

# Hranidbena vrijednost biljaka dostupnih srnama tijekom zimskog razdoblja

---

Kavčić, Tea

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:133182>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-18**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



# **HRANIDBENA VRIJEDNOST BILJAKA DOSTUPNIH SRNAMA TIJEKOM ZIMSKOG RAZDOBLJA**

DIPLOMSKI RAD

Tea Kavčić

Zagreb, rujan, 2021.



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Hranidba životinja i hrana

# **HRANIDBENA VRIJEDNOST BILJAKA DOSTUPNIH SRNAMA TIJEKOM ZIMSKOG RAZDOBLJA**

DIPLOMSKI RAD

Tea Kavčić

Mentor:

Doc. dr. sc. Kristina Kljak

Zagreb, rujan, 2021.



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



## IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Tea Kavčić**, JMBAG 0178110498, rođena 25.10.1996. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

### **HRANIDBENA VRIJEDNOST BILJAKA DOSTUPNIH SRNAMA TIJEKOM ZIMSKOG RAZDOBLJA**

Svojim potpisom jamčim:

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

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

\_\_\_\_\_  
*Potpis studentice*



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



## IZVJEŠĆE

### O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Tea Kavčić**, JMBAG 0178110498, naslova

#### **HHRANIDBENA VRIJEDNOST BILJAKA DOSTUPNIH SRNAMA TIJEKOM ZIMSKOG RAZDOBLJA**

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

Povjerenstvo:

potpisi:

1. doc. dr. sc. Kristina Kljak

\_\_\_\_\_

2. izv. prof. dr. sc. Nikica Šprem

\_\_\_\_\_

3. doc. dr. sc. Marija Duvnjak

\_\_\_\_\_

## Zahvala

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. sc. Kristini Kljak na pruženoj prilici, strpljenju, podršci, pomoći i uloženom vremenu za izradu ovog rada.

Zahvaljujem se izv. prof. dr. sc. Nikici Špremu na organizaciji istraživanja na pokušalištu „Ban Josip Jelačić“ kao i tehničkom suradniku Štefanu Penteku, na uloženom vremenu, savjetima o biljkama kojima se srne hrane i sakupljanju uzoraka.

Zahvaljujem se doc. dr. sc. Ivani Vitasović Kosić na prepoznavanju vrsta sakupljenih uzoraka biljaka.

Zahvaljujem se svim članicama laboratorija Zavoda za hranidbu životinja Agronomskog fakulteta u Zagrebu koje su mi pomogle u provođenju svih kemijskih analiza i analiza određivanja probavljivosti.

# Sadržaj

<b>1. Uvod</b> .....	1
<b>1.1. Hipoteza i cilj rada</b> .....	2
<b>2. Pregled literature</b> .....	3
<b>2.1. Srna obična (<i>Capreolus capreolus</i> L.)</b> .....	3
2.1.1. Lov srna .....	4
2.1.2. Hranidba srne .....	4
<b>2.2. Hranjiva vrijednost i utjecaj sezone na sastav biljke biljaka</b> .....	5
<b>2.3. Probava i probavni sustav u preživača</b> .....	6
<b>2.4. Hranjive i nepoželjne tvari</b> .....	9
2.4.1. Ugljikohidrati .....	9
2.4.1.1. Vlakna .....	9
2.4.1.2. Škrob .....	10
2.4.2. Masti .....	11
2.4.3. Nepoželjne tvari .....	11
<b>3. Materijali i metode</b> .....	13
<b>3.1. Lokacija i vremenske prilike tijekom sakupljanja uzoraka</b> .....	13
<b>3.2. Uzorkovanje biljaka</b> .....	14
<b>3.3. Uzorkovanje buražnog sadržaja</b> .....	17
<b>3.4. Određivanje <i>in vitro</i> buražne probavljivosti suhe tvari, organske tvari i NDV-a</b> .....	17
<b>3.5. Kemijske analize</b> .....	19
3.5.1. Određivanje sadržaja suhe tvari .....	19
3.5.2. Određivanje sadržaja sirovog pepela .....	20
3.5.3. Određivanje sadržaja sirovog proteina .....	20
3.5.4. Određivanje sadržaja neutralnih detergent vlakana .....	20
3.5.5. Određivanje sadržaja kiselih detergent vlakana .....	21
3.5.6. Određivanje sadržaja kiselog detergent lignina .....	22
3.5.7. Određivanje sadržaja šećera .....	22
<b>3.6. Statistička analiza</b> .....	23
<b>4. Rezultati i rasprava</b> .....	24
<b>4.1. Kemijski sastav</b> .....	24
4.1.1. Sirovi pepeo .....	25
4.1.2. Sirovi protein .....	26
4.1.3. Neutralna detergent vlakna .....	28
4.1.4. Kisela detergent vlakna .....	29
4.1.5. Kiseli detergent lignin .....	30

4.1.6. Šećeri .....	31
<b>4.2. Buražna probavljivost</b> .....	<b>32</b>
4.2.1. In vitro buražna probavljivost suhe tvari .....	32
4.2.2. <i>In vitro</i> buražna probavljivost organske tvari .....	35
4.2.3. <i>In vitro</i> buražna probavljivost neutralnih detergent vlakana .....	38
<b>4.3. Buražna probavljivost sakupljenih vrsta biljaka</b> .....	<b>40</b>
4.3.1. Bršljan .....	40
4.3.2. Antropogenizirane kontinentalne livade i šumska šašuljica .....	40
4.3.3. Seoska, pustenasta i oštrodilaka kupina .....	40
4.3.4. Dobričica i rosopas .....	41
<b>5. Zaključak</b> .....	<b>42</b>
<b>6. Literatura</b> .....	<b>43</b>



## Sažetak

Diplomskog rada studentice **Tea Kavčić**, naslova

### **HRANIDBENA VRIJEDNOST BILJAKA DOSTUPNIH SRNAMA TIJEKOM ZIMSKOG RAZDOBLJA**

Mali broj biljnih vrsta različitih hranidbenih vrijednosti dostupni su srnama tijekom zimskog razdoblja. Na njihovu hranidbenu vrijednosti, osim kemijskog sastava, utječe i buražna probavljivost. Iz navedenih razloga, cilj ovog rada bio je odrediti kemijski sastav i *in vitro* buražnu probavljivost suhe tvari (ST), organske tvari (OT) i neutralnih detergent vlakana (NDV) biljaka dostupnih srnama tijekom zimskog razdoblja. Sakupljeno je 27 uzoraka biljnih vrsta tijekom tri mjeseca: prosinac 2020., te veljača i ožujak 2021. godine. Sakupljene biljke su: *Rubus ulmifolius* Schott, *Rubus hirtus* Waldst.et Kit., *Rubus canescens* DC., *Glechoma hederacea* L., *Hedera helix* L., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Chelidonium majus* L. te *Poaceae*. Biljke su se razlikovale u *in vitro* buražnoj probavljivosti ST, OT i NDV-a ( $P < 0,001$ ) nakon 48 sati inkubacije, a prosječne vrijednosti su iznosile redom: 51,23, 51,57 i 12,71 % - *R. ulmifolius* Schott, 50,61, 50,47 i 9,2 % - *R. hirtus* Waldst.et Kit., 42,98, 42,64 i 6,6 % - *R. canescens* DC., 68,26, 67,01 i 9,1 % - *G. hederacea* L., 65,48, 65,01 i 22,06 % - *H. helix* L., 41,29, 39,47 i 13,05 % - *C. arundinacea* (L.) Roth, 73,34, 73,94 i 36,06 % - *C. majus* L., te 44,13, 42,32 i 13,4 % - *Poaceae*. Odmakom zimskog razdoblja mijenjala se *in vitro* buražna probavljivost ST, OT i NDV sakupljenih biljaka u srna te je rasla ( $P < 0,001$ ) od prosinca do ožujka; sa 46,16 na 55,92 % za ST, sa 45,80 na 54,81 % za OT i sa 9,16 na 17,97 % za NDV. Dobiveni rezultati kemijskog sastava i *in vitro* buražne probavljivosti ST, OT i vlakana upućuju na različitu hranidbenu vrijednost biljaka dostupnih srnama tijekom zimskog perioda kada im je smanjena raznolikost i kvaliteta.

**Ključne riječi:** vrste biljaka, *Capreolus capreolus*, buražna probavljivost, suha tvar, organska tvar, neutralna detergent vlakna

## Summary

Of the master's thesis – student **Tea Kavčić**, entitled

### **NUTRITIONAL VALUE OF THE PLANTS AVAILABLE TO FEMALE ROE DEER DURING WINTER PERIOD**

A small number of plant species of different nutritional values are available to female roe deer during the winter period. In addition to their chemical composition, their nutritional value is also affected by ruminal digestibility. Therefore, the aim of this study was to determine the ruminal digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM) and neutral detergent fiber (NDF) of plants available to female roe deer during the winter period. In total, 27 samples of plant species were collected over three months: December 2020, February and March 2021. Collected plants were: *Rubus ulmifolius* Schott, *Rubus hirtus* Waldst.et Kit., *Rubus canescens* DC., *Glechoma hederacea* L., *Hedera helix* L., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Chelidonium majus* L. and *Poaceae*. Plants differed in ruminal digestibility of DM, OM and NDF ( $P < 0.001$ ) after 48 hours of incubation, with mean values in order: 51.23, 51.57 and 12.71% - *R. ulmifolius* Schott, 50.61, 50.47 and 9.2% - *R. hirtus* Waldst.et Kit., 42.98, 42.64 and 6.6% - *R. canescens* DC., 68.26, 67.01 and 9.1% - *G. hederacea* L., 65.48, 65.01 and 22.06% - *H. helix* L., 41.29, 39.47 and 13.05% - *C. arundinacea* (L.) Roth, 73.34, 73.94 and 36.06% - *C. majus* L., 44.13, 42.32 and 13.4% - *Poaceae*. As the winter period progressed, the ruminal digestibility of DM, OM and NDF of collected plants in roe deer increased ( $P < 0.001$ ) from December to March (46.16 to 55.92% for DM, 45.80 to 54.81% for OM and 9.16 to 17.97% for NDF). The obtained results of chemical composition and ruminal digestibility of DM, OM and fibers indicate different nutritional value of plants available to roe deer during the winter period when their diversity and quality is reduced.

**Keywords:** plant species, *Capreolus capreolus*, ruminal digestibility, dry matter, organic matter, neutral detergent fiber

## 1. Uvod

Vrlo je malo podataka o hranidbi i probavljivosti hranjivih tvari u srna običnih (*Capreolus capreolus* L.), osobito u Hrvatskoj gdje je navedeno područje neistraženo. Poznavanje hranidbene vrijednosti i probavljivosti važno je sa stajališta razumijevanja hranidbenih potreba srna, osobito ako se radi o uzgoju u zatočeništvu. Nadalje, važno je zbog razumijevanja prilagodbe organizma sezonskim razlikama u dostupnosti hrane (Rautiainen i sur., 2021) kao i utjecaja koji srna ima na ekosustav.

Srna je najrasprostranjenija krupna divljači na većini područja Europe. U Hrvatskoj je nastanjena diljem države, a najveća gustoća populacije nalazi se u panonskom dijelu Hrvatske (Manojlović, 2017). Srna je preživač, pripada redu parnoprstaša (*Artiodactyla*), nadporodici pravih preživača (*Ruminantia*) i porodici jelena (*Cervidae*) (Janicki i sur., 2008). Iako srna češće brsti nego pase (Barančeková i sur. 2010), pri čemu preferira mlade izboje, lišće, grančice i bobice, pojedini novi radovi ne slažu se sa svrstavanjem srne kao selektora koncentratnih krmiva (König i sur., 2010; Dahl i sur., 2020) budući da konzumiraju i iskorištavaju sirova vlakna poput životinja koje pasu.

Probavni trakt srna je dinamičan sustav koji se mijenja tijekom godine kako se mijenja i hranidba kao posljedica sezonskih promjena u dostupnosti hrane (Palo i sur., 2012). Kod preživača se najvažniji dio probave hrane odvija u buragu. Burag sadrži brojnu mikrobnu populaciju koja fermentira hranu, te tako opskrbljuje domaćina energijom i lako iskoristivim oblicima ugljika te mikrobnim proteinima (Theodoru i France, 2005). Preživači se mogu hraniti većim količinama vlakana upravo zbog mikrobne populacije koja omogućuje razgradnju  $\beta$ -1,4 glikozidnih veza koje enzimi životinja ne mogu razgraditi. U predželucima su prisutne mikrobne populacije poput bakterija, protozoa i gljivica (Grbeša, 2017b) pri čemu najveći udio čine bakterije, zatim protozoe (40 %) pa gljivice (8 %) (Choudhury i sur., 2015).

Za procjenu hranidbene vrijednosti nekog krmiva, osim kemijskog sastava, važna je i probavljivost jer predstavlja udio hranjivih tvari koji će životinji biti na raspolaganju za apsorpciju. Hranidbena vrijednost biljaka mijenja se tijekom sezone, a posljedično tome i njihova probavljivost (Grbeša, 2017b). Tijekom zime, srnama je smanjena dostupnost i raznolikost biljaka, a zbog pada udjela proteina, i rasta udjela vlakana (od 26 – 30 % do 38 % u određenim mjesecima; Dahl i sur., 2020) smanjena je i buražna probavljivost. Općenito, određivanje probavljivosti može se vršiti trima metodama: *in vivo*, *in situ* i *in vitro*, a izbor metode ovisi o vrsti životinje i djelu probavnog trakta. Jedna od *in vitro* metoda određivanja probavljivosti kod preživača je određivanje *in vitro* buražne probavljivosti korištenjem Daisy<sup>II</sup> inkubatora (ANKOM Technology, Fairport, NY). Za *in vitro* metode buražne probavljivosti je potreban buražni sok životinja, koji se kod divljači na slobodi uzima nakon odstrela.

Kemijski sastav biljaka kojima se hrani divljač iz porodice jelena na različitim lokacijama je istraživana u svijetu, dok tek manji broj istraživanja daje podatke o njihovoj buražnoj probavljivosti koja je određena metodom probavljivosti. Provedena su istraživanja u kojima se prate sezonske promjene hranidbene vrijednosti biljaka dostupne srnama (Tixier i sur., 1997; Feng i sur., 2018). Međutim, u Hrvatskoj do sada nisu provedena istraživanja u kojima je određen kemijski sastav i probavljivost biljnih vrsta kojima se srne hrane.

