor skroba, obrok sa 25% NDF-a je prihvatljiv za ishranu. Mlečne krave u ranoj laktaciji hranjene kabastom hranom sa visoko svarljivim vlaknima konzumiraju 1,18 kg više SM nego krave koje se hrane kabastom hranom čija su vlakna manje svarljiva (Varga, 2003). Nivo NDF-a je u negativnoj korelaciji sa konzumiranjem SM zato što se vlakna fermentišu sporije i zadržavaju se u buragu duže od ostalih komponenata hraniva. S druge strane, vlakna koja su lako svarljiva podstiču konzumiranje hrane zato što brzo fermentišu u buragu i prave mesta za naredni obrok. Ukoliko se svarljivost vlakana poveća za jednu jedinicu, rezultat toga je povećanje proizvodnje mleka za 0,23 kg dan⁻¹ (Varga *et al.*, 1998).

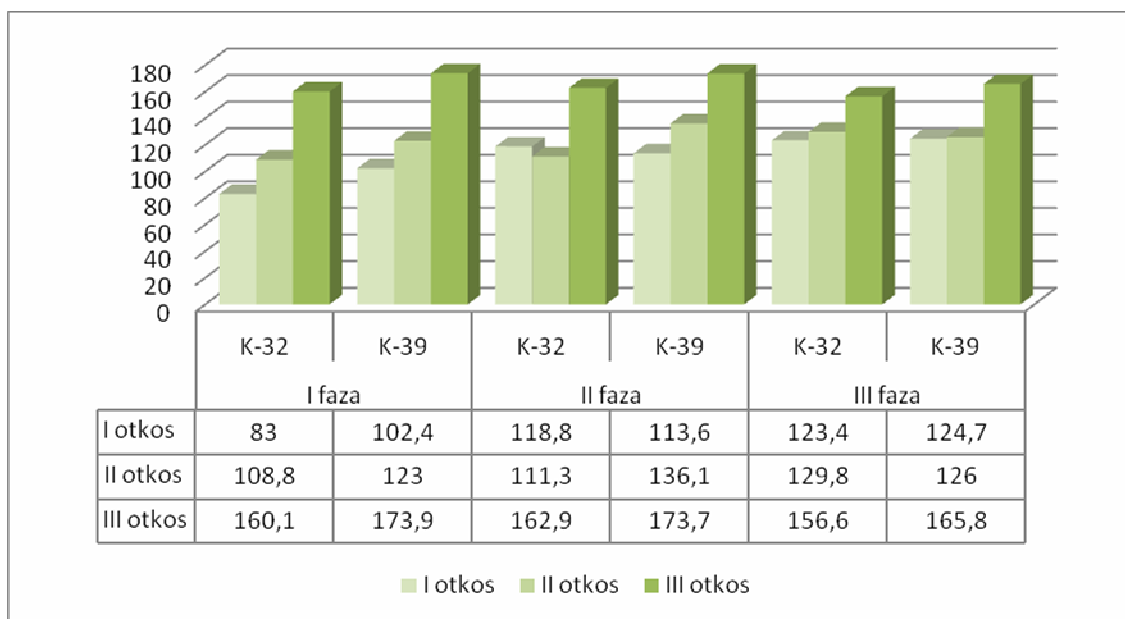
Nesvarljiva frakcija NDF-a je glavni faktor koji određuje iskorišćavanje ugljenih hidrata. Glavni faktor koji utiče na svarljivost vlakana jeste stepen lignificiranosti strukturnih ugljenih hidrata, tj. udeo lignina u ukupnom NDF-u. Rezultati dobijeni u ovim istraživanjima pokazuju da se udeo lignina u NDF-u povećavao sa rastom i razvićem biljaka lucerke. Najveći stepen lignificiranosti vlakana je konstatovan u trećem otkosu obe sorte lucerke (Graf. 13). U SM domaće sorte lucerke količine lignina su se kretale od 198,8 do 210,5 g kg⁻¹ NDF, dok su u američkoj populaciji lucerke ove vrednosti iznosile u istom otkosu od 207,7 do 223,0 g kg⁻¹ NDF. U SM crvene deteline se takođe udeo lignina u ukupnom NDF-u povećavao

sa razvićem biljaka. Najveće vrednosti su takođe ustanovljene u trećem otkosu (Graf. 14).

Graf. 13. Udeo lignina u NDF-u, g lignina kg^{-1} NDF SM lucerke



Graf. 14. Udeo lignina u NDF-u, g lignina kg^{-1} NDF SM crvene deteline



6.3.4. ADF

Kisela deterđent vlakna - ADF se određuju po metodi koju je razvio **Van Soest (1963)** kao preparativni korak za određivanje lignina. Iako je ADF u pozitivnoj korelaciji sa svarljivošću, ova frakcija ne predstavlja kompletna vlakna, zato što jake kiseline obično rastvaraju veći deo hemiceluloze u hranivima.

Rezultati istraživanja prikazani u tabeli 24 pokazuju da je sadržaj ADF-a viši od optimalnog u ispitivanim fazama razvića lucerke. Analizom varijanse je utvrđeno da faktori istraživanja, kao i njihove interakcije pokazuju veoma značajan uticaj na sadržaj ADF-a. Najveća vrednost za udeo ADF-a je ustanovljena u drugom otkosu u SM obe ispitivane sorte lucerke. U ovom otkosu je u fenofazi butonizacije utvrđeno 393,8 g kg⁻¹ ADF-a u SM domaće sorte, odnosno 376,7 g kg⁻¹ ADF-a u SM američke populacije lucerke.

Tabela 24. Sadržaj ADF u lucerki, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Otkos							
Sorta	Faza	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	346,8 ^{C,c} ±1,2	393,8 ^{B,a} ±0,4	362,9 ^{B,b} ±3,8	316,2 ^{C,d} ±2,2	354,9 ^c	
	b ₂	408,6 ^{B,a} ±2,0	402,1 ^{B,a} ±0,7	362,5 ^{B,b} ±1,9	651,4 ^{A,c} ±4,0	456,2 ^a	
	b ₃	423,0 ^{A,b} ±2,5	458,3 ^{A,a} ±3,5	398,6 ^{A,c} ±4,4	366,3 ^{B,d} ±0,7	411,6 ^b	407,5 ^a
$\bar{X}$ A ₁ C		392,8 ^c	418,1 ^b	374,7 ^d	444,6 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	331,8 ^{C,d} ±0,2	376,7 ^{C,a} ±3,1	356,3 ^{C,b} ±1,8	340,0 ^{NZ,c} ±1,9	351,2 ^c	
	b ₂	396,5 ^{B,b} ±3,6	423,1 ^{B,a} ±2,8	382,8 ^{B,c} ±2,0	341,3 ^{NZ,d} ±2,0	385,9 ^b	
	b ₃	413,5 ^{A,b} ±0,2	444,3 ^{A,a} ±1,3	406,4 ^{A,b} ±2,2	340,9 ^{NZ,c} ±2,0	401,3 ^a	379,5 ^b
$\bar{X}$ A ₂ C		380,6 ^b	414,7 ^a	381,8 ^b	340,7 ^c		$\bar{X}$ B
		339,3 ^{C,c}	385,3 ^{C,a}	359,6 ^{C,b}	328,1 ^{C,d}		353,1 ^c
$\bar{X}$ BC		402,6 ^{B,c}	412,6 ^{B,b}	372,7 ^{B,d}	496,4 ^{A,a}		421,0 ^a
		418,3 ^{A,b}	451,3 ^{A,a}	402,5 ^{A,c}	353,6 ^{B,d}		406,4 ^b
$\bar{X}$ C		386,7 ^c	416,4 ^a	378,3 ^d	392,7 ^b		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvri otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; NZ-nema značajnosti; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

U narednim fazama razvića, početkom cvetanja zabeležene vrednosti su 402,1 u SM sorte K-28, odnosno 423,1 g kg⁻¹ ADF-a u SM američke populacije lucerke, i polovinom cvetanja 458,3 u SM sorte K-28, dok je u SM američke populacije lucerke

utvrđeno 444,3 g kg⁻¹ ADF-a. Najmanja vrednost ADF-a konstatovana je u četvrtom otkosu.

I u SM crvene deteline su konstatovane veoma značajne razlike između tretmana za sve ispitivane faktore, kao i za njihove interakcije (Tabela 25).

Drugi otkos crvene deteline se odlikovao najvećim vrednostima za sadržaj ADF-a. U ovom otkosu su najveće vrednosti i za sadržaj sirove celuloze i NDF-a, što ukazuje da su svi agronomski faktori favorizovali sintezu strukturnih ugljenih hidrata u ovom vegetacionom periodu. U prvom i drugom otkosu su veće vrednosti konstatovane u SM diploidne sorte crvene deteline. Međutim, u trećem otkosu je, iako je početkom cvetanja ustanovljena gotovo identična vrednost u SM obe sorte crvene deteline, sa napredovanjem razvića veće povećanje ove frakcije ugljenih hidrata konstatovano upravo u tetraploidnoj sorti crvene deteline.

Tabela 25. Sadržaj ADF u crvenoj detelini, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Otkos						
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	286,6 ^{B,b} ±0,2	317,1 ^{B,a} ±1,1	292,1 ^{b,b} ±2,4	298,6 ^c	
	b ₂	327,2 ^{A,a} ±2,3	304,7 ^{C,b} ±1,5	282,6 ^{C,c} ±0,3	304,8 ^b	
	b ₃	328,7 ^{A,b} ±2,9	338,6 ^{A,a} ±4,5	316,6 ^{A,c} ±2,9	328,0 ^a	310,5 ^b
	$\bar{X}$ A ₁ C	314,2 ^b	320,1 ^a	297,1 ^c	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	315,6 ^{B,b} ±3,7	334,8 ^{B,a} ±0,1	264,9 ^{C,c} ±2,3	305,1 ^c	
	b ₂	319,6 ^{B,b} ±0,2	328,6 ^{b,a} ±2,0	282,8 ^{B,c} ±2,9	310,3 ^b	
	b ₃	355,2 ^{A,b} ±1,8	340,5 ^{A,a} ±0,8	293,6 ^{A,c} ±2,2	329,8 ^a	315,1 ^a
	$\bar{X}$ A ₂ C	330,1 ^a	334,6 ^a	280,4 ^b		$\bar{X}$ B
		301,1 ^{C,b}	326,0 ^{B,a}	278,5 ^{B,c}		301,9 ^c
	$\bar{X}$ BC	323,4 ^{B,a}	316,7 ^{C,b}	282,7 ^{B,c}		307,6 ^b
		342,0 ^{A,a}	339,6 ^{A,a}	305,1 ^{A,b}		328,9 ^a
	$\bar{X}$ C	322,2 ^b	327,4 ^a	288,8 ^c		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Vrednosti za sadržaj ADF-a u SM crvene deteline u istraživanjima koja je obavila Ignjatović (2000) su značajno niže u oba ispitivana otkosa. U prvom otkosu su se od fenofaze butonizacije do polovine cvetanja kretale od 300,7 do 326,1 g kg⁻¹ SM, a

u drugom od 203,9 do 238,6 g kg⁻¹ SM u istim fazama razvića. Prema rezultatima **Handerson and Robinson (1982)** koji ističu da povećanje temperature utiče na povećanje količine ADF-a, mogla se očekivati veća količina ADF-a u drugom otkosu.

Veći udeo ADF-a u prvom otkosu se u ovim istraživanjima može objasniti većim udelom stabla u ukupnoj biljnoj masi. Ovako visoke vrednosti za sadržaj ADF-a su dobijene samo u stablu crvene deteline (**Marković, 2009**), dok list crvene deteline prosečno sadrži 184,9 g kg⁻¹ SM ADF-a. Niže vrednosti za sadržaj ADF-a ustanovili su u SM lucerke **Llamas-Llamas and Combs (1990)**, **Balde et al. (1993)**, **Hoffman et al. (1993)**, dok su **Niwinska et al. (2005)** dobili slične rezultate kao i u ovim istraživanjima.

6.3.5. Hemiceluloza

Razlika između NDF i ADF predstavlja hemicelulozu, mada neka istraživanja pokazuju da se data pretpostavka mora uzeti sa oprezom (**Van Soest and Wine, 1967**). Hemiceluloza nema jedinstvenu hemijsku definiciju. Definiše se kao grupa polisaharida ekstrahovanih pod alkalnim uslovima posle uklanjanja pektinskog materijala i lignina iz matriksa ćelijskog zida. U hemicelulozne polisaharide se ubrajaju: ksilani (arabinoksilani, glukuronoksilani, glukuronoarabinoksilani – zavisno od tipa supstitucije na glavnom lancu), β-glukani, ksiloglukani i manani.

Na osnovu rezultata dobijenih u ovim istraživanjima, nije bilo moguće utvrditi jasnu tendenciju promena po faktorima istraživanja. Nisu se mogle utvrditi ni jasne razlike između ispitivanih leguminoznih vrsta – lucerke i crvene deteline (Tabela 26 i 27).

Pojedine biljne vrste razlikuju se ne samo po količini hemiceluloze, već i po njenom hemijskom sastavu. Količina hemiceluloze varira od vrste tkiva i starosti biljaka. Tako se udeli ramnoze, arabinoze i galaktoze u ukupnim šećerima smanjuju sa starenjem u stablu i celoj biljci lucerke i crvene deteline, dok se udeo ksiloze i glukoze povećava (**Hornstein et al., 1989**).

Tabela 26. Sadržaj hemiceluloze u lucerki, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Otkos							
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	111,6 ^{A,b} ±1,5	66,8 ^{C,c} ±1,0	69,6 ^{B,c} ±1,1	124,8 ^{B,a} ±2,6	93,2 ^c	
	b ₂	84,8 ^{B,c} ±0,6	143,2 ^{A,a} ±2,4	84,5 ^{A,c} ±0,9	127,1 ^{B,b} ±7,4	109,9 ^a	
	b ₃	94,3 ^{B,b} ±1,3	86,0 ^{B,bc} ±4,4	77,7 ^{AB,c} ±6,0	154,1 ^{A,a} ±0,1	103,0 ^b	102,0 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	96,9 ^b	98,7 ^b	77,3 ^c	135,3 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	147,2 ^{A,a} ±3,9	70,3 ^{B,c} ±1,8	73,3 ^{A,c} ±3,5	86,4 ^{B,b} ±4,5	94,3 ^a	
	b ₂	98,4 ^{C,a} ±3,9	89,9 ^{A,a} ±0,8	63,7 ^{A,b} ±3,6	93,7 ^{AB,a} ±4,9	86,4 ^b	
	b ₃	123,1 ^{B,a} ±2,3	89,5 ^{A,c} ±3,1	50,1 ^{B,d} ±4,0	105,4 ^{A,b} ±4,3	92,0 ^{ab}	90,9 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	122,9 ^a	83,2 ^c	62,4 ^d	95,2 ^b		$\bar{X}$ B
		129,4 ^{A,a}	68,6 ^{C,c}	71,5 ^{A,c}	105,6 ^{B,b}		93,8 ^{nz}
	$\bar{X}$ BC	91,6 ^{C,b}	116,6 ^{A,a}	74,1 ^{A,c}	110,4 ^{B,a}		98,2 ^{nz}
		108,7 ^{B,b}	87,8 ^{B,c}	63,9 ^{B,d}	129,8 ^{A,a}		97,5 ^{nz}
	$\bar{X}$ C	109,9 ^a	91,0 ^b	69,8 ^c	115,3 ^a		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvri otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; nz-nema značajnosti; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Tabela 27. Sadržaj hemiceluloze u crvenoj detelini, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Otkos						
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	135,6 ^{A,a} ±3,1	83,4 ^{C,b} ±0,7	75,0 ^{AB,b} ±3,5	98,0 ^b	
	b ₂	111,3 ^{B,b} ±2,2	132,2 ^{A,a} ±2,3	80,6 ^{A,c} ±1,2	108,0 ^a	
	b ₃	111,5 ^{B,a} ±0,8	109,6 ^{B,a} ±7,2	64,8 ^{B,b} ±3,2	95,3 ^b	100,4 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	119,5 ^a	108,4 ^b	73,5 ^c	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	107,1 ^{AB,a} ±6,9	80,7 ^{B,b} ±3,3	54,8 ^{B,c} ±0,5	80,9 ^b	
	b ₂	118,2 ^{A,a} ±3,1	67,3 ^{B,b} ±2,9	67,4 ^{AB,b} ±1,8	84,3 ^b	
	b ₃	93,6 ^{B,b} ±3,2	104,9 ^{A,a} ±2,2	80,0 ^{A,b} ±6,2	92,8 ^a	86,0 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	106,3 ^a	84,3 ^b	67,4 ^c		$\bar{X}$ B
		121,4 ^{A,a}	82,1 ^{B,b}	64,9 ^{NZ,c}		89,4 ^b
	$\bar{X}$ BC	114,8 ^{A,a}	99,8 ^{A,b}	74,0 ^{NZ,c}		96,2 ^a
		102,6 ^{B,a}	107,3 ^{A,a}	72,4 ^{NZ,b}		94,1 ^{ab}
	$\bar{X}$ C	112,9 ^a	96,4 ^b	70,4 ^c		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; NZ-nema značajnosti; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

6.3.6. Lignin

Najvažniji činilac od koga zavisi kako i koliko će se hranljiva materija iskoristiti iz nekog biljnog hraniva je faza razvića, odnosno zrelost. Sa razvićem biljaka, zastupljenost proteina, dostupne energije, Ca i P se smanjuje, dok se udeo vlakana povećava. Istovremeno se povećava i zastupljenost lignina. Pored toga što je sam nesvarljiv, lignin otežava razgradnju celuloze i hemiceluloze koje bi mogle da budu iskorišćene. To je osnovni razlog što iz biljaka u kasnijim fazama razvića životinje mogu da iskoriste manje energije.

Rezultati istraživanja (Tabela 28) pokazuju da se udeo lignina povećavao sa rastom i razvićem lucerke u sva četiri otkosa. Ustanovljene su veoma značajne statističke razlike između sorti, faza razvića i otkosa, kao i njihovih interakcija. Prosečna vrednost u SM američke populacije lucerke je značajno veća (88,9 g kg⁻¹) u odnosu na prosečnu vrednost sadržaja lignina u SM domaće sorte lucerke (84,4 g kg⁻¹).

Tabela 28. Sadržaj lignina u lucerki, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos				$\bar{X}$ AB	$\bar{X}$ A
		c ₁	c ₂	c ₃	c ₄		
a ₁	b ₁	70,4 ^{C,c} ±0,5	77,3 ^{C,b} ±0,1	86,2 ^{C,a} ±0,7	51,3 ^{C,d} ±0,8	71,3 ^c	
	b ₂	86,0 ^{B,b} ±0,4	89,9 ^{B,a} ±0,6	88,9 ^{B,a} ±0,7	83,3 ^{B,c} ±0,6	87,0 ^b	
	b ₃	91,6 ^{A,c} ±0,5	96,1 ^{A,b} ±0,4	100,3 ^{A,a} ±0,4	91,7 ^{A,c} ±0,6	94,9 ^a	84,4 ^b
	$\bar{X}$ AC	82,7 ^c	87,8 ^b	91,8 ^a	75,4 ^d		
a ₂	b ₁	62,8 ^{C,c} ±0,6	81,0 ^{B,b} ±0,4	89,2 ^{B,a} ±0,5	81,1 ^{B,b} ±0,7	78,5 ^c	
	b ₂	75,1 ^{B,d} ±0,1	81,1 ^{B,c} ±0,6	102,6 ^{A,a} ±0,4	98,3 ^{A,b} ±0,8	89,3 ^b	
	b ₃	98,3 ^{A,b} ±0,4	96,3 ^{A,c} ±0,3	101,8 ^{A,a} ±0,2	98,7 ^{A,b} ±0,3	98,8 ^a	88,9 ^a
	$\bar{X}$ AC	78,7 ^d	86,1 ^c	97,9 ^a	92,7 ^b		$\bar{X}$ B
	$\bar{X}$ BC	66,6 ^{C,c}	79,2 ^{C,b}	87,7 ^{C,a}	66,2 ^{C,c}		74,9 ^c
		80,6 ^{B,d}	85,5 ^{B,c}	95,8 ^{B,a}	90,8 ^{B,b}		88,2 ^b
		95,0 ^{A,b}	96,2 ^{A,b}	101,1 ^{A,a}	95,2 ^{A,b}		96,9 ^a
	$\bar{X}$ C	80,7 ^d	87,0 ^b	94,8 ^a	84,1 ^c		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvri otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Posmatrano po otkosima, najveća vrednost za sadržaj lignina u SM lucerke je utvrđena u trećem otkosu. Uzorci domaće sorte lucerke, K-28, košeni u četvrtom

otkosu se karakterišu najnižim vrednostima lignina u svim fazama razvića. Iako je zbog visokih temperatura očekivano da će stepen lignifikacije u ovom periodu biti najintenzivniji, to se ipak nije dogodilo, na šta je verovatno uticala dužina ovog vegetacionog perioda, kao i promenjen odnos list-stablo u korist lista. Međutim, u SM američke populacije lucerke vrednosti za sadržaj lignina su u četvrtom otkosu bile najbližnje vrednostima kao u trećem otkosu, u kome je konstatovana najveća količina lignina.

Ispitujući uticaj temperature i jačine svetlosti, **Handerson and Robinson (1982)** iznose podatak da se u svim ispitivanim biljnim vrstama količina lignina povećava sa povećanjem temperature i svetlosti. Analizirajući količinu lignina u stablu lucerke različite starosti **Sanders and Wedin (1988)** konstatuju da su se ćelijski zidovi u letnjem periodu lignificirali brže nego u proleće. Ovi autori iznose pretpostavku da je uzrok većeg obima i brže lignifikacije viša temperatura u letnjem periodu. U istraživanjima **Markovića (2009)** je utvrđeno da je udeo lignina u listu imao vrednosti najviše 49,1 g kg⁻¹ SM u punom cvetanju, dok stablo sadrži u istoj fazi 119,2 g kg⁻¹ SM. Niže vrednosti za sadržaj lignina u odnosu na ovde prikazane konstatovali su **Llamas-Llamas and Combs (1990)**, **Niwinska et al. (2005)**, **Hoffman et al. (1993)**. Najbližnje vrednosti rezultatima prikazanim u ovom radu ustanovili su **Yari et al. (2012)** u istim fazama razvića prvog otkosa, dok **Yu et al. (2003)** beleže više vrednosti u odnosu na rezultate prikazane u ovom radu. **Wilson et al. (1991)** takođe iznose podatak da visoke temperature kao posledicu imaju intenzivnu sintezu NDF-a i lignina.

U SM crvene deteline su konstatovane značajno niže vrednosti za sadržaj lignina (Tabela 29). Iako tetraploidna sorta crvene deteline sadrži niže vrednosti lignina, nije ustanovljena statistička značajnost između sorti. Sa rastom i razvićem crvene deteline se povećavao sadržaj lignina u SM crvene deteline, najveća vrednost je konstatovana u trećoj fazi razvića diploidne sorte. Najmanje intenzivne promene sa sazrevanjem biljaka su utvrđene u trećem otkosu. U ovom otkosu se udeo lignina u SM tetraploidne sorte povećao od 58,7 do 59,7 g kg⁻¹, dok se u SM diploidne sorte udeo lignina brže menjao, od 55,6 do 62,0 g kg⁻¹.

Tabela 29. Sadržaj lignina u crvenoj detelini, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Otkos						
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	35,0 ^{B,c} ±0,0	43,6 ^{B,b} ±2,9	58,7 ^{NZ,a} ±2,7	45,8 ^c	
	b ₂	52,1 ^{A,b} ±2,1	48,6 ^{B,b} ±0,2	59,2 ^{NZ,a} ±0,4	53,3 ^b	
	b ₃	54,3 ^{A,nz} ±1,4	58,1 ^{A,nz} ±2,3	59,7 ^{NZ,nz} ±2,4	57,4 ^a	52,1 ^{nz}
	$\bar{X}$ A ₁ C	47,1 ^b	50,1 ^b	59,2 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	44,8 ^{B,b} ±0,7	51,1 ^{NZ,ab} ±1,4	55,6 ^{NZ,a} ±1,8	50,5 ^b	
	b ₂	48,0 ^{B,c} ±2,0	53,9 ^{NZ,b} ±0,3	60,8 ^{NZ,a} ±1,0	54,2 ^b	
	b ₃	56,0 ^{A,nz} ±0,4	56,1 ^{NZ,nz} ±1,4	62,0 ^{NZ,nz} ±2,1	58,0 ^a	54,3 ^{nz}
	$\bar{X}$ A ₂ C	49,6 ^c	53,7 ^b	59,5 ^a		$\bar{X}$ B
		39,9 ^{C,c}	47,4 ^{B,b}	57,2 ^{NZ,a}		48,1 ^c
	$\bar{X}$ BC	50,1 ^{B,b}	51,3 ^{B,b}	60,0 ^{NZ,a}		53,8 ^b
		55,2 ^{A,b}	57,1 ^{A,ab}	60,9 ^{NZ,a}		57,7 ^a
	$\bar{X}$ C	48,4 ^c	51,9 ^b	59,3 ^a		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos; A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; NZ, nz-nema značajnosti; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Buxton and Hornstein (1986) inače iznose podatak da crvena i bela detelina sadrže manje lignina od lucerke i žutog zvezdana. Analizirajući različite botaničke frakcije crvene deteline **Áman (1984)** iznosi podatak da je količina lignina u listu od 20 do 60, lisnim drškama od 30 do 70, a u stablu od 50 do 120 g kg⁻¹ SM. U istraživanjima **Markovića (2009)** udeo lignina u listu je iznosio 15,7 do 40 g kg⁻¹ SM, a u stablu od 44,4 do 78,1 g kg⁻¹ SM u istim fazama razvića.

6.4. Svarljivost suve materije

Faza razvića utiče na kvalitet kabaste hrane više nego ijedan drugi faktor, ali uslovi u kojima se biljka gaji i agronomski faktori modifikuju uticaj razvića biljaka na kvalitet i mogu dovesti do toga da se kvalitet biljaka razlikuje iz godine u godinu usled sezonskih variranja, čak i kada su biljke košene u istoj fazi razvića. Kvalitet kabaste hrane se uglavnom definiše na osnovu performansi životinja koje se hrane datim hranivom i može se reći da predstavlja funkciju koncentracije nutrijenata, količine konzumiranja, svarljivosti i preraspodele metaboličkih proizvoda u organizmu životinja. Među njima, svarljivost je jedna od najvažnijih osobina hranljive vrednosti krme.

Da svarljivost SM opada sa napredovanjem faze razvića lucerke i crvene deteline kao rezultat povećane koncentracije ćelijskog zida u stablu i usled opadanja i smanjenja udela lišća u prinosu potvrđeno je u ovim istraživanjima. Prosečna vrednost svarljivosti SM lucerke se kretala od $736,1 \text{ g kg}^{-1}$ u fenofazi butonizacije do $671,6 \text{ g kg}^{-1}$ polovinom cvetanja, odnosno svarljivost SM crvene deteline od $829,8$ u fenofazi butonizacije do $765,0 \text{ g kg}^{-1}$ u fazi kada je više od 50% biljaka iscvetalo. Rezultati ovih istraživanja pokazuju da je najveća svarljivost SM bila u četvrtom otkosu lucerke (Tab. 30), odnosno u trećem otkosu crvene deteline (Tab. 31), iako su se razvijali u najsuvljem delu godine. Najmanju svarljivost je imao drugi otkos lucerke i crvene deteline kao rezultat povoljnih uslova za intenzivnu biosintezu strukturnih ugljenih hidrata i lignina i verovatno nepovoljnog odnosa list-stablo. Procenat *in vitro* svarljivosti SM razlikuje se između eksperimentalnih sorti i značajno se menja iz otkosa u otkos, kao odgovor na promenjene ekološke uslove. Američka populacija lucerke i tetraploidna sorta crvene deteline su imale veći procenat *in vitro* svarljive SM. Analizom varijanse utvrđene su statistički veoma značajne razlike između sorti, otkosa i faze razvića, kao i njihovih interakcija. Poželjno je istaći da se crvena detelina karakteriše boljom svarljivošću SM od lucerke, ali kako ističu **Broderick et al. (2001; 2007)** prinosi mleka dobijeni od mlečnih krava hranjenih crvenom detelinom su obično ispod očekivanja. Uticaj faze razvića hraniva na konzumiranje, svarljivost i performanse životinja je do sada prikazan u brojnim radovima. Pokazano je da do

smanjenja svarljivosti dolazi zbog povećanog udela NDF-a, kao i zbog povećanog udela lignificiranog NDF-a (**Balde et al., 1993**).

Zbog toga što stablo sadrži veći udeo ćelijskih zidova manje je svarljivo u odnosu na list, i svarljivost stabla opada mnogo brže nego svarljivost listova. Sa rastom i razvićem biljaka udeo stabla u ukupnoj SM uzima primat nad udelom lista, pa se i svarljivost ukupne SM smanjuje. Listovi lucerke u fenofazi 50% cvetalih biljaka sadrže oko 250 g kg⁻¹ NDF-a, a svarljivost SM je oko 750 g kg⁻¹. Dok je udeo NDF-a u stablu od 450-700 g kg⁻¹ SM od vrha do prizemnih delova stabla, svarljivost se kreće od 650 do 450 g kg⁻¹, takođe od vršnih do prizemnih segmenata stabla (**Buxton, 1996**).

Tabela 30. Svarljivost SM lucerke, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Otkos							
Sorta	Faza	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	735,2 ^{A,b} ±5,4	676,4 ^{A,d} ±1,8	711,3 ^{A,c} ±1,2	782,4 ^{A,a} ±2,5	726,3 ^a	
	b ₂	653,6 ^{B,c} ±4,6	620,9 ^{B,d} ±3,6	675,5 ^{B,b} ±2,3	758,7 ^{B,a} ±1,3	677,2 ^b	
	b ₃	629,3 ^{C,c} ±1,3	605,1 ^{C,d} ±2,5	667,1 ^{B,b} ±1,7	723,3 ^{C,a} ±1,2	656,2 ^c	686,6 ^b
	$\bar{X}$ A ₁ C	672,7 ^c	634,1 ^d	684,6 ^b	754,8 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	738,2 ^{A,b} ±0,6	709,2 ^{A,c} ±2,5	747,6 ^{A,b} ±2,6	788,2 ^{A,a} ±3,1	745,8 ^a	
	b ₂	687,0 ^{B,c} ±3,5	653,0 ^{B,d} ±1,1	726,4 ^{B,b} ±4,0	739,5 ^{B,a} ±2,9	701,5 ^b	
	b ₃	678,8 ^{B,b} ±4,5	644,7 ^{B,c} ±1,3	690,0 ^{C,b} ±6,1	734,4 ^{B,a} ±0,4	687,0 ^c	711,4 ^a
	$\bar{X}$ A ₂ C	701,3 ^c	669,0 ^d	721,3 ^b	754,0 ^a		$\bar{X}$ B
		736,7 ^{A,b}	692,8 ^{A,c}	729,5 ^{A,b}	785,3 ^{A,a}		736,1 ^a
	$\bar{X}$ BC	670,3 ^{B,c}	637,0 ^{B,d}	701,0 ^{B,b}	749,1 ^{B,a}		689,3 ^b
		654,1 ^{C,c}	624,9 ^{C,d}	678,6 ^{C,b}	728,9 ^{C,a}		671,6 ^c
	$\bar{X}$ C	687,0 ^c	651,6 ^d	703,0 ^b	754,4 ^a		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvrti otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

U istraživanjima **Tremblay et al. (2002)** svarljivost stabla u proleće se kretala od 547 do 579 g kg⁻¹ SM, dok je u leto imala vrednosti od 536 do 563 g kg⁻¹ SM. Rezultati njihovih istraživanja su potvrdili konstataciju da se selekcija na bolju svarljivost može postići selekcijom na bolju svarljivost stabla, ali se interakcija između prinosa SM i hranljive vrednosti ne može ignorisati zato što je prinos značajan faktor pri iskorišćavanju bilo kog hraniva. Svarljivost stabla i prinos stabla tokom leta, kako iznose ovi istraživači su u negativnoj korelaciji. U istraživanjima **Julier and Huyghe**

(1997) kultivari sa najmanjom svarljivošću su imali visok udeo lista u kombinaciji sa malom svarljivošću stabla, a visoko svarljivi kultivari su imali visok udeo lista i visoko svarljivo stablo. Prosečna svarljivost stabla i lista je bila 560 i 814 g kg⁻¹ SM (redom) u proleće, odnosno 547 i 786 g kg⁻¹ SM u leto. Ukupna prosečna svarljivost je bila slična u obe sezone iskorišćavanja, 670 g kg⁻¹ SM u proleće i 666 g kg⁻¹ u leto.

Tabela 31. Svarljivost SM crvene deteline, g kg⁻¹ SM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ AB	$\bar{X}$ A
		c ₁	c ₂	c ₃		
a ₁	b ₁	835,5 ^{A,b} ±2,4	811,2 ^{A,c} ±0,3	847,7 ^{A,a} ±0,1	831,5 ^a	
	b ₂	795,6 ^{B,b} ±1,7	798,8 ^{B,b} ±1,3	820,5 ^{B,a} ±0,6	805,0 ^b	
	b ₃	767,4 ^{C,b} ±1,0	787,3 ^{C,a} ±1,3	784,4 ^{C,a} ±1,4	779,7 ^c	805,4 ^a
	$\bar{X}$ AC	799,5 ^b	799,1 ^b	817,5 ^a		
a ₂	b ₁	806,0 ^{A,b} ±3,3	799,5 ^{A,b} ±0,3	879,0 ^{A,a} ±5,9	828,2 ^a	
	b ₂	802,1 ^{A,b} ±1,6	765,2 ^{B,c} ±0,3	830,8 ^{B,a} ±0,7	799,4 ^b	
	b ₃	743,0 ^{B,b} ±3,6	749,7 ^{C,b} ±1,9	758,0 ^{C,a} ±0,9	750,2 ^c	792,6 ^b
	$\bar{X}$ AC	783,7 ^b	771,5 ^c	822,6 ^a		$\bar{X}$ B
		820,8 ^{A,b}	805,4 ^{A,c}	863,4 ^{A,a}		829,8 ^a
$\bar{X}$ BC		798,9 ^{B,b}	782,0 ^{B,c}	825,7 ^{B,a}		802,2 ^b
		755,2 ^{C,b}	768,5 ^{C,a}	771,2 ^{C,a}		765,0 ^c
$\bar{X}$ C		791,6 ^b	785,3 ^c	820,1 ^a		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

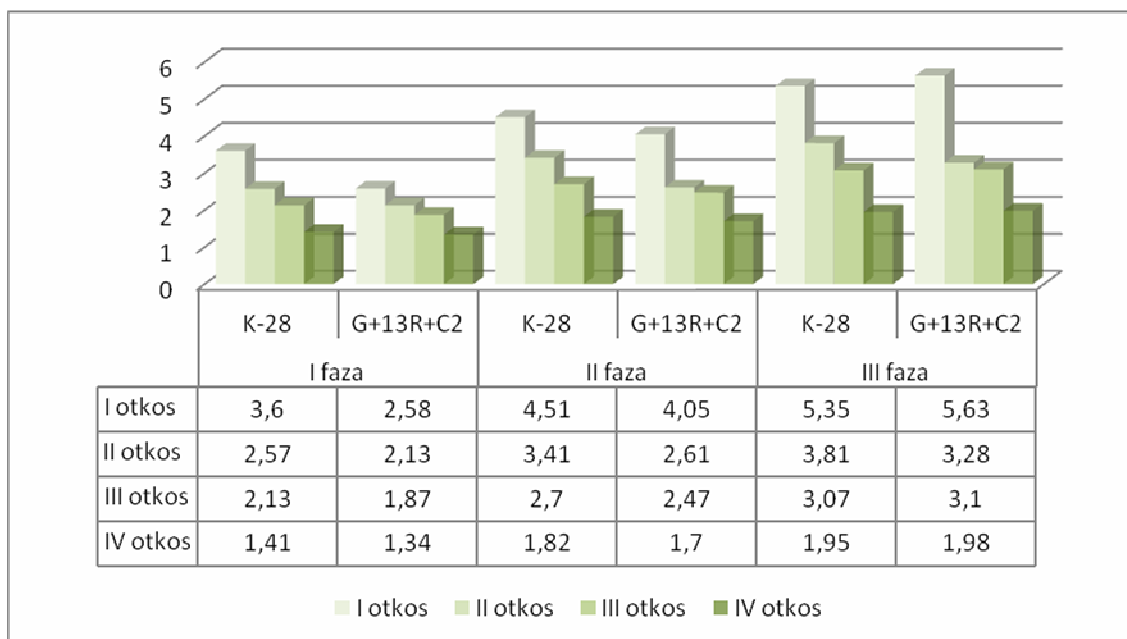
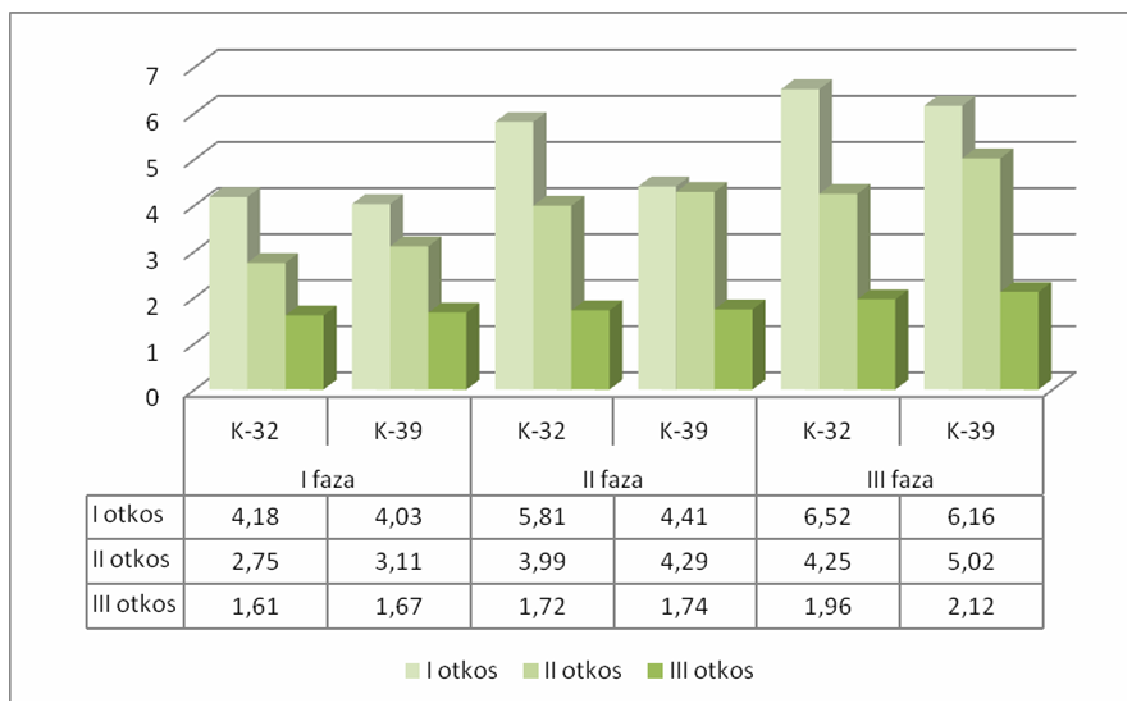
I kvalitet krme crvene deteline zavisi pre svega od faze razvića, visine otkosa i uslova spoljne sredine. Autori **Taylor and Quesenbery (1996)** navode da su dva najmerodavnija parametra kvaliteta sadržaj sirovih proteina i *in vitro* svarljivost SM. Vrednost oba ova parametra opada sa starenjem kod svih višegodišnjih leguminoza kao rezultat smanjenja udela lista u odnosu na stablo i procesa lignifikacije. Opadanje svarljivosti nakon faze butonizacije javlja se kao posledica povećanog sadržaja lignina i povećanog udela strukturnih polisaharida.

U rano proleće, mlade biljke crvene deteline imaju veliki udeo lista, visok sadržaj vlage, proteina i minerala, a malo celuloze. Tokom perioda vegetacije pod uticajem dužih dana i viših temperatura sa starenjem biljaka dolazi do morfoloških promena – lišće sporije raste, stablo se izdužuje, prinos SM se povećava, a kvalitet

drastično opada, naročito svarljivost, sadržaj proteina i mineralnih materija. Optimalna faza košenja crvene deteline, kako sa aspekta zadovoljavajućeg kvaliteta, tako i sa aspekta ukupnog prinosa krme jeste faza kada se pojavi oko 20-25% cveta (**Wiersma et al., 1998**). U ovoj fazi svarljivost SM varira između 65 i 70%, nakon čega opada.

Najveći prinos *in vitro* svarljive SM bio je u prvom otkosu, kao posledica povoljnih ekoloških uslova za razvoj nadzemne mase, što je za rezultat imalo povećanje prinosa svarljive SM. *In vitro* prinos svarljive SM smanjivao se prema četvrtom otkosu lucerke (Graf. 15), odnosno prema trećem otkosu crvene deteline (Graf. 16). Četvrti otkos lucerke, odnosno treći otkos crvene deteline imaju veći procenat svarljive SM od ostalih otkosa, ali je prinos bio manji, što je posledica nepovoljnih ekoloških uslova za razvoj nadzemne mase, koje su dovele do najmanjeg prinosa SM. Ovakvi rezultati su dobijeni pošto se prinos *in vitro* svarljive SM izračunava iz prinosa SM i procenta svarljivosti.

Kako na prinos svarljive SM utiče faza razvika u momentu košenja, neophodno je lucerku i crvenu detelinu kositi u fazi koja obezbeđuje visok prinos ali i dobar kvalitet. Drugim agrotehničkim merama treba podesiti povoljne uslove za formiranje nadzemne mase za biosintezu proteina. S obzirom da je list svarljiviji deo biljke, neophodno je svim merama uticati na povećanje udela lista u prinosu kao i njegovo očuvanje tokom spremanja ovih krmnih biljaka (**Katić i sar., 2004**). **Tremblay (2002)** ističe da je svarljivost SM značajan pokazatelj kvaliteta, te treba raditi na stvaranju novih sorti sa većim procentom svarljive SM, ali se ne treba zapostaviti prinos.

Graf. 15. Prinos svarljive SM lucerke, t ha⁻¹Graf. 16. Prinos svarljive SM crvene deteline, t ha⁻¹

Kako navode brojni istraživači, lignifikacija ćelijskih zidova je glavni činilac smanjivanja svarljivosti sa starenjem biljaka (**Buxton and Hornstein, 1986; Buxton and Russel, 1988; Taylor and Quesenberry, 1996**). Međutim, i pored jake negativne

korelacije između količine lignina u krmnim biljkama i svarljivosti, rezultati brojnih istraživanja daju dokaze da hemijski sastav lignina može biti značajniji inhibitor svarljivosti od količine samog lignina (**Reeves III, 1985; Buxton and Hornstain, 1986; Buxton and Russel, 1988, i dr.**). Uticaj količine lignina na svarljivost trava je za 62% veći u poređenju sa leguminozama (**Buxton and Russel, 1988**). Očigledna korelacija koja postoji između količine lignina i nesvarenih frakcija ćelijskih zidova je rezultat starenja biljaka i povećanja količine NDF-a i lignina (**Traxler et al., 1998**). Pored svoje male svarljivosti, lignin inhibira digestiju polisaharida ćelijskog zida, mada **Barton and Akin (1977)** ističu da i posle uklanjanja lignina, polisaharidi u ćelijskim zidovima različitih vrsta pokazuju značajne razlike u brzini i obimu razlaganja. Za bolje razumevanje mehanizama kojima lignin uzrokuje smanjenje fermentacije ugljenih hidrata u buragu potrebna su dodatna istraživanja koja bi identifikovala strukturne komponente lignina i njihove veze sa ostalim komponentama matriksa ćelijskog zida.

6.5. Ugljenohidratne frakcije prema CNCPS sistemu

Ugljeni hidrati jesu najveća komponenta u obrocima za mlečne krave, i mogu biti podeljeni na strukturne - FC i nestrukturne odnosno nevlaknaste ugljene hidrate - NFC. Strukturni ugljeni hidrati (hemiceluloza i celuloza) jesu slabo svarljiva frakcija hraniva koja najvećim delom ispunjava prostor u gastrointestinalnom traktu, a umrežena sa ligninom rezistentna je na razgradnju, što dovodi do smanjenja energetske vrednosti hraniva (**Mertens, 1997**). U ugljene hidrate rastvorljive u rastvoru neutralnog deterdženta spadaju organske kiseline, monosaharidi, oligosaharidi, fruktani, pektinske supstance, β -glukani i skrob (**Hall, 2003**). Balansiranje odgovarajućeg nivoa i tipa nevlaknastih ugljenih hidrata jeste glavni izazov u formulisanju obroka za preživare.

Hraniva se u velikoj meri razlikuju po količini i sastavu NFC, a frakcije NFC se međusobno razlikuju po stopi i obimu fermentacije, proizvodima fermentacije i doprinosu u sintezi mikrobijalnih proteina (**Hall and Herejk, 2001; Nocek and Tamminga, 1991**), kao i u uticaju na performanse životinja. Mlečne krave hranjene obrocima sa visokim nivoom rastvorljivih vlakana i šećera proizvođače mleko sa nižim sadržajem proteina i višim sadržajem mlečne masti (**Leiva et al., 2000**), nego ona grla koja se hrane obrocima sa visokim udelom skroba. Kod preživara koji se hrane obrocima sa visokim udelom skroba, koji se karakterišu visokom metaboličkom energijom, doći će do intenzivnije sinteze mikrobijalnih proteina (**Oba and Allen, 2003**), ali će imati veće predispozicije ka metaboličkim poremećajima.

CNCPS (**Fox et al., 2004**) upravo uzima u obzir ove varijacije u komponentama ugljenih hidrata (CHO) kako bi se što adekvatnije obezbedila neophodna metabolička energija i maksimizirala sinteza mikrobijalnih proteina pri formulisanju obroka za mlečne krave. Donedavno su se prema ovoj šemi NFC mogli podeliti na 2 frakcije – CA frakcija koja sadrži organske kiseline i šećere i CB₁ frakcija koja sadrži rastvorljiva vlakna i skrob (**Sniffen et al., 1992**). Međutim, postoje nedostaci ovakve podele, zato što se ove frakcije ne mogu precizno definisati i analizirati (**Alderman, 2001**).

Na osnovu stepena i brzine degradacije u buragu i dostupnih analitičkih metoda usvojena je nova šema za podelu NFC frakcija (**Lanzas et al., 2007b**). Tako je CA frakcija podeljena na 4 podfrakcije: isparljive masne kiseline – CA₁, mlečna kiselina –

CA₂, ostale organske kiseline – CA₃ i prosti šećeri – CA₄. Iako organske kiseline nisu ugljeni hidrati razmatraju se u okviru ove frakcije jer su sličniji ugljenim hidratima nego mastima i proteinima.

6.5.1. CA frakcija ugljenih hidrata – prosti šećeri

CA frakcija ugljenih hidrata predstavlja proste šećere koji veoma brzo fermentišu (100-300% h⁻¹) u buragu. U ovom radu je ova frakcija razmatrana samo kao udeo prostih šećera u ukupnoj količini ugljenih hidrata - CHO.

Rezultati istraživanja prikazani u tabeli 32 pokazuju da postoje veoma značajne razlike za udeo CA frakcije između ispitivanih sorti lucerke, faza razvića i otkosa, kao i njihovih interakcija.

Tabela 32. Sadržaj CA frakcije u SM lucerke, g kg⁻¹ CHO ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos				$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		
a ₁	b ₁	110,7^{B,a} ±0,9	97,4^{A,b} ±0,9	57,6^{B,d} ±0,5	91,2^{B,c} ±0,5	89,2 ^b	
	b ₂	116,7^{A,a} ±0,5	94,1^{B,c} ±0,1	65,0^{A,d} ±0,1	98,5^{A,b} ±1,2	93,6 ^a	
	b ₃	100,4^{C,a} ±0,8	66,1^{C,c} ±0,7	64,6^{A,c} ±0,6	91,7^{B,b} ±0,6	80,7 ^c	87,8 ^b
$\bar{X}$ A ₁ C		109,3 ^a	85,9 ^c	62,4 ^d	93,8 ^b	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	95,3^{B,c} ±0,3	117,5^{A,a} ±0,7	61,2^{B,d} ±0,2	103,8^{A,b} ±0,4	94,5 ^a	
	b ₂	93,8^{B,b} ±0,4	108,5^{B,a} ±0,7	58,5^{C,d} ±0,5	89,3^{C,c} ±0,5	87,5 ^b	
	b ₃	119,6^{A,a} ±0,9	62,1^{C,d} ±0,3	64,9^{A,c} ±0,1	95,4^{B,b} ±0,3	85,5 ^c	89,2 ^a
$\bar{X}$ A ₂ C		102,9 ^a	96,0 ^b	61,5 ^c	96,2 ^b		$\bar{X}$ B
		103,0 ^{C,b}	107,5 ^{A,a}	59,4 ^{C,d}	97,5 ^{A,c}		91,8 ^a
$\bar{X}$ BC		105,3 ^{B,a}	101,3 ^{B,b}	61,8 ^{B,d}	93,9 ^{B,c}		90,6 ^b
		110,0 ^{A,a}	64,1 ^{C,c}	64,8 ^{A,c}	93,6 ^{B,b}		83,1 ^c
$\bar{X}$ C		106,1 ^a	91,0 ^c	62,0 ^d	95,0 ^b		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvri otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

U prvom otkosu domaće sorte lucerke najveća vrednost CA frakcije je ustanovljena početkom cvetanja (116,7 g kg⁻¹ CHO), dok se u američkoj populaciji lucerke od ove faze sa daljim napredovanjem razvića količina CA frakcije povećavala

do 119,6 g kg⁻¹ CHO. U drugom otkosu je konstatovano ravnomerno smanjivanje u obe ispitivane sorte. Naredna dva otkosa su bila specifična po tome što su u ovim vegetacionim periodima ustanovljene najpribližnije vrednosti u svim fazama razvića.

Kako je koncentracija prostih šećera u SM crvene deteline veća nego u SM lucerke, to je i količina CA frakcije srazmerno veća u ukupnoj količini ugljenih hidrata. Rezultati prikazani u tabeli 33 ukazuju da postoje veoma značajne razlike između tretmana za ispitivane faktore, kao i za njihove interakcije. U prvom otkosu su se vrednosti za sadržaj CA frakcije kretale od 147,8 do 180,2 g kg⁻¹ CHO u tetraploidnoj sorti crvene deteline, a od 107,8 do 163,3 g kg⁻¹ CHO u diploidnoj sorti crvene deteline. Za razliku od prvog otkosa, u kome je tetraploidna sorta superiornija po sadržaju CA frakcije u ukupnoj količini CHO, u drugom otkosu su vrednosti bile ujednačenije, da bi polovinom cvetanja obe sorte crvene deteline sadržale gotovo identičnu količinu CA frakcije. Treći otkos je specifičan kao i u lucerki, ali treba istaći da je u ovom otkosu crvene deteline ustanovljena najmanja količina CA frakcije ugljenih hidrata.

Tabela 33. Sadržaj CA frakcije u SM crvene deteline, g kg⁻¹ CHO ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X} A_1B$	$\bar{X} A_1$
		c ₁	c ₂	c ₃		
a ₁	b ₁	147,8 ^{C,a} ±1,5	119,7 ^{C,b} ±0,1	93,1 ^{B,c} ±3,9	120,2 ^c	
	b ₂	170,0 ^{B,a} ±3,0	126,1 ^{B,b} ±0,2	106,8 ^{A,c} ±0,2	134,3 ^b	
	b ₃	180,2 ^{A,a} ±1,4	151,1 ^{A,b} ±0,2	105,9 ^{A,c} ±2,1	145,7 ^a	133,4 ^a
	$\bar{X} A_1C$	166,0 ^a	132,3 ^b	101,9 ^c	$\bar{X} A_2B$	$\bar{X} A_2$
a ₂	b ₁	107,8 ^{C,b} ±4,2	129,7 ^{B,a} ±3,2	86,1 ^{C,c} ±0,2	107,9 ^b	
	b ₂	184,3 ^{A,a} ±4,5	111,6 ^{C,b} ±1,9	107,9 ^{A,b} ±0,8	134,6 ^a	
	b ₃	163,3 ^{B,a} ±1,9	151,5 ^{A,b} ±1,1	98,3 ^{B,c} ±3,1	137,7 ^a	126,7
	$\bar{X} A_2C$	151,8 ^a	130,9 ^b	97,4 ^c		$\bar{X} B$
		127,8 ^{B,a}	124,7 ^{B,a}	89,6 ^{B,b}		114,0 ^c
	$\bar{X} BC$	177,2 ^{A,a}	118,9 ^{C,b}	107,4 ^{A,c}		134,5 ^b
		171,8 ^{A,a}	151,3 ^{A,b}	102,1 ^{A,c}		141,7 ^a
	$\bar{X} C$	158,9 ^a	131,6 ^b	99,7 ^c		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

CA frakcija pokazuje tendenciju opadanja sa rastom i razvićem, što je u saglasnosti sa rezultatima **Yu et al. (2003)**. Ovo može biti posledica smanjenja udela

list:stablo i povećanja udela komponenata ćelijskog zida. Prema navodima ovih autora mlađe biljke sadrže više rastvorljivih vlakana i šećera, i manje slabo razgradivih ugljenih hidrata. U ovim istraživanjima su dobijene više vrednosti za ovu frakciju nego što je to prikazano u rezultatima istraživanja **Yari et al. (2012)**.

Osnovni konstituenti ove frakcije u hranivima su glukoza, fruktoza i saharoza (**Van Soest, 1994**). U semenima leguminoza, rafinoza i stahioza zauzimaju značajno mesto kao komponente prostih šećera (**Knudsen, 1997**). Ovi šećeri proizvode sličnu količinu propionske i buterne kiseline kao skrob, a pri nižim pH vrednostima proizvode više mlečne kiseline u odnosu na skrob (**Strobel and Russell, 1986**).

6.5.2. CB₁ frakcija ugljenih hidrata – skrob

Sa izuzetkom kukuruzne silaže i silaže od drugih žitarica, većina voluminoznih hraniva sadrži veoma male količine skroba. Ukoliko u obroku nije zastupljena prevelika količina skroba, on se gotovo potpuno razlaže u buragu. Od 60 do 100% skroba se razlaže, što zavisi od brzine prolaska hrane kroz organe za varenje. Skrob koji izbegne razlaganje u buragu može da bude svaren u tankom crevu, pri čemu se nastala glukoza resorbuje.

Rezultati dobijeni u ovim istraživanjima pokazuju opštu tendenciju smanjivanja ove frakcije CHO u obe ispitivane leguminoze (Tabela 34 i 35). Najveća vrednost ustanovljena je u trećem otkosu. Izuzetak predstavlja drugi otkos obe sorte lucerke i diploidne sorte crvene deteline. U lucerki se u ovom otkosu, od faze butonizacije do početka cvetanja udeo ove frakcije smanjivao, a sa daljim napredovanjem razvića došlo je do neznatnog povećanja od 24,1 do 28,8 g kg⁻¹ CHO u SM domaće sorte, odnosno od 28,2 do 32,0 g kg⁻¹ CHO u SM američke populacije lucerke. U drugom otkosu diploidne sorte crvene deteline, sa rastom i razvićem je konstatovano povećanje ove frakcije CHO do početka cvetanja (52,0 g kg⁻¹ CHO), a nadalje se ova frakcija CHO smanjivala do 37,6 g kg⁻¹ CHO.

Tabela 34. Sadržaj CB₁ frakcije u SM lucerke, g kg⁻¹ CHO ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Otkos							
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	39,1 ^{A,d} ±0,2	40,9 ^{A,c} ±0,8	55,0 ^{A,a} ±0,2	45,3 ^{A,b} ±0,4	45,1 ^a	
	b ₂	31,4 ^{B,c} ±0,5	24,1 ^{C,d} ±0,2	47,4 ^{B,a} ±0,3	36,6 ^{B,b} ±0,2	34,9 ^b	
	b ₃	29,3 ^{C,c} ±0,5	28,8 ^{B,c} ±0,2	42,0 ^{C,a} ±0,3	30,7 ^{C,b} ±0,4	32,7 ^c	37,6 ^b
	$\bar{X}$ A ₁ C	33,3 ^c	31,3 ^d	48,1 ^a	37,5 ^b	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	36,1 ^{A,d} ±0,2	39,1 ^{A,c} ±0,4	55,6 ^{A,a} ±0,6	48,3 ^{A,b} ±0,4	44,8 ^a	
	b ₂	35,2 ^{A,b} ±0,3	28,2 ^{C,c} ±0,4	48,5 ^{B,a} ±0,3	47,5 ^{A,a} ±0,3	39,9 ^b	
	b ₃	23,1 ^{B,d} ±0,2	32,0 ^{B,c} ±0,5	45,9 ^{C,a} ±1,0	43,3 ^{B,b} ±0,5	36,1 ^c	40,2 ^a
	$\bar{X}$ A ₂ C	31,5 ^d	33,1 ^c	50,0 ^a	46,4 ^b		$\bar{X}$ B
		37,6 ^{A,d}	40,0 ^{A,c}	55,3 ^{A,a}	46,8 ^{A,b}		44,9 ^a
	$\bar{X}$ BC	33,3 ^{B,c}	26,2 ^{C,d}	48,0 ^{B,a}	42,1 ^{B,b}		37,4 ^b
		26,2 ^{C,d}	30,4 ^{B,c}	44,0 ^{C,a}	37,0 ^{C,b}		34,4 ^c
	$\bar{X}$ C	32,4 ^c	32,2 ^c	49,1 ^a	42,0 ^b		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvri otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Tabela 35. Sadržaj CB₁ frakcije u SM crvene deteline, g kg⁻¹ CHO ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Otkos						
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	41,5 ^{NZ,b} ±3,7	56,2 ^{A,a} ±1,8	67,1 ^{NZ,a} ±3,2	54,9 ^a	
	b ₂	36,2 ^{NZ,b} ±2,5	41,6 ^{B,b} ±1,7	67,7 ^{NZ,a} ±1,6	48,5 ^{ab}	
	b ₃	36,1 ^{NZ,b} ±3,6	38,0 ^{B,b} ±1,5	59,2 ^{NZ,a} ±0,9	44,4 ^b	49,3 ^{nz}
	$\bar{X}$ A ₁ C	37,9 ^c	45,3 ^b	64,7 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	48,2 ^{NZ,b} ±3,5	48,3 ^{A,b} ±6,1	82,6 ^{A,a} ±5,0	59,7 ^a	
	b ₂	38,2 ^{NZ,c} ±1,3	52,0 ^{A,b} ±1,6	70,2 ^{B,a} ±1,2	53,5 ^b	
	b ₃	36,6 ^{NZ,b} ±3,0	37,6 ^{B,b} ±3,6	59,7 ^{B,a} ±5,0	44,6 ^c	52,6 ^{nz}
	$\bar{X}$ A ₂ C	41,0 ^b	46,0 ^b	70,8 ^a		$\bar{X}$ B
		44,9 ^{NZ,b}	52,3 ^{A,b}	74,9 ^{A,a}		57,3 ^a
	$\bar{X}$ BC	37,2 ^{NZ,c}	46,8 ^{A,b}	69,0 ^{A,a}		51,0 ^b
		36,4 ^{NZ,b}	37,8 ^{B,b}	59,5 ^{B,a}		44,5 ^c
	$\bar{X}$ C	39,5 ^c	45,6 ^b	67,8 ^a		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; NZ, nz-nema značajnosti; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Ustanovljene su značajne razlike između tretmana za sve ispitivane faktore i njihove interakcije u SM lucerke, na nivou $p < 0,01$. U prvom otkosu obe sorte crvene deteline i u trećem otkosu tetraploidne sorte crvene deteline nisu ustanovljene značajne razlike između faza razvića.

Rezultati dobijeni u ovim istraživanjima za udeo CB_1 frakcije CHO su znatno viši od rezultata koje su objavili **Yari et al. (2012)** i **Yu et al. (2003)**.

Kada su preživari u pitanju, najveći deo skroba vari se u buragu. Prosečni i uobičajeni obroci za krave muzare sadrže znatne količine skroba, a jedan deo može da prođe burag u intaktnom stanju, pa se varenje nastavlja u distalnim delovima digestivnog trakta. **McAllister et al. (1992)** su ubacivali skrob u postruminalni deo trakta i registrovali znatno poboljšanje efikasnosti iskorišćavanja hrane, pre svega preko smanjenih gubitaka energije i stvaranja toplote. **Owens et al. (1986)** su zaključili da skoro svi autori iznose podatke o znatno efikasnijem iskorišćavanju skroba u tankim crevima, koje je 70% efikasnije nego isti proces u buragu junadi. Isti autori zaključuju da je stepen apsorpcije u direktnoj korelaciji sa unetom količinom skroba i opovrgavaju ranije mišljenje da ovaj proces ima svoju maksimalnu granicu. Međutim, i pored ovakvih rezultata, čitav niz ogleda nije dokazao da postoji pozitivna korelacija ovog procesa sa proizvodnjom mleka (**Nocek and Tamminga, 1991**).

6.5.3. CB_2 frakcije ugljenih hidrata – rastvorljiva vlakna

Frakcija CB_2 predstavlja rastvorljiva vlakna, a čine je β -glukani i pektinske supstance koji se definišu i kao dijetetska vlakna, zato što ne mogu biti svareni pod dejstvom enzima u organizmu sisara. Fermentacija rastvorljivih vlakana podložna je depresijaciji na nižim pH vrednostima, a glavni proizvod koji nastaje njihovom fermentacijom jeste sirćetna kiselina (**Strobel and Russell, 1986**). CB_2 frakcija ugljenih hidrata se fermentiše relativno brzo, uz stopu degradacije od 20 do 40% h^{-1} (**Lanzas et al., 2007a**).

Vrednosti za udeo ove frakcije u ukupnim ugljenim hidratima lucerke prikazane su u tabeli 36. U prvom, trećem i četvrtom otkosu domaće sorte lucerke K-28, dolazilo

je do smanjenja ove frakcije ugljenih hidrata sa rastom i razvićem biljaka. U prvom otkosu su zabeležene najmanje promene, dok su najintenzivnije promene konstatovane u četvrtom otkosu, od 212,9 g kg⁻¹ CHO u fenofazi butonizacije do 153,7 g kg⁻¹ CHO u fazi kada je više od 50% biljaka iscvetalo. Izuzetak čini drugi otkos, gde je od faze butonizacije do početka cvetanja dolazilo do smanjenja, a zatim sa daljim razvićem biljaka do povećanja količine ove frakcije ugljenih hidrata. Ista tendencija je ustanovljena u drugom i četvrtom otkosu američke populacije lucerke, dok se prvi otkos ponaša potpuno drugačije. Količina CB₂ frakcije ugljenih hidrata se povećala od 179,9 do 206,6 g kg⁻¹ CHO, od fenofaze butonizacije do početka cvetanja, a sa daljim razvitkom se smanjila do 138,2 g kg⁻¹ CHO.

Tabela 36. Sadržaj CB₂ frakcije u SM lucerke, g kg⁻¹ CHO ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

		Otkos					
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	205,8 ^{NZ,b} ±1,4	202,8 ^{A,b} ±3,0	282,7 ^{A,a} ±4,9	212,9 ^{A,b} ±1,6	226,1 ^a	
	b ₂	202,7 ^{NZ,b} ±3,0	147,3 ^{B,d} ±4,9	279,1 ^{A,a} ±2,9	176,5 ^{B,c} ±2,9	201,4 ^b	
	b ₃	199,2 ^{NZ,c} ±5,7	212,9 ^{A,b} ±2,7	257,0 ^{B,a} ±3,4	153,7 ^{C,d} ±0,9	205,7 ^b	211,1 ^{NZ}
	$\bar{X}$ A ₁ C	202,6 ^b	187,7 ^c	272,9 ^a	181,0 ^c	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	179,9 ^{B,c} ±4,2	188,3 ^{B,c} ±1,6	290,0 ^{A,a} ±2,6	208,3 ^{B,b} ±3,0	216,6 ^a	
	b ₂	206,6 ^{A,c} ±2,1	165,2 ^{C,d} ±4,8	270,4 ^{B,a} ±0,9	227,0 ^{A,b} ±1,5	217,3 ^a	
	b ₃	138,2 ^{C,d} ±3,2	229,6 ^{A,b} ±1,8	252,4 ^{C,a} ±2,4	204,9 ^{B,c} ±2,1	206,3 ^b	213,4 ^{NZ}
	$\bar{X}$ A ₂ C	174,9 ^d	194,4 ^c	270,9 ^a	213,4 ^b		$\bar{X}$ B
		192,9 ^{B,c}	195,6 ^{B,c}	286,4 ^{A,a}	210,6 ^{A,b}		221,3 ^a
	$\bar{X}$ BC	204,7 ^{A,b}	156,3 ^{C,c}	274,8 ^{B,a}	201,8 ^{B,b}		209,4 ^b
		168,7 ^{C,d}	221,3 ^{A,b}	254,7 ^{C,a}	179,3 ^{C,c}		206,0 ^b
	$\bar{X}$ C	188,7 ^c	191,0 ^c	271,9 ^a	197,2 ^b		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvrti otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; NZ, nz – nema značajnosti; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Nije bilo moguće definisati jasne tendencije promena CB₂ frakcije ugljenih hidrata u crvenoj detelini (Tabela 37). Potrebno je ipak istaći, da su u trećem otkosu crvene deteline konstatovane najveće vrednosti CB₂ frakcije CHO. U tetraploidnoj sorti crvene deteline se udeo ove frakcije povećao od 323,4 do 336,9 g kg⁻¹ CHO, dok se u diploidnoj sorti smanjio od 387,0 do 334,4 g kg⁻¹ CHO.

Smanjivanje ove frakcije ugljenih hidrata sa početkom cvetanja se može objasniti translokacijom ovih ugljenih hidrata iz vegetativnih u generativne organe biljaka.

Tabela 37. Sadržaj CB₂ frakcije u SM crvene deteline, g kg⁻¹ CHO ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃		
a ₁	b ₁	214,2 ^{NZ,c} _{±3,3}	270,8 ^{A,b} _{±1,8}	323,4 ^{NZ,a} _{±3,8}	269,5 ^{ab}	
	b ₂	217,9 ^{NZ,c} _{±1,3}	263,2 ^{A,b} _{±1,0}	333,6 ^{NZ,a} _{±1,7}	271,6 ^a	
	b ₃	225,6 ^{NZ,b} _{±2,9}	226,6 ^{B,b} _{±1,9}	336,9 ^{NZ,a} _{±2,1}	263,0 ^b	268,0 ^b
	$\bar{X}$ A ₁ C	219,2 ^c	253,5 ^b	331,3 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	273,5 ^{A,c} _{±6,2}	245,9 ^{B,b} _{±3,9}	387,0 ^{A,a} _{±3,3}	302,1 ^a	
	b ₂	237,5 ^{B,c} _{±2,6}	328,0 ^{A,b} _{±1,0}	348,0 ^{B,a} _{±1,8}	304,5 ^a	
	b ₃	243,4 ^{B,b} _{±8,5}	240,8 ^{B,b} _{±1,7}	334,4 ^{C,a} _{±4,7}	272,9 ^b	293,2 ^a
	$\bar{X}$ A ₂ C	251,5 ^c	271,6 ^b	356,5 ^a		$\bar{X}$ B
		243,9 ^{A,c}	258,4 ^{B,b}	355,2 ^{A,a}		285,8 ^a
	$\bar{X}$ BC	227,7 ^{B,c}	295,6 ^{A,b}	340,8 ^{B,a}		288,0 ^a
		234,5 ^{AB,b}	233,7 ^{C,b}	335,7 ^{B,a}		268,0 ^b
	$\bar{X}$ C	235,4 ^c	262,6 ^a	343,9 ^b		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; NZ – nema značajnosti; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Prema aktuelnoj šemi za određivanje ugljenohidratnih frakcija, CB₂ frakcija se određuje računskim putem, na osnovu razlike između ukupnih ugljenih hidrata i analitičkim putem određenih frakcija. Zbog toga se mogu dobiti i veće vrednosti nego što jeste udeo ove frakcije u hranivima (Lanzas *et al.*, 2007b).

6.5.4. CB₃ frakcija ugljenih hidrata – dostupan ćelijski zid

Sporo razgradiva frakcija-CB₃ predstavlja dostupan ćelijski zid sa veoma malom stopom degradacije od 2 do 10% h⁻¹.

Rezultati za količinu dostupnih ćelijskih zidova u ukupnoj količini ugljenih hidrata lucerke prikazani su u tabeli 38. Analizom varijanse ustanovljene su značajne razlike za sve ispitivane faktore na nivou značajnosti p < 0,01.

Ova frakcija CHO predstavlja najveću frakciju CHO u SM lucerke i crvene deteline. Iako se od početka do kraja vegetacionog perioda nije mogla odrediti jasna tendencija promena, uopšteno se može reći da u prvom i četvrtom otkosu dolazi do smanjenja količine CB₃ frakcije CHO u SM obe ispitivane sorte lucerke. U trećem otkosu su konstatovane najujednačenije vrednosti, i nisu ustanovljene značajne statističke razlike. Drugi otkos lucerke je opet bio specifičan, jer se količina dostupnih ćelijskih zidova od faze butonizacije do početka cvetanja povećavala, a sa daljim razvićem biljaka je došlo do smanjivanja.

Tabela 38. Sadržaj CB₃ frakcije u SM lucerke, g kg⁻¹ CHO ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos				$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		
a ₁	b ₁	395,7 ^{A,b} ±6,2	377,1 ^{B,b} ±0,7	297,7 ^{NZ,c} ±2,0	461,0 ^{A,a} ±2,8	382,9 ^a	
	b ₂	366,9 ^{B,b} ±5,7	434,4 ^{A,a} ±7,3	307,9 ^{NZ,c} ±8,2	383,8 ^{B,b} ±2,9	373,3 ^{ab}	
	b ₃	375,6 ^{B,a} ±7,4	389,5 ^{B,a} ±5,1	301,9 ^{NZ,b} ±7,0	393,7 ^{B,a} ±3,7	365,2 ^b	373,8 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	379,4 ^c	400,3 ^b	302,5 ^d	412,8 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	463,7 ^{A,a} ±3,0	359,1 ^{C,b} ±2,4	277,5 ^{NZ,d} ±4,0	327,4 ^{A,c} ±2,5	356,9 ^a	
	b ₂	410,3 ^{B,a} ±1,7	420,6 ^{A,a} ±7,7	268,8 ^{NZ,b} ±2,3	275,5 ^{B,b} ±7,2	343,8 ^b	
	b ₃	388,7 ^{C,a} ±3,8	370,4 ^{B,a} ±11	283,8 ^{NZ,b} ±1,8	292,7 ^{B,b} ±2,5	333,9 ^b	344,9
	$\bar{X}$ A ₂ C	420,9 ^a	383,4 ^b	276,7 ^d	298,5 ^c		$\bar{X}$ B
		429,7 ^{A,a}	368,1 ^{B,c}	287,6 ^{NZ,d}	394,2 ^{A,b}		369,9 ^a
	$\bar{X}$ BC	388,6 ^{B,b}	427,5 ^{A,a}	288,4 ^{NZ,d}	329,7 ^{B,c}		358,5 ^b
		382,2 ^{B,a}	380,0 ^{B,a}	292,9 ^{NZ,c}	343,2 ^{B,b}		349,5 ^c
	$\bar{X}$ C	400,2 ^a	391,9 ^b	289,6 ^d	355,7 ^c		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvri otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; NZ – nema značajnosti; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Količina dostupnih ćelijskih zidova se u prvom otkosu crvene deteline smanjivala sa rastom i razvićem u obe ispitivane sorte (Tabela 39). Ustanovljen sadržaj je bio na nivou ili iznad konstatovanih vrednosti u lucerki. U drugom i trećem otkosu nisu ustanovljene pravilnosti u promeni sadržaja ove frakcije. Prosečne vrednosti za sadržaj CB₃ frakcije pokazuju da je tetraploidna sorta bogatija dostupnim ćelijskim zidovima, a prvi otkos se odlikovao značajno većim vrednostima u odnosu na ostale otkose.

U ovim istraživanjima su ustanovljene visoko značajne razlike između sorti crvene deteline. Tetraploidna sorta crvene deteline sadrži značajno veću količinu dostupnih ćelijskih zidova u odnosu na diploidnu sortu. Analizom varijanse su konstatovane statistički značajne razlike između otkosa, kao i između faza razvića.

Tabela 39. Sadržaj CB₃ frakcije u SM crvene deteline, g kg⁻¹ CHO ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃		
a ₁	b ₁	471,8^{A,a} ±5,4	393,8^{NZ,b} ±10,5	301,6^{A,c} ±12,2	389,1 ^a	
	b ₂	401,0^{B,a} ±5,2	408,5^{NZ,a} ±1,0	277,7^{B,b} ±2,8	362,4 ^b	
	b ₃	378,3^{C,a} ±8,1	388,6^{NZ,a} ±10,6	293,5^{AB,b} ±8,3	353,5 ^b	368,3 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	417,0 ^a	397,0 ^b	290,9 ^c	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	406,0^{A,a} ±4,6	393,3^{A,a} ±0,6	238,3^{B,b} ±2,7	345,9 ^a	
	b ₂	391,3^{A,a} ±1,4	330,4^{B,b} ±1,0	254,2^{B,c} ±1,3	325,3 ^b	
	b ₃	374,7^{B,a} ±1,2	385,4^{A,a} ±3,6	294,2^{A,b} ±2,9	351,4 ^a	340,9 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	390,7 ^a	369,7 ^b	262,2 ^c		$\bar{X}$ B
		438,9 ^{A,a}	393,6 ^{A,b}	270,0 ^{B,c}		367,5 ^a
	$\bar{X}$ BC	396,2 ^{B,a}	369,5 ^{B,b}	266,0 ^{B,c}		343,9 ^b
		376,5 ^{C,a}	387,0 ^{A,a}	293,9 ^{A,b}		352,5 ^b
	$\bar{X}$ C	403,9 ^a	383,3 ^b	276,6 ^c		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; NZ – nema značajnosti; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

6.5.5. CB frakcija CHO – delimično razgradivi ugljeni hidrati

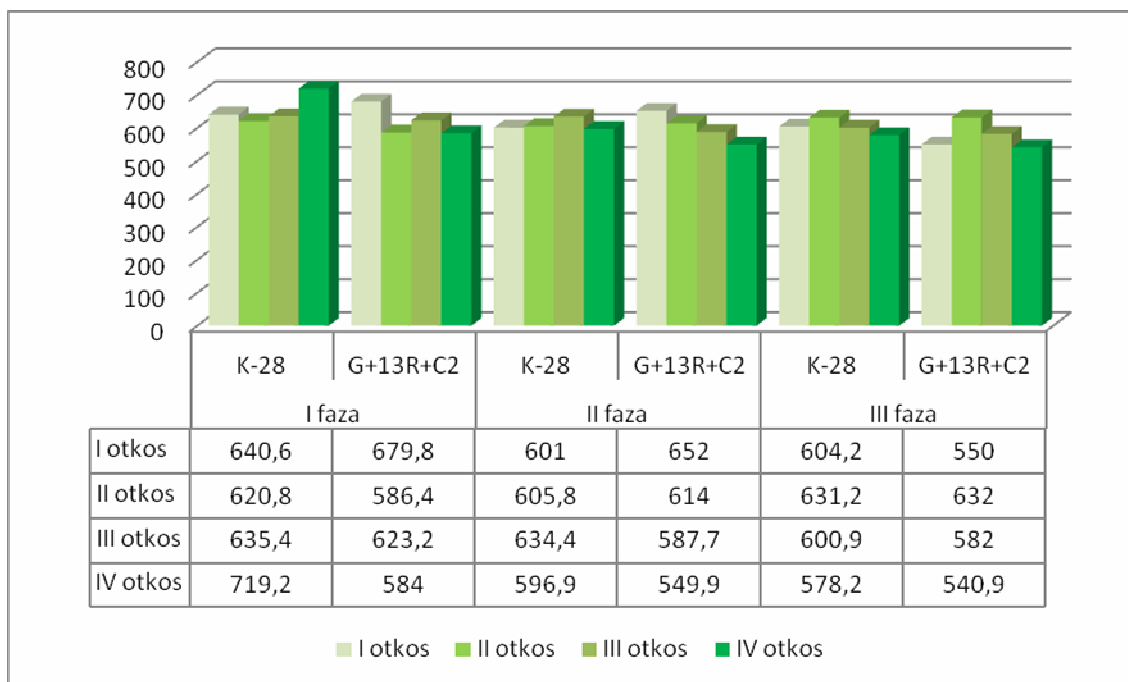
CB frakcija CHO predstavlja najveću frakciju CHO u hranivima, i za razliku od CA frakcije koja se veoma brzo razlaže u buragu i CC frakcije koja je potpuno neiskoristiva, ona ima najvarijabilniju stopu degradacije. Razlog verovatno leži u tome što ona sadrži veoma veliki broj različitih organskih jedinjenja koja se sa stanovišta ishrane životinja klasifikuju kao ugljeni hidrati. Svaka od tih različitih klasa jedinjenja se razlikuje u rastvorljivosti i razgradivosti u buragu.