## **1.1. Hipoteza i cilj rada**

Na temelju dosadašnjih istraživanja, hipoteze ovog istraživanja su:

- Sakupljene biljke dostupne srnama tijekom zimskog perioda razlikovati će se u kemijskom sastavu.
- Sakupljene biljke dostupne srnama tijekom zimskog perioda razlikovati će se u *in vitro* buražnoj probavljivosti suhe tvari, organske tvari i neutralnih detergent vlakana u srna.

Na temelju postavljenih hipoteza, cilj ovog istraživanja je odrediti kemijski sastav i buražnu probavljivost suhe tvari (ST), organske tvari (OT) i neutralnih detergent vlakana (NDV) biljaka koje su tijekom zimskog razdoblja dostupne srnama.

## 2. Pregled literature

### 2.1. Srna obična (*Capreolus capreolus* L.)

Srna obična (slika 1) pripada razredu sisavaca (*Mamalia*), redu parnoprstaša (*Artiodactyla*), porodici jelena (*Cervidae*) i potporodici nepravih jelena (*Odocoileinae*) (Lovari i sur., 2016). Široko je rasprostranjen biljojed koji obitava na nizinskim i planinskim staništima (Danilkin i Hewison, 1996). Najzastupljenija je životinja u porodici jelena u Europi (Burbaiteé i Csányi, 2009), brojeći otprilike 15 milijuna jedinki (Lovari i sur., 2016). U Hrvatskoj je srna autohtona divljač te je uz svinju divlju (*Sus scrofa*), najrasprostranjenija krupna divljač. Najzastupljenija je u kontinentalnim dijelovima Hrvatske poput Slavonije, Baranje, Gorskog Kotara te je nešto manje zastupljena u Dalmaciji i Primorju (Janicki i sur., 2008).



Slika 1. Srna obična

(izvor: <https://videohive.net/item/wild-female-roe-deer-grazing-in-a-field/23560415>)

Srna je teritorijalna životinja koja najveći dio života provede na svome području. Mužjaka nazivamo srnjak, ženku srna, a mlado lane. Prosječni životni vijek je 13-15 godina (Janicki i sur., 2008). Srna dostiže tjelesnu masu od 17 do 25 kg, visinu do 75 cm, a dužinu do 140 cm. Mužjaci nose rogove, dok ženke vrlo rijetko. Poput ostalih punorožaca, srnjaci mijenjaju rogovlje svake godine u pravilnim ciklusima, pri čemu rast rogova započinje u studenom (Konjević, 2008).

Srne žive u manjim krdima, a sva krda imaju organizaciju i vođu. Srnjak u proljeće obilježava svoj teritorij rogovima, mirisom, baukanjem, razgrtanjem lišća i zemlje nogama i brani ga od

drugih srnjaka dok srne obilježavaju prostor pred parenje. Nakon parenja, karakteristika srneće divljači je pojava tzv. embriotenije odnosno usporenog razvitka zametka od oplodnje do prosinca, nakon čega oplođena jajna stanica nastavlja s intenzivnim razvojem (Janicki i sur., 2008).

### 2.1.1. Lov srna

Krznar (2009) navodi lov kao "umijeće i vještinu hvatanja ili odstrela divljači u sportskom smislu, poznajući njezin način života, običaje, način kretanja itd. Može se provoditi čekanjem, šuljanjem, vabljenjem, kolima, čamcem, mamcima, sovom ušarom, psom, konjem, za vrijeme pjeva, za preleta, pogonom, prigonom, dočekom, kolima, skupno i pojedinačno".

Prema odredbama Zakon o lovstvu (NN 99/18), srna obična u Republici Hrvatskoj ima status krupne divljači zaštićene lovostajem. Pravilnik o lovostaju (NN 94/19) određuje zabranu lova od 1. listopada do 15. travnja za srnjaka, te od 1. veljače do 30. rujna za srnu i lane. Lovni trofej srne predstavlja rogovlje srnjaka koje se u uobičajenom stadiju razvoja nalazi u obliku pravilnoga šesterca (Konjević, 2008).

### 2.1.2. Hranidba srne

Srna je konzument paše i brsta. Općenito, razlika između pasaća i brstača je u građi kutnjaka i širini njuške. Pasaći imaju veću površinu kutnjaka, širu njušku te su im donji sjekutići položeni prema van (Janis i Eharhardt, 1988). Janicki i sur. (2008) navode da srna najprije preferira brst kao što su mladi izboji i pupovi šumskih biljaka, zatim šumsko voće, borovice, bobice, kupinu, (slika 2 i 3) a slično navodi i Tixier i sur. (1997) u radu gdje spominju konzumaciju vegetativnih dijelova biljke (lišće i grančice), sjemenki i voća. Navedena preferirana krma karakterizira srnu kao „selektora koncentratnih krmiva“ (Barančeková i sur., 2010). Razlog odabira ovakve hrane je rezultat visokog sadržaja proteina u krajevima grančica i pupova, te u njihovoj većoj probavljivost od cijele grančice, a samim time i boljoj opskrbi energijom (Droždž, 1979). Međutim, noviji radovi negiraju naziv „koncentratnih selektora“ budući da srne konzumiraju sirova vlakna poput životinja koje pasu ili su prijelaznog tipa hranidbe (König i sur., 2020). Prema Droždž (1979), da bi srne zadovoljile energetske potrebe, zahtijevaju hranu minimalne probavljivosti suhe tvari (ST) u cijelom traktu od 58 %.

Siuda i sur. (1969) su analizom botaničkog sastava buražnog sadržaja istražili vrste bilja koje srna konzumira tijekom različitih sezona. Istraživanje je provedeno u šumskom kompleksu „Šuma Pisz“ na sjeveru Poljske. Analiziran sadržaj buraga tijekom zimskog perioda upućuje

da su srne konzumirale obični bor (*Pinus silvestris* L.; u prosjeku oko 30 % buražnog sadržaja), visoku smreku (*Picea excelsa* (Lam) Lk.; oko 7 % buražnog sadržaja) i grančice europskog ariša (*Larix decidua* Mill; oko 1 % buražnog sadržaja). Konzumacija listopadnog drveća bila je manja, a najviše je konzumirana bijela breza (*Betula verrucosa* Ehrh.), hrast (*Quercus* L. sp.), obični grab (*Carpinus betulus* L.) i crna joha (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn). Konzumacija drveća činila je oko 43 % zimske hranidbe. Od grmlja, autori navode vrijesak (*Calluna vulgaris* (L.) Salisb.), običnu borovnicu (*Vaccinium myrtillus* L.) i brusnicu (*Vaccinium vitis-idaea* L.). Konzumirale su manje količine zelenog bilja, a identificirano je 43 vrste sjemena trava, koje su činile oko 10 % hranidbe srna. Jedna od učestalijih vrsta bilo je sjeme šumske jagode (*Fragaria vesca* L.). Također su pronađeni uzorci paprati i fragmenti gljiva iz porodica rupičavke (Polyporaceae) i pečurke (Agaricaceae).



Slika 3. Brst - način hranidbe srne  
(izvor: <https://www.naturepl.com/stock-photo-nature-image01608566.html>)



Slika 2. Obrštena grančica  
(vlastiti izvor)

## 2.2. Hranjiva vrijednost i utjecaj sezone na sastav biljaka

Hranjivost biljke opada sa starenjem kao posljedica smanjena udjela lista u odnosu na stabljiku. Općenito, mlađe biljke sadrže manje lignina i više proteina te su njihova vlakna probavljivija za enzime mikroorganizama (Grbeša, 2017b). Udio ST varira tijekom fitofenološke faze razvoja biljke. Kako bi biljka u svom sastavu nakupila što više ST ona mora proći sve razvojne stadije od vegetativne do generativne faze. U početnim stadijima rasta i razvoja, biljka sadrži manje ST i veliku količinu vode (Krizmanić i sur., 2015). Odmicanjem stadija zrelosti od vegetativne prema generativnoj fazi, raste udio vlakana, opada udio sirovog proteina (SP) i probavljivost (Di Marco i sur., 2002), odnosno opada kvaliteta krme

(Wiersma i sur., 1998). Osim pada kvalitete, autori Short i sur. (1974) prikazuju pad probavljivosti potpuno zrelih grančica (<40 %) u odnosu na mlade grančice (75 %).

Hranjivost biljaka ovisi i o sezonskom periodu godine. Foroughbakhch i sur. (2007) navode da tijekom zime ili ljeta zeljaste vrste biljaka prestaju rasti zbog nepovoljnih vremenskih uvjeta, a drvenaste vrste bilja tada mogu nadoknaditi nedostatak hranjivih tvari. Drvenasto bilje može biti visoke hranjive vrijednosti i u nepovoljnim klimatskim uvjetima. Osim perioda godine, kvaliteta drvenastih biljaka i njihova hranjiva vrijednost se mijenja ovisno o vrsti, sorti i fazi zrelosti (Mountousis i sur., 2008). Biljne vrste s progresivnim rastom koje se mijenjaju u sezoni sadrže malo sirovih proteina ali visok sadržaj vlakana i pepela (Parlak i sur., 2011).

Kemijski sastav biljaka utječe na njihovu hranidbenu vrijednost, a posljedično tome i na probavljivost. Promjenu kemijskog sastava biljaka tijekom godine navode Zweifel-Schielly i sur. (2012) koji u radu bilježe pad udjela vode i sirovih proteina, a rast udjela elemenata stanične stjenke (neutralnih detergent vlakana, NDV; kiselih detergent vlakana, KDV; kiselog detergent lignina, KDL) od proljeća do jeseni. Kao posljedicu povećanja NDV-a, KDV-a i KDL-a navode viši udio celuloze i lignina u odnosu na hemicelulozu. Međutim, autori navode da u uzorcima biljaka sadržaj organske tvari i aktivnost tanina ne pokazuju specifična sezonska obilježja. Osim navedenih autora, pad udjela vode (sa 76 na 35 %) i sirovog proteina (s 22 na 6-7 %) te rast udjela vlakana (s 13,9 na 40 %) u biljkama s odmakom proljeća prema zimi bilježi i Droždž (1979). Jednaka zapažanja rasta udjela vlakana od proljeća prema zimi bilježe i González-Hernández i Silva-Pando (1999).

### **2.3. Probava i probavni sustav u preživača**

Probavni trakt je dinamičan sustav koji se mijenja tijekom godine kako se mijenja i hranidba kao posljedica sezonskih promjena u dostupnosti hrane (Palo i sur., 2012). Probavni sustav sastoji se od usta, ždrijela, jednjaka, želudaca (burag, kapura, knjižavac i sirište), tankog i debelog crijeva te analnog otvora. Preživači pripadaju skupini biljojeda kojima je probavni trakt prilagođen razgradnji biljne hrane.

Prema Grbeši (2017b) preživači se mogu razdijeliti u podgrupe ovisno o odabiru cijele ili dijelova biljke na:

- konzumenti cijelih biljaka odnosno pašne životinje (goveda),
- prijelazni konzumenti koji se hrane pašom, ali i brstom (ovce, koze, srne),
- konzumenti niskovlaknastih biljaka koji brste dijelove s niskim sadržajem vlakana poput listova, plodova i mekanih dijelova biljke (žirafe, losovi).



Preživljanje je glavni mehanizam kojim se hrana obrađuje, a rastući omjer površine i volumena hrane utječe na učinkovitost probave (Pérez-Barbería i Gordon, 1998). Preživljanje u srna traje oko 4 sata dnevno tijekom zime, 5 sati tijekom proljeća, 6 sati tijekom ljeta te 7 sati tijekom jeseni (Manojlović, 2017).

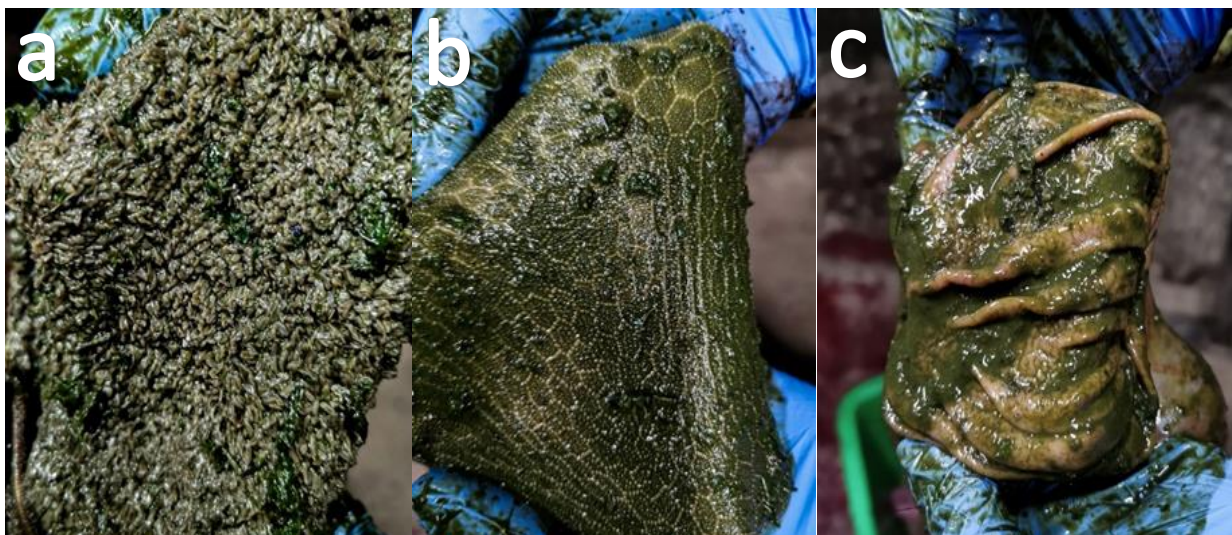
Osnovna hrana preživača je voluminozna i gruba krma koja se sastoji uglavnom od polisaharida čije su jedinice povezane  $\beta$ -1,4 glikozidnim vezama. Te veze ne mogu razgraditi enzimi životinje pa preživači imaju aktivnu predželučanu mikrobiološku fermentaciju hrane. U predželucima su prisutne mikrobne populacije poput bakterija, protozoa i gljiva (Grbeša, 2017b). Mikrobna populacija predželudaca kontrolirana je vrstom konzumirane hrane (Choudhury i sur., 2015). Kod preživača se najvažniji dio probave hrane odvija u buragu (Theodoru i France, 2005) čija je fermentacija jedinstvena jer je razgradnja staničnih stjenki biljaka ovisna o simbiozi mikroorganizama koji proizvode fibrolitičke enzime i životinje domaćina koja pruža poželjne anaerobne uvjete (Krause i sur., 2003).