Rezultati ustanovljeni u ovim istraživanjima za ovu frakciju CHO prikazani su na grafikonu 17 za lucerku i grafikonu 18 za crvenu detelinu.

Udeli pojedinačnih podfrakcija u okviru ove frakcije su veoma važni u formulisanju obroka za preživare, a posebno za visokoproizvodne kategorije životinja. Pravilno izbalansiran obrok bi trebao da sadrži optimalne količine nestrukturnih i strukturnih CHO, jer od njihove količine u obroku zavisi pravilno funkcionisanje organizma životinja, njihove performanse i zdravstveno stanje.

Hoover and Stokes (1991) su ilustrovali da fermentacija u buragu krava muzara ima veoma veliki uticaj na njihove proizvodne osobine. Efikasno varenje celuloze u buragu je imperativ za održavanje normalnog procesa varenja kod preživara, međutim, isto tako je važno i snabdevanje dovoljnim količinama energije potrebne za laktaciju. Da bi se zadovoljile energetske potrebe krave, u periodu odlučivanja ili u piku laktacije, u obroke se uključuju značajne količine NFC i time se ograničava mogućnost zadovoljenja potreba za celulozom. Odnos celuloze i NFC je vrlo komplikovan i dinamičan proces, posebno ako se zna da NFC u odnosu na celulozu ima suprotan efekat na pH buraga i finalne proizvode fermentacije. Prema tome, pravilno balansiranje ove dve komponente obroka je neophodno da bi se obezbedili uslovi za stabilnu fermentaciju u buragu.

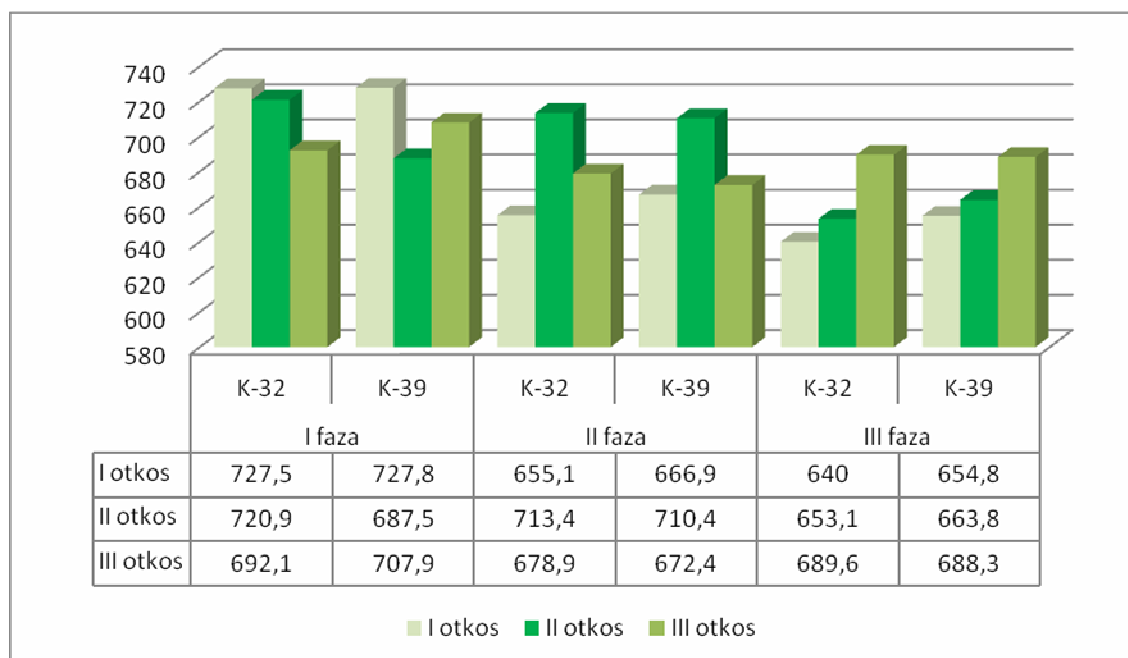
Graf. 17. Sadržaj CB frakcije u SM lucerke, g kg⁻¹ CHO



Na rešavanju ovog problema i proučavanju odnosa NFC i NDF, kao i na efektima koje oni imaju na proizvodnju mleka radilo je dosta istraživačkih timova. **Nocek and Russell (1988)**, **Poore et al. (1993)** i **Eastridge (1994)** istraživali su efekte odnosa NDF-a kabastog dela obroka na deo skroba koji se fermentiše u buragu. Rezultati pokazuju da kada je ovaj odnos najmanje 1 mogu se očekivati dobre proizvodne performanse krava. **Nocek and Russell (1988)** su utvrdili da je optimalan odnos ovih frakcija ugljenih hidrata negde između 0,9 i 1,2.

Osnovno pravilo je da pri balansiranju obroka oni treba da su tako formulisani da omogućuju maksimalnu fermentaciju CHO u buragu, maksimalnu konzumaciju i mikrobiološku sintezu proteina. Razgradnja ugljenih hidrata u buragu direktno utiče na sintezu mikrobijalnih proteina (**Hoover and Stokes, 1991**), pa bi u svim obrocima krava trebalo da bude više ovakvih izvora koji se međusobno razlikuju po stepenu svarljivosti – od brzo do sporo svarljivih. Ovako formulisani obroci će obezbediti stalni i optimalni dotok krajnjih proizvoda fermentacije spremnih za apsorpciju i na taj način podmiriti potrebe krave u laktaciji za energijom i proteinima.

Graf. 18. Sadržaj CB frakcije u SM crvene deteline, g kg⁻¹ CHO



Pri balansiranju obroka za krave muzare, sa aspekta balansiranja ugljenohidratnih komponenti, u obzir se moraju uzeti i drugi faktori, kao što su

prisustvo hraniva sa dugim celuloznim vlaknima, nivo učešća kabastih hraniva, broj hranjenja u toku dana, način hranjenja i dr. Obroci koji sadrže prekomerne količine NFC, lako svarljive CHO ili neodgovarajuću količinu vlakana neće dugo održavati stabilnost fermentacije u buragu, mogu izazvati ekscese u konzumaciji SM ili druge zdravstvene probleme kao što su ketoze, acidoze, dislokacija abomasuma i dr.

Hoover and Miller (1996) su posebno preporučili da se mora obezbediti dovoljna količina u buragu razgradivih proteina koji su neophodni za optimalizaciju efikasnosti varenja CHO i za maksimalnu sintezu mikrobijalnih proteina. Tako mlečna krava koja se hrani hranivom u kome je udeo rastvorljivih CHO i šećera visok davaće mleko sa niskim sadržajem proteina i visokim sadržajem masti, i imaće manju efikasnost u proizvodnji mleka nego one koje se hrane hranivom bogatim skrobom (**Lanzas *et al.*, 2007b**).

6.5.6. CC frakcija ugljenih hidrata – nedostupan ćelijski zid

Frakciju C čini nedostupni deo ćelijskog zida. Najvećim delom frakciju C čini lignin, koji je za životinju nedostupan. Zrenjem biljaka njihovo stablo postaje sve grublje usled povećanja udela lignina u ćelijskim zidovima. Molekuli lignina se vezuju sa ugljenim hidratima, usled čega celuloza i hemiceluloza postaju manje svarljive.

Rezultati ovih istraživanja pokazuju da se udeo CC frakcije CHO povećavao sa rastom i razvićem lucerke. Prosečne vrednosti za ovu frakciju CHO su iznosile od 272,0 do 327,0 g kg⁻¹ CHO, uz ustanovljene značajne statističke razlike. Ustanovljeno je da američka populacija lucerke ima značajno veći udeo ove frakcije CHO, na nivou $p < 0,01$. Ustanovljene su i veoma značajne razlike i između otkosa, pri čemu treći otkos sadrži najveću količinu CC frakcije (Tabela 40).

Posmatrano po otkosima, jedino su u prvom otkosu ustanovljene niže vrednosti CC frakcije u SM američke populacije, i to od fenofaze butonizacije do početka cvetanja. Na kraju ovog vegetacionog ciklusa, kada su biljke imale više od 50% cveta sadržaj CC frakcije je u ovoj sorti iznosio 330,4 g kg⁻¹ CHO, dok je domaća sorta lucerke u istoj fazi razvića imala 295,4 g kg⁻¹ CHO. Izuzetak predstavlja i drugi otkos

američke populacije, gde je u SM ove sorte početkom cvetanja ustanovljena niža vrednost u odnosu na ostale dve faze. Treći i četvrti otkos obe ispitivane sorte lucerke imaju izuzetno visoke vrednosti CC frakcije ugljenih hidrata, iznad 300 g kg⁻¹ CHO u svim fazama razvića. Na ovako visoke vrednosti su verovatno uticale visoke temperature i dugi sunčani dani koji su inicirali brzu sintezu lignina. Međutim, u trećem i četvrtom otkosu je ustanovljena vrlo visoka svarljivost suve materije lucerke. Ovakvi rezultati ukazuju da na svarljivost suve materije verovatno veći uticaj ima struktura lignina nego sam lignin koji se veoma brzo sintetiše pri ovakvim uslovima.

Tabela 40. Sadržaj CC frakcije u SM lucerke, g kg⁻¹ CHO ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos				$\bar{X}$ AB	$\bar{X}$ A
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		
a ₁	b ₁	248,7 ^{B,c} ±1,7	281,8 ^{B,b} ±0,4	307,0 ^{B,a} ±6,2	189,6 ^{C,d} ±2,7	256,8 ^c	
	b ₂	282,3 ^{A,b} ±2,4	300,1 ^{AB,ab} ±9,5	300,6 ^{B,ab} ±5,5	304,6 ^{B,a} ±8,0	296,9 ^b	
	b ₃	295,4 ^{A,b} ±4,8	302,7 ^{A,b} ±4,9	334,6 ^{A,a} ±2,8	330,2 ^{A,a} ±5,3	315,7 ^a	289,8 ^b
	$\bar{X}$ AC	275,5 ^c	294,9 ^b	314,1 ^a	274,8 ^c		
a ₂	b ₁	224,9 ^{C,c} ±2,1	296,1 ^{A,b} ±2,2	315,7 ^{B,a} ±6,0	312,3 ^{B,ab} ±2,7	287,3 ^c	
	b ₂	254,2 ^{B,c} ±7,7	277,5 ^{B,b} ±8,0	353,8 ^{A,a} ±5,4	360,7 ^{A,a} ±2,9	311,6 ^b	
	b ₃	330,4 ^{A,c} ±2,5	306,0 ^{A,b} ±3,5	353,0 ^{A,a} ±1,2	363,7 ^{A,a} ±5,2	338,3 ^a	312,4 ^a
	$\bar{X}$ AC	269,8 ^c	293,2 ^b	340,8 ^a	345,6 ^a		$\bar{X}$ B
		236,8 ^{C,d}	289,0 ^{B,b}	311,4 ^{C,a}	251,0 ^{C,c}		272,0 ^c
		268,3 ^{B,c}	288,8 ^{B,b}	327,2 ^{B,a}	332,7 ^{B,a}		304,2 ^b
		312,9 ^{A,b}	304,4 ^{A,b}	343,8 ^{A,a}	347,0 ^{A,a}		327,0 ^a
		$\bar{X}$ C	272,7 ^d	294,0 ^c	327,5 ^a	310,2 ^b	

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvrti otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

U istraživanjima **Yu et al. (2003)** CC frakcija se različito ponašala u ispitivanim sortama lucerke. U SM sorte *Pioneer* košenoj 08., 18. i 25. juna, CC frakcija je imala vrednosti 41,2; 32,9 i 31,7% CHO, dok su u SM sorte *Beaver* ove vrednosti iznosile 35,7; 33,1 i 35,9% CHO. Slične rezultate ovim ustanovio je i **Elizalde et al. (1999)**. **Yari et al. (2012)** je u SM lucerke košenoj u drugom otkosu u fenofazi rane butonizacije, kasne butonizacije i početkom cvetanja ustanovio 295; 297 i 302 g kg⁻¹ CHO ove frakcije.

Crvena detelina sadrži značajno manju količinu CC frakcije CHO, pri čemu razlike između sorti nisu bile značajne, a visoko značajne razlike su ustanovljene između otkosa (Tabela 41). Udeo CC frakcije CHO se u prvom i drugom otkosu povećavao sa rastom i razvićem biljaka. Specifičan je treći otkos crvene deteline gde od početka cvetanja sa daljim razvićem biljaka dolazi do smanjenja udela CC frakcije. Najveća vrednost za ovu frakciju je ustanovljena u prvoj fazi razvića tetraploidne sorte crvene deteline (214,8 g kg⁻¹ CHO), odnosno u drugoj fazi razvića trećeg otkosa diploidne sorte crvene deteline (219,7 g kg⁻¹ CHO). Slično kao i u SM lucerke, u SM crvene deteline je ustanovljena izuzetno visoka svarljivost SM trećeg otkosa, i pored ovako visokih vrednosti za nesvarljivu frakciju CC i udeo lignina u SM i NDF-u

Tabela 41. Sadržaj CC frakcije u SM crvene deteline, g kg⁻¹ CHO ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃		
a ₁	b ₁	124,6 ^{B,c} ±0,3	159,4 ^{B,b} ±10,7	214,8 ^{NZ,a} ±9,8	166,3 ^b	
	b ₂	174,9 ^{A,b} ±7,0	160,5 ^{B,b} ±0,9	214,3 ^{NZ,a} ±1,9	183,2 ^a	
	b ₃	179,8 ^{A,b} ±4,9	195,8 ^{A,ab} ±7,4	204,5 ^{NZ,a} ±8,0	193,4 ^a	181,0 ^{NZ}
	$\bar{X}$ A ₁ C	159,8 ^c	171,9 ^b	211,2 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	148,7 ^{B,b} ±2,6	182,8 ^{NZ,b} ±0,5	206,0 ^{NZ,a} ±2,2	179,2 ^b	
	b ₂	164,4 ^{B,c} ±1,2	178,0 ^{NZ,b} ±0,6	219,7 ^{NZ,a} ±3,9	187,4 ^{ab}	
	b ₃	181,9 ^{A,b} ±1,4	184,7 ^{NZ,b} ±2,3	213,4 ^{NZ,a} ±2,2	193,3 ^a	186,6 ^{NZ}
	$\bar{X}$ A ₂ C	165,0 ^c	181,8 ^b	213,0 ^a		$\bar{X}$ B
		136,7 ^{C,c}	171,1 ^{B,b}	210,4 ^{NZ,a}		172,7 ^b
	$\bar{X}$ BC	169,7 ^{B,b}	169,3 ^{B,b}	217,0 ^{NZ,a}		185,3 ^b
		180,9 ^{A,b}	190,3 ^{A,b}	209,0 ^{NZ,a}		193,4 ^a
	$\bar{X}$ C	162,4 ^c	176,9 ^b	212,1 ^a		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; NZ, nz – nema značajnosti; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

6.6. Proteinske frakcije

6.6.1. Neпротеinski azot – NPN

Leguminozne biljke predstavljaju izvor proteina koji obezbeđuje proteine razgrađive u buragu neophodne za sintezu mikrobijalnog proteina i proteina koji se ne razgrađuju u buragu. Brza i obimna degradacija proteina u buragu neminovno vodi ka neefikasnom iskorišćavanju proteina. Neпротеinski azot u leguminoznim biljkama obično čine oligopeptidi, slobodne aminokiseline, amonijačna jedinjenja, nitrati, ureidi i drugi molekuli koji se veoma brzo razlažu do amonijaka. Kada je degradacija proteina veoma brza, mikroorganizmi buraga ne mogu efikasno da iskoriste aminokiseline i amonijak koji nastaje, pa se više proteina razloži nego što se sintetiše u buragu. Slabo iskorišćavanje azota od strane životinja, pre svega mlečnih krava, neminovno vodi ka povećanoj količini izlučenog azota u spoljašnju sredinu, te do kontaminiranosti spoljašnje sredine.

Rezultati istraživanja za udeo NPN u ukupnoj količini sirovih proteina u SM lucerke prikazani su u tabeli 42.

Tabela 42. Sadržaj NPN u SM lucerke, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Otkos							
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	411,9 ^{B,b} ±1,4	455,4 ^{B,a} ±1,1	348,0 ^{C,d} ±0,3	383,3 ^{C,c} ±1,8	399,7 ^b	
	b ₂	429,2 ^{A,b} ±0,0	529,5 ^{A,a} ±1,5	386,3 ^{B,d} ±0,2	416,9 ^{A,c} ±0,3	440,5 ^a	
	b ₃	364,4 ^{C,c} ±2,9	337,9 ^{C,d} ±1,4	466,2 ^{A,a} ±1,7	403,4 ^{B,b} ±0,3	393,0 ^c	411,0 ^b
	$\bar{X}$ A ₁ C	401,8 ^b	440,9 ^a	400,2 ^b	401,2 ^b	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	418,3 ^{A,a} ±0,0	341,5 ^{B,b} ±1,2	253,8 ^{C,d} ±0,0	336,7 ^{C,c} ±1,0	337,6 ^c	
	b ₂	421,6 ^{A,d} ±0,0	468,4 ^{A,c} ±1,5	574,5 ^{A,a} ±1,7	494,0 ^{B,b} ±0,3	489,6 ^a	
	b ₃	406,6 ^{B,c} ±0,7	270,6 ^{C,d} ±1,8	430,0 ^{B,b} ±1,5	616,9 ^{A,a} ±1,2	431,0 ^b	419,4 ^a
	$\bar{X}$ A ₂ C	415,5 ^c	360,2 ^d	419,4 ^b	482,5 ^a		$\bar{X}$ B
		415,1 ^{B,a}	398,5 ^{B,b}	300,9 ^{C,d}	360,0 ^{C,c}		368,6 ^c
	$\bar{X}$ BC	425,4 ^{A,d}	499,0 ^{A,a}	480,4 ^{A,b}	455,5 ^{B,c}		465,1 ^a
		385,5 ^{C,c}	304,3 ^{C,d}	448,1 ^{B,b}	510,2 ^{A,a}		412,0 ^b
	$\bar{X}$ C	408,7 ^b	400,6 ^c	409,8 ^b	441,9 ^a		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvrti otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Analizom varijanse ustanovljene su veoma značajne razlike između sorte i faze razvića. Posmatrano po otkosima i fazama razvića može se reći da u obe sorte lucerke od početka vegetacionog perioda, pa do početka cvetanja dolazi do povećanja količine NPN. Sa daljim napredovanjem razvića biljaka je konstatovano smanjivanje količine NPN. Izuzetak predstavlja treći otkos domaće sorte lucerke, gde je tokom celog vegetacionog perioda ustanovljeno kontinuirano povećanje NPN, od 348,0 do 466,2 g kg⁻¹ CP. U istom otkosu američke populacije lucerke, od fenofaze butonizacije do početka cvetanja, količina NPN se više nego udvostručila. Karakterističan je i prvi otkos, u kome je dolazilo do najmanjih promena u količini NPN.

Rezultati istraživanja pokazuju da je količina NPN u crvenoj detelini značajno manja nego u lucerki (Tabela 43). Prosečne vrednosti pokazuju da tetraploidna sorta crvene deteline sadrži veću količinu NPN. Ustanovljene su veoma značajne razlike između sorti, faza razvića i otkosa.

Tabela 43. Sadržaj NPN u SM crvene deteline, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃		
a ₁	b ₁	449,3^{A,a} ±0,0	421,9^{A,b} ±1,2	242,1^{B,c} ±1,6	371,1 ^a	
	b ₂	365,3^{B,b} ±1,1	411,9^{B,a} ±0,7	290,8^{A,c} ±2,1	356,0 ^b	
	b ₃	287,0^{C,a} ±0,7	172,1^{C,b} ±1,7	151,7^{C,c} ±0,0	203,6 ^c	310,2 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	367,2 ^a	335,3 ^b	228,2 ^c	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	214,0^{C,b} ±0,0	242,3^{C,a} ±2,1	196,8^{C,c} ±0,0	217,7 ^c	
	b ₂	359,9^{A,a} ±0,8	276,0^{B,b} ±0,4	222,4^{B,c} ±2,1	286,1 ^b	
	b ₃	268,2^{B,c} ±0,9	339,2^{A,a} ±0,0	292,1^{A,b} ±1,1	299,8 ^a	267,9 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	280,7 ^b	285,8 ^a	237,1 ^c		$\bar{X}$ B
		331,7 ^{B,a}	332,1 ^{B,a}	219,5 ^{B,b}		294,4 ^b
	$\bar{X}$ BC	362,6 ^{A,a}	344,0 ^{A,b}	256,6 ^{A,c}		321,1 ^a
		277,6 ^{C,a}	255,7 ^{C,b}	221,9 ^{B,c}		251,7 ^c
	$\bar{X}$ C	324,0 ^a	310,6 ^b	232,7 ^c		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Posmatrano po otkosima i fazama razvića, u SM crvene deteline je zabeležena potpuno drugačija tendencija promena količine NPN. U prvom i drugom otkosu

tetraploidne sorte crvene deteline je ustanovljeno smanjivanje sadržaja NPN. Posebno se ističe drugi otkos, u kome je od fenofaze početka cvetanja, pa sa daljim razvitkom ustanovljeno smanjivanje količine NPN od 411,9 do 172,1 g kg⁻¹ CP. S druge strane, promene u SM diploidne sorte crvene deteline su pokazale suprotnu tendenciju u odnosu na tetraploidnu sortu crvene deteline. U drugom i trećem otkosu crvene deteline konstatovano je kontinuirano povećanje sadržaja NPN. Drugi otkos se opet istakao po najvećem sadržaju, od 242,3 u fenofazi butonizacije do 339,2 g kg⁻¹ CP u fazi kada su biljke bile iscvetale više od 50%.

6.6.2. Rastvorljivi proteini - Sol P

Rastvorljivost proteina hrane je jedan od osnovnih činilaca koji određuje stepen razgradnje proteina u buragu. Pri tome, rastvorljivost proteina najčešće, iako ne uvek označava i njihovu pristupačnost dejstvu proteolitičkih enzima. Rastvorljivi pravi proteini se najčešće veoma brzo razlažu u buragu, ali neka hraniva u ovoj frakciji mogu da imaju znatan deo pravih proteina čija razgradivost teče manjom brzinom. Povezanost rastvorljivosti proteina sa razgradivošću u buragu i odgovarajućim promenama u performansama preživara uočena je od strane većeg broja autora (**Grubić i Adamović, 2003; i dr.**).

Rezultati dobijeni u ovim istraživanjima za udeo rastvorljivih proteina u ukupnoj količini sirovih proteina u SM lucerke prikazani su u tabeli 44.

Faza razvika i različiti vegetacioni periodi su imali veoma značajan uticaj na udeo SolP. Evidentno je da je u sva četiri otkosa domaće sorte lucerke, K-28, i u drugom i trećem otkosu američke populacije lucerke najveća količina SolP ustanovljena početkom cvetanja. Izuzetak predstavljaju prvi i četvrti otkos američke populacije lucerke u kojima se od početka do kraja vegetacionog perioda udeo ove frakcije proteina povećavao od 348,8 do 479,4 g kg⁻¹ CP u prvom, i od 366,0 do 564,5 g kg⁻¹ CP u četvrtom otkosu. Za treći otkos lucerke se takođe može reći da je specifičan, jer je u obe ispitivane sorte lucerke početkom cvetanja ustanovljena najveća količina SolP u odnosu na sve ostale otkose. Ustanovljena vrednost u domaćoj sorti lucerke je iznosila 552,7 g kg⁻¹ CP, a u američkoj populaciji lucerke 592,9 g kg⁻¹ CP.

Tabela 44. Sadržaj SolP u SM lucerke, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos				$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃	c ₄		
a ₁	b ₁	346,4 ^{C,c} ±2,9	410,8 ^{B,a} ±2,5	375,4 ^{C,b} ±1,3	325,3 ^{C,d} ±1,2	364,5 ^c	
	b ₂	498,0 ^{A,c} ±4,2	504,8 ^{A,b} ±2,4	552,7 ^{A,a} ±1,6	474,5 ^{A,d} ±1,8	507,5 ^a	
	b ₃	393,9 ^{B,c} ±0,5	500,0 ^{A,a} ±0,8	502,3 ^{B,a} ±0,6	465,4 ^{B,b} ±1,9	465,4 ^b	445,8 ^{nz}
$\bar{X}$ A ₁ C		412,8 ^d	471,9 ^b	476,8 ^a	421,7 ^c	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	348,8 ^{C,c} ±2,3	405,5 ^{B,a} ±1,0	341,5 ^{C,d} ±0,0	366,0 ^{C,b} ±1,3	365,5 ^c	
	b ₂	455,2 ^{B,d} ±0,0	504,6 ^{A,c} ±0,0	592,9 ^{A,a} ±1,6	516,1 ^{B,b} ±0,1	517,2 ^a	
	b ₃	479,4 ^{A,b} ±0,4	358,0 ^{C,d} ±1,1	401,9 ^{B,c} ±0,0	564,5 ^{A,a} ±0,0	451,0 ^b	444,5 ^{nz}
$\bar{X}$ A ₂ C		427,8 ^c	422,7 ^d	445,4 ^b	482,2 ^a		$\bar{X}$ B
BC		347,6 ^{C,c}	408,2 ^{C,a}	358,5 ^{C,b}	345,7 ^{C,c}		365,0 ^c
		476,6 ^{A,d}	504,7 ^{A,b}	572,8 ^{A,a}	495,3 ^{B,c}		512,4 ^a
		436,7 ^{B,c}	429,0 ^{B,d}	452,1 ^{B,b}	515,0 ^{A,a}		458,2 ^b
C		420,3 ^d	447,3 ^c	461,1 ^a	452,0 ^b		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvri otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; nz – nema značajnosti; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Crvena detelina se odlikuje manjim udelom SolP (Tabela 45). Analizom varijanse su ustanovljene veoma značajne razlike u sadržaju SolP između sorti, faza razvića i otkosa. Prosečne vrednosti pokazuju da se tetraploidna sorta crvene deteline karakteriše većim udelom ove frakcije proteina, a između otkosa drugi otkos prednjači u udelu SolP. U obe sorte crvene deteline, u svim ispitivanim otkosima se udeo ove frakcije proteina menjao na isti način. Ustanovljena je tendencija povećanja količine SolP od početka vegetacije do početka cvetanja, nakon čega dolazi do smanjenja ove frakcije proteina. U tetraploidnoj sorti crvene deteline, u ovoj fazi razvića je najveća vrednost ustanovljena u prvom otkosu (390,6 g kg⁻¹ CP), dok je u diploidnoj sorti najveća vrednost konstatovana u drugom otkosu (432,4 g kg⁻¹ CP). Potrebno je istaći i da je sa daljim napredovanjem razvića biljaka najveće smanjenje ove frakcije proteina ustanovljeno u drugom otkosu obe sorte crvene deteline.

Tabela 45. Sadržaj SolP u SM crvene deteline, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Otkos						
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	271,8 ^{C,a} ±1,6	266,6 ^{C,b} ±2,0	201,1 ^{C,c} ±1,1	246,5 ^c	
	b ₂	390,6 ^{A,a} ±0,9	381,3 ^{A,b} ±1,1	377,9 ^{A,b} ±1,5	383,3 ^a	
	b ₃	338,9 ^{B,a} ±0,7	288,0 ^{B,c} ±0,0	318,6 ^{B,b} ±1,3	315,2 ^b	315,0 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	333,8 ^a	312,0 ^b	299,2 ^c	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	252,6 ^{C,b} ±2,0	271,6 ^{C,a} ±0,6	198,2 ^{C,c} ±1,1	240,8 ^c	
	b ₂	286,0 ^{A,c} ±0,6	432,4 ^{A,a} ±0,5	360,7 ^{A,b} ±2,2	359,7 ^a	
	b ₃	274,7 ^{B,c} ±2,0	345,8 ^{B,a} ±0,6	331,9 ^{B,b} ±0,0	317,5 ^b	306,0 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	271,1 ^c	349,9 ^a	296,9 ^b		$\bar{X}$ B
		262,2 ^{C,b}	269,1 ^{C,a}	199,7 ^{C,c}		243,7 ^c
	$\bar{X}$ BC	338,3 ^{A,c}	406,9 ^{A,a}	369,3 ^{A,b}		371,5 ^a
		306,8 ^{B,c}	316,9 ^{B,b}	325,3 ^{B,a}		316,3 ^b
	$\bar{X}$ C	302,4 ^b	331,0 ^a	298,1 ^c		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

6.6.3. Udeo NPN u rastvorljivim proteinima

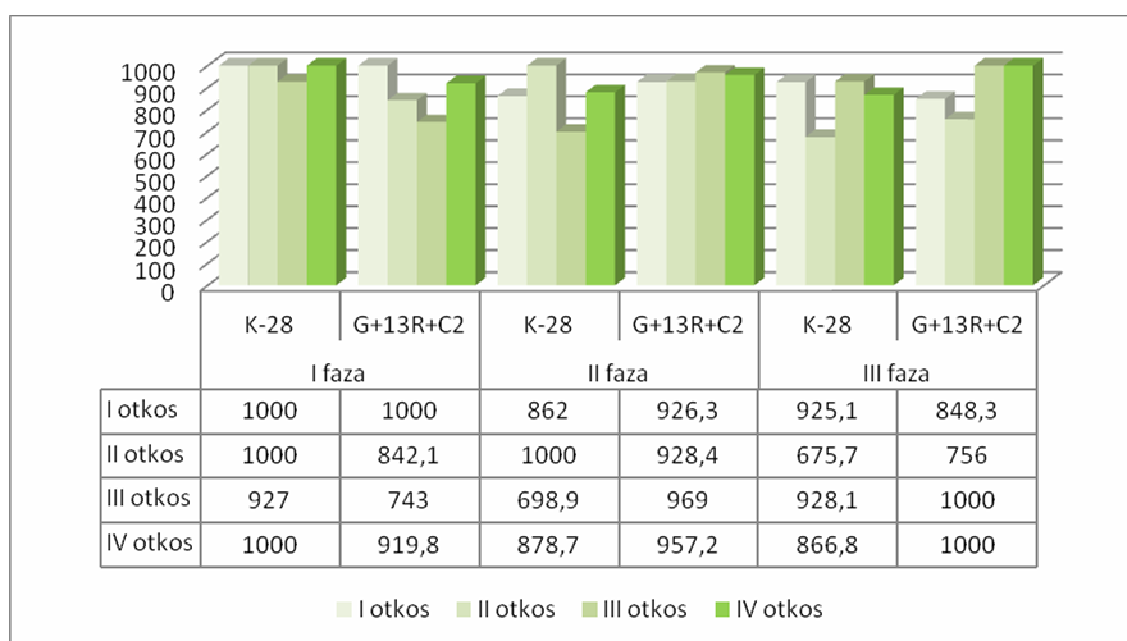
Proteini se u buragu razlažu do aminokiselina koje mikroflora koristi za sintezu svojih proteina, ili ih dezaminiše pri čemu se stvara amonijak. Amonijak, koji se stvara i pri razlaganju NPN koristi se delom za sintezu aminokiselina i izgradnju mikrobijalnog proteina, a delom se resorbuje u zidu buraga i odlazi putem krvi u jetru. Ovako sintetisani mikrobijalni proteini u toku daljeg varenja bivaju razloženi i iskorišćeni u telu životinja kao i ostali proteini obroka. Mikrobiološki proteini su visoke svarljivosti i visoke biološke vrednosti. To znači da mikroflora svojim posredovanjem oplemenjuje proteine, i da preživari, zahvaljujući tome, imaju manje zahteve prema kvalitetu proteina obroka.

Međutim, u toku promena nastalih pod dejstvom mikroflore uvek dolazi do gubitaka u azotu i energiji, što umanjuje ukupan efekat iskorišćavanja proteina obroka kod preživara. Pri tome, jedan deo proteina hrane uspeva da izbegne razlaganje u buragu i prelazi netaknut u sirište. U kojoj će meri proteini hrane biti izloženi dejstvu

mikroorganizama zavisi umnogome od njihove rastvorljivosti. Najvećim delom rastvorljive proteine predstavljaju upravo neproteinska azotna jedinjenja.

U ovim istraživanjima je ova konstatacija i potvrđena. Na grafikonu 19 su prikazane tendencije promena i vrednosti za sadržaj NPN u ukupnoj količini SolP. Ustanovljene vrednosti pokazuju da u fenofazi butonizacije, kada su biljke mlade, najveća količina SolP jesu upravo neproteinska jedinjenja. Ovo pravilo je utvrđeno u prvom, drugom i četvrtom otkosu domaće sorte lucerke, K-28, i prvom otkosu američke populacije. U drugom, trećem i četvrtom otkosu su ustanovljene drugačije tendencije promena, s tim što treba istaći da se u trećem i četvrtom otkosu udeo ove frakcije proteina povećava. Ovakva tendencija promena može biti posledica neprilagođenosti sorte našim agroekološkim uslovima, ekstremno visoke temperature kao i jako sušan vremenski period, posebno u drugoj polovini godine.

Graf. 19. Udeo NPN u rastvorljivim proteinima, g NPN kg⁻¹ SolP, lucerka

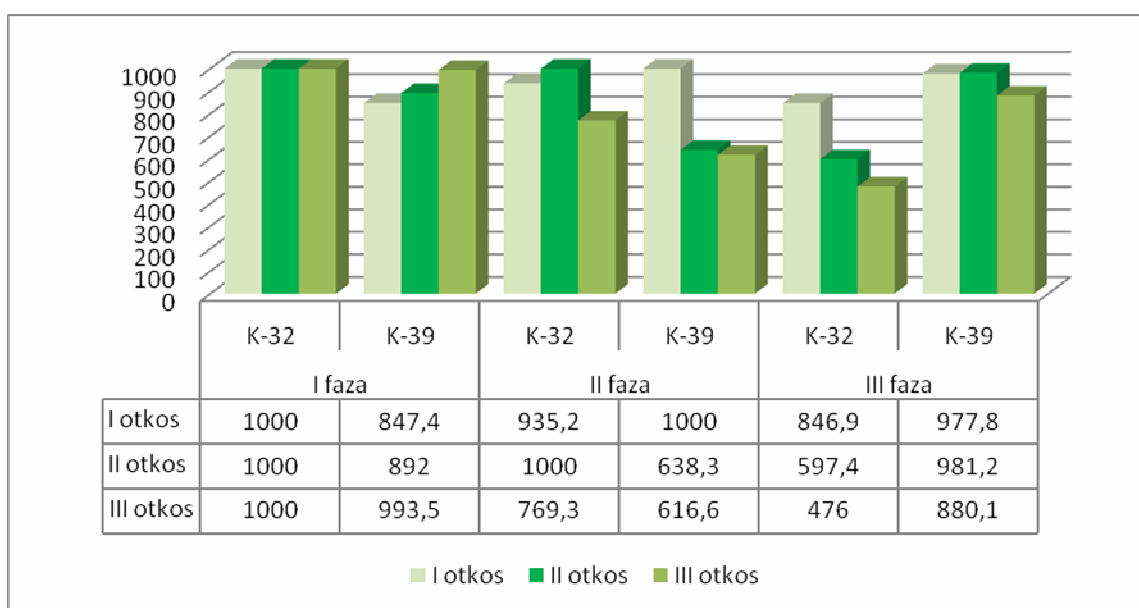


U tetraploidnoj sorti crvene deteline je konstatovana ista tendencija kao i u domaćoj sorti lucerke. Najveće vrednosti su ustanovljene u fenofazi butonizacije, i sa rastom i razvićem se udeo ove frakcije smanjivao (Graf. 20). U diploidnoj sorti crvene deteline nije bilo moguće ustanoviti jasnu tendenciju promena u svim otkosima. Međutim, neophodno je istaći da se sadržaj ove frakcije proteina u fazi početka

cvetanja značajno razlikuje između otkosa. Dok u prvom otkosu celokupnu količinu SolP predstavljaju NPN, u drugom i trećem otkosu je u ovoj fazi razvića konstatovana najmanja vrednost.

Rezultati **Yu et al. (2003)** su pokazali da u mlađim biljkama lucerke potpunu količinu SolP predstavljaju NPN. Međutim, **Yari et al. (2012)** su u istraživanjima proteinskih frakcija lucerke košene u drugom otkosu ustanovili količinu NPN u fenofazi rane butonizacije 799 g kg⁻¹ SolP, u fazi kasne butonizacije 800 g kg⁻¹ SolP i početkom cvetanja 771 g kg⁻¹ SolP. **Sniffen et al. (1992)** iznosi podatak da je količina NPN u ukupnoj količini SolP konstantna od fenofaze butonizacije do faze početka cvetanja.

Graf. 20. Udeo NPN u rastvorljivim proteinima, g NPN kg⁻¹ SolP, crvena detelina



6.6.4. Pravi proteini – TP

Pravi proteini se određuju taloženjem odgovarajućim reagensom i određivanjem nerastvorljivog azota u ostatku nakon filtriranja. Trihlorsirćetna kiselina i volframova kiselina se koriste kao odgovarajući precipitant, pri čemu trihlorsirćetna kiselina raskida peptidne veze na duže lance (oko 10 aminokiselina), a volframova kraće peptidne lance (oko 3 aminokiseline).

Rezultati dobijeni za sadržaj TP u ukupnoj količini proteina suve materije lucerke prikazani su u tabeli 46.

Tabela 46. Sadržaj TP u SM lucerke, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos				$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		
a ₁	b ₁	588,1 ^{B,c} ±1,4	544,6 ^{B,d} ±1,1	652,0 ^{A,a} ±0,3	616,7 ^{A,b} ±1,8	600,4 ^b	
	b ₂	570,8 ^{C,c} ±0,0	470,5 ^{C,d} ±1,5	613,7 ^{B,a} ±0,2	583,1 ^{C,b} ±0,3	559,5 ^c	
	b ₃	635,6 ^{A,b} ±2,9	662,1 ^{A,a} ±1,4	533,8 ^{C,d} ±1,7	596,6 ^{B,c} ±0,3	607,0 ^a	589,0 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	598,2 ^a	559,1 ^b	599,8 ^a	598,8 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	581,7 ^{B,c} ±0,0	658,5 ^{B,c} ±1,2	746,2 ^{A,a} ±0,0	663,3 ^{A,b} ±1,0	662,4 ^a	
	b ₂	578,4 ^{B,a} ±0,0	531,6 ^{C,b} ±1,5	425,5 ^{C,d} ±1,7	506,0 ^{B,c} ±0,3	510,4 ^c	
	b ₃	593,4 ^{A,b} ±0,7	729,4 ^{A,a} ±1,8	570,0 ^{B,c} ±1,5	383,1 ^{C,d} ±1,2	569,0 ^b	580,6 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	584,5 ^b	639,8 ^a	580,6 ^c	517,5 ^d		$\bar{X}$ B
		584,9 ^{B,d}	601,6 ^{B,c}	699,1 ^{A,a}	640,0 ^{A,b}		631,4 ^a
	$\bar{X}$ BC	574,6 ^{C,a}	501,1 ^{C,d}	519,6 ^{C,c}	544,6 ^{B,b}		535,0 ^c
		614,5 ^{A,b}	695,8 ^{A,a}	551,9 ^{B,c}	489,9 ^{C,d}		588,0 ^b
	$\bar{X}$ C	591,3 ^b	599,5 ^a	590,2 ^b	558,1 ^c		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvrti otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Ustanovljena je tendencija da od fenofaze butonizacije do početka cvetanja dolazi do smanjenja TP, a zatim se količina ove proteinske frakcije povećava. Izuzetak predstavlja treći otkos domaće sorte lucerke u kome je konstatovano kontinuirano smanjivanje ove frakcije proteina od fenofaze butonizacije (652,0 g kg⁻¹ CP) do faze kada je više od 50% biljaka iscvetalo (533,8 g kg⁻¹ CP). Treći i četvrti otkos imaju veće vrednosti za sadržaj TP u odnosu na prvi i drugi otkos. Najveće smanjenje ove proteinske frakcije do faze početka cvetanja je konstatovano u drugom otkosu domaće sorte lucerke, i ustanovljena vrednost iznosi 470,5 g kg⁻¹ CP, odnosno u trećem otkosu američke populacije lucerke (425,5 g kg⁻¹ CP). I u četvrtom otkosu američke populacije lucerke je konstatovano kontinuirano smanjivanje količine TP od 663,3 g kg⁻¹ CP u fenofazi butonizacije do 383,1 g kg⁻¹ CP u fazi kada je 50% biljaka iscvetalo. Ustanovljene su veoma značajne statističke razlike između sorti, otkosa i faza razvića kao i između njihovih interakcija.

Nešto drugačija tendencija je ustanovljena u prva dva otkosa tetraploidne sorte crvene deteline (Tabela 47). U oba otkosa je zabeleženo kontinuirano povećanje količine TP, u prvom od 550,7 do 713,0 g kg⁻¹ CP, odnosno u drugom od 578,1 do 827,9 g kg⁻¹ CP. U trećem otkosu tetraploidne, kao i u sva tri otkosa diploidne sorte crvene deteline utvrđena je ista tendencija kao i u većini otkosa lucerke. Najveće vrednosti za TP su konstatovane u trećem otkosu u svim ispitivanim fazama razvića, osim u trećoj fazi razvića diploidne sorte crvene deteline. Razlike između prosečnih vrednosti su pokazale statističku značajnost na nivou $p < 0,01$.

Tabela 47. Sadržaj TP u SM crvene deteline, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ AB	$\bar{X}$ A
		c ₁	c ₂	c ₃		
a ₁	b ₁	550,7 ^{C,c} ±0,0	578,1 ^{C,b} ±1,2	757,9 ^{B,a} ±1,6	628,9 ^c	
	b ₂	634,7 ^{B,b} ±1,1	588,1 ^{B,c} ±0,7	709,2 ^{C,a} ±2,1	644,0 ^b	
	b ₃	713,0 ^{A,c} ±0,7	827,9 ^{A,b} ±1,7	848,3 ^{A,a} ±0,0	796,4 ^a	689,8 ^b
	$\bar{X}$ AC	632,8 ^c	664,7 ^b	771,8 ^a		
a ₂	b ₁	786,0 ^{A,b} ±0,0	757,7 ^{A,c} ±2,1	803,2 ^{A,a} ±0,0	782,3 ^a	
	b ₂	640,1 ^{C,c} ±0,8	724,0 ^{B,b} ±0,4	777,6 ^{B,a} ±2,1	713,9 ^b	
	b ₃	731,8 ^{B,a} ±0,9	660,8 ^{C,c} ±0,0	707,9 ^{C,b} ±1,1	700,2 ^c	732,1 ^a
	$\bar{X}$ AC	719,3 ^b	714,2 ^c	762,9 ^a		$\bar{X}$ B
		668,4 ^{B,b}	667,9 ^{B,b}	780,6 ^{A,a}		705,6 ^b
		637,4 ^{C,c}	656,1 ^{C,b}	743,4 ^{B,a}		679,0 ^c
		722,4 ^{A,c}	744,4 ^{A,b}	778,1 ^{A,a}		748,3 ^a
		$\bar{X}$ C	676,1 ^c	689,4 ^b	767,4 ^a	

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos; A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

U istraživanjima **Yu et al. (2003)** košene su dve sorte lucerke od fenofaze kasne butonizacije do faze ranog cvetanja u drugom otkosu. U sorti *Pioneer* su se vrednosti za TP kretale od 46,8 do 40,7% CP, a u sorti *Beaver* od faze kasne butonizacije do početka cvetanja vrednosti za sadržaj TP iznosile su od 43,5 do 55,5% CP. Rezultati dobijeni u ovim istraživanjima su bili u saglasnosti sa rezultatima koje su dobili **Yari et al. (2012)**.

6.6.5. Nerastvorljivi proteini – IP

Nerastvorljivi proteini se određuju kao azot iz nerastvorljivog ostatka u puferu čije je pH isto kao i pH buraga.

Ustanovljeni podaci pokazuju tendenciju smanjivanja sadržaja IP od fenofaze butonizacije do faze početka cvetanja, nakon čega se količina ove frakcije proteina povećavala (Tabela 48).

Tabela 48. Sadržaj IP u SM lucerke g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

		Otkos					
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	653,6 ^{A,b} ±2,9	589,2 ^{A,d} ±2,5	624,6 ^{A,c} ±1,3	674,7 ^{A,a} ±1,2	635,5 ^a	
	b ₂	502,0 ^{C,b} ±4,3	495,2 ^{C,c} ±2,4	447,3 ^{C,d} ±1,6	525,5 ^{B,a} ±1,8	492,5 ^c	
	b ₃	606,1 ^{B,a} ±0,5	500,0 ^{B,c} ±0,8	497,7 ^{B,c} ±0,6	534,6 ^{B,b} ±1,9	534,6 ^b	554,2 ^{nz}
$\bar{X}$ A ₁ C		587,2 ^a	528,1 ^c	523,2 ^d	578,3 ^b	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	651,2 ^{A,b} ±2,3	594,5 ^{B,d} ±1,0	658,5 ^{A,a} ±0,0	634,0 ^{A,c} ±1,3	634,6 ^a	
	b ₂	544,8 ^{B,a} ±0,0	495,4 ^{C,b} ±0,0	407,1 ^{C,d} ±1,6	483,9 ^{B,c} ±0,1	482,8 ^c	
	b ₃	520,6 ^{C,c} ±0,3	642,0 ^{A,a} ±1,1	598,1 ^{B,b} ±0,0	435,5 ^{C,d} ±0,0	549,1 ^b	555,5 ^{nz}
$\bar{X}$ A ₂ C		572,2 ^b	577,3 ^a	554,6 ^c	517,8 ^d	$\bar{X}$ B	
		652,4 ^{A,c}	591,9 ^{A,a}	641,6 ^{A,d}	654,4 ^{A,b}	635,0 ^a	
$\bar{X}$ BC		523,4 ^{C,a}	495,3 ^{C,c}	427,2 ^{C,d}	504,7 ^{B,b}	487,7 ^c	
		563,4 ^{B,b}	571,0 ^{B,a}	547,9 ^{B,c}	485,1 ^{C,d}	541,8 ^b	
$\bar{X}$ C		579,7 ^a	552,7 ^b	538,9 ^d	548,0 ^c		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvrti otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; nz – nema značajnosti; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Ovakva tendencija nije jedino ustanovljena u prvom i četvrtom otkosu američke populacije lucerke, gde su se u prvom otkosu vrednosti kretale od 651,2 do 520,6 g kg⁻¹ CP, a u četvrtom otkosu od 634,0 do 435,5 g kg⁻¹ CP. Sorta lucerke nije bitno uticala na sadržaj IP, dok su se prosečne vrednosti između faza razvića i otkosa značajno razlikovale.

Crvena detelina sadrži veću količinu IP, a analizom varijanse su ustanovljene statistički veoma značajne razlike između sorte, faze, otkosa, kao i njihovih interakcija sorta × faza, sorta × otkos i otkos × faza (Tabela 49). Najveće vrednosti su

konstatovane u prvoj fazi razvića trećeg otkosa, i u tetraploidnoj sorti iznosi 798,9 g kg⁻¹ CP, dok je u diploidnoj sorti crvene deteline ova vrednost 801,8 g kg⁻¹ CP.

Tabela 49. Sadržaj IP u SM crvene deteline, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X} A_1B$	$\bar{X} A_1$
		c ₁	c ₂	c ₃		
a ₁	b ₁	728,2 ^{A,c} ±1,6	733,4 ^{A,b} ±2,0	798,9 ^{A,a} ±1,1	753,5 ^a	
	b ₂	609,4 ^{C,b} ±0,9	618,7 ^{C,a} ±1,1	622,1 ^{C,a} ±1,5	616,7 ^c	
	b ₃	661,1 ^{B,c} ±0,7	712,0 ^{B,a} ±0,0	681,4 ^{B,b} ±1,3	684,8 ^b	685,0 ^b
	$\bar{X} A_1C$	666,2 ^c	688,0 ^b	700,8 ^a	$\bar{X} A_2B$	$\bar{X} A_2$
a ₂	b ₁	747,4 ^{A,b} ±2,0	728,4 ^{A,c} ±0,6	801,8 ^{A,a} ±1,1	759,2 ^a	
	b ₂	714,0 ^{C,a} ±0,6	567,6 ^{C,c} ±0,5	639,3 ^{C,b} ±2,2	640,3 ^c	
	b ₃	725,3 ^{B,a} ±2,0	654,2 ^{B,c} ±0,6	668,1 ^{B,b} ±0,0	682,5 ^b	694,0 ^a
	$\bar{X} A_2C$	728,9 ^a	650,1 ^c	703,1 ^b		$\bar{X} B$
		737,8 ^{A,b}	730,9 ^{A,c}	800,4 ^{A,a}		756,4 ^a
	$\bar{X} BC$	661,7 ^{C,a}	593,2 ^{C,c}	630,7 ^{C,b}		628,5 ^c
		693,2 ^{B,a}	683,1 ^{B,b}	674,8 ^{B,c}		683,7 ^b
	$\bar{X} C$	697,6 ^b	669,1 ^c	701,9 ^a		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos; A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Vrednosti za sadržaj IP koje su ustanovili **Balde et al. (1993)** su u lucerki košenoj 10. maja – početkom cvetanja za nivo proteina od 23,2% SM iznosile 14% SM, a u lucerki košenoj 14. maja – sredinom cvetanja za nivo proteina od 18,7% SM ova vrednost je bila 12,2% SM, što ukazuje da se udeo IP u ukupnim proteinima povećao. Slični rezultati ovima su ustanovljeni i u ovim istraživanjima.

6.6.6. Proteini nerastvorljivi u kiselom deterdžentu – ADICP

Sadržaj azota nerastvorljiv u ADF-u, ADIN ili ADICP predstavlja azot, odnosno proteine iz hraniva koji su vezani za ćelijski zid. Ova frakcija proteina nije dostupna ni mikroorganizmima, niti životinjama. Maillard-ove reakcije inicirane visokim temperaturama dovode do kovalentnog povezivanja azota iz aminokiselina sa ugljenim hidratima ćelijskog zida. Ova frakcija proteina predstavlja vezane ili nedostupne proteine koji su potpuno neiskoristivi.

Rezultati istraživanja pokazuju da se sadržaj ADICP kontinuirano povećavao u prvom i trećem otkosu domaće sorte lucerke (Tabela 50).

Tabela 50. Sadržaj ADICP u SM lucerke, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos				$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		
a ₁	b ₁	55,9 ^{C,c} ±0,7	81,6 ^{B,a} ±1,5	50,9 ^{C,d} ±0,5	66,4 ^{B,b} ±0,5	63,7 ^c	
	b ₂	93,7 ^{B,a} ±0,7	73,2 ^{C,b} ±1,1	64,5 ^{B,c} ±0,1	61,2 ^{C,d} ±0,9	73,2 ^b	
	b ₃	110,3 ^{A,a} ±1,3	94,2 ^{A,b} ±0,9	93,7 ^{A,b} ±1,1	72,7 ^{A,c} ±0,3	92,7 ^a	76,5 ^b
	$\bar{X}$ A ₁ C	86,6 ^a	83,0 ^b	69,7 ^c	66,8 ^d	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	81,0 ^{C,a} ±1,1	43,6 ^{C,c} ±1,2	73,7 ^{A,b} ±0,3	79,4 ^{B,a} ±0,6	69,4 ^c	
	b ₂	107,8 ^{B,a} ±1,2	96,3 ^{B,b} ±0,8	51,7 ^{B,d} ±0,0	86,7 ^{A,c} ±0,9	85,6 ^b	
	b ₃	113,2 ^{A,b} ±0,6	121,4 ^{A,a} ±1,3	48,5 ^{B,d} ±0,5	76,7 ^{B,c} ±0,3	90,0 ^a	81,7 ^a
	$\bar{X}$ A ₂ C	100,7 ^a	87,1 ^b	58,0 ^d	80,9 ^c		$\bar{X}$ B
		68,5 ^{C,b}	62,6 ^{C,c}	62,3 ^{B,c}	72,9 ^{NZ,a}		66,6 ^c
	$\bar{X}$ BC	100,8 ^{B,a}	84,8 ^{B,b}	58,1 ^{C,d}	74,0 ^{NZ,c}		79,4 ^b
		111,8 ^{A,a}	107,8 ^{A,b}	71,1 ^{A,d}	74,7 ^{NZ,c}		91,3 ^a
	$\bar{X}$ C	93,7 ^a	85,1 ^b	63,8 ^d	73,9 ^c		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvri otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; NZ – nema značajnosti; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

U prvom otkosu su se vrednosti kretale od 55,9 do 110,3 g kg⁻¹ CP, a u trećem su imale vrednosti od 50,9 do 93,7 g kg⁻¹ CP. U drugom i četvrtom otkosu je najveća vrednost bila u trećoj fazi razvića, ali je specifična faza početka cvetanja kada su konstatovane najniže vrednosti za udeo ove frakcije. Pravilna tendencija promena količine ADICP je konstatovana u prvom i drugom otkosu američke populacije, dok se u trećem otkosu smanjila od 73,7 g kg⁻¹ CP u fenofazi butonizacije do 48,5 g kg⁻¹ CP u fazi kada su biljke imale više od 50% cveta. Iako je očekivano da će se sa povećanjem količine ADF-a u SM lucerke količina ADICP povećavati, to u ovim istraživanjima nije ustanovljeno. Analizom varijanse su utvrđene značajne razlike u sadržaju ADICP između faza, sorti i otkosa.

U obe sorte crvene deteline je utvrđena ista tendencija promena količine ADICP. U prvom otkosu se udeo ove frakcije povećavao, dok se u trećem otkosu

smanjivao. Ni u SM crvene deteline sadržaj ADICP nije pratio tendenciju promene količine ADF-a (Tabela 51).

Tabela 51. Sadržaj ADICP u SM crvene deteline, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃		
a ₁	b ₁	79,4 ^{C,c} ±0,7	148,6 ^{B,a} ±1,3	116,9 ^{A,b} ±0,3	115,0 ^b	
	b ₂	89,6 ^{B,c} ±1,1	157,8 ^{A,a} ±0,9	100,5 ^{B,b} ±0,0	116,0 ^b	
	b ₃	123,4 ^{A,b} ±1,6	142,9 ^{C,a} ±1,0	95,7 ^{C,c} ±0,7	120,7 ^a	117,2 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	97,5 ^c	149,8 ^a	104,4 ^b	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	109,9 ^{C,a} ±0,4	96,9 ^{C,c} ±0,6	105,1 ^{B,b} ±0,4	104,0 ^c	
	b ₂	115,6 ^{B,a} ±0,8	117,6 ^{A,a} ±1,2	109,7 ^{A,b} ±0,6	114,3 ^b	
	b ₃	203,2 ^{A,a} ±0,9	100,2 ^{B,b} ±0,4	65,8 ^{C,c} ±0,4	123,1 ^a	113,8 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	142,9 ^a	104,9 ^b	93,5 ^c		$\bar{X}$ B
		94,7 ^{C,c}	122,8 ^{B,a}	111,0 ^{A,b}		109,5 ^c
	$\bar{X}$ BC	102,6 ^{B,c}	137,7 ^{A,a}	105,1 ^{B,b}		115,1 ^b
		163,3 ^{A,a}	121,6 ^{B,b}	80,8 ^{C,c}		121,9 ^a
	$\bar{X}$ C	120,2 ^b	127,3 ^a	99,0 ^c		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos; A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Specifičan je tok promena u drugom otkosu crvene deteline. Iako se od fenofaze butonizacije do faze početka cvetanja sadržaj ADF-a smanjivao, sadržaj ADICP se u istom vegetacionom periodu crvene deteline povećavao. U ovom otkosu su veće vrednosti zabeležene u SM tetraploidne sorte, dok prvi otkos diploidne sorte crvene deteline sadrži veću količinu ADICP.

Utvrđene su statistički veoma značajne razlike između sorti, faza razvića i otkosa, kao i između njihovih interakcija. Generalno se može reći da crvena detelina sadrži veću količinu proteina nerastvorljivih u kiselom deterdžent rastvoru, odnosno veću količinu nedostupnih proteina u odnosu na lucerku. Pretpostavka je da su visoke temperature bitno uticale na ovakve promene u SM crvene deteline.

Rezultati dobijeni u ovim istraživanjima su niži od vrednosti za ADICP koje su objavili **Sniffen et al. (1992)**, a koji iznose 10% u fazi pre cvetanja, pa do 14% sredinom cvetanja lucerke. **Llamas-Llamas and Combs (1990)** su ustanovili niže

vrednosti za sadržaj ove frakcije u SM lucerke košene od 03. maja do 14. juna. Povećavanje količine ADICP u ovim istraživanjima je u suprotnosti sa rezultatima koje su objavili **Balde et al. (1993)**, a koji su ustanovili da se ADIN ne povećava sa napredovanjem razvića lucerke.

Rezultati dobijeni u ovim istraživanjima su u saglasnosti sa rezultatima koje su objavili **Hoffman et al. (1993)** utvrđenim u SM lucerke i crvene deteline košenim od fenofaze kasne butonizacije do sredine cvetanja. Približne vrednosti u drugom otkosu lucerke ustanovio je **Yari et al. (2012)** uz tendenciju povećanja sa rastom i razvićem biljaka. Dobijeni rezultati su u saglasnosti sa rezultatima koje su objavili **Yu et al. (2003)** za fenofazu butonizacije, ali su ovi autori početkom cvetanja ustanovili veće vrednosti za ovu frakciju proteina.

Vrednosti za sadržaj ADICP utvrđeni u silaži crvene deteline su niže nego u ovim istraživanjima (**Grabber, 2009**). Utvrđene vrednosti su iznosile od 52,0 do 63,0 g kg⁻¹ CP u prvom otkosu, 72,0 do 70,0 g kg⁻¹ CP u drugom i 60,0 do 43,0 g kg⁻¹ CP u trećem otkosu.

6.6.7. Proteini nerastvorljivi u neutralnom deterdžentu – NDICP

NDICP predstavlja azot, odnosno proteine koji su nerastvorljivi u rastvoru neutralnog deterdženta. Ova frakcija proteina sadrži sve proteine koji su nerastvorljivi u rastvoru kiselog deterdženta kao i sve proteine hraniva koji su manje rastvorljivi u rastvoru neutralnog deterdženta ili vezani za ćelijski zid. Ovi proteini nisu potpuno nesvarljivi, ali se u buragu sporo razgrađuju. Inače se sadržaj ove frakcije koristi za određivanje količine proteina koji su nerazgradivi u buragu.

Količina NDICP se u prvom i četvrtom otkosu domaće sorte lucerke, i prvom i drugom otkosu američke populacije lucerke povećavao sa rastom i razvićem biljaka, dok se u drugom i trećem otkosu domaće sorte i trećem otkosu američke populacije lucerke smanjivao od fenofaze butonizacije do početka cvetanja, a potom se povećavao (Tabela 52).

Tabela 52. Sadržaj NDICP u SM lucerke, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Otkos							
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	104,2 ^{C,c} ±0,7	130,9 ^{A,a} ±0,9	115,8 ^{A,b} ±1,0	83,6 ^{C,d} ±1,0	108,6 ^b	
	b ₂	115,9 ^{B,b} ±1,1	93,9 ^{C,c} ±0,5	83,7 ^{C,d} ±0,6	125,1 ^{B,a} ±0,0	104,7 ^c	
	b ₃	120,7 ^{A,b} ±0,8	108,2 ^{B,c} ±0,6	106,8 ^{B,c} ±0,7	183,7 ^{A,a} ±0,9	129,9 ^a	114,4 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	113,6 ^b	111,0 ^c	102,1 ^d	130,8 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	89,4 ^{C,c} ±0,6	79,7 ^{C,d} ±0,5	127,8 ^{A,a} ±0,5	118,2 ^{B,b} ±0,4	103,8 ^b	
	b ₂	134,3 ^{B,a} ±0,5	115,7 ^{B,c} ±0,2	68,5 ^{C,d} ±0,7	133,1 ^{A,b} ±0,3	112,9 ^a	
	b ₃	136,2 ^{A,b} ±0,7	143,2 ^{A,a} ±0,6	81,9 ^{B,d} ±0,4	92,7 ^{C,c} ±1,9	113,5 ^a	110,1 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	120,0 ^a	112,9 ^c	92,7 ^d	114,7 ^b		$\bar{X}$ B
		96,8 ^{C,d}	105,3 ^{B,b}	121,8 ^{A,a}	100,9 ^{C,c}		106,2 ^c
		$\bar{X}$ BC	125,1 ^{B,b}	104,8 ^{B,c}	76,1 ^{C,d}	129,1 ^{B,a}	108,8 ^b
			128,5 ^{A,b}	125,7 ^{A,c}	94,4 ^{B,d}	138,2 ^{A,a}	121,7 ^a
		$\bar{X}$ C	116,8 ^b	111,9 ^c	97,4 ^d	122,7 ^a	

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvri otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Specifičan tok promena je konstatovan u četvrtom otkosu američke populacije u kome je od fenofaze butonizacije do početka cvetanja ustanovljeno povećanje od 118,2 do 133,1 g kg⁻¹ CP, a sa daljim rastom i razvićem biljaka se smanjio do 92,7 g kg⁻¹ CP.

U SM crvene deteline je kontinuirano povećanje konstatovano u prvom otkosu tetraploidne sorte i drugom otkosu diploidne sorte, dok je u ostalim otkosima utvrđeno povećanje količine NDICP od fenofaze butonizacije do faze početka cvetanja, a potom je dolazilo do smanjivanja količine ove frakcije proteina (Tabela 53). Najveće povećanje (više od dva puta) je ustanovljeno u prvom otkosu diploidne sorte crvene deteline (od 144,9 do 314,5 g kg⁻¹ CP).

Kao i sadržaj ADICP, i sadržaj NDICP nije pratio promene u sadržaju NDF-a u obe ispitivane leguminozne vrste. Crvena detelina sadrži veću količinu NDICP u odnosu na lucerku, kao i ADICP. Analizom varijanse su utvrđene statistički veoma značajne razlike između sorti, otkosa i faza razvića, kao i njihovih interakcija.

Tabela 53. Sadržaj NDICP u SM crvene deteline, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃		
a ₁	b ₁	110,2 ^{C,c} ±0,3	182,1 ^{C,a} ±1,2	132,2 ^{C,b} ±0,2	141,5 ^c	
	b ₂	162,0 ^{B,b} ±0,6	189,2 ^{A,a} ±0,5	190,9 ^{A,a} ±1,0	180,7 ^b	
	b ₃	238,1 ^{A,a} ±0,4	184,0 ^{B,b} ±0,8	183,0 ^{B,b} ±1,0	201,7 ^a	174,6 ^b
	$\bar{X}$ A ₁ C	170,1 ^b	185,1 ^a	168,7 ^b	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	144,9 ^{C,nz} ±1,2	144,3 ^{C,nz} ±1,9	145,5 ^{B,nz} ±0,5	144,9 ^c	
	b ₂	314,5 ^{A,a} ±0,2	154,7 ^{B,c} ±0,9	182,7 ^{A,b} ±0,3	217,3 ^a	
	b ₃	280,1 ^{B,a} ±0,2	187,4 ^{A,b} ±1,5	107,6 ^{C,c} ±0,5	191,7 ^b	184,6 ^a
	$\bar{X}$ A ₂ C	246,5 ^a	162,1 ^b	145,3 ^c		$\bar{X}$ B
		127,6 ^{C,c}	163,2 ^{C,a}	138,9 ^{C,b}		143,2 ^c
	$\bar{X}$ BC	238,3 ^{B,a}	172,0 ^{B,c}	186,8 ^{A,b}		199,0 ^a
		259,1 ^{A,a}	185,7 ^{A,b}	145,3 ^{B,c}		196,7 ^b
	$\bar{X}$ C	208,3 ^a	173,6 ^b	157,0 ^c		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Kao što je navedeno za ADICP i vrednosti za NDICP su niže od onih koje su objavili **Sniffen et al. (1992)**, od 15 do 25,2% u istim fazama razvića lucerke. **Grabber (2009)** je proučavao sadržaj ovih frakcija u silaži crvene deteline košene iz tri otkosa, i ustanovio da se u prvom otkosu vrednosti za ovaj parametar kreću od 162,0 do 201,0 g kg⁻¹ CP, u drugom od 236,0 do 232,0 g kg⁻¹ CP, a u trećem od 232,0 do 203,0 g kg⁻¹ CP u fenofazama ranog cvetanja i kasnog cvetanja. **Balde et al. (1993)** su ustanovili prilično niske vrednosti za ovu frakciju proteina u lucerki košenoj 10. maja – početkom cvetanja i 14. maja – sredinom cvetanja.

U rezultatima koje je objavio **Yari et al. (2012)** ustanovljena je ista tendencija promene količine NDICP, smanjivanje do faze kasne butonizacije, a zatim sa napredovanjem razvića biljaka ustanovljeno je povećanje ove frakcije CP. Rezultati dobijeni u ovim istraživanjima su dosta niži od rezultata koje su dobili **Yu et al. (2003)** u SM lucerke košene iz drugog otkosa u sličnim fazama razvića. Ni ovi autori nisu konstatovali istu tendenciju promena ovih frakcija proteina u obe ispitivane sorte lucerke.

6.7. Proteinske frakcije prema CNCPS sistemu

Cilj podmirenja potreba u proteinima kod krava i preživara uopšte je da se obezbede dovoljne količine razgradivih proteina, koji se u buragu optimalno iskorišćavaju, odnosno da obezbede željenu produktivnost sa najmanjom količinom sirovih proteina u obroku. Najvažnije je pri formulisanju obroka za preživare, kada je reč o proteinima, poznavanje odnosa proteina nerazgradivih u buragu (RUP) i proteina razgradivih u buragu (RDP) koji je neophodan da obezbedi željenu proizvodnju, odnosno aminokiseline koje ne mogu da se sintetišu u organizmu, azotne materije za sintezu aminokiselina koje mogu da se sintetišu u organizmu i aminokiseline za potrebe glukoneogeneze (**Grubić i sar., 2003**). Sve to treba da bude podmireno iz aminokiselina koje se apsorbuju u tankim crevima.

Neki obroci, iako ispunjavaju kriterijum odnosa razgradivog i nerazgradivog proteina, ne obezbeđuju dovoljno esencijalnih aminokiselina za sintezu one količine proizvoda koja se očekuje kod visokoproizvodnih grla u laktaciji (**Grubić i sar., 1996**). Prema tome, nije dovoljno samo nasumično u obrok inkorporisati neko hranivo kao izvor nerazgradivog proteina i time uticati na odnos razgradivog i nerazgradivog proteina u obroku, već mora da se vodi računa i o njegovom aminokiselinskom profilu.

Slobodno se može reći da je efikasnost iskorišćavanja proteina i azota, zajedno sa težnjom ka optimalnoj produktivnosti, stvar od praktičnog značaja. Razlog za ovo je smanjenje troškova ishrane po kg mleka ili proizvedenog proteina mleka, potreba za efikasnijom proizvodnjom i većim prinosom proteina mleka, kao i stvaranje prostora u obroku ostalim hranljivim materijama da ispolje svoj uticaj na povećanje proizvodnje.

Produktivnost visokoproizvodnih krava u velikoj meri zavisi od količine konzumirane hrane, kao i od efikasnosti varenja i metabolizma. Količina konzumirane hrane, s druge strane, zavisi od energetske vrednosti hrane, kao i od potreba životinja za visokoenergetskim hranivima. Jedinstven praktični sistem koji bi predvideo najbolju kombinaciju hraniva, uz maksimalno konzumiranje i optimalne performanse mlečnih krava je upravo CNCPS sistem (**Sniffen et al., 1992**). Prema ovom sistemu analize sirovi proteini se mogu podeliti na 3 frakcije: frakcija A predstavlja neproteinski azot, frakcija B predstavlja prave proteine i frakcija C su nedostupni proteini. Zato što se ove

pojedine proteinske frakcije razlikuju u stopi i brzini degradacije, veruje se da udeo ovih frakcija u hranivima utiče na količinu ukupnih razgradivih proteina koju životinje konzumiraju (Elizalde *et al.*, 1999).

6.7.1. PA frakcija proteina

Frakcija A je rastvorljiva u puferu i predstavlja neproteinski azot koji se u buragu veoma brzo razgrađuje do amonijaka. Rezultati dobijeni u ovim istraživanjima za sadržaj PA frakcije proteina u SM lucerke prikazani su u tabeli 54. Ustanovljene prosečne vrednosti za ispitivane sorte iznose 406,9 g kg⁻¹ CP u SM američke populacije lucerke i 395,0 g kg⁻¹ CP u SM domaće sorte lucerke, koje se pri tom značajno razlikuju na nivou p < 0,01. Utvrđene su i statistički veoma značajne razlike između faza razvića i otkosa, kao i njihovih interakcija sorta × otkos, sorta × faza i faza × otkos.

Tabela 54. Sadržaj PA frakcije proteina u SM lucerke, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos				$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		
a ₁	b ₁	346,4 ^{C,b} ±2,9	410,8 ^{B,a} ±2,5	348,0 ^{C,b} ±0,3	325,3 ^{C,c} ±8,9	357,6 ^c	
	b ₂	429,2 ^{A,b} ±0,0	504,7 ^{A,a} ±10,9	386,3 ^{B,d} ±0,2	416,9 ^{A,c} ±0,3	434,3 ^a	
	b ₃	364,3 ^{B,c} ±2,9	337,9 ^{C,d} ±1,4	466,2 ^{A,a} ±1,7	403,4 ^{B,b} ±0,3	393,0 ^b	395,0 ^b
$\bar{X}$ A ₁ C		380,0 ^c	417,8 ^a	400,2 ^b	381,9 ^c	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	348,8 ^{C,a} ±2,3	341,5 ^{B,a} ±1,2	253,8 ^{C,c} ±0,0	336,7 ^{C,b} ±1,0	320,2 ^c	
	b ₂	421,6 ^{A,d} ±0,0	468,4 ^{A,c} ±1,5	574,5 ^{A,a} ±1,7	494,0 ^{B,b} ±0,3	489,6 ^a	
	b ₃	406,6 ^{B,b} ±0,7	270,6 ^{C,c} ±1,8	401,9 ^{B,b} ±0,0	564,5 ^{A,a} ±0,0	410,9 ^b	406,9 ^a
$\bar{X}$ A ₂ C		392,3 ^c	360,2 ^d	410,1 ^b	465,1 ^a		$\bar{X}$ B
		347,6 ^{C,b}	376,2 ^{B,a}	300,9 ^{C,d}	331,0 ^{C,c}		338,9 ^c
$\bar{X}$ BC		425,4 ^{A,c}	486,6 ^{A,a}	480,4 ^{A,a}	455,5 ^{B,b}		462,0 ^a
		385,5 ^{B,c}	304,3 ^{C,d}	434,1 ^{B,b}	484,0 ^{A,a}		401,9 ^b
$\bar{X}$ C		386,2 ^c	389,0 ^c	405,1 ^b	423,5 ^a		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvrti otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Posmatrano po otkosima, ustanovljena je tendencija da se sadržaj PA frakcije sirovih proteina u svim otkosima osim trećeg otkosa domaće sorte lucerke i četvrtog

otkosa američke populacije lucerke povećavao od fenofaze butonizacije do faze početka cvetanja. Najveće povećanje ove frakcije sirovih proteina ustanovljeno je u drugom otkosu domaće sorte lucerke (od 410,8 do 504,7 g kg⁻¹ CP) i trećem otkosu američke populacije lucerke (više nego duplo, od 253,8 do 574,5 g kg⁻¹ CP). Od početka cvetanja, pa do faze kada je više od 50% biljaka bilo iscvetalo sadržaj PA frakcije sirovih proteina se smanjivao, i najmanja vrednost je ustanovljena u drugom otkosu obe ispitivane sorte lucerke, 337,9 g kg⁻¹ CP u SM domaće sorte lucerke, odnosno 270,6 g kg⁻¹ CP u SM američke populacije lucerke. Treći otkos sorte K-28 i četvrti otkos američke populacije lucerke su specifični po tome što u ovim otkosima dolazi do kontinuiranog povećanja sadržaja PA frakcije sirovih proteina. Konstatovane su veće vrednosti u SM američke populacije lucerke u fazi početka cvetanja (494,0 g kg⁻¹ CP) i fazi kada su biljke bile iscvetale više od 50% (564,5 g kg⁻¹ CP).

Crvena detelina sadrži manji udeo PA frakcije sirovih proteina u odnosu na lucerku (Tabela 55). Prosečne vrednosti za sadržaj ove frakcije u ispitivanim sortama crvene deteline pokazuju da tetraploidna sorta sadrži značajno veću količinu ispitivanog parametra na nivou $p < 0,01$. Analizom varijanse utvrđene su veoma značajne razlike u sadržaju PA frakcije u SM crvene deteline između faza razvića i otkosa, kao i njihovih interakcija.

U sva tri otkosa tetraploidne sorte crvene deteline ustanovljena je slična tendencija promena količine PA frakcije sa rastom i razvićem crvene deteline. Od fenofaze butonizacije do početka cvetanja utvrđena je tendencija povećanja sadržaja ove frakcije proteina, a zatim sa daljim razvićem sadržaj PA frakcije sirovih proteina se smanjivao. Najveće povećanje je konstatovano u drugom otkosu, od 266,6 do 381,3 g kg⁻¹ CP, a najmanja vrednost u fazi kada su biljke imale više od 50% cveta u trećem otkosu (151,7 g kg⁻¹ CP). U SM diploidne sorte crvene deteline ovakva tendencija je zabeležena samo u prvom otkosu, dok se u drugom i trećem otkosu kontinuirano povećavala. Drugi otkos se istakao većim vrednostima za PA frakciju u sve tri ispitivane faze razvića.

Tabela 55. Sadržaj PA frakcije proteina u SM crvene deteline, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃		
a ₁	b ₁	271,8 ^{C,a} ±1,6	266,6 ^{B,b} ±2,0	201,1 ^{B,c} ±1,1	246,5 ^b	
	b ₂	365,3 ^{A,b} ±1,1	381,3 ^{A,a} ±1,1	290,8 ^{A,c} ±2,1	345,8 ^a	
	b ₃	287,0 ^{B,a} ±0,7	172,1 ^{C,b} ±1,7	151,7 ^{C,c} ±0,0	203,6 ^c	265,3 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	308,0 ^a	273,3 ^b	214,5 ^c	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	214,0 ^{C,b} ±0,0	242,3 ^{C,a} ±2,1	196,9 ^{C,c} ±0,1	217,7 ^c	
	b ₂	286,0 ^{A,a} ±0,6	276,0 ^{B,b} ±0,4	222,4 ^{B,c} ±2,1	261,5 ^b	
	b ₃	268,5 ^{B,c} ±1,2	339,2 ^{A,a} ±0,0	292,1 ^{A,b} ±1,1	299,9 ^a	259,7 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	256,2 ^b	285,8 ^a	237,1 ^c		$\bar{X}$ B
		242,9 ^{C,b}	254,5 ^{B,a}	199,0 ^{C,c}		232,1 ^c
	$\bar{X}$ BC	325,7 ^{A,a}	328,7 ^{A,a}	256,6 ^{A,b}		303,6 ^a
		277,8 ^{B,a}	255,7 ^{B,b}	221,9 ^{B,c}		251,8 ^b
	$\bar{X}$ C	282,1 ^a	279,6 ^b	225,8 ^c		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Istu tendenciju promena za sadržaj PA frakcije sirovih proteina konstatovali su **Yari et al. (2012)** i **Yu et al. (2003)**. **Yari et al. (2012)** su košenjem lucerke u drugom otkosu u fenofazama rane butonizacije, kasne butonizacije i ranog cvetanja ustanovili 457,0; 465,0 i 452,0 g kg⁻¹ CP, dok su **Yu et al. (2003)** u istim fazama razvića kosili dve sorte lucerke *Pioneer* i *Beaver* i ustanovili 50,2; 51,2 i 41,9% CP u SM sorte *Pioneer*, odnosno 48,4; 51,2 i 27,7% CP u SM sorte *Beaver*. **Krawutschke et al. (2012)** su utvrdili da crvena detelina manje podleže proteolizi nego lucerka. Ovi autori su proučavali proteinske frakcije u svežoj i provenuloj masi 3 sorte crvene deteline: *Mulvus*, *Montana* i *Harmonie*. U svežoj masi svake od ovih sorti je utvrđeno 149,9; 155,7 i 158,1 g kg⁻¹ CP ove frakcije proteina, redom, a u provenuloj masi 208,1; 212,3 i 226,0 g kg⁻¹ CP, redom.