Najveći broj bakterija uključen je u razgradnju biljnih vlakana (Minato i sur., 1966). Među bakterijama se razlikuju celulozitičke bakterije poput *Bacteroides succinogenes*, *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus flavefaciens* i *Eubacterium cellulosolvens* za razgradnju celuloze i hemiceluloze (Sniffen i Robinson, 1987), amilolitičke bakterije poput *Bacteroides ruminicola*, *Ruminobacter amylophilus*, *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Selenomonas ruminantium*, *Streptococcus bovis* za razgradnju škroba i šećera (Cotta, 1988) i proteolitičke bakterije kao što su *Bacteroides ruminicola* i *Bacteroides amylophilus* koje se hrane proteinom hrane (Kopečný i Wallace, 1982). Prisutne gljivice u buragu s ulogom u razgradnji lignoceluloznih čestica hrane čine samo 20 % ukupne mikrobne mase buraga, ali se smatra da imaju najbolju učinkovitost u njihovoj razgradnji (Akin i sur., 1988). Protozoe se hrane šećerima i škrobom te jedu bakterije čime smanjuju opskrbu preživača aminokiselinama. One su krupnije od bakterija, pa iako je njihov broj u buragu manji, imaju podjednak težinski udjel u mikrobnoj masi buraga (Grbeša, 2017b). Neki mikrobi poput arheja koriste plinove buraga za formiranje metana (Choudhury i sur., 2015). Dahl i sur. (2020) su usporedili ukupan broj mikroorganizama u buragu jelena koji nastanjuju šume i jelena koji nastanjuju poljoprivredna područja te su došli do zaključka da znatno veći broj mikroorganizama sadrže jelena šuma zbog veće raznolikosti biljnih vrsta.

Mikrobna populacija buraga koja fermentira hranu opskrbljuje domaćina energijom i lako iskoristivim oblicima ugljika te mikrobnim proteinima (Theodoru i France, 2005). Preživači dobivaju oko 70 % ukupne metaboličke energije mikrobiološkom fermentacijom čestica hrane (Niwińska, 2012). Konačni produkt mikrobnog djelovanja bakterija, gljiva i protozoa su octena, propionska i maslačna kiselina te plinovi metan i ugljikov dioksid. Navedene kiseline pripadaju skupini hlapljivih masnih kiselina (HMK) koje se apsorbiraju kroz zid buraga u krvotok i konačno pretvaraju u šećere i lipide koji su životinji potrebni za energiju i izgradnju tkiva (Choudhury i sur., 2015).

Mikrobne proteine predstavljaju mikroorganizmi buraga koji odlaskom u sirište ugibaju, apsorbiraju se u tankom crijevu i predstavljaju izvor proteina za domaćina. Mikrobi fermentacijom istodobno razgrađuju i sintetiziraju proteine (Grbeša, 2017b), a sam proces pruža mogućnost pretvaranja hrane i manje kvalitetnih proteina, čak i ne-proteinskog dušika (NPN) u vrijedne hranjive tvari za preživače (Dewhurst i sur., 2000). Mikrobni protein može zadovoljiti 40 do 80 % dnevnih potreba preživača za aminokiselinama što je prednost u slučaju hranidbe krmivima niskog sadržaja proteina (Sniffen i Robinson, 1987).

Predželuci čine 15 % mase životinje. Burag je najveći predželudac čija je funkcija kontrakcija i miješanje sadržaja radi kvalitetnije probave i apsorpcije produkata fermentacije. Unutrašnjost buraga je prekrivena resicama (papilama; slika 4) koje imaju funkciju povećanja apsorpcijske površine (Grbeša, 2017b). U buragu su anaerobni uvjeti s konstantnom temperaturom od 39-40°C (Niwińska, 2012) te pH 6-7 koji omogućava aktivnost poželjne mikrobne populacije. Popović i sur. (2009) navode da je pH buraga (6,33) srne najviši tijekom zimskog perioda. Održavanje poželjne pH vrijednosti omogućava prisutnost anorganske soli sode bikarbone u slini koja neutralizira nastale HMK (Obara i sur., 1972). Burag i kapura omogućuju životinjama dugotrajno zadržavanje čestica vlakana kako bi mikroorganizmi imali dovoljno vremena za crpljenje hranjivih tvari iz obroka. Knjižavac čini 5 % volumena preželudaca, a unutrašnjost površine je u obliku listova s ciljem povećanja apsorptivne površine (slika 4). Sirište predstavlja glavni ili pravi želudac u kojeg se luče kiseline i enzimi, a povezan je s tankim crijevom (Grbeša, 2017b).



Slika 4. Stjenka buraga (a), kapure (b), knjižavca (c) srne obične  
(vlastiti izvor)

## 2.4. Hranjive i nepoželjne tvari

### 2.4.1. Ugljikohidrati

Ugljikohidrati su osnovni izvor energije za preživače. Dijele se na monosaharide, oligosaharide i polisaharide. Polisaharidi pridonose s najviše energije u hranidbi preživača (National Research Council, 2007). U pravilu su ugljikohidrati klasificirani kao nestrukturani odnosno oni koji se nalaze unutar biljnih stanica ili strukturani koji se nalaze u stjenkama biljnih stanica (Van Soest i sur., 1991). Grbeša (2007b) navodi da se ugljikohidrati u biljkama dijele prema topljivosti u otapalima na:

- netopive ugljikohidrate ili sirova vlakna (celuloza, hemiceluloza i lignin)
- topive ugljikohidrate ili nedušične ekstraktivne tvari (NET),

a prema probavljivosti na:

- apsorptivne ugljikohidrate (monosaharidi) koji su potpuno topljivi i potpuno ih apsorbiraju životinja i mikrobi
- probavljive ugljikohidrate koje enzimi životinje lako razgrađuju na monosaharide te su visoko probavljivi za životinje i mikrobe (škrob)
- fermentativne ugljikohidrate koje ne mogu iskoristiti enzimi životinja, ali mogu iskoristiti mikrobi buraga i debelog crijeva. U ovu skupinu pripadaju vlakna i neprobavljivi oligosaharidi (inulin, rafinoza, stahioza, fruktooligosaharidi itd.).

#### 2.4.1.1. Vlakna

Vlakna su složena struktura ugljikohidrata u staničnim stjenkama biljaka, gljiva i bakterija. Osnovna biološka funkcija vlakana u niskoproizvodnih i divljih životinja je izvor energije. Ugljikohidrati staničnog sadržaja imaju visoku probavljivost i kod monogastričnih i poligastričnih životinja, međutim vlakna staničnog zida probavljiva su samo za biljojede koji imaju obimnu fermentaciju. Odrasli preživači od svih hranjivih tvari najviše trebaju vlakna. Obroci bogati vlaknima imaju dužu fermentaciju, životinje unose manju količinu hrane te im je proizvodnja niža. Unatoč tome, vlakna su neophodna za zdravlje probavnog sustava (Grbeša, 2017b).

Prema Grbeši (2008), vlakna imaju ulogu:

- održavanja optimalnih uvjeta fermentacije i zdravlja buraga preko stimulacije preživanja; stimuliraju lučenje sline koja održava optimalni puferni kapacitet predželudaca (pH 6-7) za aktivnost celulolitičkih mikroorganizma

- održavanja zdravlja buražnog zida; sprječavaju pojavu acidoza i održavaju motoriku predželudaca
- fermentiraju sporije od škroba pa su dugotrajniji izvor „goriva“ za mikroorganizme
- održavanja buražne mreže
- za proizvodnju octene kiseline koja je sirovina za sintezu mliječne masti
- vezivanja i zadržavanja mikroorganizama u buragu

Celuloza je najzastupljeniji sastojak stanične stijenke biljaka i glavna tvar voluminozne krme. Građena je od molekula D-glukoze koje su povezane  $\beta$ -1,4 glikozidnim vezama u lance, a lanci su vodikovim vezama povezani u duguljaste jedinice takozvane mikrofibrili. Prostor između mikrofibrila je ispunjen ligninom i pektinom, a krutost vlaknima daju upravo razgranate molekule lignina čija se razina sa starenjem biljke povećava. Enzimi životinja ne mogu razgraditi celulozu već ju djelomično razgrađuju enzimi mikroorganizama probavnog sustava (Grbeša, 2017b). Enzimska razgradnja celuloze odvija se u prisustvu različitih enzima pod nazivom celulaze (Andričić, 2009).

Hemiceluloza je glavni polisaharid sekundarne stijenke biljne stanice, a s ligninom je povezana snažnije od ostalih polisaharida. Sastoji se od linearno i razgranato povezanih molekula šećera. Mikroorganizmi predželudaca preživača podjednako probavljaju čistu celulozu i hemicelulozu (Grbeša, 2017b).

Lignin je složeni fenolni polimer. Za mikrobe buraga je neprobavljiv, a njegova koncentracija ograničava probavljivost strukturnih ugljikohidrata (Van Soest i sur., 1991). Prisutnost čvrstih kovalentnih veza između lignina i polisaharida stanične stijenke čini lignin teško pristupačanim hidrolazama izlučenih od strane mikroba (Chesson, 1993).

Postoji više metoda za određivanje vlakana od kojih se analize sirovih i detergent vlakana primjenjuju za analizu hrane za životinje. Budući da se preživači hrane voluminoznom krmom koja je bogata celulozom, hemicelulozom i ligninom, metoda određivanja sirovih vlakana nije dovoljna jer se određuje do 50 % prisutne hemiceluloze i manje od 50 % prisutnog lignina (Grbeša, 2017b). Stoga je metoda detergent vlakana u kojoj se uzorak iskuhava u otopinama različitog detergenta preciznija, a detergent vlakna se dijele na neutralna detergent vlakna (NDV) koja obuhvaćaju celulozu, hemicelulozu i lignin, kisela detergent vlakna (KDL) koja obuhvaćaju celulozu i lignin, i kiseli detergent lignin (KDL) (Van Soest i sur., 1991).

#### 2.4.1.2. Škrob

Škrob je kompleks dvaju strukturno različitih polimera: amiloze i amilopektina (Chesson, 1997) od kojih je amilopektin razgranatiji i probavljiviji od amiloze (Grbeša, 2017b). Škrob se može razgraditi mikrobnim enzimima preživača kao i enzimima u tankom crijevu (Niwińska, 2012). Od nevlaknastih ugljikohidrata, škrob predstavlja najveći udio u hranidbi preživača, a

njegov glavni izvor predstavljaju žitarice (Huntington, 1997). U razgradnji škroba najveću ulogu imaju amilolitičke bakterije (Grbeša, 2017). Kotarski i sur. (1992) identificirali su 15 sojeva amilolitičkih bakterija i osam amilolitičkih enzima proizvedenih od strane bakterija te navode da se neke bakterije priljepljuju i koloniziraju čestice u buragu te proizvode endo- i egzo-enzime koji hidroliziraju  $\alpha$ -1,4 i  $\alpha$ -1,6 veze amiloze i amilopektina.

#### 2.4.2. Masti

Masti su hidrofobne, organske tvari topive u organskim otapalima. Masne kiseline hrane obično čine manje od 3 % obroka preživača, a njihov najčešći izvor su krma, žitarice ili sjeme bogato linolnom ili linolenskom kiselinom (Palmquist i Jenkins, 1980). Probava masti u preživača specifična je zbog promjena koje se događaju u buragu gdje mikroorganizmi hidrogeniziraju masne kiseline pa se količina i sastav masti koji napuštaju burag razlikuju od unosa. Masti hrane imaju negativan učinak na probavu hrane i to najviše na probavu ugljikohidrata (Doreau i Chilliard, 1997).

#### 2.4.3. Nepoželjne tvari

Nepoželjne (antinutritivne) tvari same po sebi ili putem svojih metaboličkih proizvoda ograničavaju konzumaciju hrane i utječu na zdravlje i proizvodnju životinja ili djeluju na smanjenje unosa, probave, apsorpcije i iskorištavanja hranjivih tvari (Kumar i sur., 2017). Prema Ivankoviću (2006), najznačajnije antinutritivne tvari su inhibitori tripsina, glukozinolati, cijanogeni glukozidi, saponini, hemaglutinini i tanini. Grbeša (2017a) navodi da su divlje životinje stekle otpornost na prisutne antinutritivne tvari u biljkama kojima se hrane na određenoj lokaciji. Tixier i sur. (1997), uspoređujući prirodan odabir hrane srne u odnosu na jelena, navodi prednost srne u odnosu na jelena jer srna sadrži nešto drugačije fiziološke mehanizme detoksikacije što joj omogućava i konzumaciju nekih biljnih vrsta koje za jelena predstavljaju prepreku u konzumaciju zbog nepovoljnog sadržaja antinutritivnih tvari. To ujedno i smanjuje problem konkurencije biljojeda prilikom odabira hrane u ekosustavima.

## 2.5. Metode određivanja probavljivosti krme

Određivanje probavljivosti energije ili hranjivih tvari konzumirane hrane kod preživača može se odrediti metodama koje se dijele na *in vivo*, *in situ* i *in vitro* metode. *In vivo* metodom se najčešće određuje probavljivost suhe tvari ili pojedinih hranjivih tvari u cijelom probavnom sustavu životinje, a mjeri se količina unesene i izlučene hranjive tvari (Grbeša, 2017b) te zahtijeva uvjete u kojima se može kontrolirati konzumacija i sakupljati feces. Uz prisutnost indikatora probavljivosti, *in vivo* metodom se može odrediti i probavljivost u pojedinim dijelovima probavnog trakta, ali zahtijeva operativni zahvat kako bi se životinjama ugradila fistula pomoću koje se uzorkuje sadržaj određenog dijela probavnog trakta. Operativni zahvat zahtijeva i *in situ* metoda gdje se životinji ugrađuje fistula na buragu te burag služi kao prirodni inkubator za razgradnju krme koja se u vrećicama od tkanine unosi u burag i inkubira u određenim vremenskim intervalima (Niwinska, 2012).

Unatoč tome što se provode u laboratorijskim uvjetima, i *in vitro* metode zahtijevaju prisutnost životinje kao izvora buražnog soka jer zbog njegove kompleksnosti na tržištu ne postoje odgovarajuće smjese enzima i mikroorganizama. Zbog svoje jednostavnosti u odnosu na *in vivo* metode, najčešće je korištena metoda, a u laboratorijskom posuđu i inkubatoru se oponaša prirodan proces u probavnom traktu životinje. Zbog prisutnosti buražnog soka, *in vitro* metode određivanja hranidbene vrijednosti krme obuhvaćaju probavu mikroorganizmima buraga i probavu enzima, ali ne uključuju pasažu koja je obuhvaćena *in vivo* metodom. *In vitro* metode su jeftinije i troše manje vremena, a omogućuju preciznije održavanje eksperimentalnih uvjeta od *in vivo* metoda (Niwinska, 2012). Najpoznatiji uređaj za *in vitro* određivanje probavljivosti je Daisy<sup>II</sup> inkubator (Varel i Kreikemeier, 1995).

### 3. Materijali i metode

#### 3.1. Lokacija i vremenske prilike tijekom sakupljanja uzoraka

Državno otvoreno lovište, broj: III/29 – „PROLOM“, nalazi se na području Sisačko – moslavačke županije. Pokušalište „Ban Josip Jelačić“ u sastavu je Zavoda za ribarstvo, pčelarstvo, lovstvo i specijalnu zoologiju Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta (slika 5). Proteže se u smjeru sjever – jug, između  $45^{\circ} 08'$  i  $45^{\circ} 17'$  sjeverne geografske širine i  $16^{\circ} 01'$  i  $16^{\circ} 09'$  istočne geografske dužine od Greenwich-a. Obuhvaća krajnje zapadne obronke i dijelove masiva Zrinske gore. Jugozapadne granice lovišta nalaze se u neposrednoj blizini državne granice Republike Hrvatske s Republikom Bosnom i Hercegovinom. Ukupna površina iznosi 7,709 ha, s najvišim vrhom Vratnik od 529,0 m (Prđun i Šprem, 2016).



Slika 5. Dio pokušališta „Ban Josip Jelačić“ Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (vlastiti izvor)

Tijekom zimskog perioda 2020/2021. godine sakupljeni su uzorci biljaka i uzorci buražnog sadržaja srna. Temperaturne razlike, količina snježnog pokrova i padalina tijekom prikupljanja uzoraka prikazane su u tablici 1, a vrijednosti su preuzete sa stranice Climate Explorer (World Meteorological Organization, 2021).

Tablica 1. Prosječne temperature vrijednosti te prosječna količina snježnog pokrova i padalina izmjerene na području pokušališta "Ban Josip Jelačić" tijekom promatranog razdoblja od prosinca 2020. do ožujka 2021. godine.

Mjesec	Temperatura °C	Snježni pokrov (cm)	Padaline (mm)
Prosinac 2020.	4,7	0,23	57
Siječanj 2021.	1,5	0,55	171
Veljača 2021.	4,6	0,39	27
Ožujak 2021.	3,8	0,23	84

### 3.2. Uzorkovanje biljaka

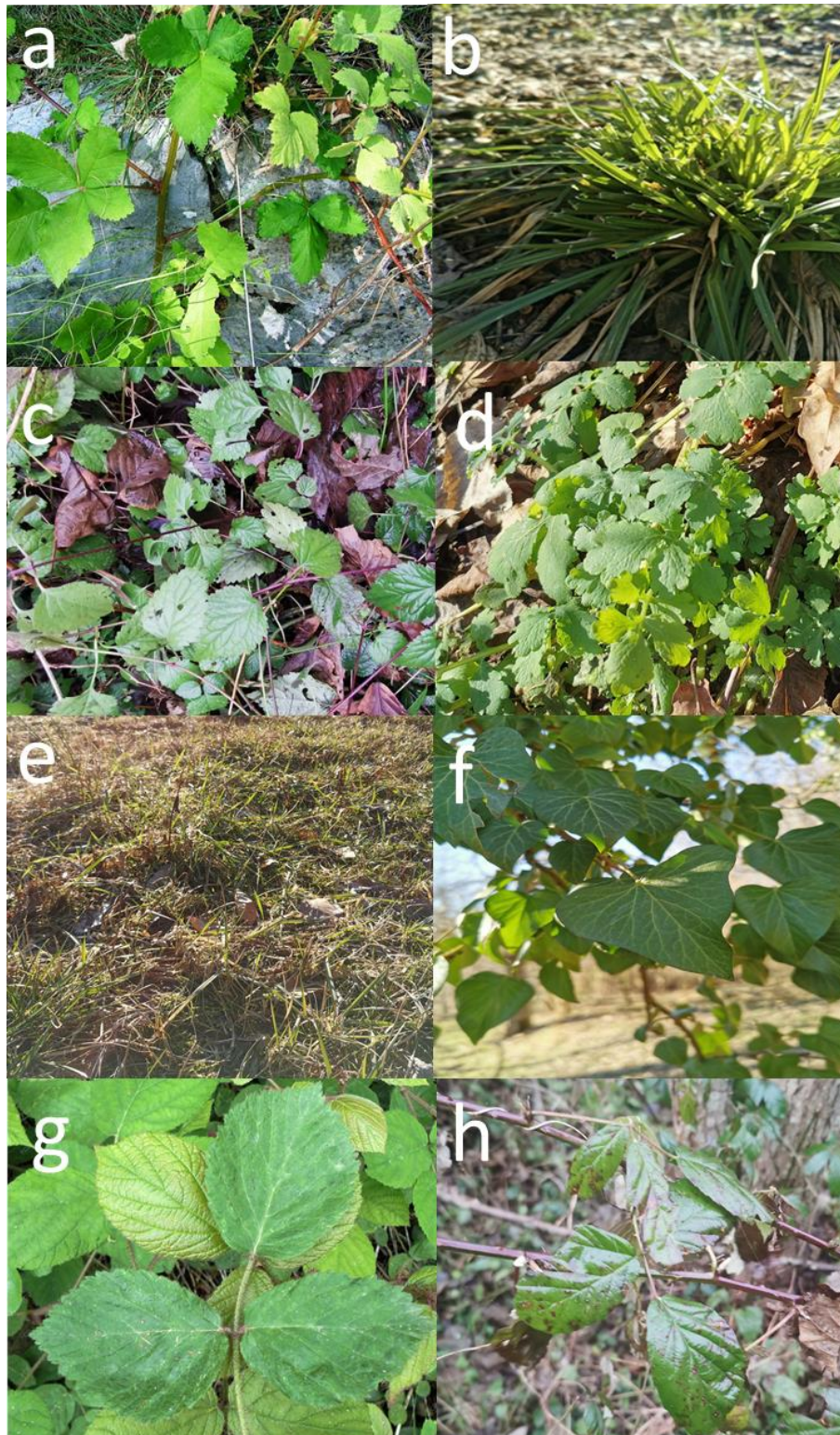
Ukupno 27 uzoraka biljaka sakupljeno je u zimskom razdoblju, dana 17. prosinca 2020. godine te 16. veljače i 9. ožujka 2021. godine na različitim lokacijama na području pokušališta gdje je uočena prisutnost srna. U tablici 2. prikazane su lokacije, datumi i imena sakupljenih uzoraka biljaka. Ukupno je sakupljeno osam vrsta biljaka (slika 6): seoska kupina (*Rubus ulmifolius* Schott), pustenasta kupina (*Rubus canescens* DC.), dobričica (*Glechoma hederacea* L.), bršljan (*Hedera helix* L.), šumska šašuljica (*Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth), rosopas (*Chelidonium majus* L.), oštrodlaka kupina (*Rubus hirtus* Waldst.et Kit.) i antropogenizirane kontinentalne livade (*Poaceae*). S obzirom na prisutnost snježnog pokrova u prosincu 2020. godine, dostupan je bio pristup manjem broju biljnih vrsta te su tada sakupljeni uzorci seoske i pustenaste kupine te dobričice. Uz prije navedene seosku i pustenastu kupinu, u veljači i ožujku sakupljeni su i uzorci oštrodlake kupine, bršljana, šumske šašuljice i antropogenizirane kontinentalne livade na području pokušališta.

Nakon sakupljanja, uzorci su u laboratoriju Zavoda za hranidbu životinja Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta prosušeni sušenjem 24 sata na 40 °C i samljeveni na mlinu Cyclotec (Tecator, Švedska) sa sitom promjera 1 mm.



Tablica 2. Datumi, nazivi i lokacije sakupljenih biljaka dostupnih srnama tijekom promatranog razdoblja.

Datum	Biljka	Latinski naziv biljke	Lokacija
17.12.2020.	Seoska kupina	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Iznad doline Gvozdne, Dolina Gvozdne
	Pustenasta kupina	<i>Rubus Canescens</i> DC.	Dolina Gvozdne, Kobiljak okretnica, Brubanj vrh, Kobiljak vrh
	Dobričica	<i>Glechoma</i> <i>hederacea</i> L.	Dolina Gvozdne
16.2.2021.	Seoska kupina	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Početak doline Gvozdne
	Oštrodlaka kupina	<i>Rubus Hirtus</i> Waldst.et Kit	Dolina Gvozdne
	Bršljan	<i>Hedera helix</i> L.	Početak doline Gvozdne, Dolina Gvozdne
	Šumska šašuljica	<i>Calamagrostis</i> <i>arundinacea</i> (L.) Roth	Početak doline Gvozdne, Dolina Gvozdne
	Rosopas	<i>Chelidonium majus</i> L.	Početak doline Gvozdne
	Antropogenizirane kontinentalne livade	<i>Poaceae</i>	Dolina Gvozdne
9.3.2021.	Seoska kupina	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	Dolina Gvozdne
	Oštrodlaka kupina	<i>Rubus Hirtus</i> Waldst.et Kit	Početak doline Gvozdne
	Bršljan	<i>Hedera helix</i> L.	Početak doline Gvozdne, Dolina Gvozdne
	Šumska šašuljica	<i>Calamagrostis</i> <i>arundinacea</i> (L.) Roth	Početak doline Gvozdne, Dolina Gvozdne
	Antropogenizirane kontinentalne livade	<i>Poaceae</i>	Dolina Gvozdne



Slika 6. Prikaz sakupljenih biljaka (a, pustenasta kupina; b, šumska šašuljica; c, dobričica; d, rosopas; e, antopogenizirane kontinentalne livade; f, bršljan; g, oštrozlaka kupina; Slike b,c,d,e,f,h: vlastiti izvor, a: izvor: <https://visiani.botanic.hr/fcd-gallery/Photo/Show/29683>, g: izvor: <https://visiani.botanic.hr/fcd-gallery/Photo/Show/95528> ).

### 3.3. Uzorkovanje buražnog sadržaja

Odstrijel srna proveden je skladu sa zakonima Republike Hrvatske (NN 99/18) kao i svi postupci tijekom rukovanja životinjama i uzorkovanja pri čemu su bili u skladu s etičkim načelima o dobrobiti životinja (NN 102/2017). Bioetičko povjerenstvo za dobrobit životinja Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta dalo je pozitivno mišljenje o provođenju istraživanja (KLASA 114-04/21-03/03, URBROJ 251-71-29-02/19-21-1).

Uzorci sadržaja buraga sakupljeni su tijekom dva odstrijela, 17. prosinca 2020. u kojem su odstrijeljene 3 srne, te 29. siječnja 2021. u kojem su odstrijeljene 4 srne. Srne su na temelju istrošenosti zuba i vanjštine razvrstane su po dobi (raspon od 1 do 8 godina) i težini (raspon od 16 do 28 kg). Nakon *post mortem* odvajanja buraga iz probavnog sustava, buražni sadržaj je procijeđen kroz četiri sloja gaze u plastičnu posudu od 2 litre, koja je prethodno napunjena s ugljikovim dioksidom kako bi se osigurali anaerobni uvjeti mikroorganizmima. Boce s buražnim sokom su zatim zamrznute na  $-20^{\circ}$  do provođenja analize.

### 3.4. Određivanje *in vitro* buražne probavljivosti suhe tvari, organske tvari i NDV-a

Određivanje *in vitro* buražne probavljivosti provedeno je u Daisy<sup>II</sup> inkubatoru s četiri staklene posude prema uputama proizvođača (ANKOM Technology, 2017). Zamrznuti buražni sok izvađen je 5 sati prije analize iz frizera te stavljen na temperaturu od  $37^{\circ}\text{C}$  radi ponovne aktivacije mikroorganizama. Buražni sok za analizu priređen je miješanjem buražnog soka sedam srna koje su konzumirale različite biljne vrste tijekom zimskog perioda na području Gline.