Krawutschke et al. (2013) su u trogodišnjim ispitivanjima lucerke i crvene deteline utvrdili da udeo PA frakcije raste tokom prolećne sezone iskorišćavanja u svim ispitivanim godinama. Tako se u 2004. godini, tokom prolećne sezone udeo ove frakcije kretao od 144,0 do 602,0 g kg⁻¹ CP. Suprotno tome, u letnje-jesenjem periodu tokom 2004. i 2005. godine, PA frakcija se smanjivala sa rastom i razvićem.

Smanjenje udela PA frakcije od početka cvetanja i tokom razvića je verovatno posledica toga što se ova vrsta jedinjenja sve manje asimiluje, a s druge strane veći deo koji je asimilovan je već pretrpeo metaboličke promene. Kada biljka počne da cveta, aktiviraju se procesi remobilizacije usvojenog azota u generativne delove biljaka (**Hirel et al., 2007**) i kao posledica takvog procesa dolazi do smanjenja udela PA frakcije proteina, te nakon početka cvetanja PA frakcija opada.

Zahvaljujući pozitivnoj međuzaviznosti između biološke azotofiksacije i prinosa SM, smatra se da metabolizam azota može dati neka objašnjenja zbog čega dolazi do variranja u udelu PA frakcije proteina tokom razvića leguminoznih biljaka. Osnovni proizvod koji sadrži fiksirani azot kod leguminoza jesu poluamidi asparagin i glutamin koji su sintetizovani u korenu i transportovani u mlade izdanke. Asparagin je dominantan poluamid u korenu leguminoza, dok je količina glutamina niska (**Vance, 2008**). Ovo takođe utiče na prirodu neproteinskih jedinjenja u krmnim biljkama. Među neproteinskim jedinjenjima u svežoj lucerki asparagin čini 24-38%, dok glutamin čini samo 10-20% (**Van Soest, 1994**).

Dakle, udeo PA frakcije u ukupnim proteinima leguminoza direktno zavisi od kapaciteta leguminoznih biljaka da fiksiraju atmosferski azot. Svi faktori koji utiču na biološku fiksaciju azota mogu da utiču i na transport fiksiranog azota do mladih izdanaka i na akumulaciju NPN. Ova konstatacija je potvrđena pozitivnom korelacijom između udela PA frakcije i izračunate biološke azotofiksacije (odnosno kapaciteta azotofiksacije) za lucerku, crvenu detelinu i belu detelinu, kako u združenom tako i u čistom usevu, osim za lucerku u letnje-jesenjoj sezoni iskorišćavanja. Fluktuacije u udelu PA frakcije u ukupnim proteinima jesu posledica agroekoloških stresova (nedostatak vlažnosti zemljišta, primena mineralnog azota, kiselost zemljišta), a koji često inhibiraju biološku fiksaciju azota (**Schubert, 1995**).

Iako agroekološki faktori i faza razvića imaju veliki uticaj na kvalitet kabaste hrane (**Buxton, 1996**), skromni su podaci u literaturi koji govore o uticaju agroekoloških uslova i faze razvića na udeo pojedinih proteinskih frakcija u leguminozama. Podaci o uticaju faze razvića na udeo proteinskih frakcija su prilično protivrečni (**Hoffman et al., 1993; Elizalde et al., 1999**).

U ovim istraživanjima se PA frakcija proteina uglavnom povećavala od fenofaze butonizacije do početka cvetanja, što je posledica tzv. vegetativne faze biljaka. Tokom ovog perioda potrošnja asimilata je od velike važnosti. Metaboliti se akumuliraju samo posle vegetativne faze, što kao rezultat ima povećanje proizvoda kao što su ugljeni hidrati ili rezervni proteini (**Krawutschke et al., 2013**). Kako god, udeo lista u ukupnoj biljnoj masi je relevantniji faktor koji utiče na udeo frakcija PA u crvenoj detelini nego faza razvića. Biljke crvene deteline sa visokim udelom listova su sadržale najmanji udeo PA frakcije. Kako **Nieri et al. (1998)** navode da se sa rastom i razvićem proteolitička aktivnost u listovima lucerke povećava, onda nije iznenađenje što je udeo PA frakcije u negativnoj međuzavisnosti sa udelom lista u ukupnoj biljnoj masi. Verovatno da se neproteinska azotna jedinjenja u mladim listovima crvene deteline odmah konvertuju u proteine, tako da ova jedinjenja ne pripadaju PA frakciji proteina.

6.7.2. PB frakcija proteina

Lucerka i crvena detelina poseduju mnoge od atributa neophodne za visoku proizvodnju mleka i za održavanje zdravlja životinja. Ovo uključuje visok nivo hranljivih sastojaka, visoku ukupnu svarljivost i optimalan odnos strukturnih i nestrukturnih komponenata. Međutim, nedostaju podaci o hranljivoj vrednosti krmnih biljaka u pogledu hranljivih frakcija neophodnih za formulaciju obroka u savremenom načinu ishrane. Zapravo, nedovoljno je podataka o proteinskim frakcijama i njihovoj razgradivosti u buragu. Za proizvodnju kabaste hrane vrhunskog kvaliteta neophodno je poznavanje ovih podataka.

U modelima namenjenim za procenu iskorišćavanja proteina u ishrani preživala pretpostavlja se da je veći deo rastvorljivih proteina koji su potpuno razgradivi u buragu, dok je različit udeo nerastvorljivih frakcija koji ostane nerazložen u buragu, što zavisi od interaktivnih efekata varenja i usvajanja (**Sniffen et al., 1992**). Zbog toga što se različite proteinske frakcije razlikuju po stopi i obimu degradacije u buragu, veruje se da udeli ovih proteinskih frakcija u hrani utiču na količinu konzumirane i iskorišćene hrane od strane životinja (**Elizalde et al., 1999**).

Frakciju B čine pravi proteini koji se zavisno od brzine razlaganja u buragu dele na podfrakcije B₁, B₂ i B₃ (Sniffen *et al.*, 1992). Podfrakciju B₁ čini mali deo rastvorljivih proteina, dok je podfrakcija B₂ delimično razgradiva u buragu. Obim razgradnje zavisi od brzine prolaska kroz burag, dok se podfrakcija B₃ sporo razlaže u buragu pošto je čine proteini vezani za ćelijski zid biljnog materijala.

U tabelama 56 i 57 su prikazane vrednosti za ukupnu količinu PB frakcije u lucerki i crvenoj detelini. Nije bilo moguće utvrditi jasnu tendenciju promena količine ukupne B frakcije sirovih proteina niti u SM lucerke ni u SM crvene deteline. Prosečne vrednosti izračunate za ove ispitivane leguminozne vrste pokazuju da je crvena detelina bogatija B frakcijom sirovih proteina.

Tabela 56. Sadržaj PB frakcije proteina u SM lucerke, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Otkos							
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	597,7 ^{A,a} ±3,5	507,7 ^{B,b} ±3,8	601,1 ^{A,a} ±0,7	608,3 ^{A,a} ±8,4	578,7 ^a	
	b ₂	477,1 ^{C,c} ±0,8	422,1 ^{C,d} ±10,1	549,2 ^{B,a} ±0,2	521,9 ^{B,b} ±0,7	492,6 ^c	
	b ₃	525,3 ^{B,b} ±3,5	567,9 ^{A,a} ±1,3	440,1 ^{C,c} ±0,7	523,9 ^{B,b} ±0,3	514,3 ^b	528,5 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	533,4 ^b	499,2 ^c	530,1 ^b	551,4 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	570,3 ^{A,d} ±2,0	615,0 ^{A,b} ±2,3	672,6 ^{A,a} ±0,3	584,0 ^{A,c} ±0,7	610,5 ^a	
	b ₂	470,6 ^{B,a} ±1,2	435,3 ^{B,b} ±0,7	373,8 ^{C,d} ±1,7	419,4 ^{B,c} ±1,2	424,8 ^c	
	b ₃	480,1 ^{B,c} ±1,0	607,9 ^{A,a} ±2,9	549,7 ^{B,b} ±0,5	358,8 ^{C,d} ±0,3	499,1 ^b	511,5 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	507,0 ^c	552,7 ^a	532,0 ^b	454,1 ^d		$\bar{X}$ B
		584,0 ^{A,c}	561,4 ^{B,d}	636,9 ^{A,a}	596,2 ^{A,b}		594,6
	$\bar{X}$ BC	473,9 ^{C,a}	428,7 ^{C,c}	461,5 ^{C,b}	470,7 ^{B,a}		458,7
		502,7 ^{B,b}	587,9 ^{A,a}	494,9 ^{B,b}	441,4 ^{C,c}		506,7
	$\bar{X}$ C	520,2 ^c	526,0 ^b	531,1 ^a	502,7 ^d		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvri otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Analizom varijanse su ustanovljene veoma značajne razlike između sorti, faza razvića i otkosa, kao i njihovih interakcija.

Brojna dosadašnja istraživanja (Jung and Allen, 1995; Ayres *et al.*, 1998; Elizalde *et al.*, 1999; Fernandez and Caulman, 2001; Lyon *et al.*, 2001) su pokazali da prinos i hranljiva vrednost kabaste hrane zavise od faze razvića, vrste

kabaste hrane, sorte (**Tremblay et al., 2000; 2002; 2003**), tipa zemljišta (**Aumont and Salas, 1996**) i klimatskih uslova-količina padavina, temperatura (**Mathison et al., 1996**). **Tremblay et al. (2000)** su pokazali da sorta lucerke ima veliki uticaj na razgradivost proteina, svarljivost suve materije u listu i stablu lucerke i nerazgradive proteine u buragu (**Tremblay et al., 2002**), kao i na udeo proteinskih frakcija (**Tremblay et al., 2003**).

Tabela 57. Sadržaj PB frakcije proteina u SM crvene deteline, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Otkos						
Sorta	Faza	C ₁	C ₂	C ₃	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	648,8 ^{A,b} ±2,3	584,7 ^{B,c} ±3,3	682,0 ^{B,a} ±0,9	638,5 ^b	
	b ₂	545,1 ^{C,b} ±0,5	460,9 ^{C,c} ±1,1	608,7 ^{C,a} ±2,1	538,2 ^c	
	b ₃	589,7 ^{B,c} ±0,9	685,0 ^{A,b} ±0,9	752,6 ^{A,a} ±0,7	675,8 ^a	617,5 ^b
	$\bar{X}$ A ₁ C	594,5 ^b	576,9 ^c	681,1 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	676,0 ^{A,b} ±0,4	660,8 ^{A,c} ±1,9	698,0 ^{A,a} ±0,5	678,3 ^a	
	b ₂	598,4 ^{B,c} ±0,2	606,4 ^{B,b} ±1,5	667,9 ^{B,a} ±2,4	624,2 ^b	
	b ₃	528,3 ^{C,c} ±1,6	560,5 ^{C,b} ±0,4	642,1 ^{C,a} ±1,4	577,0 ^c	626,5 ^a
	$\bar{X}$ A ₂ C	600,9 ^c	609,2 ^b	669,3 ^a		$\bar{X}$ B
		662,4 ^{A,b}	622,8 ^{A,c}	690,0 ^{B,a}		658,4 ^a
	$\bar{X}$ BC	571,8 ^{B,b}	533,7 ^{B,c}	638,3 ^{C,a}		581,2 ^c
		559,0 ^{C,c}	622,8 ^{A,b}	697,4 ^{A,a}		626,4 ^b
	$\bar{X}$ C	597,7 ^b	593,1 ^c	675,2 ^a		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Brza i intenzivna degradacija proteina dovodi do neefikasnog iskorišćavanja proteina iz obroka. Ovi procesi mogu biti osnovni limitirajući faktori kada se leguminoze koriste u ishrani (**Broderick, 1995; Dhiman and Satter, 1993**). Najpovoljnija situacija za životinje je kada proteini direktno odlaze do tankog creva gde se razlažu do aminokiselina i usvajaju. **Broderick and Buxton (1991)** su ustanovili variranje u razgradivosti proteina između 19 sorti *Medicago sativa* L. i 3 sorte *Medicago falcata* L. **Skinner et al. (1994)** su takođe našli razlike u stopi razgradivosti proteina između 9 sorti lucerke. **Griffin et al. (1994)** takođe nalaze razliku između sorti, ali su one bile protivurečne tokom otkosa i godina iskorišćavanja. **Tremblay et al. (2000)** su ispitivali razlike između 27 sorti lucerke u sadržaju nerazgradivih

proteina, stope degradacije i prinosa suve materije i našli mala genetička variranja između sorti, ali su zaključili da je moguće kombinovati visoke prinose SM i niske stope u degradaciji proteina. **Ayres et al. (1998)** ukazuju da se stepen degradacije smanjuje sa napredovanjem razvića biljaka.

U istraživanjima **Hoffman et al. (1993)** ispitivan je sadržaj ove frakcije proteina u kasnoj vegetativnoj fazi, kasnoj butonizaciji i sredinom cvetanja u lucerki i crvenoj detelini. Utvrđeno je da je lucerka sadržala 28,5; 41,1 i 30,8% PB frakcije sirovih proteina u navedenim fazama, a crvena detelina 42,2; 49,7 i 53,8% PB frakcije, respektivno. **Yari et al. (2012)** iznose podatak da tokom dana PA ima tendenciju opadanja, a PB tendenciju povećanja. Naime, tokom dana listovi lucerke koriste proizvode fotosinteze da konvertuju PA komponente u prave proteine (**Van Soest, 1994**).

6.7.3. PB₁ frakcija proteina

Frakcija B₁ predstavlja rastvorljive proteine sa stopom degradacije od 120-400% h⁻¹.

U tabeli 58 su prikazani rezultati za sadržaj ove frakcije proteina u SM lucerke. S obzirom da najveći deo rastvorljivih proteina predstavljaju neproteinska jedinjenja, udeo ove frakcije u kabastim hranivima je veoma mali. U prvoj fazi razvića, u svim otkosima domaće sorte lucerke ova frakcija je jedino konstatovana u trećem otkosu i iznosi 27,4 g kg⁻¹ CP. Najveća vrednost je konstatovana početkom cvetanja u istom ispitivanom otkosu, 166,4 g kg⁻¹ CP. Nije bilo moguće utvrditi jasnu tendenciju promene PB₁ frakcije sa daljim rastom i razvićem biljaka u sva 4 otkosa, što može biti i posledica agroekoloških uslova u godini u kojoj su ova istraživanja obavljena.

Specifični su treći i četvrti otkos američke populacije lucerke, u kojima je ustanovljeno kontinuirano smanjivanje B₁ frakcije sirovih proteina u suvoj materiji lucerke. Treći otkos u prvoj fazi razvića sadrži najveću količinu ove frakcije sirovih proteina (87,8 g kg⁻¹ CP). Iako je u drugom otkosu do početka cvetanja zabeležena veća količina B₁ frakcije u ovoj sorti u odnosu na domaću sortu lucerke, evidentno je da u

fazi kada je više od 50% biljaka bilo iscvetalo, u SM ove sorte lucerke je bilo skoro duplo manje rastvorljivih proteina nego u istoj fazi razvića domaće sorte lucerke.

Tabela 58. Sadržaj PB₁ frakcije proteina u SM lucerke, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Otkos							
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	0,0 ^{C,b} ±0,0	0,0 ^{B,b} ±0,0	27,4 ^{C,a} ±1,4	0,0 ^{B,b} ±0,0	6,9 ^b	
	b ₂	68,7 ^{A,b} ±4,3	5,5 ^{B,d} ±0,0	166,4 ^{A,a} ±1,6	57,6 ^{A,c} ±1,9	74,6 ^a	
	b ₃	29,5 ^{B,d} ±2,4	162,1 ^{A,a} ±1,7	36,1 ^{B,c} ±1,4	62,0 ^{A,b} ±2,1	72,4 ^a	51,3 ^a
$\bar{X}$ A ₁ C		32,7 ^d	55,9 ^b	76,6 ^a	39,9 ^c	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	0,0 ^{C,d} ±0,0	64,0 ^{B,b} ±0,4	87,8 ^{A,a} ±0,0	29,3 ^{A,c} ±1,0	45,3 ^a	
	b ₂	33,5 ^{B,a} ±0,0	36,1 ^{C,a} ±1,5	18,4 ^{B,b} ±1,2	22,1 ^{B,b} ±0,1	27,5 ^c	
	b ₃	72,7 ^{A,b} ±1,0	87,3 ^{A,a} ±2,2	0,0 ^{C,c} ±0,0	0,0 ^{C,c} ±0,0	40,0 ^b	37,6 ^b
$\bar{X}$ A ₂ C		35,4 ^b	62,5 ^a	35,4 ^b	17,1 ^c		$\bar{X}$ B
		0,0 ^{B,d}	32,0 ^{B,b}	57,6 ^{B,a}	14,7 ^{C,c}		26,1 ^c
$\bar{X}$ BC		51,1 ^{A,b}	20,8 ^{C,d}	92,4 ^{A,a}	39,9 ^{A,c}		51,0 ^b
		51,1 ^{A,b}	124,7 ^{A,a}	18,1 ^{C,d}	31,0 ^{B,c}		56,2 ^a
$\bar{X}$ C		34,1 ^c	59,2 ^a	56,0 ^b	28,5 ^d		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvrti otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Rezultati za sadržaj PB₁ frakcije sirovih proteina u SM crvene deteline su prikazani u tabeli 59.

U SM tetraploidne sorte crvene deteline je ustanovljeno povećanje ove frakcije sirovih proteina sa rastom i razvićem biljaka. Drugi otkos je specifičan po tome što su vrednosti za B₁ frakciju sirovih proteina ustanovljeni tek u fazi kada su biljke bile iscvetale više od 50%. Međutim, u SM diploidne sorte crvene deteline nije utvrđena jasna tendencija promena ni u jednom otkosu. Značajno se razlikuje prvi otkos ove sorte crvene deteline u kome su rastvorljivi proteini konstatovani samo u fenofazi butonizacije (38,6 g kg⁻¹ CP).

Kako navode **Michaud et al. (2001)** sa napredovanjem faze razvića količina rastvorljivih proteina se smanjuje. Prema rezultatima ovih autora, u celoj biljci lucerke rastvorljive frakcije (A i B₁) su se kretale oko 44,3%, dok su listu iznosile 32,2%, a u stablu 42,6%. Da rastvorljivih proteina ima više u stablu (35,4% CP) nego u listu

(27,4% CP) ustanovili su i **Aufrere et al. (1994)**. **Tremblay et al. (2002)** su takođe utvrdili da su proteini lucerke dobro rastvorljivi i da se brzo razgrađuju u buragu. Suprotno tome, **Grabber (2009)** je utvrdio da crvena detelina sadrži veći udeo ove frakcije sirovih proteina. **Krawutschke et al. (2012)** su takođe proučavali udeo proteinskih frakcija u svežoj i provenuloj crvenoj detelini i ustanovili udeo ove frakcije u svežoj crvenoj detelini od 108,4 do 117,6 g kg⁻¹ CP, dok su u provenuloj ove vrednosti iznosile od 63,0 do 73,5 g kg⁻¹ CP.

Tabela 59. Sadržaj PB₁ frakcije proteina u SM crvene deteline, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃		
a ₁	b ₁	0,0 ^{A,nz} ±0,0	0,0 ^{B,nz} ±0,0	0,0 ^{C,nz} ±0,0	0,0 ^c	
	b ₂	25,3 ^{B,b} ±2,0	0,0 ^{B,c} ±0,0	87,2 ^{B,a} ±1,7	37,5 ^b	
	b ₃	51,9 ^{C,c} ±1,2	116,0 ^{A,b} ±1,7	167,0 ^{A,a} ±1,3	111,6 ^a	49,7 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	25,7 ^c	38,7 ^b	84,7 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	38,6 ^{A,a} ±2,0	29,3 ^{B,b} ±2,6	1,3 ^{C,c} ±1,1	23,1 ^b	
	b ₂	0,0 ^{B,c} ±0,0	156,4 ^{A,a} ±0,4	138,3 ^{A,b} ±1,9	98,2 ^a	
	b ₃	0,6 ^{B,c} ±0,3	6,5 ^{C,b} ±0,6	39,8 ^{B,a} ±1,1	15,6 ^c	45,6 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	13,1 ^c	64,1 ^a	59,8 ^b		$\bar{X}$ B
		19,3 ^{B,a}	14,7 ^{C,b}	0,7 ^{C,c}		11,5 ^c
	$\bar{X}$ BC	12,7 ^{C,c}	78,2 ^{A,b}	112,8 ^{A,a}		67,9 ^a
		26,3 ^{A,c}	61,3 ^{B,b}	103,4 ^{B,a}		63,6 ^b
	$\bar{X}$ C	19,4 ^c	51,4 ^b	72,3 ^a		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; nz – nema značajnosti; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

6.7.4. PB₂ frakcija proteina

PB₂ frakcija sirovih proteina se slabo razgrađuje u buragu, sa stopom degradacije od 3-16% h⁻¹. Rezultati istraživanja za sadržaj B₂ frakcije sirovih proteina u SM lucerke su prikazani u tabeli 60. Analizom varijanse utvrđene su veoma značajne razlike između sorti, otkosa i faza razvića.

Posmatrano po otkosima, sadržaj ove frakcije sirovih proteina u SM domaće sorte lucerke se u drugom otkosu smanjio od 458,4 do 391,9 g kg⁻¹ CP, a u četvrtom

otkosu od 591,1 do 350,8 g kg⁻¹ CP. U prvom i trećem otkosu je takođe konstatovano smanjivanje od fenofaze butonizacije do faze početka cvetanja, a potom sa daljim rastom i razvićem biljaka ustanovljeno je povećanje. U fazi kada su biljke imale više od 50% cveta, najveća vrednost za ovu frakciju sirovih proteina je konstatovana u prvom otkosu i iznosi 485,4 g kg⁻¹ CP.

Tabela 60. Sadržaj PB₂ frakcije proteina u SM lucerke, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos				$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃	c ₄		
a ₁	b ₁	549,5 ^{A,b} ±3,4	458,4 ^{A,d} ±1,7	508,8 ^{A,c} ±0,3	591,1 ^{A,a} ±1,8	527,0 ^a	
	b ₂	386,1 ^{C,b} ±4,1	401,4 ^{B,a} ±2,1	363,6 ^{C,c} ±1,7	400,4 ^{B,a} ±1,8	387,9 ^c	
	b ₃	485,4 ^{B,a} ±1,2	391,9 ^{C,b} ±0,8	391,0 ^{B,b} ±0,3	350,8 ^{C,c} ±1,6	404,8 ^b	439,9 ^b
	$\bar{X}$ A ₁ C	473,7 ^a	417,2 ^d	421,1 ^c	447,4 ^b	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	561,8 ^{A,a} ±2,9	514,8 ^{A,c} ±1,3	530,7 ^{A,b} ±0,5	515,8 ^{A,c} ±1,2	530,8 ^a	
	b ₂	410,6 ^{B,a} ±0,5	379,7 ^{C,b} ±0,2	338,7 ^{C,d} ±1,9	350,8 ^{B,c} ±0,5	370,0 ^c	
	b ₃	384,4 ^{C,c} ±0,6	498,9 ^{B,b} ±0,6	516,3 ^{B,a} ±1,4	342,8 ^{C,d} ±1,9	435,6 ^b	445,4 ^a
	$\bar{X}$ A ₂ C	452,3 ^b	464,5 ^a	461,9 ^a	403,1 ^c		$\bar{X}$ B
		555,7 ^{A,a}	486,6 ^{A,c}	519,8 ^{A,b}	553,5 ^{A,a}		528,9 ^a
	$\bar{X}$ BC	398,4 ^{C,a}	390,6 ^{C,b}	351,2 ^{C,d}	375,6 ^{B,c}		378,9 ^c
		434,9 ^{B,c}	445,4 ^{B,b}	453,7 ^{B,a}	346,8 ^{C,d}		420,2 ^b
	$\bar{X}$ C	463,0 ^a	440,9 ^b	441,5 ^b	425,3 ^c		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvrti otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

U SM američke populacije lucerke je kontinuirano smanjivanje ustanovljeno u prvom otkosu od 561,8 do 384,4 g kg⁻¹ CP, i u četvrtom otkosu od 515,8 do 342,8 g kg⁻¹ CP. U drugom i trećem otkosu su zabeležene slične tendencije kao u prvom i trećem otkosu domaće sorte lucerke, smanjivanje količine B₂ frakcije do početka cvetanja, a potom povećanje. U SM ove sorte lucerke je u fazi kada je više od 50% biljaka bilo iscvetalo najveća vrednost B₂ frakcije sirovih proteina ustanovljena u trećem otkosu.

Dobijeni rezultati za sadržaj PB₂ frakcije u SM crvene deteline pokazuju sličnu tendenciju (Tabela 61).

Jedino se razlikuje prvi otkos tetraploidne sorte crvene deteline u kome je konstatovano kontinuirano smanjivanje ove frakcije sirovih proteina od 618,0 do 423,0

g kg⁻¹ CP. Najveće vrednosti su konstatovane u fenofazi butonizacije obe sorte crvene deteline, 666,7 g kg⁻¹ CP u tetraploidnoj i 656,3 g kg⁻¹ CP u diploidnoj sorti crvene deteline. Evidentno je da su u svim fazama razvića i otkosima približne vrednosti između ove dve sorte crvene deteline, ali se ipak mora istaći da su ustanovljene značajne statističke razlike na nivou $p < 0,01$.

Tabela 61. Sadržaj PB₂ frakcije proteina u SM crvene deteline, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃		
a ₁	b ₁	618,0 ^{A,b} ±1,3	551,2 ^{A,c} ±1,3	666,7 ^{A,a} ±0,9	612,0 ^a	
	b ₂	447,4 ^{B,a} ±0,4	429,5 ^{C,b} ±1,2	431,1 ^{C,b} ±2,3	436,0 ^c	
	b ₃	423,0 ^{C,c} ±0,6	527,9 ^{B,a} ±0,9	498,4 ^{B,b} ±0,4	483,1 ^b	510,4 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	496,1 ^c	502,9 ^b	532,1 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	602,5 ^{A,b} ±2,5	584,0 ^{A,c} ±1,7	656,3 ^{A,a} ±1,2	614,3 ^a	
	b ₂	399,4 ^{C,c} ±0,6	413,0 ^{C,b} ±0,4	456,7 ^{C,a} ±1,9	423,0 ^c	
	b ₃	445,3 ^{B,c} ±2,0	466,8 ^{B,b} ±1,3	560,5 ^{B,a} ±0,5	490,9 ^b	509,4 ^a
	$\bar{X}$ A ₂ C	482,4 ^c	487,9 ^b	557,8 ^a		$\bar{X}$ B
		610,3 ^{A,b}	567,6 ^{A,c}	661,5 ^{A,a}		613,1 ^a
	$\bar{X}$ BC	423,4 ^{C,b}	421,3 ^{C,b}	443,9 ^{C,a}		429,5 ^c
		434,2 ^{B,c}	497,4 ^{B,b}	529,5 ^{B,a}		487,0 ^b
	$\bar{X}$ C	489,3 ^c	495,4 ^b	545,0 ^a		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

U istraživanjima **Michaud et al. (2001)** PB₂ frakcija je u celoj biljci lucerke iznosila 49,4% CP; u listovima 62,5% CP i u stablu 40,5% CP. Na osnovu ovoga se može zaključiti da udeo lista u SM lucerke može značajno uticati na sadržaj B₂ frakcije sirovih proteina. Rezultati ovih istraživanja su u saglasnosti sa rezultatima **Griffin et al. (1994)** koji ukazuje da se sa rastom i razvićem leguminoznih biljaka smanjuje razgradivost proteina u sadejstvu sa smanjenjem CP i verovatno ostalih parametara kvaliteta.

Krawutschke et al. (2012) ističu da crvena detelina manje podleže proteolizi nego lucerka, što je povezano sa aktivnošću polifenoloksidaze u crvenoj detelini. Ovi autori su u svežoj masi crvene deteline ustanovili vrednosti za ovu frakciju sirovih proteina od 302,6 do 316,3 g kg⁻¹ CP, dok su u provenuloj masi ove vrednosti iznosile

od 321,5 do 335,4 g kg⁻¹ CP. U silaži crvene deteline su se ove vrednosti kretale od 258,0 do 263,0 g kg⁻¹ CP, košenoj iz prvog otkosa; 240,0 do 247,0 iz drugog otkosa i 251,0 do 274,0 g kg⁻¹ CP košenoj u trećem otkosu (**Grabber, 2009**).

Hoffman et al. (1993) takođe nalaze da se proteini lucerke brže razgrađuju u odnosu na proteine crvene deteline. Ustanovljena je negativna korelacija između razgradivosti SM lucerke i udela nerazgradivih proteina, što je u saglasnosti sa pretpostavkom da se nerazgrađeni proteini vezuju za ćelijski zid (**Sniffen et al., 1992**). Ovi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima **Yari et al. (2012)** koji iznose podatak da je PB₂ frakcija imala manje vrednosti u fazi početka cvetanja u odnosu na fazu butonizacije. Isti autori iznose podatak da je to najveća frakcija proteina, što je slično rezultatima koje su dobili **Sniffen et al. (1992)** i **Elizalde et al. (1999)**, dok **Yu et al. (2003)** nalaze da je najveća frakcija B₃. **Tremay et al. (2002)** su ustanovili da je udeo ove frakcije u prvom otkosu lucerke 494,0 g kg⁻¹ CP.

Iako se azot nastao razgradnjom proteina uključuje u biohemijske procese sinteze mikrobijalnog proteina, prekomerna degradacija dovodi do gubitaka azota zbog prekomerne sinteze amonijaka. **Broderick and Albrecht (1997)** su utvrdili da postoje značajna variranja u razgradivosti proteina između leguminoza. Ovo se delom može objasniti prisustvom kondenzovanih tanina u nekim biljnim vrstama koji utiču na smanjenje razgradivih proteina ili inhibiranjem proteaza (**Barry et al., 1986**). Pored toga što proteini leguminoza ne sadrže tanine, razlikuju se međusobno po osetljivosti na napad proteolitičkih enzima. Prema **NRC (2001)** proteini lucerke se intenzivno razgrađuju u buragu.

Tako, na primer silaža spremljena od crvene deteline u kojoj nisu detektovani tanini, sadrži manje neproteinskog azota u odnosu na silažu lucerke i žutog zvezdana u kome je zabeleženo prisustvo određene količine tanina (**Albrecht and Muck, 1991**). Brojna dosadašnja istraživanja na različitim leguminoznim vrstama su pokazala da su proteini crvene deteline manje razgradivi u odnosu na proteine lucerke i žutog zvezdana (**Broderick and Albrecht, 1997**).

Razgradnja proteina u buragu jeste bitan faktor koji utiče na efikasno iskorišćavanje azota u buragu. **NRC (2001)** preporučuje spravljanje obroka za mlečne

krave sa oko 35% nerazgradivih proteina. Obrocima koji se zasnivaju na kabastoj hrani koja sadrži manje od 30% nerazgradivih proteina moraju se dodavati suplementi čiji su proteini rezistentni na razgradnju.

Optimalni odnos proteina razgradivih i nerazgradivih u buragu i povećanje svarljivosti SM jesu dva najvažnija kriterijuma za poboljšanje kvaliteta leguminoza. **Broderick (1993)** iznosi podatak da je udeo proteina nerazgradivih u buragu veći u listu nego u stablu, i da udeo ovih proteinskih frakcija varira u zavisnosti od vrste i genotipa. Zato što se dve trećine proteina nalazi u listu, ovi autori su zaključili da selekcija na osnovu proteina lista može da da mnogo bolje rezultate. Pored toga, genetička varijabilnost udela list/stablo između genotipova može takođe da utiče na udeo proteina nerazgradivih u buragu u celoj biljci leguminoza.

6.7.5. PB₃ frakcija proteina

Frakcija B₃ predstavlja proteine koji su vezani za ćelijski zid sa niskom stopom degradacije od 0,06 do 0,55% h⁻¹. Rezultati za ovu frakciju sirovih proteina u SM lucerke su prikazani u tabeli 62.

U SM domaće sorte lucerke ustanovljena je pravilnost u promenama udela B₃ frakcije proteina u ukupnoj količini sirovih proteina. U prva tri otkosa sorte K-28 ustanovljeno je kontinuirano smanjivanje sadržaja ove frakcije, od 48,2 do 10,4 g kg⁻¹ CP u prvom, od 49,3 do 13,9 g kg⁻¹ CP u drugom i od 64,9 do 13,0 g kg⁻¹ CP u trećem otkosu. Međutim, u četvrtom otkosu je konstatovana potpuno suprotna tendencija promena. U ovom otkosu se udeo B₃ frakcije kontinuirano povećavao od 17,2 do 111,1 g kg⁻¹ CP što može biti posledica intenzivne sinteze strukturnih ugljenih hidrata i umrežavanja proteina sa polisaharidima ćelijskog zida. Najveća vrednost u fenofazi butonizacije ustanovljena je u trećem otkosu (64,9 g kg⁻¹ CP), a najmanja kada su biljke bile iscvetale više od 50% u trećem otkosu (10,4 g kg⁻¹ CP).

U SM američke populacije lucerke se u prvom i četvrtom otkosu od faze butonizacije do početka cvetanja udeo ove frakcije povećavao, a zatim se sa daljim napredovanjem razvika smanjivao. U drugom i trećem otkosu je, međutim ustanovljena

suprotna tendencija. Konstatovano je smanjivanje količine ove frakcije od fenofaze butonizacije do početka cvetanja, a potom se količina ove frakcije povećavala. Evidentno je da je u fazi kada su biljke imale više od 50% cveta najveća vrednost ustanovljena u trećem otkosu (33,4 g kg⁻¹ CP), a najmanja u četvrtom otkosu (16,0 g kg⁻¹ CP).

Tabela 62. Sadržaj PB₃ frakcije proteina u SM lucerke, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos				$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃	c ₄		
a ₁	b ₁	48,2^{A,b} ±0,2	49,3^{A,b} ±1,1	64,9^{A,a} ±1,2	17,2^{C,c} ±1,3	44,9 ^a	
	b ₂	22,2^{B,b} ±0,9	20,7^{B,b} ±0,6	19,2^{B,b} ±0,6	64,0^{B,a} ±0,9	31,5 ^c	
	b ₃	10,4^{C,c} ±0,5	13,9^{C,b} ±0,5	13,0^{C,b} ±0,5	111,1^{A,a} ±1,1	37,1 ^b	37,8 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	26,9 ^c	28,0 ^c	32,4 ^b	64,1 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	8,5^{C,c} ±0,6	36,1^{A,b} ±0,7	54,2^{A,a} ±0,7	38,8^{B,b} ±0,5	34,4 ^a	
	b ₂	26,5^{A,b} ±0,9	19,4^{B,c} ±0,9	16,7^{C,c} ±0,7	46,5^{A,a} ±0,7	27,3 ^b	
	b ₃	23,0^{B,b} ±0,4	21,7^{B,b} ±1,5	33,4^{B,a} ±1,8	16,0^{C,c} ±0,2	23,5 ^c	28,4 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	19,3 ^c	25,7 ^b	34,8 ^a	33,8 ^a		$\bar{X}$ B
		28,4 ^{A,c}	42,7 ^{A,b}	59,6 ^{A,a}	28,0 ^{C,c}		39,7 ^a
		$\bar{X}$ BC	24,4 ^{B,b}	20,1 ^{B,c}	18,0 ^{C,c}	55,3 ^{B,a}	29,4 ^b
			16,7 ^{C,c}	17,8 ^{B,c}	23,2 ^{B,b}	63,6 ^{A,a}	30,3 ^b
		$\bar{X}$ C	23,1 ^d	26,9 ^c	33,6 ^b	48,9 ^a	

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvri otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Analizom varijanse konstatovane su veoma značajne razlike između sorti i otkosa, kao i njihovih interakcija.

Za tetraploidnu sortu crvene deteline se uopšteno može reći da je dolazilo do povećanja ove frakcije sirovih proteina (Tabela 63), ali je kontinuirano povećanje ustanovljeno samo u prvom otkosu od 30,8 do 114,7 g kg⁻¹ CP.

Ni u SM diploidne sorte crvene deteline nije bilo moguće utvrditi jasne tendencije promena sadržaja B₃ frakcije sirovih proteina. Potrebno je samo istaći, da je u prvom otkosu od faze butonizacije do početka cvetanja sadržaj ove frakcije sirovih proteina povećan više od 5 puta, što se nije dogodilo ni u jednom drugom otkosu.

Ustanovljene su veoma značajne razlike između sorti, faza razvića i otkosa, kao i njihovih interakcija.