F57 (Ankom, SAD) vrećice za određivanje probavljivosti, kratkotrajnim namakanjem u acetonu su obezmašćene i zatim prosušene na  $103^{\circ}\text{C}$  kroz 1 h. Uzorci biljaka su izvagani (oko 0,5 g) u prethodno izvagane prazne vrećice nakon čega su vrećice zavarene. Svaki uzorak je izvagan u 5 vrećica te je svaka vrećica inkubirana u jednoj staklenoj posudi. Vrećice s uzorcima su zatim uronjene u buražni inokulum – smjesu buražnog soka i prethodno pripremljenog pufera. Pufer je pripremljen miješanjem dvaju otopina: otopine A (10 g kalijevog hidrogen fosfata, 0,5 g magnezijevog sulfata heptahidrata, 0,5 g natrijevog klorida, 0,1 g kalcijevog klorida dihidrata, i 0,5 g uree u 1 L destilirane vode) i otopine B (15 g natrijevog karbonata i 1 g natrijevog sulfida nanohidrata u 1 L destilirane vode) u omjeru 5:1. Nakon pripreme i ulijevanja pufera u svaku inkubacijsku posudu dodan je sadržaj buražnog inokuluma (400 mL), 24 vrećica s uzorcima i 2 vrećice za slijepu probu. Cijeli postupak je rađen pod strujom ugljikovog dioksida nakon čega su posude stavljene u Daisy inkubator na temperaturu od  $39^{\circ}\text{C}$ . Inkubacijske posude inkubirane su u Daisy aparatu tijekom 48 sati, a nakon završetka inkubacije vrećice s uzorcima su isprane u hladnoj običnoj

i destiliranoj vodi kako bi se zaustavila aktivnost mikroorganizama i uklonio sav buražni sadržaj (slika 7). Isprane vrećice su se sušile 48 sati na 60 °C nakon čega su izvagane, a taj se podatak koristio za izračun *in vitro* buražne probavljivosti suhe tvari (IVDMD, engl. *In vitro* Dry Matter Digestibility) prema formuli (ANKOM Technology, 2017):

$$IVDMD (\%) = \left[ 1 - \frac{m_3 - (m_1 \times C)}{m_{ST}} \right] \times 100$$

pri čemu su  $m_1$  – masa odmašćene i prosušene F57 vrećice (g),  $m_{ST}$  – masa ST uzorka izvaganog za analizu, izračunata na temelju sadržaja ST uzorka (g) i  $m_3$  – masa neprobavljenog ostatka zajedno s masom vrećice (g). Faktor korekcije za masu zadržanu na vrećici, C, izračunata je prema formuli:

$$C = \frac{m_3 \text{ slijepa proba}}{m_1 \text{ slijepa proba}}$$

pri čemu su  $m_1$  slijepa proba – masa prazne vrećice slijepa probe prije inkubacije (g) i  $m_3$  slijepa proba – masa prazne vrećice slijepa probe nakon inkubacije (g).

Nakon vaganja, 2 vrećice su korištene za određivanje sadržaja sirovog pepela, a 3 vrećice za određivanje sadržaja NDV u neprobavljenom ostatku prema postupcima opisanim u poglavljima 3.5.2. i 3.5.3. Na temelju sadržaja sirovog pepela i NDV u uzorku i neprobavljenom ostatku uzorka nakon provođenja *in vitro* analize probavljivosti, izračunate su *in vitro* buražna probavljivost organske tvari (IVNOM, engl. *In vitro* Digestibility of Organic Matter) i *in vitro* buražna probavljivost NDV (IVNDFD, engl. *In vitro* Neutral Detergent Fiber Digestibility). *In vitro* buražna probavljivost organske tvari izračunata je prema sljedećoj formuli:

$$IVDOM (\%) = \left( 1 - \frac{m_{\text{neprobavljeni OT}}}{m_{\text{OT u uzorku}}} \right) \times 100$$

pri čemu su  $m_{\text{neprobavljeni OT}}$  – masa organske tvari u neprobavljenom ostatku nakon postupka inkubacije (g) i  $m_{\text{OT u uzorku}}$  – masa organske tvari u uzorku izvaganom za analizu (g). Masa organske tvari u uzorku za analizu izračunata iz razlike masa uzorka i mase sirovog pepela izračunate na temelju udjela sirovog pepela, dok je masa organske tvari u neprobavljenom ostatku izračunata nakon postupka određivanja sadržaja sirovog pepela kao razlika mase neprobavljenog ostatka i mase sirovog pepela.

*In vitro* buražna probavljivost NDV-a izračunata je prema sljedećoj formuli:

$$IVNDFD (\%) = \left( 1 - \frac{m_{\text{neprobavljeni NDV}}}{m_{\text{NDV u uzorku}}} \right) \times 100$$

pri čemu su  $m_{\text{neprobavljeni NDV}}$  – masa NDV u neprobavljenom ostatku nakon postupka inkubacije (g) i  $m_{\text{NDV u uzorku}}$  – masa NDV u uzorku izvaganom za analizu (g). Masa NDV u uzorku za analizu izračunata je na temelju mase uzorka i sadržaja NDV u uzorku, dok je masa NDV u neprobavljenom ostatku izračunata nakon postupka određivanja sadržaja NDV.



Slika 7. Ispiranje vrećica s uzorcima nakon 48h inkubacije  
(vlastiti izvor)

### 3.5. Kemijske analize

Sve kemijske analize odrađene su u laboratoriju na Zavodu za Hranidbu životinja Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta.

#### 3.5.1. Određivanje sadržaja suhe tvari

U samljevenim uzorcima neposredno prije početka kemijskih analiza određen je sadržaj suhe tvari sušenjem u sušioniku UFE 400 (Memmert, Njemačka) četiri sata na 105 °C u skladu s normom HRN ISO 6496:2001 (DZNM, 2001). Na temelju razlike masa uzorka prije i poslije sušenja vaganjem na analitičkoj vazi izračunat je sadržaj suhe tvari u uzorku.

### 3.5.2. Određivanje sadržaja sirovog pepela

Sadržaj sirovog pepela (SPe) određen je u skladu s normom HRN ISO 5984:2004 (DZNM, 2004). Uzorak (3 g) spaljivan je tri sata na 550 °C u mikrovalnoj peći (Pyro 260, Milestone, Italija). Nakon tri sata uzorak je ohlađen i navlažen s malo destilirane vode, a nakon prosušivanja ponovno spaljivan još jedan sat. Na temelju mase uzorka prije i poslije spaljivanja određen je sadržaj SPe u uzorku.

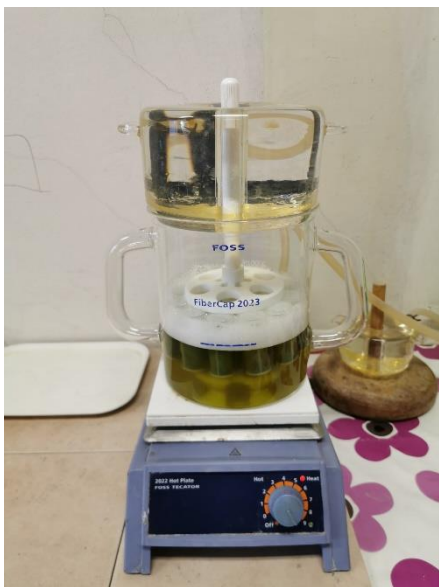
### 3.5.3. Određivanje sadržaja sirovog proteina

Određivanje sadržaja sirovog proteina (SP) provedeno je Kjeldhalovom metodom, u skladu s normom HRN EN ISO 5983-2:2010 (DZNM, 2010). 2,5 g dobro izmiješanog svježeg uzorka silaže izvagano je u Kjeldhalove tube. Uzorku je zatim dodano 7,5 g katalizatora, smjesa modre galice i kalijevog sulfata i 10 mL koncentrirane sumporne kiseline, nakon čega je uzorak spaljen na 420 °C u bloku za spaljivanje. Destiliranje uzorka je izvršeno u automatskom sistemu Kjeltect™2200 (Foss Tecator, Švedska) uz dodatak 35 %-tne otopine natrijeve lužine. Pri tom procesu dolazi do oslobađanja amonijaka koji je onda skupljen u 4 %-tnu otopinu borne kiseline uz dodatak indikatora brom-krezol-zeleno i metil-crveno. Destilat je potom titriran s 0,1 mol/L otopinom kloridne kiseline, te je na temelju utroška kiseline izračunat sadržaj dušika u uzorku, dok je sadržaj sirovog proteina izračunat množenjem sadržaja dušika s faktorom 6,25. Analiza svakog uzorka provedena je u duplikatu, a kao rezultat uzeta je srednja vrijednost.

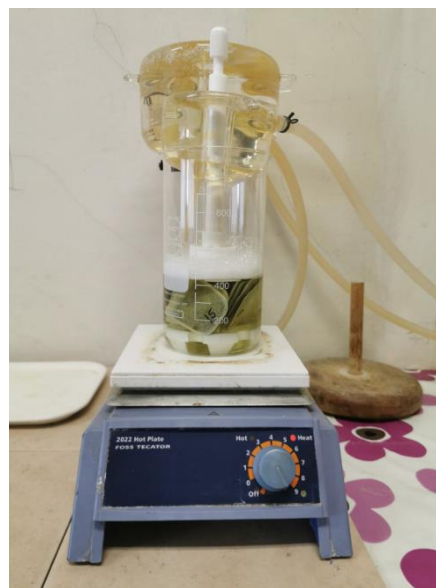
### 3.5.4. Određivanje sadržaja neutralnih detergent vlakana

Sadržaj NDV u uzorcima određen je u skladu s normom HRN ISO 16472:2008 (DZNM, 2008) korištenjem Fibertec™ sustava – aparature za iskuhavanje i hladnu ekstrakciju – Fibertec system 2021 Fiber cap (Foss Tecator, Švedska; slika 8 i 9). U proceduri nije korišten postupak s amilazom zbog niskog udjela škroba u uzorcima sakupljenih biljaka. Uzorak (oko 0,4 g) izvagan je u Fiber cap kapsulu dok su vrećice nakon probavljivosti direktno korištene u analizi. Kapsule ili vrećice su kuhane pri vrenju jedan sat u otopini neutralnog detergenta i 10,5 g bezvodnog natrijevog sulfita (slike 8 i 9). Otopina neutralnog detergenta pripremljena je otapanjem 18,61 g KOMPLEKSON-a III (etilen-diamin-tetraoctena natrijeva sol), 6,81 g natrijeva tetraborata dekahidrata, 30,0 g natrijeva dodecil sulfata (SDS), 10 mL trietilenglikola i 4,56 g bezvodnog natrijeva hidrogen fosfata u 1 L destilirane vode. Kapsula i vrećice su zatim isprane s vrućom destiliranom vodom, dok je kapsula i odmašćena u acetonu. Isprane kapsule i vrećice prosušene su preko noći na 103 °C sušioniku UFE 400. Izvagane kapsule i vrećice su zatim spaljene u mikrovalnoj peći (Pyro 260, Milestone, Italija)

na 600 °C. Na temelju masa uzoraka u kapsuli prije i nakon kuhanja u neutralnom detergentu, te masa ostatka pepela i konstanti specifičnih za kapsule u kojima se nalazio uzorak izračunat je sadržaj NDV u uzorcima biljaka. Sadržaj NDV u uzorcima prikazan je pri ST. Na temelju masa vrećica s neprobavljenim ostatkom prije i nakon kuhanja u neutralnom detergentu, te njihovih masa ostatka pepela i masa ostatka pepela vrećica slijepe probe izračunata je masa neprobavljenog NDV.



Slika 9. Određivanje sadržaja NDV prije *in vitro* buražne probavljivosti (vlastiti izvor)



Slika 8. Određivanje sadržaja NDV nakon *in vitro* buražne probavljivosti (vlastiti izvor)

### 3.5.5. Određivanje sadržaja kiselih detergent vlakana

Sadržaj kiselih detergent vlakana (KDV) u uzorcima određen je u skladu s normom HRN EN ISO 13906:2008 (DZNM, 2008). Uzorak (oko 1 g) kuhan je u otopini kiselog detergenta po prethodno opisanom postupku za određivanje sadržaja NDV. Otopina kiselog detergenta pripravljena je otapanjem 26,6 mL koncentrirane sumporne kiseline i 20 g CTAB (cetil-trimetil-amonij-bromid) u 1 L destilirane vode. Na temelju masa uzoraka prije i nakon kuhanja u kiselom detergentu te na temelju masa ostatka pepela i konstanti specifičnih za kapsule u kojima se nalazio uzorak prilikom provođenja analize izračunat je sadržaj KDV u uzorcima.

### 3.5.6. Određivanje sadržaja kiselog detergent lignina

Sadržaj kiselog detergent lignina (KDL) određen je u skladu s normom HRN EN ISO 13906:2008 (DZNM, 2008). Uzorak (oko 1 g) kuhan je u otopini kiselog detergenta po prethodno opisanom postupku za određivanje sadržaja KDV. Nakon kuhanja u kiseloj otopini uzorak je sušen pet sati na temperaturi od 103 °C. Ostatak dobiven kuhanjem u otopini namakan je dva sata u 72 %-tnoj otopini sulfatne kiseline, zatim ispran u vrućoj vodi i sušen pet sati na 130° C. Na temelju masa uzorka prije kuhanja u kiselom detergentu i nakon namakanja u sulfatnoj kiselini, te na temelju masa ostatka pepela i konstanti specifičnih za kapsule u kojima se nalazio uzorak izračunat je sadržaj KDL u uzorcima.

### 3.5.7. Određivanje sadržaja šećera

Pri određivanju sadržaja šećera korištena je modifikacija Luff-Schoorlove (Schoorl, 1929) i Nelson-Somogyjeve (Somogy, 1945) metode. U odmjernu tikvicu od 100 mL odvagano je 1,5-2 g uzorka i dodano je oko 50 mL vode. Nastala smjesa je miješana na tresilici pola sata. Zatim je dodano po 2 mL Carrez (I) i Carrez (II) otopine u svaku tikvicu te su dopunjene destiliranom vodom do oznake i dobro promiješane. Smjesa je profiltrirana, a alikvot od 25 mL otopine filtrata je odpipetiran u tikvicu od 50 mL. Prije petominutne inkubacije na 65-70°C dodano je još 15 mL 7,2 % HCl. Nakon hlađenja, smjesa je neutralizirana 28 %-tnom otopinom NaOH uz indikator fenolftaleina i nadopunjena destiliranom vodom do oznake na tikvici. Smjesa je ponovo filtrirana, nakon čega je alikvot filtrata svake otopine odpipetiran u duplikatu u epruvetu s čepom. U svaku epruvetu dodano je 0,5 mL otopine i 0,5 mL destilirane vode. U posebne epruvete odpipetirano je 1 mL vode za slijepu probu te 0,5 mL standarda glukoze i 0,5 mL destilirane vode. U svaku od epruveta dodan je 1 mL bakrene otopine, te je sadržaj inkubiran 10 minuta u vodenoj kupelji pri vrenju, a na kraju inkubacije tikvice su brzo ohlađene pod mlazom hladne vode. Nakon hlađenja u svaku epruvetu dodan je 1 mL arsenomolibdatne otopine. Nakon što se boja razvila (5 min) dodano je 15 ml destilirane vode, smjesa je dobro promiješana te je izmjerena apsorbancija pri 540 nm. Na temelju apsorbancija otopina uzorka i standarda glukoze izračunat je sadržaj ukupnih šećera u uzorku, pri čemu su šećeri u uzorku kvantitativno određeni kao ekvivalenti glukoze (g/kg).



### 3.6. Statistička analiza

Statistička obrada podataka provedena statističkim paketom SAS 9.4 (Statistical Analysis System, 2015). Razlika između sakupljenih biljaka u kemijskom sastavu i probavljivosti suhe tvari, organske tvari i NDV-a ispitana je primjenom PROC MIXED procedure pri čemu su fiksni utjecaji bili vrsta biljke i datum uzorkovanja te njihova interakcija. Korelacije između određenih svojstava sakupljenih biljaka ispitane su PROC CORR procedurom. Statistička signifikantnost bila je postignuta ako je  $P \leq 0,05$ .

## 4. Rezultati i rasprava

### 4.1. Kemijski sastav

U provedenom istraživanju ispitivana je hranidbena vrijednost biljaka dostupnih srnama tijekom zimskog perioda. Datum uzorkovanja nije utjecao na sadržaj određenih hranjivih tvari, a nije utvrđena niti značajna interakcija između biljka i datuma uzorkovanja (tablica 3). Neutvrđen utjecaj datuma uzorkovanja najvjerojatnije je rezultat blage zime tijekom razdoblja istraživanja, unatoč prisutnosti snježnog pokriva u prosincu 2021. godine, zbog koje nije došlo do značajnih razlika u kemijskom sastavu sakupljenih biljnih vrsta od prosinca do ožujka. Sakupljene vrste biljaka razlikovale su se u sadržaju sirovog pepela, sirovog proteina te NDV-a i KDV-a.

Tablica 3. Rezultati kombinirane analize varijance za sadržaje sirovog pepela (SPe), sirovog proteina (SP), frakcija vlakana (NDV, KDV, KDL), sirovih proteina (SP) i šećera istraživanih 8 biljaka

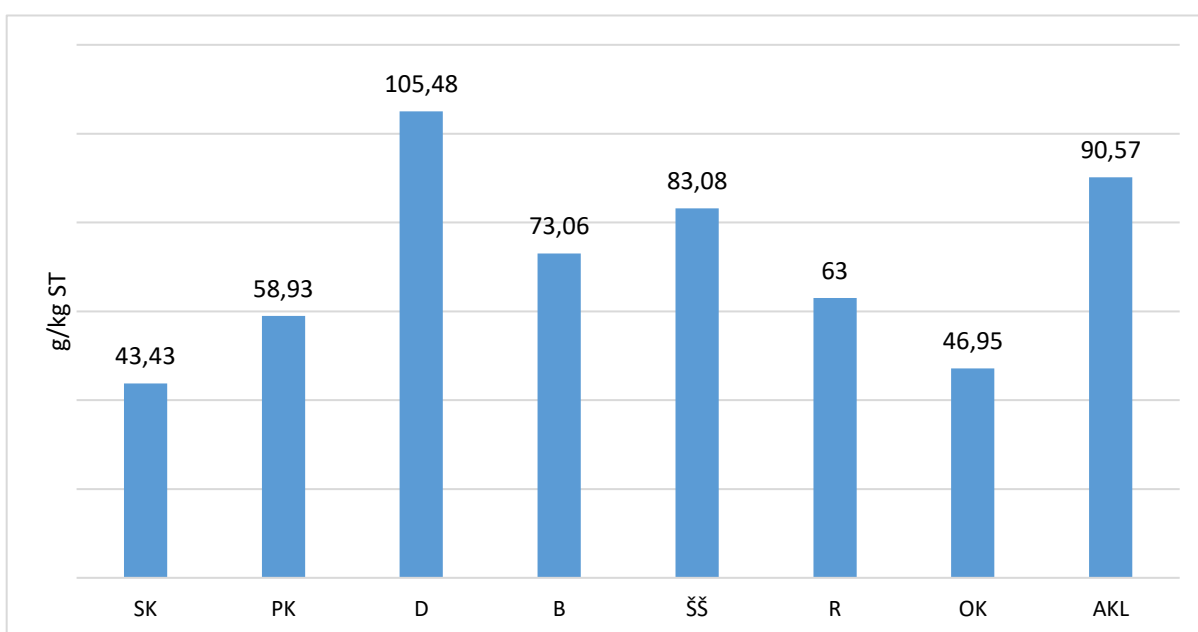
Izvor varijabilnosti	n-1	SPe	SP	NDV	n-1	KDV	KDL	Šećeri
Biljka (B)	7	*	***	**	6	**	NS	NS
Datum uzorkovanja (D)	2	NS	NS	NS	2	NS	NS	NS
B × D	4	NS	NS	NS	4	NS	NS	NS

\* P = 0,05-0,01; \*\* P = 0,01-0,001; \*\*\* P < 0,001; NS P > 0,05.

NDV – neutralna detergent vlakna, KDV – kisela detergent vlakna, KDL – kiseli detergent lignin.

#### 4.1.1. Sirovi pepeo

Sirovi pepeo predstavlja mineralni sadržaj hrane za životinje. Raspon SPE u sakupljenim biljkama kretao se od 43,43 do 105,48 g/kg (grafikon 1). Najniži prosječan sadržaj SPE sadržavala je seoska kupina (43,43 g/kg) dok je najviši sadržaj sadržavala dobričica (105,48 g/kg). Razlike u sadržaju SPE između sakupljenih biljnih vrsta je očekivan i u skladu s dosadašnjim istraživanjima (König i sur., 2020; Narvaez i sur., 2010; Parlak i sur., 2011).



Grafikon 1. Prosječan udio sirovog pepela (SPE) u biljkama tijekom promatranog razdoblja od prosinca 2020. do ožujka 2021.

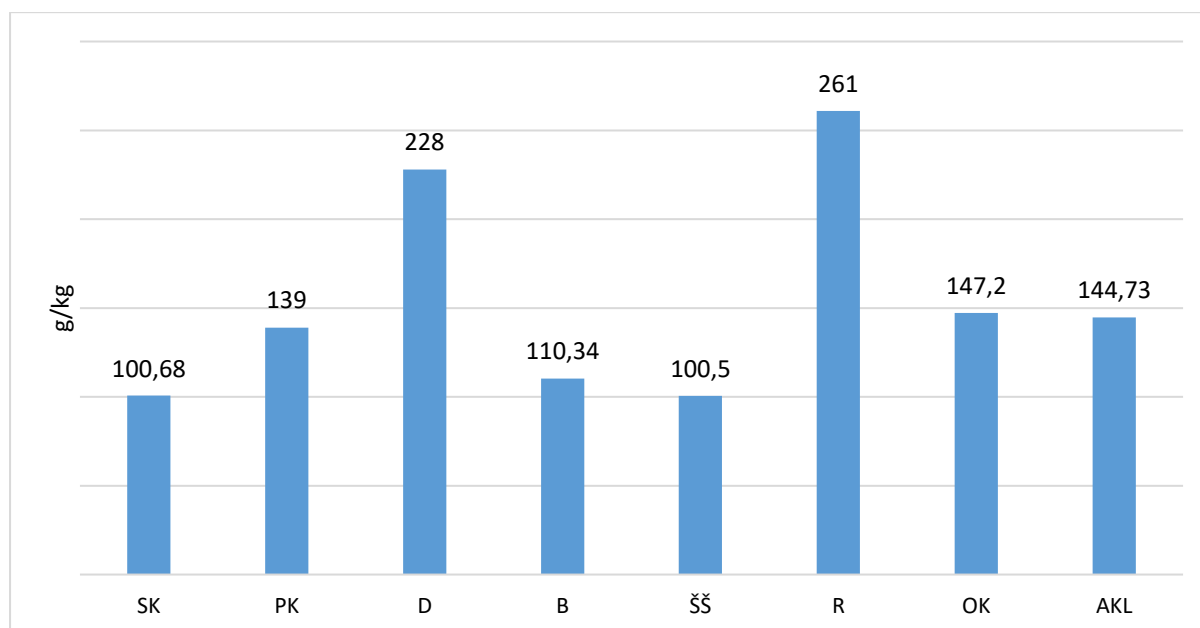
Seoska kupina (SK; *Rubus ulmifolius* Schott), pustenasta kupina (PK; *Rubus ulmifolius* Schott), dobričica (D; *Glechoma hederacea* L.), bršljan (B; *Hedera helix* L.), šumska šašuljica (ŠŠ; *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth), rosopas (R; *Chelidonium majus* L.), oštrolaka kupina (OK; *Rubus hirtus* Waldst.et Kit.), antropogenizirane kontinentalne livade (AKL; *Poaceae*)

Parlak i sur. (2011) u istraživanju provedenom na području Turske na kozama, navode udio SPE u biljkama: hrast oštrika (*Quercus coccifera* L.) 45,5 g/kg, šmrika (*Juniperus oxycedrus* L.) 55,26 g/kg, tankolisna majčina dušica (*Thymus longicaulis* C.Presl.) 63,38 g/kg, širokolisna zelenika (*Phillyrea latifolia* L.) 43,4 g/kg, bušin (*Cistus creticus* L.) 70,68 g/kg i sarkopterium (*Sarcopoterium spinosum* (L.) Spach) 51,13 g/kg pri čemu sve navedene biljke sadrže vrijednosti SPE u rasponu biljaka u ovom radu. Slične ili niže vrijednosti navode i Lavrenčić i Veternik (2018) u biljkama kojima se hrani obični jelen s područja Slovenije. Tako se udio SPE u uzorcima svježe trave kretao 64-70 g/kg, silaže trave 97-107 g/kg, sijena trave 70-97

g/kg, a niže vrijednosti imale su komina jabuke 27 g/kg, korijenje šećerne repe 27 g/kg, plodovi pitomog kestena 25 g/kg i žir hrasta kitnjaka 22 g/kg. Niske vrijednosti SPe navode Feng i sur. (2018) u istraživanju hranidbe jelena na šumskom području sjeverozapadne Kine pri čemu su se vrijednosti kretale  $8 \pm 3$  % od kojih je najniži udio imala *Tilia amurensis* u iznosu od 30 g/kg, dok su zimska preslica (*Equisetum hyemale*), *Populus cathayana*, *Acer ukurunduense*, *Acer tschonoskii*, *Taxus cuspidate* i *Euonymus macropterus* imale udio viši od 100 g/kg.

#### 4.1.2. Sirovi protein

Sirovi protein važan je za produkciju amonijaka koji omogućuje normalnu fermentaciju hrane u buragu (Vitasović-Kosić i sur., 2020). Biljka koji sadrži najviši prosječni sadržaj SP je rosopas u iznosu 261 g/kg, a najmanji šumska šašuljica u iznosu 100,5 g/kg (grafikon 2). Navedeni raspon upućuje na veliku varijabilnost u sadržaju proteina biljnih vrsta dostupnih srnama tijekom zimskog razdoblja, a u skladu je s velikom varijabilnošću između biljnih vrsta u dosadašnjim istraživanjima poput onih dostupnim divljači iz porodice jelena (Feng i sur., 2018; Lavrenčić i Veternik, 2018) ili grmovitog bilja na području zapadne Turske (Parlak i sur., 2011).



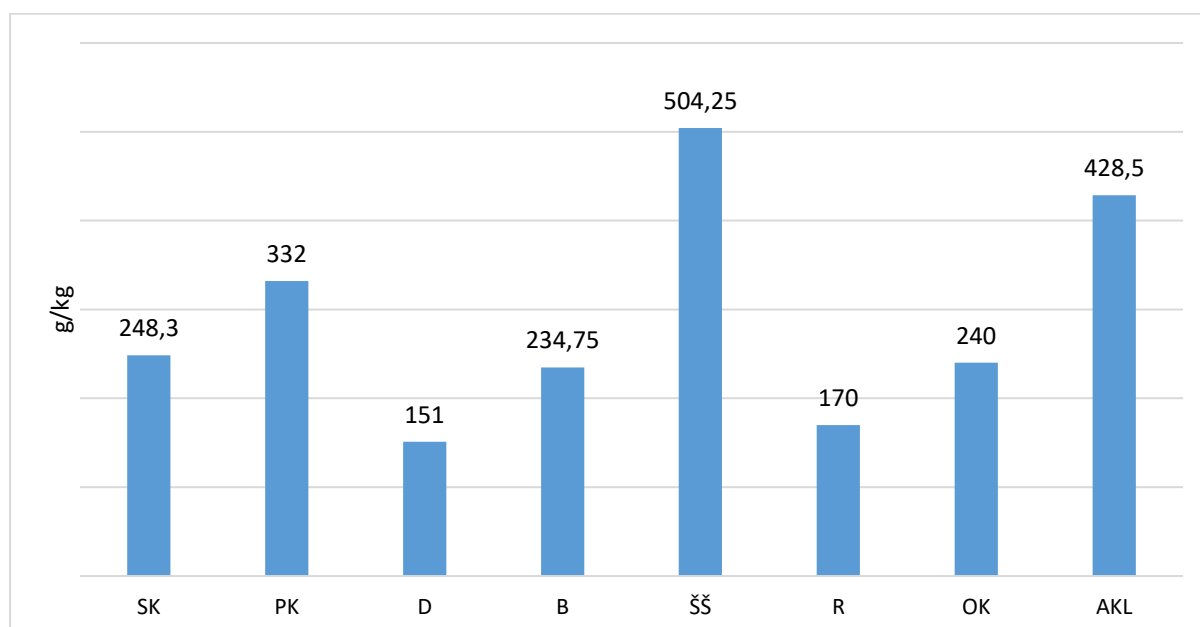
Grafikon 2. Prosječan udio sirovog proteina (SP) u biljkama tijekom promatranog razdoblja od prosinca 2020. do ožujka 2021.