Tabela 63. Sadržaj PB₃ frakcije proteina u SM crvene deteline, g kg⁻¹ CP ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃		
a ₁	b ₁	30,8 ^{C,a} ±1,0	33,5 ^{B,a} ±2,5	15,3 ^{B,b} ±0,2	26,5 ^c	
	b ₂	72,4 ^{B,b} ±1,7	31,4 ^{B,c} ±1,5	90,4 ^{A,a} ±1,0	64,7 ^b	
	b ₃	114,7 ^{A,a} ±1,2	41,1 ^{A,c} ±1,7	87,2 ^{A,b} ±0,8	81,0 ^a	57,4 ^b
$\bar{X}$ A ₁ C		72,6 ^a	35,3 ^c	64,3 ^b	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	35,0 ^{C,c} ±1,3	47,4 ^{B,a} ±2,4	40,4 ^{B,b} ±0,4	40,9 ^c	
	b ₂	198,9 ^{A,a} ±0,8	37,0 ^{C,c} ±1,7	72,9 ^{A,b} ±0,6	102,9 ^a	
	b ₃	76,9 ^{B,b} ±1,1	87,2 ^{A,a} ±1,8	41,8 ^{B,c} ±0,8	68,6 ^b	70,8 ^a
$\bar{X}$ A ₂ C		103,6 ^a	57,2 ^b	51,7 ^c		$\bar{X}$ B
$\bar{X}$ BC		32,9 ^{C,b}	40,5 ^{B,a}	27,9 ^{C,c}		33,7 ^c
		135,7 ^{A,a}	34,2 ^{C,c}	81,7 ^{A,b}		83,8 ^a
		95,8 ^{B,a}	64,2 ^{A,b}	64,5 ^{B,b}		74,8 ^b
$\bar{X}$ C		88,1 ^a	46,3 ^c	58,0 ^b		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos; A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Kako navode **Alzueta et al. (2001)** pored toga što se ova frakcija u buragu veoma sporo razlaže zato što je povezana sa ćelijskim zidom, veliki procenat ove frakcije se u buragu uopšte ne razloži. Frakcija B₃ inače predstavlja sirove proteine koji su nerastvorljivi u rastvoru neutralnog deterdženta, ali su rastvorljivi u rastvoru kiselog deterdženta. Promene koncentracije NDF različitih delova biljaka sa rastom i razvićem mogu dati objašnjenje za različite udele B₃ frakcije. Vrednosti za frakciju B₃ su obično veće u travama nego u leguminozama u istoj fazi razvića, a obično su niže u zelenoj masi nego u senu (**Sniffen et al., 1992; Agbossamey et al., 1998**).

Michaud et al. (2001) ističu da je faza razvića značajno uticala na sadržaj svih proteinskih frakcija i na B₃ frakciju u listovima lucerke. **Grabber (2009)** je pri proučavanju ovih frakcija u silaži crvene deteline utvrdio da se sadržaj B₃ frakcije u prvom otkosu kretao od 110,0 do 138,0 g kg⁻¹ CP, u drugom otkosu je imao konstantnu vrednost od 163 g kg⁻¹ CP, dok se u trećem otkosu smanjio od 172,0 do 162,0 g kg⁻¹

CP. U svežoj masi crvene deteline ove vrednosti su iznosile od 286,3 do 294,2 g kg⁻¹ CP, a u provenuloj od 246,6 do 259,1 g kg⁻¹ CP.

U istraživanjima **Yari et al. (2012)** od fenofaze rane butonizacije do fenofaze cvetanja lucerke ustanovljene su vrednosti B₃ frakcije od 358,0 do 366,0 g kg⁻¹ CP. Suprotno tome, rezultati **Yu et al. (2003)** pokazuju da se udeo ove frakcije u ukupnim proteinima smanjivao od 37,0 do 19,2% CP u SM sorte lucerke *Pioneer*, dok u SM sorte *Beaver* nije bila utvrđena jasna tendencija. Ovi autori ističu da veliki udeo B₃ frakcije ukazuje na to da je veliki udeo nerazgradivih proteina u hranivima. **Elizalde et al. (1999)** navode da ova frakcija u svežoj lucerki iznosi oko 3%. Objašnjenje za više vrednosti ove frakcije mogu se tražiti u uticaju temperature, količine padavina i prihrani đubrivima.

Aufrere et al. (1994) iznose podatak da je stablo sa većim udelom ćelijskih zidova i sadrži više nerazgradivih proteina od listova. Slično tome, **Chernay et al. (1992)** su utvrdili da je udeo proteina rastvorljivih u puferu veći u listu nego u stablu, i da je veći deo proteina lista razgradiv u fluidu buraga, dok sa proteinima stabla to nije slučaj. **Tremblay et al. (2002)** pak, iznose podatak da je udeo nerazgradivih proteina u listovima 10% veći u proleće i 15% u leto nego udeo nerazgradivih proteina u stablu. Isti autori ističu i da su ukupni nerazgradivi proteini u buragu u pozitivnoj korelaciji sa udelom lista u ukupnoj biljnoj masi.

6.7.6. PC frakcija proteina

Frakciju C čine proteini koji se ne rastvaraju u rastvoru kiselog deterdženta. Oni sadrže proteine koji su povezani sa ligninom, taninima i proizvodima Maillard-ove reakcije koji su visoko rezistentni na dejstvo mikrobioloških enzima i potpuno su nerazgradivi. S obzirom da ova frakcija proteina predstavlja proteine koji su nerastvorljivi u kiselom deterdžent rastvoru – ADICP, vrednosti, odnosno tendencije promena po otkosima i fazama razvića neće ponovo biti razmatrane.

Michaud et al. (2001) ističu da se frakcija C povećava sa rastom i razvićem biljaka što je u ovim istraživanjima i potvrđeno. Slične rezultate kao u ovim

istraživanjima dobili su i **Krawutschke et al. (2012)** koji su u svežoj masi crvene deteline ustanovili vrednosti za ovu frakciju proteina od 126,8 do 137,9 g kg⁻¹ CP. **Krawutschke et al. (2013)** takođe ističu da se sa napredovanjem faze razvića udeo C frakcije povećavao u ukupnim proteinima. Isti autori su ustanovili da se PC frakcija proteina povećavala uporedo sa povećanjem udela ADF, dok se sadržaj NFC smanjivao. Ovakva međuzavisnost između ispitivanih parametara je u istraživanjima ovih istraživača bila jače izražena u letnje-jesenjem periodu, nego u prolećnom. Međutim, u ovim istraživanjima nije ustanovljena međuzavisnost kao što navode ovi autori.

Hoffman et al. (1993) su pri ispitivanju lucerke i crvene deteline od kasne vegetativne faze do sredine cvetanja ustanovili vrednosti za ovu frakciju od 9,0 do 21,0% CP u lucerki, odnosno od 5,0 do 15,2% CP u crvenoj detelini. Navedeni podaci nisu u saglasnosti sa rezultatima iz ovih istraživanja, jer su veće vrednosti za ovu frakciju utvrđene u crvenoj detelini. Približne vrednosti rezultatima dobijenim u ovim istraživanjima je ustanovio **Yari et al. (2012)**, dok su vrednosti koje su konstatovali **Yu et al. (2003)** niže od vrednosti koje su utvrđene u ovim istraživanjima.

Ovi rezultati su još jednom potvrdili konstataciju da hranljiva vrednost lucerke i crvene deteline zavisi od sorte, faze razvića (**Elizalde et al., 1999; Yu et al., 2003; Coblentz et al., 2008; Yari et al., 2012**) i klimatskih uslova (**Van Soest, 1994**).

6.8. N:CHO i N:OM odnos u SM lucerke i crvene deteline

Proteini hraniva se dele na proteine razgradive u buragu i proteine nerazgradive u buragu, pri čemu razgradive proteine čine neproteinska jedinjenja i jednim delom pravi proteini. Pravi proteini se razlažu do peptida i aminokiselina i eventualno dezaminišu do amonijačnih jedinjenja ili inkorporiraju u mikrobijalne proteine. Kada je udeo razgradivih proteina veći nego što su to potrebe ruminalnih mikroorganizama, proteini se razlažu do amonijaka, apsorbuju, metabolišu u jetri i izlučuju urinom u spoljašnju sredinu. Balansiranje proteina razgradivih i nerazgradivih u buragu i efikasno iskorišćavanje azota jeste jedan od glavnih izazova u ishrani preživala, kako bi se azot što efikasnije iskoristio i kako bi se smanjili gubici azota (Tamminga, 1996).

Rezultati ovih istraživanja pokazuju da se količina azota ($\text{g N kg}^{-1} \text{ CHO}$) smanjuje sa rastom i razvićem biljaka lucerke i crvene deteline (Tabela 64 i 65).

Tabela 64. N:CHO u SM lucerke, $\text{g N kg}^{-1} \text{ CHO}$ ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Otkos							
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	$\bar{X} \text{ A}_1\text{B}$	$\bar{X} \text{ A}_1$
a ₁	b ₁	47,1 ^{A,d} ±0,3	49,4 ^{A,c} ±0,2	50,8 ^{A,b} ±0,2	54,4 ^{A,a} ±0,2	50,4 ^a	
	b ₂	35,2 ^{B,c} ±0,2	40,5 ^{B,b} ±0,2	40,9 ^{B,b} ±0,2	52,2 ^{B,a} ±0,2	42,2 ^b	
	b ₃	32,3 ^{C,c} ±0,2	33,2 ^{C,c} ±0,2	38,7 ^{C,b} ±0,1	49,4 ^{C,a} ±0,2	38,4 ^c	43,7 ^b
	$\bar{X} \text{ A}_1\text{C}$	38,2 ^d	41,0 ^c	43,5 ^b	52,0 ^a	$\bar{X} \text{ A}_2\text{B}$	$\bar{X} \text{ A}_2$
a ₂	b ₁	46,9 ^{A,d} ±0,4	52,0 ^{A,b} ±0,4	50,4 ^{A,c} ±0,2	61,2 ^{A,a} ±0,1	52,6 ^a	
	b ₂	40,1 ^{B,d} ±0,3	45,7 ^{B,b} ±0,3	44,4 ^{B,c} ±0,2	52,8 ^{B,a} ±0,2	45,8 ^b	
	b ₃	38,0 ^{C,c} ±0,3	33,8 ^{C,d} ±0,2	44,3 ^{B,b} ±0,1	50,2 ^{C,a} ±0,4	41,6 ^c	46,7 ^a
	$\bar{X} \text{ A}_2\text{C}$	41,7 ^d	43,8 ^c	46,4 ^b	54,7 ^a		$\bar{X} \text{ B}$
		47,0 ^{A,c}	50,7 ^{A,b}	50,6 ^{A,b}	57,8 ^{A,a}		51,5 ^a
	$\bar{X} \text{ BC}$	37,7 ^{B,c}	43,1 ^{B,b}	42,7 ^{B,b}	52,5 ^{B,a}		44,0 ^b
		35,2 ^{C,c}	33,5 ^{C,d}	41,5 ^{C,b}	49,8 ^{C,a}		40,0 ^c
	$\bar{X} \text{ C}$	39,9 ^d	42,4 ^c	44,9 ^b	53,4 ^a		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvri otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Posmatrano po otkosima, ove vrednosti se povećavaju od prvog do četvrtog otkosa lucerke, odnosno od prvog do trećeg otkosa crvene deteline. Faza razvića, otkos,

kao i sorta su značajno uticali na sadržaj azota u ukupnoj količini ugljenih hidrata u SM lucerke i crvene deteline.

Tabela 65. N:CHO u SM crvene deteline, g N kg⁻¹ CHO ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Sorta	Faza	Otkos			$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
		c ₁	c ₂	c ₃		
A ₁	b ₁	42,6^{A,c} ±0,4	50,2^{A,b} ±0,2	51,9^{A,a} ±0,4	48,2 ^a	
	b ₂	36,9^{B,c} ±0,1	38,6^{B,b} ±0,2	47,1^{B,a} ±0,2	40,9 ^b	
	b ₃	32,9^{C,c} ±0,2	38,7^{B,b} ±0,1	40,4^{C,a} ±0,1	37,3 ^c	42,1 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	37,5 ^c	42,5 ^b	46,5 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
A ₂	b ₁	36,6^{A,c} ±0,3	47,1^{A,b} ±0,3	54,0^{A,a} ±0,3	45,9 ^a	
	b ₂	33,4^{B,c} ±0,2	37,9^{B,b} ±0,3	46,7^{B,a} ±0,3	39,3 ^b	
	b ₃	29,3^{C,c} ±0,2	34,7^{C,b} ±0,3	42,3^{C,a} ±0,1	35,4 ^c	40,2 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	33,1 ^c	39,9 ^b	47,7 ^a		$\bar{X}$ B
		39,6 ^{A,c}	48,7 ^{A,b}	53,0 ^{A,a}		47,1 ^a
	$\bar{X}$ BC	35,2 ^{B,c}	38,3 ^{B,b}	46,9 ^{B,a}		40,1 ^b
		31,1 ^{C,c}	36,7 ^{C,b}	41,4 ^{C,a}		36,4 ^c
	$\bar{X}$ C	35,3 ^c	41,2 ^b	47,1 ^a		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos; A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Ista tendencija je ustanovljena i za sadržaj azota u ukupnoj količini organske materije lucerke i crvene deteline (Tabela 66 i 67). Takođe su najveće vrednosti ustanovljene u četvrtom otkosu lucerke, odnosno u trećem otkosu crvene deteline. Analizom varijanse su ustanovljene veoma značajne razlike između ispitivanih sorti, otkosa i faza razvića, kao i njihovih interakcija sorta × faza, sorta × otkos i faza × otkos.

Optimalan odnos N:CHO i N:OM za mikrobijalni rast u buragu bi trebao biti oko 32 g N kg⁻¹ CHO (Sinclair *et al.*, 1991) i 25 g N kg⁻¹ OM (Czerkawski *et al.*, 1986), redom. U saglasnosti sa rezultatima koje su objavili Yu *et al.* (2004) rezultati ovih istraživanja pokazuju da lucerka i crvena detelina sadrže veću količinu azota u ukupnoj količini ugljenih hidrata i organske materije u svim ispitivanim fazama razvića. Nije neophodno samo da ovaj odnos između dostupnog azota i ugljenih hidrata, odnosno organske materije bude optimalan, već ovaj odnos mora biti

sinhronizovan kako bi obezbedio efikasan rast populacija mikroorganizama i smanjio gubitke azota u buragu (Tamminga *et al.*, 1990; Yu *et al.*, 2004)

Tabela 66. N:OM u SM lucerke, g N kg⁻¹ OM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Otkos							
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	34,8 ^{A,d} ±0,1	35,5 ^{A,c} ±0,1	37,5 ^{A,b} ±0,1	38,5 ^{A,a} ±0,1	36,6 ^a	
	b ₂	27,7 ^{B,c} ±0,1	31,1 ^{B,b} ±0,1	31,6 ^{B,b} ±0,2	37,4 ^{B,a} ±0,1	32,0 ^b	
	b ₃	25,7 ^{C,d} ±0,1	27,0 ^{C,c} ±0,2	29,9 ^{C,b} ±0,1	35,9 ^{C,a} ±0,1	29,6 ^c	32,7 ^b
	$\bar{X}$ A ₁ C	29,4 ^d	31,2 ^c	33,0 ^b	37,3 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	34,8 ^{A,c} ±0,2	36,9 ^{A,b} ±0,2	37,2 ^{A,b} ±0,1	41,8 ^{A,a} ±0,1	37,7 ^a	
	b ₂	30,8 ^{B,d} ±0,2	34,6 ^{B,b} ±0,2	33,5 ^{B,c} ±0,1	37,8 ^{B,a} ±0,1	34,2 ^b	
	b ₃	29,4 ^{C,c} ±0,2	27,3 ^{C,d} ±0,1	33,3 ^{B,b} ±0,1	36,0 ^{C,a} ±0,2	31,5 ^c	34,5 ^a
	$\bar{X}$ A ₂ C	31,7 ^d	32,9 ^c	34,7 ^b	38,5 ^a		$\bar{X}$ B
	$\bar{X}$ BC	34,8 ^{A,d}	36,2 ^{A,c}	37,4 ^{A,b}	40,2 ^{A,a}		37,1 ^a
		29,3 ^{B,c}	32,9 ^{B,b}	32,6 ^{B,b}	37,6 ^{B,a}		33,1 ^b
		27,6 ^{C,c}	27,2 ^{C,d}	31,6 ^{C,b}	36,0 ^{C,a}		30,6 ^c
	$\bar{X}$ C	30,5 ^d	32,1 ^c	33,8 ^b	37,9 ^a		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvrti otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Tabela 67. N:OM u SM crvene deteline, g N kg⁻¹ OM ($\bar{X} \pm \text{SEM}$)

Otkos							
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁	
a ₁	b ₁	31,7 ^{A,c} ±0,2	36,6 ^{A,b} ±0,1	37,7 ^{A,a} ±0,2	35,3 ^a		
	b ₂	28,5 ^{B,c} ±0,1	30,3 ^{B,b} ±0,1	34,3 ^{B,a} ±0,1	31,0 ^b		
	b ₃	25,6 ^{C,c} ±0,2	30,0 ^{B,b} ±0,1	30,5 ^{C,a} ±0,1	28,7 ^c	31,7 ^a	
	$\bar{X}$ A ₁ C	28,6 ^c	32,3 ^b	34,2 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂	
a ₂	b ₁	28,3 ^{A,c} ±0,2	34,9 ^{A,b} ±0,2	38,8 ^{A,a} ±0,2	34,0 ^a		
	b ₂	26,1 ^{B,c} ±0,1	29,8 ^{B,b} ±0,2	34,0 ^{B,a} ±0,2	30,0 ^b		
	b ₃	23,3 ^{C,c} ±0,1	27,6 ^{C,b} ±0,2	32,0 ^{C,a} ±0,0	27,6 ^c	30,5 ^b	
	$\bar{X}$ A ₂ C	25,9 ^c	30,8 ^b	34,9 ^a		$\bar{X}$ B	
	$\bar{X}$ BC	30,0 ^{A,c}	35,8 ^{A,b}	38,3 ^{A,a}			34,7 ^a
		27,3 ^{B,c}	30,1 ^{B,b}	34,2 ^{B,a}			30,5 ^b
		24,5 ^{C,c}	28,8 ^{C,b}	31,3 ^{C,a}			28,2 ^c
	$\bar{X}$ C	27,3 ^c	31,5 ^b	34,6 ^a			

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Mikrobijalni proteini koji se sintetišu u buragu predstavljaju većinu proteina koji stižu do tankih creva i čine 50-80% apsorbovanih proteina (**Storm and Ørskov, 1983**). Ukupna količina mikrobijalnih proteina koja prolazi do tankih creva zavisi od dostupnosti nutrijenata i efikasnog iskorišćavanja hranljivih elemenata od strane ruminalnih bakterija. Dakle, metabolizam azota u buragu se može podeliti na dva procesa: razgradnja proteina koji predstavljaju izvor azota za mikroorganizme i mikrobiološka sinteza proteina.

Brojna su istraživanja u kojima je proučavan metabolizam azota u buragu (**Clark et al., 1992; Stern et al., 1994; Jouany, 1996; Firkins et al., 1998; Dewhurst et al., 2000**). Osnovni faktori koji utiču na mikrobiološku degradaciju proteina zavise od vrste proteina, interakcija sa ostalim komponentama hrane (uglavnom ugljenim hidratima) i populacija mikroorganizama u buragu.

Adekvatno balansiranje azota i ugljenih hidrata u obrocima za preživare se može izražavati i na osnovu odnosa PA:CA, odnosno PB:CB i PC:CC.

U ovim istraživanjima su dobijene izuzetno visoke vrednosti za odnos PA:CA u SM lucerke, u sva četiri otkosa. Može se reći da je nešto povoljniji odnos u prvom otkosu, ali s obzirom da ovu frakciju proteina čine uglavnom neproteinska jedinjenja koja se veoma brzo razlažu u buragu, ovako visoke vrednosti će neminovno dovesti do neefikasnog iskorišćavanja azota u organizmu preživara.

Yari et al. (2012) su u drugom otkosu lucerke, u fazama rane butonizacije, kasne butonizacije i ranog cvetanja lucerke ustanovili PA:CA odnos 83; 73 i 56 g N (PA) kg⁻¹ CA, redom.

Slične vrednosti za PA:CA odnos koje su dobili **Yari et al. (2012)** ustanovljene su u ovim istraživanjima u SM crvene deteline, u prvom otkosu tetraploidne i prvom i drugom otkosu diploidne sorte crvene deteline. U trećoj fazi razvića tetraploidne sorte crvene deteline (kada su biljke imale više od 50% cveta) ovaj odnos je najbliži vrednostima koje su ustanovljene u istraživanjima **Yari et al. (2012)**.

Tabela 68. PA:CA, g N (PA) kg⁻¹ CA u SM lucerke

Otkos							
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	147,3 ^{A,c} ±3,0	208,4 ^{A,b} ±6,5	306,8 ^{A,a} ±7,5	194,2 ^{B,b} ±8,6	214,2 ^a	
	b ₂	129,4 ^{AB,c} ±0,7	217,0 ^{A,b} ±4,4	243,3 ^{C,a} ±0,8	221,1 ^{A,ab} ±6,7	202,7 ^{ab}	
	b ₃	117,3 ^{B,d} ±4,3	169,4 ^{B,c} ±5,6	279,5 ^{B,a} ±4,0	217,4 ^{AB,b} ±7,1	195,9 ^b	204,3 ^b
	$\bar{X}$ A ₁ C	131,3 ^c	198,3 ^b	276,5 ^a	210,9 ^b	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₂	b ₁	171,6 ^{A,b} ±1,6	151,3 ^{B,b} ±0,7	209,1 ^{C,a} ±2,3	198,5 ^{C,a} ±0,2	182,6 ^c	
	b ₂	180,1 ^{A,c} ±1,5	197,2 ^{A,c} ±3,8	436,7 ^{A,a} ±21	344,3 ^{A,b} ±5,7	289,6 ^a	
	b ₃	129,2 ^{B,b} ±1,7	147,4 ^{B,b} ±6,9	274,5 ^{B,a} ±0,2	297,1 ^{B,a} ±6,0	212,1 ^b	228,1 ^a
	$\bar{X}$ A ₂ C	160,3 ^c	165,3 ^c	306,8 ^a	280,0 ^b		$\bar{X}$ B
		159,5 ^{A,c}	179,9 ^{B,b}	258,0 ^{C,a}	196,4 ^{C,b}		198,4 ^b
	$\bar{X}$ BC	154,8 ^{A,d}	207,1 ^{A,c}	340,0 ^{A,a}	282,7 ^{A,b}		246,1 ^a
		123,3 ^{B,d}	158,4 ^{C,c}	277,0 ^{B,a}	257,3 ^{B,b}		204,0 ^b
	$\bar{X}$ C	145,8 ^d	181,8 ^c	291,7 ^a	245,4 ^b		

a₁-K 28; a₂-G+13R+CZ; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvrti otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

 Tabela 69. PA:CA, g N (PA) kg⁻¹ CA u SM crvene deteline

Otkos						
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	78,5 ^{A,b} ±0,7	111,8 ^{A,a} ±1,0	112,1 ^{B,a} ±4,2	100,8 ^b	
	b ₂	79,3 ^{A,c} ±1,2	116,6 ^{A,b} ±0,6	128,2 ^{A,a} ±1,1	108,0 ^a	
	b ₃	52,4 ^{B,a} ±0,9	44,1 ^{B,b} ±0,5	57,8 ^{C,a} ±1,2	51,4 ^c	86,8 ^{ny}
	$\bar{X}$ A ₁ C	70,1 ^c	90,8 ^b	99,4 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	72,6 ^{A,c} ±3,2	88,0 ^{A,b} ±2,0	123,4 ^{A,a} ±0,5	94,7 ^a	
	b ₂	51,8 ^{B,b} ±0,9	93,7 ^{A,a} ±1,1	96,2 ^{B,a} ±0,4	80,6 ^b	
	b ₃	48,2 ^{B,c} ±0,6	77,7 ^{B,b} ±0,1	125,7 ^{A,a} ±3,9	83,9 ^b	86,4 ^{ny}
	$\bar{X}$ A ₂ C	57,5 ^c	86,5 ^b	115,1 ^a		$\bar{X}$ B
		75,6 ^{A,c}	99,9 ^{B,b}	117,8 ^{A,a}		97,7 ^a
	$\bar{X}$ BC	65,6 ^{B,c}	105,2 ^{A,b}	112,2 ^{B,a}		94,3 ^b
		50,3 ^{C,c}	60,9 ^{C,b}	91,8 ^{C,a}		67,7 ^c
	$\bar{X}$ C	63,8 ^c	88,7 ^b	107,2 ^a		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Tabela 70. PB:CB, g N (PB) kg⁻¹ CB u SM lucerke

Otkos							
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	43,9 ^{A,c} ±0,2	40,4 ^{A,d} ±0,2	48,1 ^{A,a} ±0,5	46,0 ^{NZ,b} ±0,7	44,6 ^a	
	b ₂	27,9 ^{B,c} ±0,1	28,2 ^{C,c} ±0,7	35,5 ^{B,b} ±0,2	45,7 ^{NZ,a} ±0,3	34,3 ^b	
	b ₃	28,1 ^{B,c} ±0,3	29,8 ^{B,b} ±0,1	28,3 ^{C,bc} ±0,1	44,8 ^{NZ,a} ±0,1	32,8 ^c	37,2 ^b
	$\bar{X}$ A ₁ C	33,3 ^c	32,8 ^c	37,3 ^b	45,5 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	39,3 ^{A,c} ±0,3	54,6 ^{A,b} ±0,8	54,4 ^{A,b} ±0,8	61,2 ^{A,a} ±0,3	52,4 ^a	
	b ₂	28,9 ^{C,c} ±0,1	32,4 ^{B,b} ±0,2	28,3 ^{C,c} ±0,6	40,3 ^{B,a} ±0,4	32,5 ^c	
	b ₃	33,2 ^{B,b} ±0,7	32,5 ^{B,b} ±0,2	41,9 ^{B,a} ±0,2	33,3 ^{C,b} ±0,4	35,2 ^b	40,0 ^a
	$\bar{X}$ A ₂ C	33,8 ^d	39,8 ^c	41,5 ^b	44,9 ^a		$\bar{X}$ B
		41,6 ^{A,d}	47,5 ^{A,c}	51,3 ^{A,b}	53,6 ^{A,a}		48,5 ^a
	$\bar{X}$ BC	28,4 ^{C,d}	30,3 ^{B,c}	31,9 ^{C,b}	43,0 ^{B,a}		33,4 ^c
		30,7 ^{B,d}	31,2 ^{B,c}	35,1 ^{B,b}	39,1 ^{C,a}		34,0 ^b
	$\bar{X}$ C	33,6 ^d	36,3 ^c	39,4 ^b	45,2 ^a		

a₁-K 28; a₂-G+13R+C2; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvrti otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Tabela 71. PB:CB, g N (PB) kg⁻¹ CB u SM crvene deteline

Otkos						
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	38,0 ^{A,c} ±0,4	40,7 ^{A,b} ±0,2	51,2 ^{A,a} ±0,2	43,3 ^a	
	b ₂	30,7 ^{B,b} ±0,1	24,9 ^{B,c} ±0,1	42,2 ^{C,a} ±0,2	32,6 ^c	
	b ₃	30,3 ^{B,c} ±0,4	40,6 ^{A,b} ±0,4	44,4 ^{B,a} ±0,5	38,4 ^b	38,1 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	33,0 ^c	35,4 ^b	45,9 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	34,0 ^{A,c} ±0,4	45,3 ^{A,b} ±0,9	53,2 ^{A,a} ±0,8	44,2 ^a	
	b ₂	29,9 ^{B,c} ±0,5	32,3 ^{B,b} ±0,3	47,1 ^{B,a} ±0,8	36,4 ^b	
	b ₃	23,6 ^{C,c} ±0,3	29,3 ^{C,b} ±0,2	39,5 ^{C,a} ±0,7	30,8 ^c	37,1 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	29,2 ^c	35,6 ^b	46,6 ^a		$\bar{X}$ B
		36,0 ^{A,c}	43,0 ^{A,b}	52,2 ^{A,a}		43,7 ^a
	$\bar{X}$ BC	30,3 ^{B,b}	28,6 ^{C,c}	44,7 ^{B,a}		34,5 ^b
		27,0 ^{C,c}	35,0 ^{B,b}	42,0 ^{C,a}		34,6 ^b
	$\bar{X}$ C	31,1 ^c	35,5 ^b	46,3 ^a		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Tabela 72. PC:CC, g N (PC) kg⁻¹ CC u SM lucerke

Otkos							
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	10,6 ^{B,c} ±0,2	14,3 ^{A,b} ±0,3	8,4 ^{B,d} ±0,2	19,1 ^{A,a} ±0,4	13,1 ^a	
	b ₂	11,7 ^{B,a} ±0,1	9,9 ^{B,b} ±0,2	8,8 ^{B,c} ±0,5	10,5 ^{B,b} ±0,4	10,2 ^c	
	b ₃	12,1 ^{A,a} ±0,2	10,3 ^{B,b} ±0,2	10,8 ^{A,b} ±0,2	10,9 ^{B,b} ±0,3	11,0 ^b	11,5 ^b
	$\bar{X}$ A ₁ C	11,5 ^b	11,5 ^b	9,3 ^c	13,5 ^a	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	16,9 ^{A,a} ±0,4	7,7 ^{C,d} ±0,2	11,8 ^{A,c} ±0,2	15,6 ^{A,b} ±0,1	13,0 ^a	
	b ₂	17,0 ^{A,a} ±0,4	15,8 ^{A,a} ±0,3	6,5 ^{B,c} ±0,1	12,7 ^{B,b} ±0,2	13,0 ^a	
	b ₃	13,0 ^{B,a} ±0,3	13,4 ^{B,a} ±0,4	6,1 ^{B,c} ±0,1	10,6 ^{C,b} ±0,1	10,8 ^b	12,3 ^a
	$\bar{X}$ A ₂ C	15,6 ^a	12,3 ^b	8,1 ^c	13,0 ^b		$\bar{X}$ B
		13,8 ^{A,b}	11,0 ^{C,c}	10,1 ^{A,d}	17,4 ^{A,a}		13,1 ^a
	$\bar{X}$ BC	14,4 ^{A,a}	12,9 ^{A,b}	7,7 ^{C,d}	11,6 ^{B,c}		11,6 ^b
		12,6 ^{B,a}	11,9 ^{B,a}	8,5 ^{B,c}	10,8 ^{C,b}		10,9 ^c
	$\bar{X}$ C	13,6 ^a	11,9 ^b	8,7 ^c	13,2 ^a		

a₁-K 28; a₂-G+13R+C2; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; c₄-četvrti otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c, d – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Tabela 73. PC:CC, g N (PC) kg⁻¹ CC u SM crvene deteline

Otkos						
Sorta	Faza	c ₁	c ₂	c ₃	$\bar{X}$ A ₁ B	$\bar{X}$ A ₁
a ₁	b ₁	27,2 ^{A,c} ±0,4	46,8 ^{A,a} ±3,6	28,3 ^{A,b} ±1,4	34,1 ^a	
	b ₂	18,9 ^{B,c} ±1,0	37,9 ^{B,a} ±0,2	22,1 ^{B,b} ±0,1	26,3 ^b	
	b ₃	22,6 ^{B,b} ±0,7	28,3 ^{C,a} ±1,3	18,9 ^{B,c} ±0,9	23,3 ^c	27,9 ^a
	$\bar{X}$ A ₁ C	22,9 ^b	37,7 ^a	23,1 ^b	$\bar{X}$ A ₂ B	$\bar{X}$ A ₂
a ₂	b ₁	24,5 ^{B,nz} ±0,3	25,0 ^{A,nz} ±0,1	27,5 ^{A,nz} ±0,2	25,7 ^a	
	b ₂	25,9 ^{B,nz} ±0,5	25,0 ^{A,nz} ±0,3	23,3 ^{B,nz} ±0,2	24,7 ^a	
	b ₃	32,7 ^{A,a} ±0,1	18,8 ^{B,b} ±0,3	13,1 ^{C,c} ±0,2	21,5 ^b	24,0 ^b
	$\bar{X}$ A ₂ C	27,7 ^a	22,9 ^b	21,3 ^b		$\bar{X}$ B
		25,9 ^{A,b}	35,9 ^{A,a}	27,9 ^{A,b}		29,9 ^a
	$\bar{X}$ BC	22,4 ^{B,b}	31,5 ^{B,a}	22,7 ^{B,b}		25,5 ^b
		27,7 ^{A,a}	23,6 ^{C,b}	16,0 ^{C,c}		22,4 ^c
	$\bar{X}$ C	25,3 ^b	30,3 ^a	22,2 ^c		

a₁-K 32; a₂-K 39; b₁-sredina butonizacije; b₂-10-15% cveta; b₃-50-60% cveta; c₁-prvi otkos; c₂-drugi otkos; c₃-treći otkos; a, b, c-značajnost između aritmetičkih sredina po Fisher-ovom testu na nivou od 99%; za interakciju faza × otkos i sorta × faza × otkos: A, B, C-značajnost između aritmetičkih sredina različitih faza u istom otkosu; a, b, c – značajnost između aritmetičkih sredina istih faza u različitim otkosima; $\bar{X}$ – srednja vrednost; SEM – standardna greška srednje vrednosti

Nešto povoljniji odnos je ustanovljen za frakcije proteina i ugljenih hidrata srednje razgradivosti, PB:CB, i može se konstatovati da su rezultati dobijeni u ovim istraživanjima u saglasnosti sa rezultatima koje su objavili **Yari et al. (2012)**, od 44 do 28 g N kg⁻¹ CB. Najveće vrednosti konstatovane su u prvoj fazi razvića lucerke – sredina butonizacije u sva četiri otkosa. Američka populacija lucerke se u istoj fazi razvića odlikovala značajno većim vrednostima za PB:CB odnos, osim u prvom otkosu.

Slične vrednosti su dobijene i u SM crvene deteline. Ustanovljena je tendencija smanjivanja sa rastom i razvićem biljaka, dok je uticaj otkosa potpuno suprotan. Od prvog do trećeg otkosa se PB:CB odnos povećavao u obe ispitivane sorte crvene deteline.

Nije bilo moguće odrediti jasan uticaj otkosa i faze razvića biljaka na odnos PC:CC u SM lucerke. Međutim, treba istaći da su dobijene vrednosti najpribližnije rezultatima koje su dobili **Yari et al., (2012)**.

U SM crvene deteline je ovaj odnos značajno nepovoljniji, jer su vrednosti 2-3 puta veće u odnosu na SM lucerke. Osim u prvom otkosu obe ispitivane sorte crvene deteline, odnos PC:CC se smanjivao sa rastom i razvićem crvene deteline.

Rastvorljivost proteina je glavni faktor od koga zavisi efikasnost aktivnosti mikrobijalnih proteaza, a samim tim i razgradivost proteina. Prolamini i glutelini su nerastvorni i slabo razgradivi, ali su globulini rastvorljivi i veoma se brzo razgrađuju (**Romagnolo et al., 1994**).

Struktura proteina je takođe veoma važna. Neki albumini su rastvorljivi, ali sadrže disulfidne veze, koje ih zbog toga čine manje razgradivim u buragu. Postojanje veza unutar i između peptidnih lanaca (tercijarna i kvaternarna struktura) ima veoma važnu ulogu u degradaciji proteina. Pored toga, pojedine peptidne veze su rezistentnije na razgradnju, tako da se dipeptidi izgrađeni od lizina i prolina 5 puta sporije razgrađuju u buragu od dipeptida lizin-alanin, a dipeptid izgrađen od prolina i metionina se 2,5 puta sporije razgrađuje od dipeptida metionin-alanin (**Yang and Russell, 1992**).

Bakterije koriste ugljene hidrate i proteine kao izvore energije. Ugljeni hidrati su glavni izvor energije za bakterije, iako oni mogu biti iskorišćeni za sintezu proteina u kombinaciji sa amonijakom. Mikrobiološka sinteza proteina, dakle, zavisi od toga da li je obezbeđen dovoljan nivo i tip ugljenih hidrata kao izvor energije za sintezu peptidnih veza. Skrob i prosti šećeri koji lako fermentišu su mnogo efektivniji nego ostali ugljeni hidrati kao što je celuloza. Dosadašnja istraživanja su pokazala da povećanje količine lakofermentišućih šećera dovodi do smanjenja koncentracije amonijačnog azota u buragu zato što pospešuju iskorišćavanje azota od strane ruminálnih mikroorganizama. **Hoover and Stokes (1991)** su pokazali da za maksimalan rast mikroorganizama u buragu odnos NFC i razgradivih proteina treba da bude 2:1. Kada stopa razgradivosti proteina prelazi stopu fermentacije ugljenih hidrata velika količina amonijaka se ne iskoristi, tj. ostane neiskoristiva u vidu amonijaka, i s druge strane kada je brzina fermentacije ugljenih hidrata mnogo veća od brzine degradacije proteina, sinteza mikrobijalnih proteina se smanjuje (**Nocek and Russel, 1988**).

Mikroorganizmi koji razgrađuju strukturne ugljene hidrate (celulolitički) imaju niske energetske zahteve, rastu sporo i koriste amonijačni azot kao glavni izvor azota, dok mikroorganizmi koji razgrađuju nestrukturne ugljene hidrate imaju veće energetske potrebe, rastu brzo i koriste amonijačna jedinjenja, peptide i aminokiseline kao izvor azota (**Russell et al., 1992**).

Uz pretpostavku da mikroorganizmi transformišu dostupne peptide u mikrobijalne proteine sa efikasnošću od 80% (**Russell et al., 1983**) i da mikroorganizmi koji fermentišu NFC mogu da iskoriste 66% azota u obliku peptida, može se zaključiti da je za maksimalnu mikrobiološku sintezu proteina potrebno 1,2 g peptidnog azota po kilogramu organske materije. S druge strane, nizak pH fluida buraga je rezultat fermentacije velike količine organske materije. Kada se količina fermentisane organske materije povećava, mikrobiološka sinteza proteina se takođe povećava (**Hoover and Stokes, 1991**).

Adekvatan nivo ugljenih hidrata i azota, kao i ostali faktori koji imaju važnu ulogu u ishrani preživara su veoma važni za proces mikrobiološke sinteze proteina. S druge strane, visok nivo proteina mleka i rast cene hrane su doprineli da iskorišćavanje

azota zauzme centralno mesto pri balansiranju obroka. Ishrana mlečnih krava, uz suvišak sirovih proteina može prouzrokovati nepotrebno poskupljenje hrane, a da pri tom ne dolazi do proizvodnje veće količine mleka. Pored toga višak azota se izlučuje urinom, i to vrlo često u nestabilnoj formi (**Broderick, 2003**).