Seoska kupina (SK; *Rubus ulmifolius* Schott), pustenasta kupina (PK; *Rubus ulmifolius* Schott), dobričica (D; *Glechoma hederacea* L.), bršljan (B; *Hedera helix* L.), šumska šašuljica (ŠŠ; *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth), rosopas (R; *Chelidonium majus* L.), oštrodolka kupina (OK; *Rubus hirtus* Waldst.et Kit.), antropogenizirane kontinentalne livade (AKL; *Poaceae*)

Feng i sur. (2017) navode prosječni sadržaj SP u biljkama na području sjeveroistočne Kine u rasponu od 45 do 103 g/kg te je najviša vrijednost slična najnižim vrijednostima seoske i pustenaste kupine i šumske šašuljice u ovom istraživanju. Niže vrijednosti sadržaja SP od biljaka u ovom radu prikazali su i Parlak i sur. (2011) te se sadržaj u navedenom istraživanju kretao između 47,0 i 78,2 g/kg. S druge strane, dobiveni raspon vrijednosti sakupljenih uzoraka većine biljaka sličan je rasponu istraživanja Vitasović-Kosić i sur. (2020) gdje je istraživani kemijski sastav i hranjiva vrijednost nekih biljnih dominantnih vrsta suhih mediteranskih travnjaka u Hrvatskoj. Istraživanje je provedeno na području planinske visoravni Ćićarije. Neke od dominantnih biljnih vrsta su perasta kostrika (*Brachypodium pinnatum* (L.) P. Beauv. ssp. *rupestre* (Host) Schübl. et M. Martens), gomoljasta končara (*Filipendula vulgaris* Moench), livadna kadulja (*Salvia pratensis* L.). Biljke u navedenom radu imaju raspon sadržaja SP od 63 do 181 g/kg.

### 4.1.3. Neutralna detergent vlakna

Neutralna detergent vlakna predstavljaju celulozu, hemicelulozu i lignin tj. strukturalna vlakna koja izgrađuju stanične stijenke (Vranić, 2021), te ujedno upućuju i na konzumaciju. Sakupljene vrste biljaka razlikovale su se u sadržaju NDV-a što je u skladu s dosadašnjim istraživanjima (König i sur., 2020; Narvaez i sur., 2010; Parlak i sur., 2011). Šumska šašuljica sadržavala je najviši prosječni sadržaj NDV-a s 504,25 g/kg dok je dobričica sadržavala najmanji s 151 g/kg (grafikon 3). S obzirom da pripada porodici trava, očekivan je visoki sadržaj NDV-a kod šumske šašuljice, u skladu s visokim sadržajem i kod uzoraka antropogeniziranih kontinentalnih livada. Od sakupljenih uzoraka kupina, pustenasta kupina je imala najviši sadržaj NDV-a.



Grafikon 3. Prosječan udio neutralnih detergent vlakana (NDV) u biljkama tijekom promatranog razdoblja od prosinca 2020. do ožujka 2021.

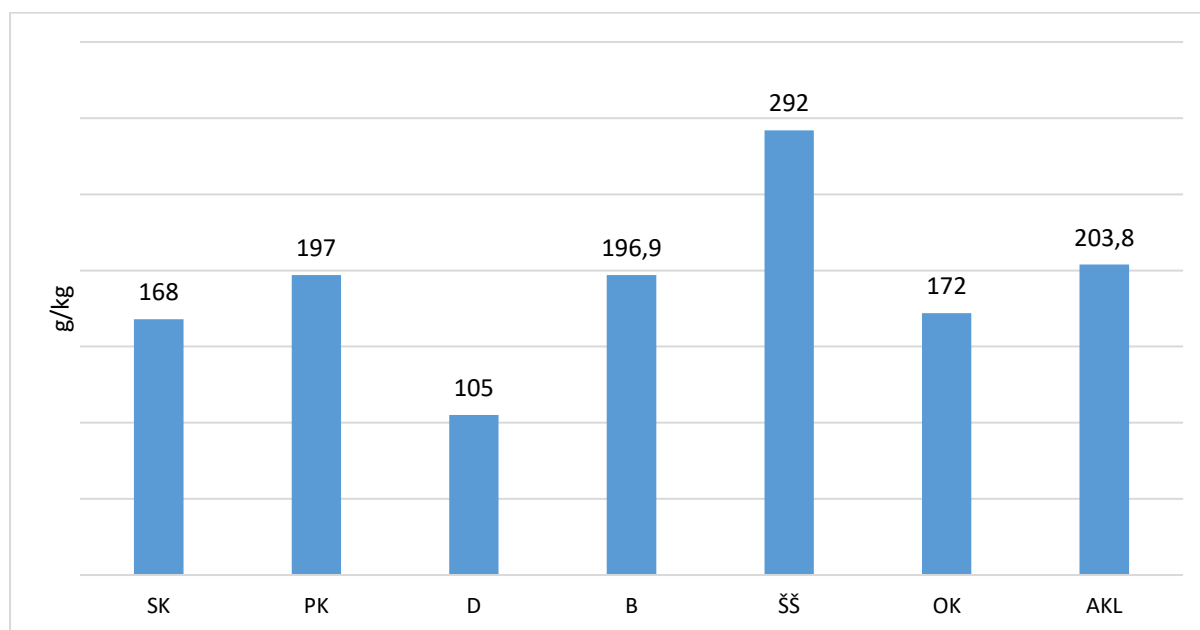
Seoska kupina (SK; *Rubus ulmifolius* Schott), pustenasta kupina (PK; *Rubus ulmifolius* Schott), dobričica (D; *Glechoma hederacea* L.), bršljan (B; *Hedera helix* L.), šumska šašuljica (ŠŠ; *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth), rosopas (R; *Chelidonium majus* L.), oštrodlaka kupina (OK; *Rubus hirtus* Waldst.et Kit.), antropogenizirane kontinentalne livade (AKL; *Poaceae*)

Hervás i sur. (2004) u istraživanju *in vitro* probavljivosti krme kod ovaca i srna navode udio NDV kod leguminoza u rasponu od 370 do 759 g/kg i grmlja od 307 g/kg do 491 g/kg što je slično biljkama u ovom radu. Sličnost biljkama u ovom radu navode i Lukhele i Ryssen (2003) na području južne Afrike gdje se udio NDV-a u biljkama tijekom zime kretao za *Combretum apiculatum* 321 ± 14 g/kg, *Combretum zeyheri* 353 ± 14 g/kg, *Combretum molle* 382 ± 16 g/kg i *Colophospermum mopane* 361 ± 21 g/kg. Vitasović-Kosić i sur. (2020) prikazuju slične

ili više vrijednosti NDV-a biljaka u rasponu od 329 g/kg (*Lotus corniculatus* L. ssp. *hirsutus* Rothm.) do 790 g/kg (*Stipa pennata* L. ssp. *eriocaulis* (Borbás) Martinovský et Skalický).

#### 4.1.4. Kisela detergent vlakna

Kisela detergent vlakna predstavljaju količinu neprobavljivih biljnih komponenti u krmi (celulozu i lignin; Vranić, 2021) te za razliku od NDV-a, upućuju na probavljivost krme. Od sakupljenih biljnih vrsta, sadržaj KDV-a je bio najniži kod dobričice (105 g/kg), a najviši kod šumske šašuljice (292 g/kg; grafikon 4). Kao i u ovom istraživanju, razliku između biljnih vrsta u sadržaju ove frakcije vlakana utvrdili su i König i sur. (2020), Narvaez i sur. (2010) i Parlak i sur. (2011). U skladu s najvišim udjelom NDV-a, šumska šašuljica i antropogenizirane kontinentalne livade sadržavale su najviši sadržaj KDV-a. Prema razlici dobivenih vrijednosti NDV-a i KDV-a, šumska šašuljica i antropogenizirana kontinentalna livada sadrže najviše hemiceluloze (212 i 225 g/kg) dok ostale biljne vrste sadrže manje od 100 g/kg hemiceluloze.



Grafikon 4. Prosječan udio kiselih detergent vlakana (KDV) u biljkama tijekom promatranog razdoblja od prosinca 2020. do ožujka 2021.

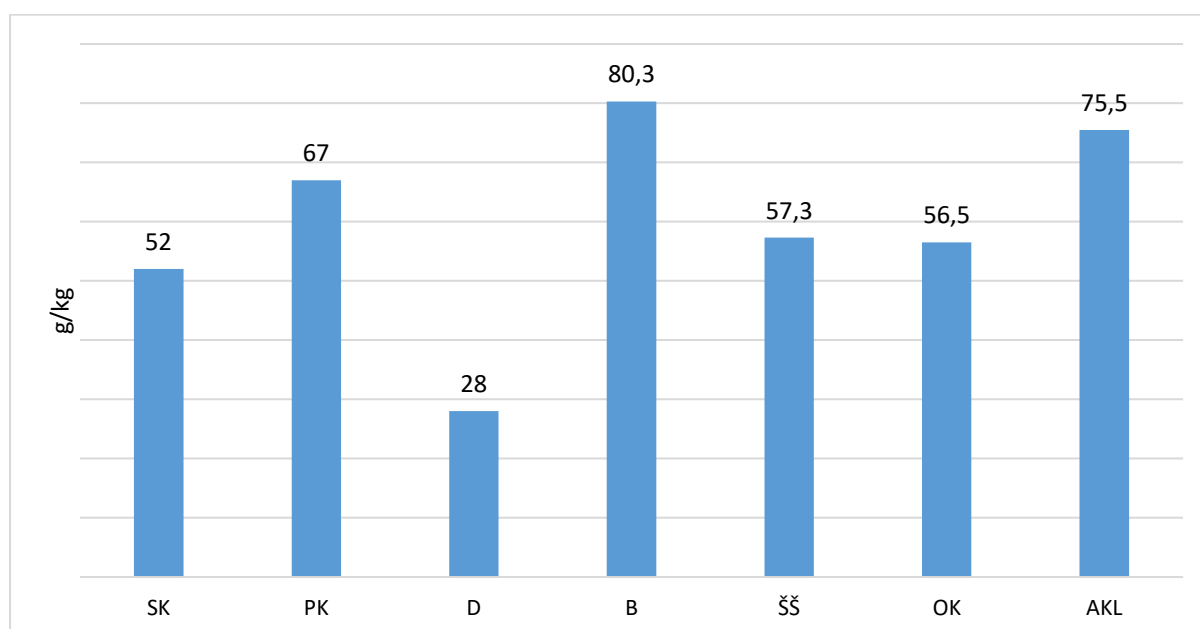
Seoska kupina (SK; *Rubus ulmifolius* Schott), pustenasta kupina (PK; *Rubus ulmifolius* Schott), dobričica (D; *Glechoma hederacea* L.), bršljan (B; *Hedera helix* L.), šumska šašuljica (ŠŠ; *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth), rosopas (R; *Chelidonium majus* L.), oštrodlaka kupina (OK; *Rubus hirtus* Waldst. et Kit.), antropogenizirane kontinentalne livade (AKL; *Poaceae*)

Grmovite biljke (*Calluna vulgaris*, *Erica australis*, *Cytisus cantabricus* i *Genista occidentalis*) u istraživanju Hervás i sur. (2004) imale su viši raspon sadržaja KDV-a u odnosu na ovo istraživanje (209-347 g/kg) slično kao i biljke šikara Kalifornije u radu Narvaez i sur. (2010; 172-326 g/kg). Nadalje, posljednji autori nisu utvrdili utjecaj vremenske sezone na sadržaj

KDV-a u uzorcima osam biljnih vrsta što je u skladu s neutvrđenim utjecajem datuma uzorkovanja na sadržaj ove frakcije vlakana u ovom istraživanju.

#### 4.1.5. Kiseli detergent lignin

Kiseli detergent lignin predstavlja frakciju neprobavljivu za mikroorganizme buraga i za enzime životinje. Sakupljene vrste biljaka se nisu razlikovale u sadržaju KDL-a, a raspon vrijednosti kretao se od 28 g/kg u dobričici do 80,3 g/kg u bršljanu (grafikon 5). Prema razlici KDV-a i KDL-a, šumska šašuljica je sadržavala najviše celuloze (235 g/kg) a dobričica najmanje (77 g/kg), dok su ostale biljne vrste sadržavale između 116 i 130 g/kg celuloze.



Grafikon 5. Prosječan udio kiselog detergent lignina (KDL) u biljkama tijekom promatranog razdoblja od prosinca 2020. do ožujka 2021.

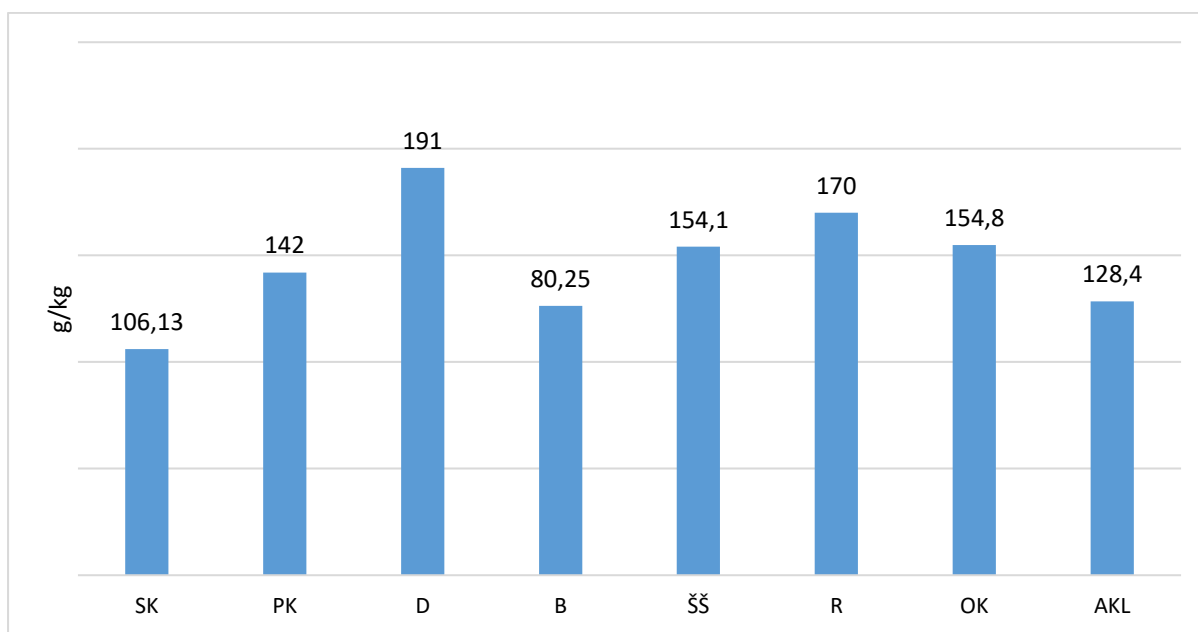
Seoska kupina (SK; *Rubus ulmifolius* Schott), pustenasta kupina (PK; *Rubus ulmifolius* Schott), dobričica (D; *Glechoma hederacea* L.), bršljan (B; *Hedera helix* L.), šumska šašuljica (ŠŠ; *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth), rosopas (R; *Chelidonium majus* L.), oštrodilaka kupina (OK; *Rubus hirtus* Waldst.et Kit.), antropogenizirane kontinentalne livade (AKL; *Poaceae*)

Sakupljene biljne vrste su imale niži raspon sadržaja KDL-a od grmovitih biljaka u radu Harvás i sur. (2004; 58-160 g/kg) dok se raspon KDL-a u radu Vitasović-Kosić i sur. (2020) kretao od 35 g/kg (*Lotus corniculatus* L. ssp. *hirsutus* Rothm.) do 178 g/kg (*Plantago argentea* Chaix) pri čemu biljke imaju slične ili više vrijednosti od onih u ovom radu.