7. ZAKLJUČCI

Na osnovu ispitivanja uticaja sorte, faze iskorišćavanja i otkosa na parametre kvaliteta SM lucerke i crvene deteline, mogu se izvesti sledeći zaključci:

Domaća sorta lucerke je bila produktivnija u odnosu na američku populaciju lucerke ($p < 0,01$), ali sadrži veću količinu sirove celuloze, CHO, TESC, NDF, ADF, hemiceluloze, CB₃ frakcije ugljenih hidrata, TP, NDICP, PB₁ i PB₃ frakcije CP u odnosu na američku populaciju lucerke ($p < 0,01$). Tetraploidna i diploidna sorta crvene deteline se nisu međusobno razlikovale po prinosu SM, ali u SM tetraploidne sorte crvene deteline je ustanovljena veća količina CP, sirovih masti, TESC, NDF, hemiceluloze, CA i CB₃ frakcije ugljenih hidrata, NPN, SolP, ADICP, PA, PB₁ i PC frakcije CP, kao i veći odnos PB:CB i PC:CC ($p < 0,01$). Američka populacija lucerke i tetraploidna sorta crvene deteline se karakterišu boljom svarljivošću u odnosu na domaću sortu lucerke, K 28 i diploidnu sortu crvene deteline ($p < 0,01$). Nije ustanovljena statistička značajnost za sadržaj sirovih masti, NFC, CB₂ frakcije ugljenih hidrata, SolP i IP između ispitivanih sorti lucerke i za sadržaj BEM, lignina, CB₁ i CC frakcije ugljenih hidrata, PB₂ frakcije CP i odnos PA:CA između ispitivanih sorti crvene deteline.

Faza razvića nije uticala samo na sadržaj NFC i hemiceluloze u SM lucerke i BEM-a u SM crvene deteline. Sa rastom i razvićem lucerke prinos SM, količina sirove celuloze, CHO, NDF, lignina, CC frakcije ugljenih hidrata, ADICP, NDICP, PB₁ i PC frakcije sirovih proteina se povećala ($p < 0,01$), dok se sadržaj sirovog pepela, CP, CA, CB₁ i CB₃ frakcije ugljenih hidrata, NPN, svarljivost SM i PC:CC odnos smanjivao u SM lucerke ($p < 0,01$). U SM crvene deteline se sa napredovanjem faze razvića prinos SM i sadržaj sirove celuloze, CHO, TESC, NDF, ADF, lignina, CA frakcije ugljenih hidrata, ADICP i PC frakcije CP povećavao, dok se sadržaj sirovog pepela, CP, CB₁ frakcije ugljenih hidrata, NPN i odnos PA:CA i PC:CC, kao i svarljivost SM smanjivao ($p < 0,01$).

Od prvog do četvrtog otkosa lucerke se količina CP, PA i PB₃ frakcije CP i odnos PB:CB povećala ($p < 0,01$), dok se prinos SM i količina CHO i PB₂ frakcije CP smanjila ($p < 0,01$). Od prvog do trećeg otkosa crvene deteline se sadržaj sirovog pepela, CP, BEM, lignina, CB₁, CB₃ i CC frakcije ugljenih hidrata, TP, PB₁ i PB₂ frakcije CP i odnos PA:CA i PB:CB povećao ($p < 0,01$), dok se sadržaj sirove celuloze, CHO, TESC, NDF, hemiceluloze, CA frakcije ugljenih hidrata, NPN, NDICP i PA frakcije CP smanjio ($p < 0,01$).

Prinos SM lucerke i crvene deteline zavisio je od sva tri ispitivana faktora i njihovih interakcija. Domaća sorta lucerke, K-28, je značajno produktivnija u odnosu na američku populaciju lucerke. Ova istraživanja su potvrdila konstataciju da je prilagođenost sorte agroekološkim uslovima važan faktor. Maksimalan prinos i dobar kvalitet sorte K-28 se može postići kosidbom pet puta godišnje. Posmatrano po otkosima i fazama razvića, može se zaključiti da crvena detelina ne zaostaje za lucerkom u prinosu SM. Može se reći da ostvaruje ujednačen prinos sa američkom populacijom lucerke. Agroekološki uslovi tokom izvođenja ogleda na oglednom polju Instituta za krmno bilje (Globoder) bili su nepovoljni, posebno od juna meseca, za postizanje visokih prinosa krme crvene deteline i ostvarenje punog genetskog potencijala ispitivanih sorti. Nepovoljni agroekološki uslovi su se posebno odrazili na ukupan prinos SM tetraploidne sorte crvene deteline, budući da za postizanje maksimalnih prinosa zahteva veću količinu padavina. Ukupan prinos SM obe sorte lucerke i crvene deteline se povećavao sa rastom i razvićem biljaka.

Najveći sadržaj sirovih proteina je ustanovljen u fenofazi butonizacije (212,6 g kg⁻¹ SM lucerke, odnosno 195,8 g kg⁻¹ SM crvene deteline). Posmatrano po otkosima, sadržaj sirovih proteina se povećavao od prvog (175,7 g kg⁻¹ SM) do četvrtog otkosa (216,6 g kg⁻¹ SM) lucerke, odnosno od prvog (156,6 g kg⁻¹ SM) do trećeg otkosa (197,0 g kg⁻¹ SM) crvene deteline. Visoke vrednosti sirovih proteina u četvrtom otkosu lucerke i trećem otkosu crvene deteline ukazuju da su ovi vegetacioni periodi povoljni za formiranje lisne mase. Američka populacija lucerke se odlikuje većim sadržajem sirovih proteina u odnosu na domaću sortu, K-28; tetraploidna sorta crvene deteline sadrži veću količinu sirovih

proteina u odnosu na diploidnu sortu crvene deteline, a potrebno je istaći da u sadržaju sirovih proteina ne zaostaje za lucerkom. Veći sadržaj sirovih proteina u tetraploidnoj sorti crvene deteline je posledica većeg udela lista u SM. Iako se sadržaj sirovih proteina smanjivao sa rastom i razvićem, prinos sirovih proteina po jedinici površine se povećavao, usled povećanja ukupnog prinosa SM lucerke i crvene deteline.

Sadržaj sirove celuloze se povećavao sa rastom i razvićem lucerke i crvene deteline. Najveći sadržaj sirove celuloze je konstatovan u drugom otkosu lucerke, i najizraženije promene su u SM domaće sorte lucerke, K-28 (od 313,9 g kg⁻¹ SM u fenofazi butonizacije do 407,6 g kg⁻¹ SM kada je više od 50% biljaka procvetalo). U SM crvene deteline ustanovljen je značajno niži sadržaj sirove celuloze. Zbog povoljnijeg odnosa list:stablo u korist lista, tetraploidna sorta crvene deteline sadrži manju količinu sirove celuloze. U SM crvene deteline se sadržaj sirove celuloze smanjivao od prvog do trećeg otkosa.

Na osnovu sadržaja NDF-a u SM crvene deteline može se zaključiti da se crvena detelina može efikasno koristiti u ishrani visokoproizvodnih mlečnih krava u svim ispitivanim fazama razvića. Najmanji sadržaj NDF-a u SM crvene deteline je ustanovljen u trećem otkosu (od 343,4 do 377,5 g kg⁻¹ SM), te se može zaključiti da udeo crvene deteline u obroku za mlečne krave može biti veći. Najveća količina NDF-a ustanovljena je u SM drugog otkosa lucerke, > 500 g kg⁻¹, a u ovom vegetacionom periodu lucerke je ustanovljen i najveća količina sirove celuloze. Rezultati istraživanja pokazuju da u SM lucerke dolazi do brže sinteze NDF-a, što je posledica većeg udela stabla u ukupnoj SM. Najveći sadržaj ADF-a je takođe ustanovljen u drugom otkosu obe ispitivane leguminozne vrste. Lucerka je bogatija u količini ADF- a u odnosu na crvenu detelinu.

Faza razvića je značajno uticala na udeo lignina u SM lucerke, a po otkosima se utvrđena količina lignina povećavala od prvog do trećeg otkosa. U četvrtom otkosu lucerke su ustanovljene niže vrednosti za sadržaj lignina, verovatno zbog kraćeg trajanja ispitivanog vegetacionog perioda. Faza razvića nije značajno uticala na sadržaj lignina u SM drugog otkosa diploidne i trećeg otkosa obe ispitivane sorte crvene deteline. U SM

crvene deteline je konstatovana značajno manja količina lignina u fazi kada su biljke imale više od 50% cveta, u odnosu na sadržaj lignina u SM lucerke u fenofazi butonizacije.

Faktori istraživanja – faza razvića i otkos su značajno uticali na svarljivost SM lucerke i crvene deteline. Najveća svarljivost SM je ustanovljena u četvrtom otkosu lucerke ($754,4 \text{ g kg}^{-1} \text{ SM}$), odnosno u trećem otkosu crvene deteline ($820,1 \text{ g kg}^{-1} \text{ SM}$), a najmanja u drugom otkosu, što se može objasniti najvećim učešćem strukturnih ugljenih hidrata u ovom otkosu lucerke i crvene deteline. Crvena detelina je svarljivija od lucerke i u kasnijim fazama razvića (više od 50% iscvetalih biljaka) u odnosu na lucerku kada se nalazi u fenofazi butonizacije. S obzirom da lucerka sadrži veću količinu strukturnih ugljenih hidrata i lignina u odnosu na crvenu detelinu, bilo je očekivano da će svarljivost biti manja. Između sorti lucerke u svarljivosti se ističe američka populacija, što se opet objašnjava činjenicom da inostrane sorte više razvijaju lisnu rozetu u odnosu na domaće sorte lucerke. Tetraploidna sorta crvene deteline je bila svarljivija u prvom i drugom otkosu, zbog većeg udela lista u kome se najvećim delom i nalaze lakosvarljive komponente hraniva. Rezultati istraživanja pokazuju da udeo lignina u SM krmnih biljaka – lucerke i crvene deteline najvećim delom limitira svarljivost. Izuzetak predstavlja četvrti otkos, u kome je ustanovljen vrlo visoka svarljivost SM, ali je u tom otkosu ustanovljena i značajno manja količina strukturnih ugljenih hidrata i lignina. Objašnjenje se može naći u dužini trajanja ovog vegetacionog perioda, u kome su se biljke izuzetno brzo razvijale, kao i da visoka svarljivost SM može biti posledica strukture lignina.

Najveća vrednost lakorazgradivih prostih šećera je konstatovana početkom cvetanja u prvom otkosu domaće sorte lucerke ($85,4 \text{ g kg}^{-1} \text{ SM}$) i diploidne sorte crvene deteline ($133,2 \text{ g kg}^{-1} \text{ SM}$), dok je u SM američke populacije lucerke i tetraploidne sorte crvene deteline najveći sadržaj ove frakcije ugljenih hidrata ustanovljen kada su biljke imale više od 50% cveta. Crvena detelina sadrži veći udeo ove frakcije, kao i veći udeo nevlaknastih ugljenih hidrata u SM u odnosu na lucerku. Faza razvića nije značajno uticala na udeo nevlaknastih ugljenih hidrata u SM tetraploidne sorte crvene deteline.

Sadržaj nedostupnih – lignificiranih strukturnih ugljenih hidrata se sa rastom i razvićem biljaka povećavao u obe ispitivane biljne vrste. U SM crvene deteline sorta nije imala značajan uticaj na promene ove frakcije ugljenih hidrata, a u trećem otkosu ni faza razvića. Kako je u SM lucerke ustanovljen veći udeo lignina i strukturnih ugljenih hidrata u trećem otkosu, to je i udeo ove frakcije najveći u trećem otkosu. Ovako visok nivo lignina i lignificiranih strukturnih ugljenih hidrata može biti posledica sušnog perioda i visokih temperatura koji favorizuju intenzivne biohemijske procese u biljkama.

Lucerka i crvena detelina se razlikuju u sadržaju i odnosu razgradivih i nerazgradivih proteina u buragu. Sorta je imala manji uticaj od faze razvića na udeo razgradivih i nerazgradivih sirovih proteina. Faza razvića i otkos imali su značajan uticaj na komponente hraniva razgradive u buragu u SM obe ispitivane biljne vrste. Lucerka sadrži veći udeo PA frakcije sirovih proteina, odnosno neproteinskog azota. U SM domaće sorte lucerke najmanji sadržaj PA frakcije sirovih proteina je ustanovljen u prvom ($380,0 \text{ g kg}^{-1} \text{ CP}$) i četvrtom otkosu ($381,9 \text{ g kg}^{-1} \text{ CP}$), a u SM crvene deteline najmanji sadržaj ove frakcije je u trećem otkosu ($225,8 \text{ g kg}^{-1} \text{ CP}$). Kako crvena detelina sadrži manji udeo PA frakcije sirovih proteina i veći sadržaj PB₃ frakcije u odnosu na lucerku, znači da se proteini crvene deteline efikasnije iskorišćavaju u organizmu životinja. Sadržaj PA frakcije sirovih proteina se generalno povećava do početka cvetanja, a zatim se smanjuje. Najveća frakcija sirovih proteina je PB₂ frakcija sirovih proteina, koja se razgrađuje u buragu srednjim intenzitetom. Najveći udeo ove frakcije je ustanovljen u fenofazi butonizacije. PC frakcija, koja predstavlja lignificirane proteine, se pravilno povećavala samo u prvom otkosu, dok u ostalim otkosima nije bilo moguće ustanoviti jasnu tendenciju promena.

Na osnovu rezultata ovih istraživanja može se zaključiti da lucerka i crvena detelina sadrže veću količinu azota u odnosu na optimalne vrednosti ($25 \text{ g N kg}^{-1} \text{ OM}$ i $32 \text{ g N kg}^{-1} \text{ CHO}$). Posebno je nepovoljan odnos u trećem i četvrtom otkosu lucerke, odnosno u trećem otkosu crvene deteline. U SM crvene deteline je konstatovan manji sadržaj PA frakcije proteina i veći sadržaj CA frakcije ugljenih hidrata, pa je odnos ovih proteinskih i

ugljenohidratnih frakcija povoljniji u SM crvene deteline, što potvrđuje konstataciju da je azot iz crvene deteline više iskoristiv u odnosu na azot iz lucerke.

Rezultati ovih istraživanja ukazuju da lucerku u prvom otkosu treba kositi u kasnoj vegetativnoj fazi ili početkom butonizacije, dok naredne otkose treba kositi kasnije. Na taj način bilo bi moguće dobiti pet otkosa visokokvalitetnog sena lucerke, čime bi se kompenzovao prinos suve mase sa visoko kvalitetnim senom lucerke.

Iz svega iznetog se takođe može zaključiti da se zamenom kabaste hrane lošijeg kvaliteta sa visokokvalitetnom lucerkom i crvenom detelinom u obrocima za muzne krave može smanjiti količina koncentrovane hrane u obroku, i da se može poboljšati stepen iskorišćavanja kabaste hrane.

Proteini lucerke se brže razlažu u buragu u odnosu na proteine crvene deteline, te u obrocima u kojima je više zastupljena ova kultura, mora da bude zastupljen i neki izvor nerazgradivih proteina.

Seno lucerke i crvene deteline različitog kvaliteta može se koristiti u ishrani različitih vrsta i kategorija životinja, kao i u različitim fazama proizvodnog ciklusa muznih krava.

Balansiranje adekvatne količine proteina sa odgovarajućim udelom proteina razgradivih u buragu i u buragu nerazgradivih proteina imaće pozitivne efekte ne samo na cenu obroka i profitabilnost, već i na spoljašnju sredinu.

Određivanje proteinskih i ugljenohidratnih frakcija u kabastim hranivima pruža mogućnost za procenu prirode proteina i ugljenih hidrata, kao i pravilno formulisanje obroka. Ovaj sistem analize hraniva predstavlja značajan napredak u procesu ishrane i formulisanju obroka za visokoproizvodne mlečne krave, jer uzima u obzir činjenicu da količina proteina razgradivih i nerazgradivih u buragu nije konstantna i da udeli ovih frakcija proteina u ukupnim proteinima nekog hraniva zavise od biohemijskih procesa u biljkama tokom njihovog razvoja, ali i od pravilne funkcije buraga i pasaže hrane kroz

digestivni trakt. CNCPS model pruža mogućnost za formulisanje obroka za ishranu različitih vrsta i kategorija životinja, a pre svega preživara.

Za buduća istraživanja ostaju pitanja: da li fenolna jedinjenja i manji fragmenti lignina predstavljaju ukupnu količinu lignina zajedno sa sintetisanim polimerom lignina, kao i da li ova jedinjenja imaju podjednak efekat na svarljivost ćelijskih zidova, odnosno strukturnih ugljenih hidrata.

8. LITERATURA

- Agbosamey, Y. R., Savaie, P., Seoane, R. (1998):** Effect of maceration on nitrogen fractions in hay and silage. *Can. J. Anim. Sci.*, 78, 399-405.
- Akin, D. E. and Robinson, E. L. (1982):** Structure of leaves and stems of Arrow leaf and Crimson clovers as related to in vitro digestibility. *Crop Sci.*, 22, 24-29.
- Albrecht, K. A. and Muck, R. E. (1991):** Proteolysis in ensiled forage legumes that vary in tannin concentration. *Crop Sci.*, 31, 464-469.
- Alderman, G. (2001):** A critique of the Cornell net carbohydrate and protein system with emphasis on dairy cattle. 1. The rumen model. *J. Anim. Feed Sci.*, 10, 1-24.
- Alzueta, C., Caballero, R., Rebolè, A., Traviño, J., Gil, A. (2001):** Crude protein fractions in common vetch (*Vicia sativa* L) fresh forage during pod filling. *J. Anim. Sci.*, 79, 2449-2455.
- Áman, P. (1984):** Chemical composition and in vitro degradability of major chemical constituents in botanical fractions of red clover harvested at different stages of maturity. *J. Sci. Food Agric.*, 36, 775-780.
- Andries, A. (1982):** Role du trefle violet dans la production fourragere belge, evolution et perspective. *Fourrages*, 9, 27-39.
- AOAC (1990):** Official method 984.13 Crude protein in animal feed, forage, grain, and oil seeds. Official methods of analysis of AOAC International, 15th edition.
- AOAC (1996):** Official method 978.10 Fiber (crude) in animal feed and pet food. Official methods of analysis of AOAC International, 16th edition.
- AOAC (1997):** Official method 973.18 Fiber (acid detergent) and lignin in animal feed. Official methods of analysis of AOAC International, 16th edition.
- AOAC (2005):** Official method 942.05 Ash of animal feed. Official methods of analysis of AOAC International, 18th edition.
- Aquino, D. L., tedeschi, L. O., Lanzas, C., Lee, S. S., Russell, J. B. (2003):** evaluation of CNCPS predictions of milk production of dairy cows fed alfalfa silage. In: *Cornell Nut. Conf. Feed Manuf.*, Cornell University, Syracuse, NY.
- Aufrere, J., Boulberhane, D., Graviou, D., Andrieu, J. P., Demarquilly, C. (1994):** Characterisation of in situ degradation of lucerne proteins according to forage type (green forage, hay and haylage) using gel electrophoresis. *Anim. Feed Sci. technol.*, 50, 75-85.
- Aumont, G. and Salas, M. (1996):** Effect of stage of maturity, cultivar, nitrate fertilization, soil type on mineral content of sugarcane. *J. Agric. Univ. P. R., Rio Piedras: Agricultural Experiment Station*, 80, 37-46.

- Ayres, J. F., Nandra, K. S., Turner, A. D. (1998):** A study of the nutritive value of white clover (*Trifolium repens* L.) in relation to different stages of phenological maturity in the primary growth phase in spring. *Grass Forage Sci.*, 53, 250-259.
- Babinec, J., Kozova, Z., Zapletanova, E. (2003):** The characteristics of some lucerne (*Medicago sativa* L.) varieties. Proceedings of 25th EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section Meeting. *Czech. J. Genet. Plant Breed.*, 71-81.
- Balde, A. T., Van der Sall, J. H., Erdman, R. A., Reeves III, J. B., Glenn, B. P. (1993):** Effect of stage of maturity of alfalfa and orchardgrass on in situ dry matter and crude protein degradability and amino acid composition. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 44, 29-43.
- Ball, D. M., Collins, M., Lacefield, G. D., Martin, N. P., Mertens, D. A., Olson, K. E., Putnam, D. H., Undersander, D. J., Wolf, M. W. (2001):** Understanding forage quality. American Farm Bureau Federation Publication 1-01, Park Ridge, IL.
- Barry, T. N., Manley, T. N., Duncan, S. J. (1986):** The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. Sites of carbohydrate and protein digestion as influenced by dietary reactive tannin concentration. *Br. J. Nutr.*, 55, 123-137.
- Barton II, F. E. and Akin, D. E. (1977):** Digestibility of delignified forage cell walls. *J. Agric. Food Chem.*, 25, 1299-1303.
- Bittner, S. (2006):** When quinines meet amino acids: chemical, physical and biological consequences. *Amino acids*, 30, 205-224
- Borreani, G., valente, M. E., Peiretti, P. G., Canale, A., Ciotti, A. (1996):** Evolution of ensilability characteristics, nutritional values and yield in the first and second growth cycles of Lucerne cv Equipe and Boreal. *Grassland and Land use systems*, 16th EGF Meeting, 383-387.
- Bošnjak, D. i Stjepanović, M. (1987):** Lucerka, NIRO Zadrugar, Sarajevo.
- Brito, F., Tremblay, G. F., Bertrand, A., Castongmay, Y., Belonger, G., Michaud, R., Lapierre, H., Benchoar, C., Petit, H. V., Ouellet, D. R., Berthiaume, R. (2009):** Alfalfa cut at sundown and harvested as baleage increases bacterial protein synthesis in late lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 92, 1092-1107.
- Broderick, G. A. and Buxton, D. R. (1991):** Genetic variation in alfalfa for ruminal protein degradability. *Can. J. Plant Sci.*, 71, 755-760.
- Broderick, G. A. (1993):** Problems in utilization of alfalfa protein by ruminants. Central alfalfa improvement conference, University of Nebraska, Omaha, NE.
- Broderick, G. A. (1995):** Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.*, 73, 2760-2773.
- Broderick, G. A. and Albrecht, K. A. (1997):** Ruminal *in vitro* degradation of protein tannin-free and tannin-containing forage legume species. *Crop Sci.*, 37, 1884-1891.

- Broderick, G. A., Walgenbach, R. P., Maignan, S. (2001):** Production of lactating dairy cows fed alfalfa or red clover silage at equal dry matter or crude protein contents in the diet. *J. Dairy Sci.*, 84, 1728-1737.
- Broderick, G. A. (2003):** Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 86, 1370-1381.
- Broderick, G. A., Albrecht, K. A., Owens, V. N., Smith, R. P. (2004):** Genetic variation in red clover for rumen protein degradability. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 113, 157-167.
- Broderick, G. A., Brito, A. F., Olmas Colmenero, J. J. (2007):** Effects of feeding formate treated alfalfa silage or red clover silage on the production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 1378-1391.
- Bruinenberg, M. H., Valk, H., Korevaar, H., Struik, P. C. (2002):** Factors affecting digestibility of temperate forages from seminatural grasslands: a review. *Grass and Forage Sci.*, 57, 292-301.
- Burns, J. C., Fisher, D. S., Mayland, H. F. (2007):** Diurnal shifts in nutritive value of alfalfa harvested as hay and evaluated by animal intake and digestion. *Crop Sci.*, 47, 2190-2197.
- Buxton, D. R., Hornstein, J. S., Wedin, W. F., Marten, G. C. (1985):** Forage quality in stratified canopies of lucerne, birdsfoot trefoil and red clover. *Crop Sci.*, 25, 273-279.
- Buxton, D. J. and Hornstein, J. S. (1986):** Cell-wall concentration and components in stratified canopies of alfalfa, birdsfoot trefoil and red clover. *Crop Sci.*, 26, 180-184.
- Buxton, D. R. and Russell, J. R. (1988):** Lignin constituents and cell wall digestibility of grass and legume stems. *Crop Sci.*, 28, 553-558.
- Buxton, D. R. and Brasche, M. R. (1991):** Digestibility of structural carbohydrates in cool-season grass and legume forages. *Crop Sci.*, 31, 1338-1345.
- Buxton, D. R. and Redfearn, D. D. (1996):** Plant limitations to fiber digestion and utilization. 37th annual ruminant nutrition conference "New developments in forage science contributing to enhanced fiber utilization by ruminants", Washington DC, 814-818.
- Buxton, D. R. (1996):** Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 59, 37-49.
- Clark, J. H., Klusmayer, T. H., Cameron, M. R. (1992):** Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 75, 2304-2323.
- Chen, F. and Dixon, R. A. (2007):** Lignin modification improves fermentable sugar yields for biofuel production. *Nat. Biotechnol.*, 27, 759-761.

- Cherney, D. J. R., Volenec, J. J., Cherney, J. H. (1992):** Protein solubility and degradation *in vitro* as influenced by buffer and maturity of alfalfa. Anim. Feed Sci. technol., 37, 9-20.
- Chesson, A. (1988):** Lignin-polysaccharide complexes of the plant cell wall and their effect on microbial degradation in the rumen. Anim. Feed Sci. Technol., 21, 219-228.
- Coblentz, W. K., Fritz, J. O., Fick, W. H., Cochran, R. C., Shirley, J. E., Turner, J. E. (1999):** *In situ* disappearance of neutral detergent insoluble nitrogen from alfalfa and eastern gamagrass at three maturities. J. Anim. Sci., 77, 2803-2809.
- Coblentz, W. K., Brink, G. E., Martin, N. P., Undersander, D. J. (2008):** Harvest timing effects on estimates of rumen degradable protein from alfalfa forages. Crp Sci., 48, 778-788.
- Crasi, G., Dol Re, L., Laffi, G., Ligabue, M. (2001):** Field response and quality evaluation of alfalfa varieties for dehydrated forage productions. Options seminaries Mediterranennes. Zaragoza, 45, 225-229.
- Czerkowski, J. W. (1986):** An introduction to rumen studies. Pergamon Press Ltd., Oxford.
- Ćupina, B., Erić, P., Mihailović, V. (1997):** Study of some perennial fodder crops in Vojvodina province. Abstract, 21st Fodder crops and amenity grasses section Meeting, Switzerland, 16.
- Da Silva, S. P., Rodrigues, M. T., Vieria, R. A. M., Da Silva, M. M. C. (2013):** *In vitro* degradation kinetics of protein and carbohydrate fractions of selected tropical forages. Biosci. J., 29 (5), 1300-1310.
- De Boevar, J. L., Cottyn, B. G., Buysse, F. X., Wainman, F. W., Vanacker, J. M. (1986):** The use of enzymatic technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of compound feedstuffs for ruminants. Anim Feed Sci. Technol., 14, 203-214.
- Demarquilly, C. (1982):** Valeur alimentary des legumineuses (Lucerne et trefle violet) en vert et modifications entrainees par les differentes methods de conservation. Fourrages, 9, 181-202.
- Dewhurst, R. J., Davies, D. R., Merry, R. J. (2000):** Microbial protein supply from the rumen. Anim. Feed Sci. Technol., 85, 1-21.
- Dewhurst, R. J., Fisher, W. J., Tweed, J. K. S., Wilkins, R. J. (2003):** Comparison of grass and legume silages for milk production. 1. Production responses with different levels of concentrate. J. Dairy Sci., 86, 2598-2611.
- Dinić, B. (1997):** Uticaj faze razvića biljaka, nivoa suve mase i hemijskog konzervansa na kvalitet i hranljivu vrednost silaže lucerke. Doktorska disertacija. Poljoprivredno fakultet, Beograd.
- Dinić, B. i Đorđević, N. (2005):** Pripremanje i korišćenje silaže. Institut za istraživanja u poljoprivredi SRBIJA, Beograd.

- Dhiman, T. R. and Satter, L. D. (1993):** Protein as the first limiting nutrient for lactating dairy cows fed high proportions of good quality alfalfa silage. *J. dairy Sci.*, 76, 1960-1971.
- Dubljević, R. i Mitrović, D. (2013):** Influence of development phase on production characteristics of Lucerne in Zetsko-Bjelopavlicka valley's agro-environmental conditions. *Agric. & Forest.*, 59 (3), 175-181.
- Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., Smith, F. (1956):** Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, 28, 3, 350-356.
- Dorđević, N. i Dinić, B. (2003):** Siliranje leguminoza. Institut za istraživanje u poljoprivredi SRBIJA, Beograd.
- Dorđević, N., Grubić, G., Jokić, Ž. (2003):** Osnovi ishrane domaćih životinja – praktikum. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Dorđević, N., Grubić, G., Popović, Z., Dinić, B., Pandurević, T. (2006):** Uticaj bioloških i ugljenohidratnih dodataka na kvalitet silaže lucerke. Zbornik radova, XI savetovanje o biotehnologiji. 3-4. mart, Čačak, 11 (II) 11-12, 479-485.
- Dorđević, N., Grubić, G., Stojanović, B., Božičković, A., Ivetić, A. (2011):** Savremene tehnologije siliranja kukuruza i lucerke. Zbornik naučnih radova sa XXV savetovanja agronoma, veterinara i tehnologa, 17 (3-4), 27-48.
- Dorđević, N., Grubić, G., Dinić, B., Stojanović, B., Radivojević, M., Božičković, A. (2012):** Uticaj fenofaze, otkosa i sistema provenulosti na parametre hemijskog sastava, proteolize i kvaliteta silaže lucerke. Zbornik naučnih radova instituta PKB Agroekonomik, 18 (3-4), 41-47.
- Đukić, D. i Erić, P. (1995):** Lucerka. Monografija. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Eastridge, M. (1994):** Influence of fiber intake on animal health and productivity. *Proc. Tri-State dairy nutrition conference*, 45-56.
- Elizalde, J. C., Merchen, N. R., Faulkner, D. B. (1999):** Fractionation of fiber and crude protein in fresh forages during the spring growth. *J. Anim. Sci.*, 77, 476-484.
- Fairey, D. T. (1988):** Red clover agriculture, Canada, Publication 1614/E. Research Station, Beaverlodge, Alberta.
- Ferdinandez, Y. S. N. and Coulman, B. E. (2001):** Nutritive values of smooth brome grass, meadow brome grass and meadow x smooth brome grass hybrids for different plant parts and growth stage. *Crop Sci.*, 41, 473-478.
- Firkins, J.L., Allen, M. S., Oldick, B. S., St-Pierre, N. R. (1998):** Modeling ruminal digestibility of carbohydrates and microbial protein flow to the duodenum. *J. Dairy Sci.*, 81, 3350-3369.
- Fisher, D. S., Mayland, H. F., Burns, J. C. (1999):** Variation in ruminants preference for tall fescue hays cut either at sundown or at sunup. *J. Anim. Sci.*, 77, 762-768.

- Fisher, D. S., Mayland, H. F., Burns, J. C. (2002):** Variation in ruminant preference for alfalfa hays cut at sunup and sundown. *Crop Sci.*, 42, 231-237.
- Fišakov, M. i Moglič, V. (1988):** Proučavanje višegodišnjih krmnih kultura u ekološkim uslovima Slovenije. Zbornik radova VI jugoslovenskog simpozijuma o krmnom bilju, Osijek, 57-73.
- Fojtik, A., Jakešova, H., Klimo, M., Čapka, R. (2001):** Effect of stage of maturity of a range of legumes on forage yield and quality. *Forage Conserv*, In: Proceedings of 10th International Symposium, Brno, 72-75.
- Fox, D. G., Tylutki, T. P., Tedeschi, L.O., Van Amburgh, M. E., Chase, L. E., Pell, A. N., Overton, T. R., Russell, J. B. (2003):** The net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. The Cornell University, New York.
- Fox, D. G., Tedeschi, L. O., Tylutki, T. P., Russell, J. B., Van Amburgh, M. E., Chase, L. E., Pell, A. N., Overton, T. R. (2004):** The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 112, 29-78.
- Fukushima, R. S. and Hatfield, R. D. (2001):** Extraction and isolation of lignin for utilization as a standard to determine lignin concentration using the acetyl bromide spectrophotometric method. *J. Agric. Food Chem.*, 49 (7), 3133-3139.
- Fukushima, R. S. and Hatfield, R. D. (2004):** Comparison of the acetyl bromide spectrophotometric method with other analytical lignin methods for determining lignin concentrations in forage samples. *J. Agric. Food Chem.*, 52, 3713-3720.
- Gaillard, B. D. E. (1962):** The relationship between the cell-wall constituents of roughage and the digestibility of the organic matter. *J. Agric. Sci.*, 59, 369-379.
- Gasanenکو, L. S. and Filatova, E. D. (1981):** Synthetic populations of Lucerne for irrigated conditions with different cutting regimes. *Selekt. i semenovod.*, 49, 29-32.
- Getachew, G., dandekar, A. M., Pittroff, W., De peters, E. J., Putnam, D. H., Goyal, S., Teuber, L., Uratsu, S. (2009):** Impacts of polyphenol oxidase enzyme expression in transgenic alfalfa on *in vitro* gas production and ruminal degradation of protein, and nitrogen release during ensiling. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 151, 44-54.
- Grabber, J. H., ralph, J., Lapierre, C., Barriere, Y. (2004):** Genetic and molecular basis of grass cell-wall degradability. Lignin-cell wall matrix interactions. *C. R. Biologies*, 327, 455-465.
- Grabber, J. H. (2005):** How do lignin composition, structure and cross-linking affect degradability. A review of cell wall model studies. *Crop Sci.*, 45, 820-831.
- Grabber, J. H. (2009):** Forage management effects on protein and fiber fractions, protein degradability and dry matter yield of red clover conserved as silage. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 154, 284-291.

- Graman, J. (1988):** The production ability and variety characteristics of selected diploid and tetraploid varieties of red clover under different agroecological conditions. *Acta Sci.*, 32, 92-154.
- Griffin, T. S., Cassida, K. A., Hasterman, O. B., Rust, S. R. (1994):** Alfalfa maturity and cultivars effects on chemical and in situ estimates of protein degradability. *Crop Sci.*, 23, 1654-1661.
- Grubić, G., Pavličević, A., Adamović, M., Jovanović, R. (1994):** Dry matter and crude protein degradability in fresh and conserved Lucerne. Review of research Work at the Faculty of Agriculture. 39 (2), 35, Beograd.
- Grubić, G., Adamović, M., Sretenović, Lj., Stoičević, Lj., Jovanović, R. (1996):** Obezbeđenje aminokiselina u ishrani goveda. X međunarodno savetovanje agronoma i tehnologa. Zbornik naučnih radova PKB Agroekonomik, 2 (1), 59-70.
- Grubić, G., Adamović, M., Đorđević, N., Stojanović, B. (2002):** Novi normative za ishranu muznih krava. *Mlekarstvo*, 2, 37-42.
- Grubić, G. i Adamović, M. (2003):** Ishrana visokoproduktivnih krava. Beograd
- Grubić, G., Adamović, O., Stojanović, B., Đorđević, N. (2003):** Savremeni aspekti u normiranju potreba u proteinima za krave muzare. *Veterinarski glasnik*, 57 (3-4), 101-112.
- Guines, F., Julier, B., Ecalte, C., Huyghe, C. (2003):** Among and within-cultivar-variability for histological traits of Lucerne (*Medicago sativa* L.) stem. *Euphytica*, 130, 293-301.
- Hall, M. B., Hoover, W. H., Jennings, J. P., Webster, T. K. M. (1999):** A method for partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. *J. Sci. Food. Agric.*, 79, 2079-2086.
- Hall, M. B. and Herejk, C. (2001):** Differences in yields of microbial crude protein from in vitro fermentation of carbohydrates. *J. Dairy Sci.*, 84, 2486-2493.
- Hall, M. B. (2003):** Challenges with nonfiber carbohydrate methods. *J. Anim. Sci.*, 81, 3226-3232.
- Hancock, D. W. and Collins, M. (2006):** Forage preservation method influences alfalfa nutritive value and feeding characteristics. *Crop Sci.*, 46, 688-694.
- Handerson, M. S. and Robinson, D. L. (1982):** Environmental influences on fiber component content of warm season perennial grasses. *Agron. Journ.*, 74, 573-579.
- Hatfield, R. D. and Weimer, P. J. (1995):** Degradation characteristics of isolated and *in situ* cell wall Lucerne pectic polysaccharides by mixed ruminal microbes. *J. Sci. Food Agric*, 69, 185-196.
- Hatfield, R. D., Ralph, J., Grabber, J. H. (1999):** Cell wall structural foundations: Molecular basis for improving forage digestibilities. *Crop Sci.*, 39 (1), 27-37.

- Hatfield, R. D. and Fukushima, R. S. (2005):** Can lignin be accurately measured. *Crop Sci*, 45, 832-839.
- Henneberg, W. and Stohmann, F. (1859):** Beitrage fur Begrundung einer nationellen Futterung der Vol1. F. U. Schmetshtke Im. Brruhn, Braunschweig.
- Higginbotham, E., Torabi, M., Huber, T. (1989):** Influence of dietary protein concentration and degradability on performance of lactating cows during hot environmental temperatures. *J. Dairy Sci.*, 72, 2554-2564.
- Hirel, B., Le Gouis, J., Ney, B., Gallais, A. (2007):** The challenge of improving nitrogen use efficiency in crop plants: towards a more central role for genetic variability and quantitative genetics within integrated approaches. *J. Experiment. Bot.*, 58, 2369-2387.
- Hoffman, P. C., Sievert, S. J., Shaver, R. D., Welch, D. A., Combs, D. K. (1993):** In situ dry matter, protein and fiber degradation of perennial forages. *J. Dairy Sci.*, 76, 2632-2643.
- Holter, B., Hayes, H., Kiersread, N., Whitenouse, J. (1993):** Protein-fat bypass supplement for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 76, 1342-1352.
- Hoover, W. H. (1986):** Chemical factores involved in ruminal fiber digestion. *J. Dairy Sci.*, 69, 2755-2766.
- Hoover, W. H. and Stokes, S. R. (1991):** Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. *J. Dairy Sci.*, 74, 3630-3639.
- Hoover, W. H. and Miller, T. K. (1996):** Proc. MidSouth. Ruminant Nutrition Conference (E. R. Jordan, ed.), Texas Animal Nutrition Council – Texas Agricultural Extension Service, 33.
- Hornstein, J. S., Buxton, D. R., Wedin, W. F. (1989):** Cell-wall carbohydrates in leaves, stems and herbage of alfalfa and red clover. *Crop Sci.*, 29, 1319-1324.
- Ignjatović, S. (2000):** Biohemijsko-genetičke i biohemijske karakteristike nove domaće sorte crvene deteline (*Trifolium pratense* L.) K-9 i bele deteline (*Trifolium repens* L.) K-33 i njihova nutritivna i biološka vrednost u različitim fenofazama. Magistarska teza. Hemijski fakultet, Beograd.
- Jackson, F. S., McNabb, W. C., Barry, T. N., Foo, Y. L., Peters, J. S. (1996):** The condensed tannin content of a range of subtropical and temperate forages and the reactivity of condensed tannin with ribulose-1,5-bis-phosphate carboxylase (Rubisco) protein. *J. Anim. Food Agric.*, 72, 483-492.
- Jiakai, S. and Wenshu, Z. (1988):** Comparison of ten alfalfa cultivars growing in Beiyong PRC: report of the 31st north American alfalfa improvement conference, 58-59.
- Jorgensen, N. (1984):** Nutritional value of legumes preserved as hay. Forage legumes for energy – efficient animal production. Procc. of a Trilateral Workshop held in Palmerston North, New Zealand, April 30-May 4, 213-220.

- Jouany, J. P. (1996):** Effects of rumen protozoa on nitrogen metabolism by ruminants. *J. Nutr.*, 126, 1335S-1346S.
- Julier, B. and Huyghe, C. (1997):** Effect of growth and genotype on alfalfa digestibility in a multilocal trial. *Agronomie*, 17, 481-489.
- Julier, B., Guines, F., Emile, J. C., Huyghe, C. (2003):** Variation in protein degradability in dried forage legumes. *Anim. Res.*, 52, 401-412.
- Jung, H. G. (1989):** Forage lignins and their effects on fiber digestibility. *Agron. Journ.*, 81, 33-39.
- Jung, H. G. and Allen, M. S. (1995):** Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.*, 73, 2774-2790.
- Jung, H. G., Mertens, D. R., Pazne, A. J. (1997):** Correlation of ADL and KL with digestibility of forage dry matter and NDF. *J. Dairy Sci.*, 80 (8), 1622-1628.
- Jung, H. G. and Engels, F. M. (2002):** Alfalfa stem tissues – Cell wall deposition, composition and degradability. *Crop Sci.*, 42, 524-534.
- Kallenbach, L., Nelson, C. J., Coutts, J. (2002):** Yield, quality and persistence of grazing and hay-type alfalfa under three harvest frequencies. *Agron. J.*, 94, 1094-1103.
- Kalscheur, K. F., Van der Sall, J. H., Erdman, R. A., Kohn, R. A., Cohen, E. R. (1999):** Effects of dietary crude protein concentration and degradability on milk production responses of early, mid and late lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 82, 545-554.
- Katić, S., Mihailović, V., Lukić, D., Pataki, I., Vasiljević, S. (1999):** Prinos krme, sadržaj proteina i celuloze genotipova lucerke u različitim fenološkim fazama razvića. *Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 31, 199-209.
- Katić, S. (2001):** Genetičke i fenotipske korelacije proizvodnih osobina lucerke (*Medicago sativa* L.). *Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet*.
- Katić, S., Mihailović, V., Vasiljević, S., Karagić, Đ. (2002):** Relativni udeo prinosa suve materije u četvorootkosnom sistemu košenja lucerke. *Agroznanje, nauka-tehnologija-praksa, Banja Luka, God. III*, 1, 69-78.
- Katić, S., Lukić, D., Milić, D., Mihailović, V., Karagić, Đ. (2003):** Varijabilnost prinosa i kvaliteta sorti lucerke. *Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 38, 79-89.
- Katić, S., Mihailović, V., Karagić, Đ., Milić, D., Vasiljević, S. (2004):** Uticaj vremena košenja na prinos i kvalitet krme lucerke i crvene deteline. *Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 40, 389-403.
- Katić, S., Mihailović, V., Karagić, Đ., Vasiljević, S., Milić, D. (2005):** Gajenje i iskorišćavanje lucerke i deteline. *Biljni lekar*, 33 (5), 483-491.

- Katić, S., Mihailović, V., Milić, D., Karagić, Đ., Mikić, A. (2007):** Uticaj učestalosti košenja na prinos i kvalitet krme NS sorti lucerke. Zbornik radova, Naučni institute za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 43, 239-244.
- Kawas, J. R., Jorgensen, N. A., Danelon, J. L. (1991):** Fiber requirements of dairy cows: optimum fiber level in lucerne based diets for high producing cows. *Livest. Prod. Sci.*, 28, 108-119.
- Kingston-Smith, A. H., Bollard, A. L., Armstead, I. P., Thomas, B. J., Theodorou, M. K. (2003):** Proteolysis and cell death in clover leaves induced by grazing. *Protopl.*, 220, 119-129.
- Kirk, T. K. and Obst, J. R. (1988):** Lignin determination. *Meth. Enzymol.*, 161, 89-101.
- Kleen, J., Taube, F., Gierus, M. (2011):** Agronomic performance and nutritive value of forage legumes in binary mixtures with perennial ryegrass under different defoliation systems. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 149, 73-84.
- Knudsen, K. E. B. (1997):** Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 67, 319-338.
- Koljajić, V., Kolarski, D., Đorđević, N., Jovanović, R., Pupavac, V. (1994):** Uticaj faze razvića na sastav sena lucerke i eko sredinu. *Savremena poljopr.*, 17 (6), 49-53.
- Korošec, J. i Čop, J. (1985):** Preskrba alt mešanic z atmosferskim dušikom in vpliv gnojenja z mineralnim dušikom. Sinapsis referata. V *Jugoslovenski simpozijum o krmnom bilju*, Banja Luka, 97-99.
- Krawutschke, M., Weiher, N., Gierus, M., Thaysen, J., Taube, F. (2012):** The effect of cultivar on crude protein fraction of fresh, wilted and ensiled red clover. *Grass. Sci. Europe*, 16, 256-258.
- Krawutschke, M., Kleen, J., Weiher, N., Loges, R., Taube, F., Gierus, M. (2013):** Changes in crude protein fractions of forage legumes during the spring growth and summer regrowth period. *J. Agric. Sci.*, 151, 72-90.
- Krstić, O. i Jeremić, D. (1980):** The growing of lucerne on parapodzolic soil. *Proceedings of the 8th general meeting E. G. F.*, Zagreb, 2-7 Jun, 2155-2161.
- Lai, Y. Z. and Sarkanen, K. V. (1971):** Isolation and structural studies. In: *Lignins, occurrence, formation, structure and reactions*. Eds. Sarkanen, K. V. and Ludwig, C. H. Wiley-Interscience, New York, USA, 165-240.
- Lamb, J. F. S., Sheaffer, C. C., Debroah, A. (2003):** Population density and harvest maturity effects on leaf and stem yield in alfalfa. *Agron. J.*, 95, 635-641.
- Lanzas, C., Tedeschi, L. O., Seo, S., Fox, D. G. (2007a):** Evaluation of protein fractionation systems used in formulating rations for dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 90 (50), 7-21.

- Lanzas, C., Sniffen, C. J., Seo, S., Tedeschi, L. O., Fox, D. G. (2007b):** A revised CNCPS feed carbohydrate fractionation scheme for formulating rations for ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 136, 167-190.
- Lanzas, C., Broderick, G. A., Fox, D. G. (2008):** Improved feed protein fractionation schemes for formulating rations with the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. *J. Dairy Sci.*, 91, 4881-4891.
- Lee, M. R. F., Theobald, V. J., Tweed, J. K. S., Winters, A. L., Scollan, N. D. (2009):** Effect of feeding fresh or conditioned red clover on milk fatty acids and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *J. dairy Sci.*, 92, 1136-1147.
- Leiva, E., Hall, M. B., Van Horn, H. H. (2000):** Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrates. *J. Dairy Sci.*, 83, 2866-2875.
- Leto, J., Knežević, M., Bošnjak, K., Maćešić, D., Štafa, Z., Kozumplik, V. (2004):** Yield and forage quality of red clover (*Trifolium pratense* L.) cultivars in the lowland and the mountain regions. *Plant Soil Environ.*, 50 (9), 391-396.
- Licitra, G., Hernandez, T. M., Van Soest, P. J. (1996):** Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 57, 347-358.
- Lin, C., Bolsen, K. K., Bradford, J. E., Brent, B. E., Feyerhern, A. M., Aimutis, W. R. (1992):** Effects of biomate inoculant and dextrose on the fermentation of alfalfa silages. *Cattlemen's day*, 118-123.
- Llamas-Llamas, G. and Combs, D. K. (1990):** Effect of alfalfa maturity on fiber utilization by high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 73, 1069-1080.
- Lloveras, J., Ferran, J., Alvarez, A., Tores, L. (1998):** Harvest management effects on alfalfa (*Medicago sativa* L.) production and quality in Mediterranean areas. *Grass and forage science*, 53, 88-92.
- Lloveras, J. (2001):** Alfalfa (*Medicago sativa* L.) management for irrigated Mediterranean conditions; The case of the Ebra Valley. *Options Seminares Mediterranennes. Zaragoza*, 12-15 September, 45, 115-125.
- Lukić, D., Katić, S., Mihailović, V. (1996):** Karakteristike sorti i perspektivnih interspecies hibrida lucerke. *Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 25, 205-211.
- Lukić, D., Katić, S., Vasiljević, S. (2001):** Značaj sorte za prinos krme i dužinu korišćenja lucerke. *Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 35, 349-355.
- Lyon, D. J., Baltensperger, D. D., Siles, M. (2001):** Wheat grain and forage yields are affected by planting and harvest dates in the central Great Plains. *Crop Sci.*, 41, 488-492.

- Marković, J. (2009):** Promene u strukturi lignin i hemijskog sastava lista i stable nekih sorti lucerke (*Medicago sativa* L.) i crvene dateline (*Trifolium pratense* L.) u zavisnosti od faze razvića. Magistarska teza, Hemijski fakultet, Beograd.
- Matheis, G. and Whitaker, J. R. (1984):** Modifications of proteins by polyphenol oxidase and peroxidase and their products. *J. Food Biochem.*, 8, 137-162.
- Mathison, R. D., Sheaffer, C. C., Rabas, D. L., Swanson, D. R., Halgerson, J. H. (1996):** Early spring clipping and herbicide treatments delay alfalfa maturity. *J. Prod. Agric.*, 9, 505-509.
- McAllister, T. A., Rode, L. M., Cheng, K. J., Buchanan-Smith, J. G. (1992):** Effect of formaldehyde-treated barley or escape protein on the ruminal environment and digestion in steers. *Can. J. Anim. Sci.*, 72, 317-325
- Mejakić, V., Stojčić, J., Nedović, B., Vojin, S. (1997):** Optimalne faze razvoja novostvorene sorte lucerke (*Medicago sativa* L.) "Biljana" za korišćenje. *Agroznanje*, 1 (1), 241-255.
- Mertens, D. R. (1983):** Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations and estimate the energy content of forage. *Proceedings of Cornell Nutrition Conference of Feed Manufacturing*, Syracuse, Cornell University, Ithaca, NY, 60-69.
- Mertens, D. R. (1985a):** Recent concepts useful in optimizing nutrition of dairy cows. P. 99 in *Monsanto Technical Symposium*. Bloomington, MN.
- Mertens, D. R. (1985b):** Effect of fiber on feed quality of dairy cows. p. 209 in 46th *Minnesota Nutrition Conf.*, Univ. of Minn., St. Paul.
- Mertens, D. R. (1987):** Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *J. Anim. Sci.*, 64, 1548-1558.
- Mertens, D. R. (1988):** Balancing carbohydrates in dairy rations. *Proc. Large Herd Dairy Mgmt. Conf. Dept. Animal Sci. Cornell Univ.*, Ithaca, NY, p. 150.
- Mertens, D. R. (1993):** Importance of the detergent system of feed analyses for improving animal nutrition. *Proceedings of Cornell Nutrition Conference*, Ithaca, NY, 25-36.
- Mertens, D. R. (1994):** Regulation of forage intake. p. 450-493, In: *Forage quality, Evaluation and Utilization*, Fahey, G. C., Collins, M., Mertens, D. R., Moser, L. E. (ed. Am. Soc. Agron., Crop Sci., Soc. Am. and Soil Sci. Soc. Am.) Madison, WI.
- Metens, D. R. (1996):** Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. *International Conference with Dairy and Forage Industries*, Wisconsin, 81-92.
- Mertens, D. R. (1997):** Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 80, 1463-1481.
- Mertens, D. R. (2011):** Measurements of forage quality. *Tri-State Dairy Nutrition Conference*, 19-20 April, 149-160.
- Merry, R. J., Lee, M. R. F., Davies, D. R., Dewhurst, R. J., Moorby, J. M., Scollan, N. D., Theodorou, M. K. (2006):** Effects of high sugar ryegrass silage and mixtures

- with red clover silage on ruminant digestion. 1. *In vitro* and *in vivo* studies of nitrogen utilization. J. Anim. Sci., 84 (11), 3049-3060.
- Michaud, R., Lehman, W. F., Rumbaugh, M. D. (1988):** World distribution and historical development. In: Hanson, A. A., Barnes, D. K., Hill, R. R. (ed.). Alfalfa and alfalfa improvement, Wisconsin: A. S. A., CSSA, Madison, Agronom. Monograph., 29, 125-162.
- Michaud, R., Tremblay, G. F., Bèlanger, G., Michaud, J. (2001):** Crude protein degradation in leaves and stems of alfalfa (*Medicago sativa* L.). In: Delgado, I. (ed.), Lloveras, J. (ed.). Quality in Lucerne and medics for animal production. Zaragoza, CIHEAM, 211-214.
- Mijatović, M., Milijić, S., Mitrović, S. (1986):** Ispitivanje proizvodnih svojstava nekih domaćih i stranih sorata lucerke. Arhiv za polj. istraživanja, 167 (3), 173-179.
- Mladenović, G., Petrović, R., Mihajlović, I., Vučković, S. (2001):** Produktivne osobine domaćih i stranih genotipova lucerke u uslovima istočne Srbije. Arhiv za polj. nauke, 62 (220), 91-98.
- Moisuc, A. and Đukić, D. (2002):** Cultura plantelor furajere. Facultatea de Agricultura din Timioara, Orizonturi Universitare, 317.
- Morin, C., Bèlanger, G., Tremblay, G. F., Bertrand, A., Castongmay, Y., Drapeau, R., Michaud, R., berthiaume, R., Allard, G. (2011):** Diurnal variations of non-structural carbohydrates and nutritive value in alfalfa. Crop Sci., 51, 1297-1306.
- Moseley, G. and Jones, J. R. (1979):** Some factors associated with the difference in nutritive value of artificially dried red clover and perennial ryegrass for sheep. Br. J. Nutr., 42 (1), 139-147.
- Nagy, B. (2003):** Breeding for persistence of alfalfa (*Medicago sativa* L.) varieties. Czech J. Genet. and Plant Breed., 39, 282-284.
- Nainogo, J., Amos, E., Froetschel, A., Keery, M. (1991):** Dietary feat protein degradability and calving season: effect on nutrient use and performance of early lactation cows. J. Dairy Sci., 74, 2243-2255.
- Nakamura, T., Klopfenstein, T. J., Britton, R. A. (1994):** Evaluation of acid detergent insoluble nitrogen as an indicator of protein quality in nonforage proteins. J. Anim. Sci., 72, 1043-1048.
- NRC - National Research Council (2001):** Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh Revised Edition, National Academy Press, Washington, D. C., USA.
- Negovanović, D., Đorđević-Milošević, S., Vučković, S., Žujović, M., Vlahović, M. (1992):** Uticaj vremena košenja i gustine setve na prinos i kvalitet zelene mase i silaža lucerke u prvoj godini proizvodnje. Biotechnol. in anim. Husband., 8 (5-6), 109-115.
- Nieri, B., Canino, S., Versace, R., Alpi, A. (1998):** Purification and characterization of an endoprotease from alfalfa senescent leaves. Phytochem., 49, 643-649.

- Niwinska, B., Strzetelski, J. A., Kowalczyk, J., Borowiec, F., Domanski, P. (2005):** The effect of phonological stage and season on nutritive value, chemical composition and nutrient digestibility of Lucerne (*Medicago sativa* L.) green forage in the alimentary tract of cattle. Czech. J. Anim. Sci., 50 (11), 511-518.
- Nocek, J. E. and Russell, J. B. (1988):** Protein and energy as an integrated system, relationship if ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. J. Dairy Sci., 71, 2070-2107.
- Nocek, J. E. and Tamminga, S. (1991):** Site of digestion of starch in the gastrointestinal-tract of dairy-cows and its effect on milk-yield and composition. J. Dairy Sci., 74, 3598-3629.
- Oba, M. and Allen, M. S. (2003):** Effects of corn grain conservation method on feeding behavior and productivity of lactating dairy cows at two dietary starch concentrations. J. Dairy Sci., 86, 174-183.
- Orloff, S. and Putnam, D. (2006):** Cutting schedule strategies to maximize returns. Proceedings of the Western alfalfa & Forage Conference, 11-13 December, Reno, Nevada. <http://alfalfa.ucdavis.edu>.
- Owens, F. N., Zinn, R. A., Kim, Y. K. (1986):** Limits to starch digestion in the ruminal small intestine. J. Anim. Sci., 63, 1634-1643.
- Owens, V. N., Albrecht, K. A., Muck, R. E., Duke, S. H. (1999):** Protein degradation and fermentation characteristics of red clover and alfalfa silage harvested with varying levels of total nonstructural carbohydrates. Crop Sci., 39, 1873-1880.
- Parveen, I., Threadgill, M. D., Moorby, J. M., Winters, A. (2010):** Oxidative phenols in forage crops containing polyphenol oxidase enzymes. J. Agric. Food Chem., 58, 1371-1382.
- Pejić, N. (2000):** Ugljeni hidrati u ishrani krava muzara. Letopis naučnih radova, 24 (1-2), 86-99.
- Pelletier, S., Tremblay, G. F., Bertrand, A., Bélanger, G., Castongmay, Y., Michaud, R. (2010):** Drying procedures affect non-structural carbohydrates and other nutritive value attributes in forage samples. Anim. Feed Sci. Technol., 157, 139-150.
- Peyraud, J. L., Le Gall, A., Luscher, A. (2009):** Potential food production from forage legume based systems in Europe: on overview. Irish J. Agric. Food Res., 48, 115-135.
- Poore, M. H., Moore, J. A., Swingle, R. S., Eck, T. P., Brown, W. H. (1991):** Wheat straw or alfalfa hay in diets with 30% neutral detergent fiber for lactating Holstein cows. J. dairy Sci., 74, 3152-3159.
- Poore, M. H., Moore, J. A., Eck, T. P., Swingle, R. S., Theurer, C. B. (1993):** Effect of fiber source and ruminal starch degradability on site and and extent of digestion in dairy cows. J. Dairy Sci., 76, 2244-2253.

- Popović, S., Grljušić, S., Čupić, T., Tucak, M. (2003):** Yield and quality of domestic and foreign alfalfa germplasm. Proceedings of 25th EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section Meeting. Czech. J. Genet. Plant Breed., 236-240.
- Ralph, J., Lundquist, K., Brunow, G., Lu, F., Kim, H., Schatz, P. F., Marita, J. M., Hatfield, R. D., Ralph, S. A., Christensen, J. H., Boerjan, W. (2004):** Lignins: Natural polymers from oxidative coupling of 4-hydroxyphenyl-propanoids. Phytochem. Rev., 29-60.
- Reeves III, J. B. (1985):** Lignin composition and in vitro digestibility. Journ. of Anim. Sci., 60, 316-322.
- Reeves III, J. B. (1993):** Chemical studies on the composition of fiber fractions and lignin determination residues. J. Dairy Sci., 76, 120-128.
- Reeves III, J. B. (1997):** Relationships between crude protein and determination of nondispersible lignin. J. Dairy Sci., 80, 692-699.
- Rezvani Moghaddam, P. and Wilman, D. (1998):** Cell wall thickness and cell dimensions in plant parts of eight forage species. J. Agric. Sci., 131, 59-67.
- Rochon, J. J., Doyle, C. J., Greef, J. M., Hopkins, A., Molle, G., Sitzia, M., Scholefield, D., Smith, C. J. (2004):** Grazing legumes in Europe: a review of their status, management, benefits, research needs and future prospects. Grass Forage Sci., 59, 197-214.
- Romagnolo, L.C., Polan, C. E., Barbeau, W. E. (1994):** Electrophoretic analysis of ruminal degradability of corn proteins. J. Dairy Sci., 77, 1093-1099.
- Rotili, P., Gnocchi, G., Scotti, C., Kertikova, D. (2001):** Breeding of the alfalfa plant morphology for quality. Options Méditerranées, quality in Lucerne and medics for animal production. Proceedings at the XIV Eucarpia Medicago spp. Group Meeting Zaragoza, 45, 25-28.
- Russell, J. B., Sniffen, C. J., Van Soest, P. J. (1983):** Effect of carbohydrate limitation on degradation and utilization of casein by mixed rumen bacteria. J. Dairy Sci., 66, 763-775.
- Russell, J. B., O'Connor, J. D., Fox, D. G., Van Soest, P. J., Sniffen, C. J. (1992):** A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diet. I. Ruminal fermentation. J. Anim. Sci., 70, 3551-3561.
- Sanders, M. A. and Wedin, W. F. (1988):** Cell wall composition of alfalfa stems at similar morphological stages and chronological age during spring growth and summer regrowth. Crop Sci., 28, 342-347.
- Schnurr, J. A., Jung, H. G., Samac, D. A. (2007):** A comparative study of alfalfa and *Medicago truncatula* stem traits morphology, chemical composition and ruminal digestibility. Crop Sci., 47, 1672-1680.
- Schubert, S. (1995):** Nitrogen assimilation by legumes – processes and ecological limitations. Fertil. Res., 42, 99-107.

- Schwab, C. G., Huhtanen, P., Hunt, C. W., Hvelplund, T. (2005):** Nitrogen requirements in cattle. p. 13-70 in Nitrogen and phosphorus nutrition of C. E. Pfeffer and A. Hristov, ed. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Seguin, P., Mustafa, A. F., Sheaffer, C. C. (2002):** Effects of soil moisture deficit on forage quality, digestibility and protein fractionation of kura clover. J. Agron. Crop Sci., 188, 260-266.
- Sheaffer, C. C., Martin, N. P., Lamb, J. F. S., Cuomo, G. R., Jewett, J. G., Quering, S. R. (2000):** Leaf and stem properties of alfalfa entries. Agron. J., 92, 733-739.
- Shimojo, M. and Goto, J. (1984):** A study on the relation between disappearance of dry matter and acetyl bromide lignin of tropical grass. Jpn. J. Zootech. Sci., 55, 838-842.
- Sinclair, L. A., Galbraith, H., Scaife, J. R. (1991):** Effect of dietary protein concentration and cimaterol on growth body composition of entire male lambs. Anim. Feed Sci. Technol., 34, 181-192.
- Skinner, D. K., Fritz, J. O., Klocke, L. L. (1994):** Protein degradability in a diverse array of alfalfa germplasm sources. Crop Sci., 34, 1396-1399.
- Slamka, P. and Šimko, J. (1996):** The yields of alfalfa (*Medicago sativa* L.) its quality prediction in relation to growth stage. VIII Jugoslovenski simpozijum o krmnom bilju sa međunarodnim učešćem, Novi Sad, 221-229.
- Sniffen, C. J., O'Connor, D. J., Van Soest, P. J., Fox, D. G., Russell, J. B. (1992):** A net carbohydrate and protein system for avaluating cattle diets. II: Carbohydrate and protein availability. J. Anim. Sci., 70, 3562-3577.
- Sretenović, Lj., Jovanović, R., Adamović, M., Stoićević, Lj., Grubić, G., Negovanović, D. (1997):** Uticaj različite količine ukupnih i nerazgradivih proteina u obrocima krava na proizvodnju mleka i reprodukciju. I jugoslovenski međunarodni kongres o stočarstvu, Biotehnologija u stočarstvu, 3-4, 135-142.
- Sretenović, Lj. i Petrović, M. M. (2005):** Effect of nutrition on improvement of reproductive performances of high yielding cows. J. Anim. Sci., 5, 9-15.
- Sretenović, Lj., Petrović, M. M., Aleksić, S., Mišćević, B., Marinkov, G. (2006):** Current technology of feeding the transition dairy cows in order to improve health and productive and reproductive performances. The 35th International session of scientific communications, the scientific papers of the faculty of animal science, Bucharest, 165-170.
- Stern, M. D., Varga, G. A., Clark, J. H., Firkins, J. L., Huber, J. T., Palmquist, D. L. (1994):** Evaluation of chemical and physical properties of feeds that affect protein metabolism in the rumen. J. Dairy Sci., 77, 2762-2786.
- Storm, E. and Ørskov, E. R. (1983):** The nutritive value of rumen microorganisms in ruminant. 1. Large-scale isolation and chemical composition of rumen microorganisms. Br. J. Nutr., 50, 463-470.

- Strobel, H. J. and Russell, J. B. (1986):** Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate – limited cultures of mixed rumen bacteria. *J. Dairy Sci.*, 69, 2941-2951.
- Sullivan, M.L. and Hatfield, R. D. (2006):** Polyphenol oxidase and o-diphenols inhibit postharvest proteolysis in red clover and alfalfa. *Crop Sci*, 46, 662-670.
- Svirskin, A. (2003):** Lucerne breeding in Lithuania. Proceedings of 25th EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section Meeting. *Czech. J. Genet. Plant Breed.*, 316-319.
- Štrbanović, R. (2010):** Genetička varijabilnost agronomskih osobina različitih genotipova lucerke (*Medicago sativa* L.). Magistarska teza, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.
- Tamminga, S., Van Vuuren, A. M., Van der Koelen, J., Ketelaar, R. S., Van der Togt, P. L. (1990):** Ruminal behaviour of structural carbohydrates, non-structural carbohydrates and crude protein from concentrate ingredients in dairy cows. *Nether. J. Agric. Sci.*, 38, 513-526.
- Tamminga, S. (1993):** Influence of feeding management on ruminant fiber digestibility, p. 572-602. In: Forage cell wall structure and digestibility. H. G. Jung, D. R., Buxton, R. D. hatfield and J. Ralph (ed. *Am. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Am., and Soil Sci. Soc. Am.*), Madison, WI.
- Tamminga, S. (1996):** A review on environmental impacts of nutritional strategies in ruminants. *J. Anim. Sci.*, 74, 3112-3124.
- Tavlas, A., Yolcu, H., Tan, M. (2009):** Yields and qualities of some red clover (*Trifolium pratense* L.) genotypes in crop improvement systems as livestock feed. *African J. Agric. Resear.*, 4 (7), 633-641.
- Taylor, N. L. and Quesenberry, K. H. (1996):** Red clover science. Kluwer, Academic Publishers.
- Terzić, V. D. (2010):** Uticaj vremena kosidbe, đubrenja mikroelementima i regulatora rasta na prinosa i kvalitet semena lucerke (*Medicago sativa* L.). Doktorska disertacija, Beograd.
- Theander, O. and Westerlund, E. (1986):** Studies on dietary fiber. 3. Improved procedures for analysis of dietary fiber. *J. Agric. Food Chem.*, 34, 330-336.
- Thompson, D. J., Brooke, B. M., Garland, G. J., Hall, J. W., majak, W. (2000):** Effect of stage of growth of alfalfa on the incidence of bloat in cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 80, 725-727.
- Traxler, M. J., Fox, D. G., Van Soest, P. J., Pell, A. N., Lascan, C. E., Lanna, D. P. D., Moore, J. E., Lan, R. P., Velez, M., Flores, A. (1998):** Predicting forage indigestible NDF from lignin concentration. *J. Anim. Sci.*, 76, 1469-1480.
- Tremblay, G. F., Michaud, R., Belanger, G., McRae, K. B., Petit, H. V. (2000):** *In vitro* ruminal undegradable proteins of alfalfa cultivars. *Can. J. Plant Sci.*, 80, 315-325.

- Tremblay, G. F., Belanger, G., McRae, K. B., Michaud, R. (2002):** Leaf and stem dry matter digestibility and ruminal undegradable proteins of alfalfa cultivars. *Can. J. Plant Sci.*, 82, 383-393.
- Tremblay, G. F., Michaud, R., Belanger, G. (2003):** Protein fractions and ruminal undegradable proteins in alfalfa. *Can. J. Plant Sci.*, 83, 555-559.
- Vance, C. P. (2008):** Carbon and nitrogen metabolism in legume nodules. In: Nitrogen-fixing leguminous symbioses. Nitrogen fixation: Origins, Applications, and Research Progress (Eds. M J. Dilworth, E. K. James, J. I. Sprent & W. E. Newton), 7, 293-320.
- Van de Haar, M. J. and StPierre, N. S. (2006):** Major advances in nutrition. Relevance to the sustainability of the dairy industry. *J. Dairy Sci.*, 89, 1280-1291.
- Van Soest, P. J. (1963):** Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *Jour. of the A.O.A.C.*, 46, 829-835.
- Van Soest, P. J. and Wine, R. H. (1967):** Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *Jour. of the A. O. A. C.*, 50, 50-55.
- Van Soest, P. J. and Robertson, J. B. (1980):** System of analysis for evaluating fibrous feeds. In: Standardization of analytical methodology in feeds (Pigden, W. J., Balch, C. C. And Graham, M. eds). 49-60, International Research Development Center, Ottawa, Canada.
- Van Soest, P. J. (1982):** Nutritional ecology of the ruminant. O & B Books, Inc., Corvallis.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. (1991):** Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy. Sci.*, 74, 3583-3597.
- Van Soest, P. J. (1994):** Nutritional ecology of the rumninant, 2nded. Cornell University press, Ithaca, NY, USA.
- Varga, G. A., Dann, H. M., Ishler, V. A. (1998):** The use of fiber concentrations for ration formulations. *J. Dairy Sci.*, 81, 3063-3074.
- Varga, G. A. (2003):** Soluble carbohydrates for dairy cattle. *Proc. Tri-State dairy Nutrition Conference. Fort Wayne*, 81-92.
- Vasiljević, S., Glamočić, D., Jajić, M., Čupina, B., Katić, S., Milić, D., Mikić, V. (2008):** Fibre fractions of red clover (*Trifolium pretense* L.) at different harvests over two seasons. *EGF, Grassland Science in Europe*, 13, 510-513.
- Vasiljević, S., Milić, D., Mikić, A. (2009):** Chemical atributes and quality improvement of forage legumes. *Biotechn. in anim. husb.*, 25 (5-6), 493-504.

- Vasiljević, S., Čupina, B., Krstić, Đ., Pataki, I., Katanski, S., Milošević, B. (2011):** Seasonal changes of proteins, structural carbohydrates, fats and minerals in herbage dry matter of red clover (*Trifolium pretense* L.). *Biotechn. in anim. husb.*, 27 (4), 1543-1550.
- Zeidan, E. M. Ž., Assey, A. A., Geweifel, H. G. (1988):** Effect of P fertilization and cutting schedules on dry forage yield and chemical composition of alfalfa cultivar CUF-101. Report of the 31st north American alfalfa improvement conference, 92-93.
- Waldo, D. R. (1986):** Effect of forage quality on intake and forage concentrate interactions. *J. Dairy Sci.*, 69, 617-631.
- Waters, C. J., Kitcherside, M. A., Webster, A. J. F. (1992):** Problems associated with estimating the digestibility of indegraded dietary nitrogen from acid-detergent insoluble nitrogen. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 39, 279-291.
- Wiersma, D. W., Smith, R. R., Mlynarek, M. J. (1998):** Harvest management effects on red clover forage yield, quality and persistence. *J. Prod. Agric.*, 11 (3), 309-313.
- Wilman, D. and Rezvani Moghaddam, P. (1998a):** Volume, surface area and cellular composition of chewed particles of plant parts of eight forage species and estimated degradation of cell wall. *J. Agric. Sci.*, 131, 69-77.
- Wilman, D. and Rezvani Moghaddam, P. (1998b):** In vitro digestibility and neutral detergent fiber and lignin contents of plant parts of nine forage species. *J. Agric. Sci.*, 131, 51-58.
- Wilman, D. and Ahmad, N. (1999):** In vitro digestibility, neutral detergent fiber, lignin and cell wall thickness in plant parts of three forage species. *J. Agric. Sci.*, 133, 103-108.
- Wilson, J. R., Deinum, B., Engels, F. M. (1991):** Temperature effects on anatomy and digestibility of leaf and stem tropical and temperate forage species. *Neth. J. Agric. Sci.*, 39, 31-48.
- Yang, C. M. and Russell, J. B. (1992):** Resistance of proline-containing peptides to ruminal degradation *in vitro*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 58, 3954-3958.
- Yari, M., Valizadeh, R., Naserian, A. A., Ghorbani, G. R., Moghaddam, P. R., Jonker, A., Yu, P. (2012):** Botanical traits, protein and carbohydrate fractions, ruminal degradability and energy contents of alfalfa hay harvested at three stages of maturity and in the afternoon and morning. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 172, 162-170.
- Yu, P., Christensen, D. A., McKinnon, J. J., Markert, J. D. (2003):** Effect of variety and maturity stage on chemical composition, carbohydrate and protein subfractions, *in vitro* rumen degradability and energy values of timothy and alfalfa. *Can. J. Anim. Sci.*, 83, 279-290.

- Yu, P., Christensen, D. A., McKinnon, J. J. (2004):** *In situ* rumen degradation kinetics of timothy and alfalfa as affected by cultivar and stage of maturity. Can. J. Anim. Sci., 84, 255-263.

9. BIOGRAFIJA KANDIDATA

Jordan Marković je rođen 17.05.1974. u Kruševcu, Republika Srbija. Nakon završene osnovne škole i gimnazije, 1994. godine upisuje Prirodno-matematički fakultet, smer-Hemija, Univerziteta u Prištini. Osnovne studije završava 2000. godine sa prosečnom ocenom 8,81 u toku studija.

U periodu od 12.12.2002. do 11.12.2003. godine obavio je pripravnički staž u HI „ŽUPA“ u sektoru Istraživanje i razvoj. Od 01.11.2005. godine radi kao istraživač-pripravnik u Institutu za krmno bilje u Kruševcu, gde se bavi istraživanjima iz oblasti kvaliteta i hemijskog sastava krmnog bilja.

Poslediplomske studije (magistarske studije) na Hemijskom fakultetu u Beogradu upisao je školske 2005/06 godine na odseku Biohemija hrane i ishrane. Magistarsku tezu pod naslovom „Promene u strukturi lignina i hemijskog sastava lista i stabla nekih sorti lucerke (*Medicago sativa* L.) i crvene deteline (*Trifolium pratense* L.) u zavisnosti od faze razvića“ odbranio je 26.11.2009. godine. U zvanje istraživač-saradnik izabran je 19.04.2010. godine.

U saradnji sa drugim autorima objavio je 70 radova u domaćim naučnim časopisima i na domaćim i međunarodnim simpozijumima, prvenstveno iz oblasti ishrane domaćih životinja. Osim toga, kao prvi autor i koautor objavio je četiri rada u međunarodnim časopisima sa SCI liste.

10 Prilozi – Izjave

Prilog 1.

Izjava o autorstvu

Potpisani Jordan P. Marković

Broj prijave 1336

Izjavljujem

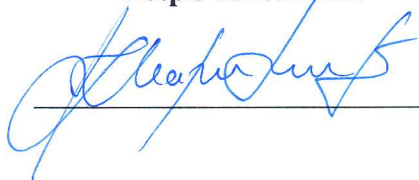
Da je doktorska disertacija pod naslovom

UTICAJ FENOFAZE RAZVIĆA NA ZASTUPLJENOST LIGNINA I
HRANLJIVU VREDNOST LUCERKE I CRVENE DETELINE

- Rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- Da predložena disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- Da su rezultati korektno navedeni i
- Da nisam kršio autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

Potpis doktoranda

U Beogradu, novembar 2014. godine



Prilog 2.

Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora Jordan P. Marković

Broj prijave 1336

Studijski program

Naslov rada

UTICAJ FENOFAZE RAZVIĆA NA ZASTUPLJENOST LIGNINA I
HRANLJIVU VREDNOST LUCERKE I CRVENE DETELINE

Mentor prof. dr. Goran Grubić

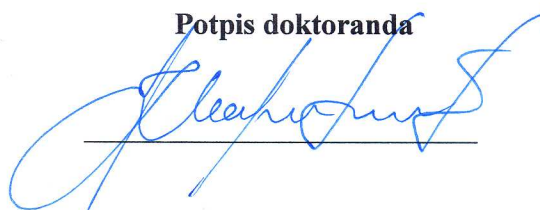
Potpisani Jordan P. Marković

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao za objavljivanje na portalu **Digitalnog repozitorijuma Univerziteta u Beogradu**.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne bioblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, novembar 2014. godine

Potpis doktoranda


Prilog 3.

Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetožar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

UTICAJ FENOFAZE RAZVIĆA NA ZASTUPLJENOST LIGNINA I HRANLJIVU VREDNOST LUCERKE I CRVENE DETELINE

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predao sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

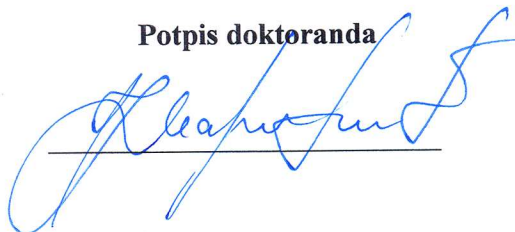
Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio.

1. Autorstvo
2. Autorstvo – nekomercijalno
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

(kratak opis licenci dat je na sledećoj stranici)

U Beogradu, novembar 2014. godine

Potpis doktoranda



1. Autorstvo – Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navode ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.
2. Autorstvo – nekomercijalno. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.
5. Autorstvo – bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.