#### 4.1.6. Šećeri

Šećeri predstavljaju brzo dostupan izvor energije za mikroorganizme buraga (Grbeša, 2017b), te su jedna od frakcija vodotopivih ugljikohidrata (engl. water soluble carbohydrates, WSC). Najviši prosječan udio šećera imala je dobričica (191 g/kg), a najmanji bršljan (80,25 g/kg; grafikon 6). Uspoređujući udio šećera sakupljenih biljaka s udjelom nevlaknastih ugljikohidrata u biljkama u radu Lavrenčić i Veternik (2018), može se zaključiti da biljke u ovom radu imaju slične vrijednosti kao sijeno trave (178-192 g/kg) te svježa trava (91-171 g/kg) u radu navedenih autora. Niže vrijednosti od biljaka u ovom radu pokazuje silaža trava (42-72 g/kg), a više komina jabuke (338 g/kg), korijen šećerne repe (695 g/kg), plodovi kestena (422 g/kg), žir hrasta kitnjaka (542 g/kg) i žir običnog hrasta (532 g/kg). König i sur. (2020) bilježe prosječne vrijednosti WSC-a tijekom zime za norvešku smreku (*Picea abies*), bijeli bor (*Pinus silvestris*), srebrnu jelu (*Abies alba*) i europsku bukvu (*Fagus sylvatica*) u iznosu od 91,8 - 168 g/kg, a čiji je raspon sličan rasponu vrijednosti u ovom radu.



Grafikon 6. Prosječan udio šećera u biljkama tijekom promatranog razdoblja od prosinca 2020. do ožujka 2021. Sseoska kupina (SK; *Rubus ulmifolius* Schott), pustenasta kupina (PK; *Rubus ulmifolius* Schott), dobričica (D; *Glechoma hederacea* L.), bršljan (B; *Hedera helix* L.), šumska šašuljica (ŠŠ; *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth), rosopas (R; *Chelidonium majus* L.), oštrodlaka kupina (OK; *Rubus hirtus* Waldst.et Kit.), antropogenizirane kontinentalne livade (AKL; *Poaceae*)

## 4.2. Buražna probavljivost

Probavljivost i hranidbena vrijednost krme istraživana je na preživačima, i to najviše na domaćim. Za divljač, posebice srnu, postoji malo literature pa se dobiveni rezultati u ovom radu uspoređuju s ostalim Cervidima.

Sakupljene biljne vrste razlikovale su se u *in vitro* buražnoj probavljivosti ST, organske tvari i NDV-a (tablica 4). S druge strane, datum uzorkovanja je značajno utjecao na *in vitro* buražnu probavljivosti ST i organske tvari, unatoč neutvrđenom utjecaju na kemijski sastav. Ovi rezultati upućuju da sezonski utjecaj može imati manji utjecaj na kemijski sastav biljke, ali će te promjene znatno utjecati na buražnu probavljivost. Kod *in vitro* buražne probavljivosti ST i organske tvari utvrđena je i značajna interakcija biljka i datuma uzorkovanja, što upućuje da su se razlike u buražnoj probavljivosti ovih hranjivih tvari različito mijenjale tijekom mjeseci promatranog razdoblja.

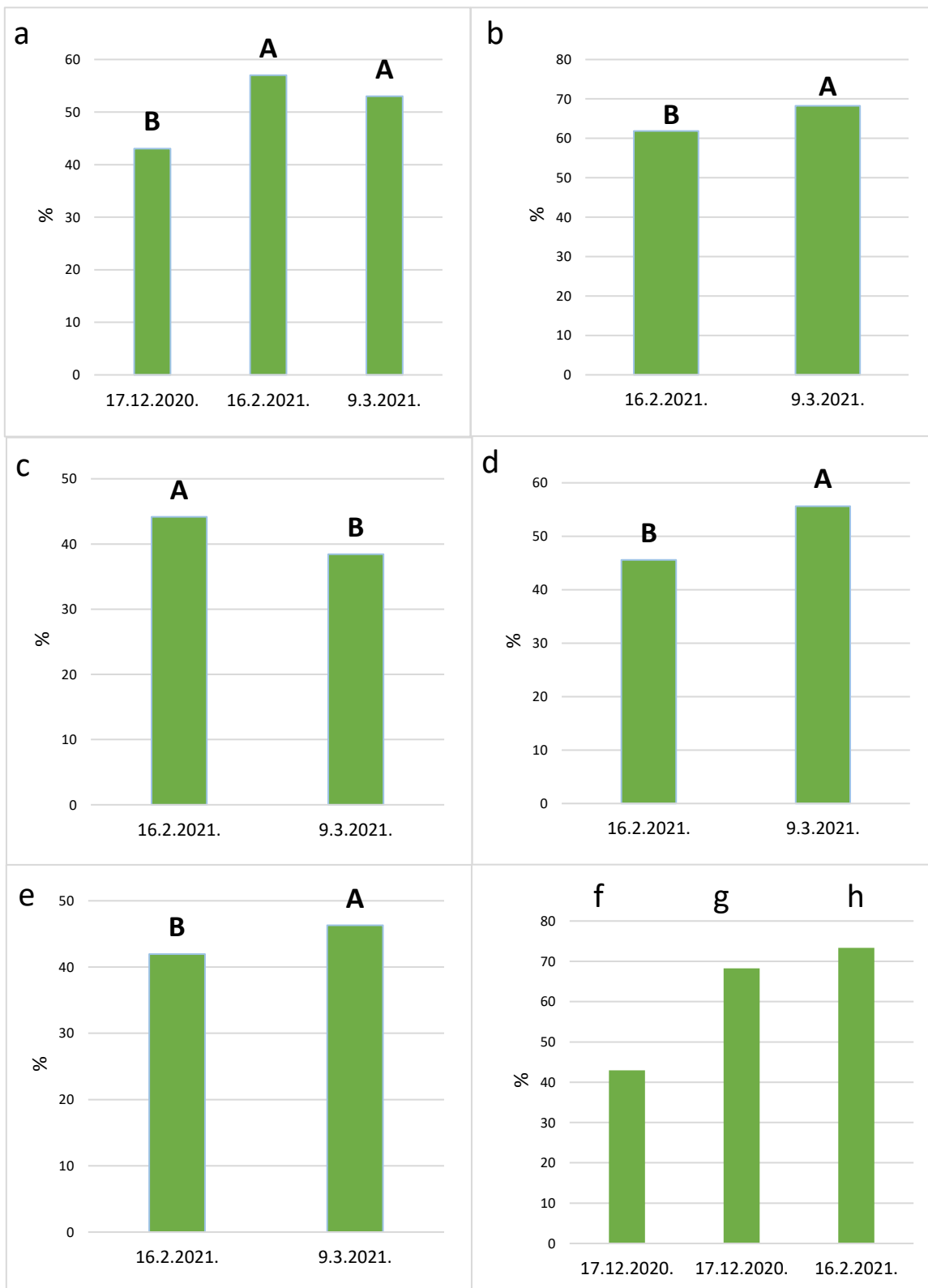
Tablica 4. Rezultati kombinirane analize varijance za *in vitro* buražnu probavljivosti suhe tvari (IVDMD), *in vitro* buražnu probavljivost organske tvari (IVDOM) i *in vitro* buražnu probavljivost neutralnih detergent vlakana (IVNDF)

Izvor varijabilnosti	n-1	IVDMD	IVDOM	IVNDF
Biljka (B)	7	***	***	***
Datum uzorkovanja (D)	2	***	***	NS
B × D	4	**	**	NS

\*\* P = 0,01-0,001; \*\*\* P < 0,001; NS P > 0,05

### 4.2.1. *In vitro* buražna probavljivost suhe tvari

Suha tvar je udio biljne mase koji ne sadrži vodu. Suhu tvar se veže uz energetska vrijednost krme, međutim, sadrži minerale koji nemaju energetska vrijednost. Oduzimanjem minerala od ST dobije se organska tvar čije sve sastavnice sadrže energetska vrijednost pa predstavlja vjerodostojniji prikaz energetske vrijednosti hrane (Vranić, 2021). Prosječna *in vitro* buražna probavljivost ST svih uzoraka biljaka iznosi 54,72 %. Prosječne vrijednosti *in vitro* buražne probavljivosti sakupljenih vrsta biljaka su u rasponu od 41,29 % (šumska šašuljica) do 73,34 % (rosopas), a promjene buražne probavljivosti ST sakupljenih biljaka tijekom datuma uzorkovanja prikazane su u grafikonu 7. Vrijednosti kod ostalih biljaka su se kretale: antropogenizirane kontinentalne livade (44,13 %); pustenasta kupina (42,98 %); seoska kupina (51,23 %); oštrodilaka kupina (50,61 %); bršljan (65,48 %); rosopas (73,34 %).



Grafikon 7. *In vitro* buražna probavljivost suhe tvari sakupljenih uzoraka biljaka tijekom različitih datuma uzorkovanja (a, seoska kupina; b, bršljan; c, šumska šašuljica; d, oštrodlaka kupina; e, antopogenizirane kontinentalne livade; f, pustenasta kupina; g, dobričica; h, rosopas). Biljke f, g, h imaju samo jedno uzorkovanje. Stupci označeni različitim slovima za svaku biljku statistički se razlikuju ( $P < 0,05$  %).

Niža probavljivost antropogeniziranih kontinentalnih livada je zbog višeg sadržaja NDV-a (428,5 g/kg) nego kod pustenaste kupine (332 g/kg) te dobričice (151 g/kg). *In vitro* buražna probavljivost ST je opadala s rastom NDV-a ( $r = -0,78$ ,  $P < 0,001$ ), i KDV-a ( $r = -0,5$ ,  $P < 0,001$ ) u biljkama. Jednake rezultate dobiva i Droždž (1979) koji navodi da je korelacija probavljivosti ST i NDV-a negativna i statistički signifikantna. To potvrđuju i autori Feng i sur. (2018) koji koriste metodu kalkulativne procjene probavljivosti ST, a gdje višu probavljivost ST imaju biljke s manjim udjelom NDV-a. Probavljivost ST u navedenom radu se kretala za biljke zimsko preslica 52,1 %, suručica (*Spiraea salicifolia*) 59 %, šaš (*Aralia elata*) 53,2 % i japanska tisa 49,2 %. Ti se rezultati podudaraju s ovim radom u kojem biljke s najvišim udjelom NDV-a; (šumska šašuljica, antropogenizirane kontinentalne livade i pustenasta kupina) imaju najnižu vrijednost buražne probavljivosti ST. Širi raspon probavljivosti ST od Feng i sur. (2018) pokazuju Parlak i sur. (2011) koji kalkulatивно procjenjuju probavljivost ST, gdje se raspon tijekom zime kretao za hrast oštliku (*Quercus coccifera* L.) 43,6 - 48,7 %, tankolisnu majčinu dušicu (*Thymus longicaulis* C.Presl.) 33,69 - 40,53 %, širokolisnu zeleniu (*Phillyrea latifolia* L.) 44,63 - 49,95 %, sarkopterium (*Sarcopterium spinosum* (L.) Spach) 36,11 - 45,64 % i bušin (*Cistus creticus* L.) 50,68 - 59,85 %. Navedeni rezultati slični su onima u ovom radu.

Hervás i sur. (2004) koriste buražni sok jelena i istu metodu procjene buražne probavljivosti ST kao u ovom radu. Tako slične vrijednosti probavljivosti biljaka kao one u ovom radu imaju vrijesak (*Calluna vulgaris*) 48 % i obični vrijes (*Erica australis*) 35,1 %, dok višu probavljivost imaju biljke *Cytisus cantabricus* (77,3 %) i *Genista occidentalis* (82,7 %). Koristeći istu metodu, autori Lavrenčić i Veternik (2018) prikazuju probavljivost ST svježe trave u buražnom soku jelena u rasponu od 45,4 do 64,6 % pri čemu antropogenizirane kontinentalne livade u ovom radu imaju sličnu vrijednost (43,0 %). Vitasović-Kosić i sur. (2020), pomoću iste metode, na divljim ovcama na travnjacima visoravni Ćićarije, određuju probavljivost ST 17 biljaka, ali tijekom ljetnog perioda. Biljke također imaju različitu *in vitro* buražnu probavljivost pri čemu kostrika perasta ima najnižu (30,4 %) dok najvišu ima (Jacq.) DC. ssp. *platylepis* (Borbás) Heywood (64,5 %). Od biljaka uzorkovanih u ovom radu, bršljan i rosopas imaju veću probavljivost od biljaka u navedenom radu za 0,98 % odnosno 8,84 %.

Droždž (1979), koristeći jednadžbu na temelju sadržaja sirovog proteina (Droždž i Osiecki, 1973) je odredio probavljivost biljaka kod srna tijekom zimskog perioda na području južne Poljske. Nižu buražnu probavljivost imalo je lišće hrasta (24,7 %), lišće johe (26,6 %) i lišće breze (27,7 %) dok sedmolist (*Aegopodium podagraria*), oštrica (*Carex brizoides*) i šumski kopitnjak (*Asarum europaeum*) imaju više probavljivosti, redom 48, 48,1 i 55,2 %. Kao i u ovom radu, sakupljene su dvije jednake biljke; travnjaci (*Craminae*) i lišće kupine (*Rubus sp.*) pri čemu su travnjaci u ovom radu imali nižu probavljivost za 5,3 %, pustenasta kupina za 3,95 %, a seoska i oštrodlaka višu za 2 %.

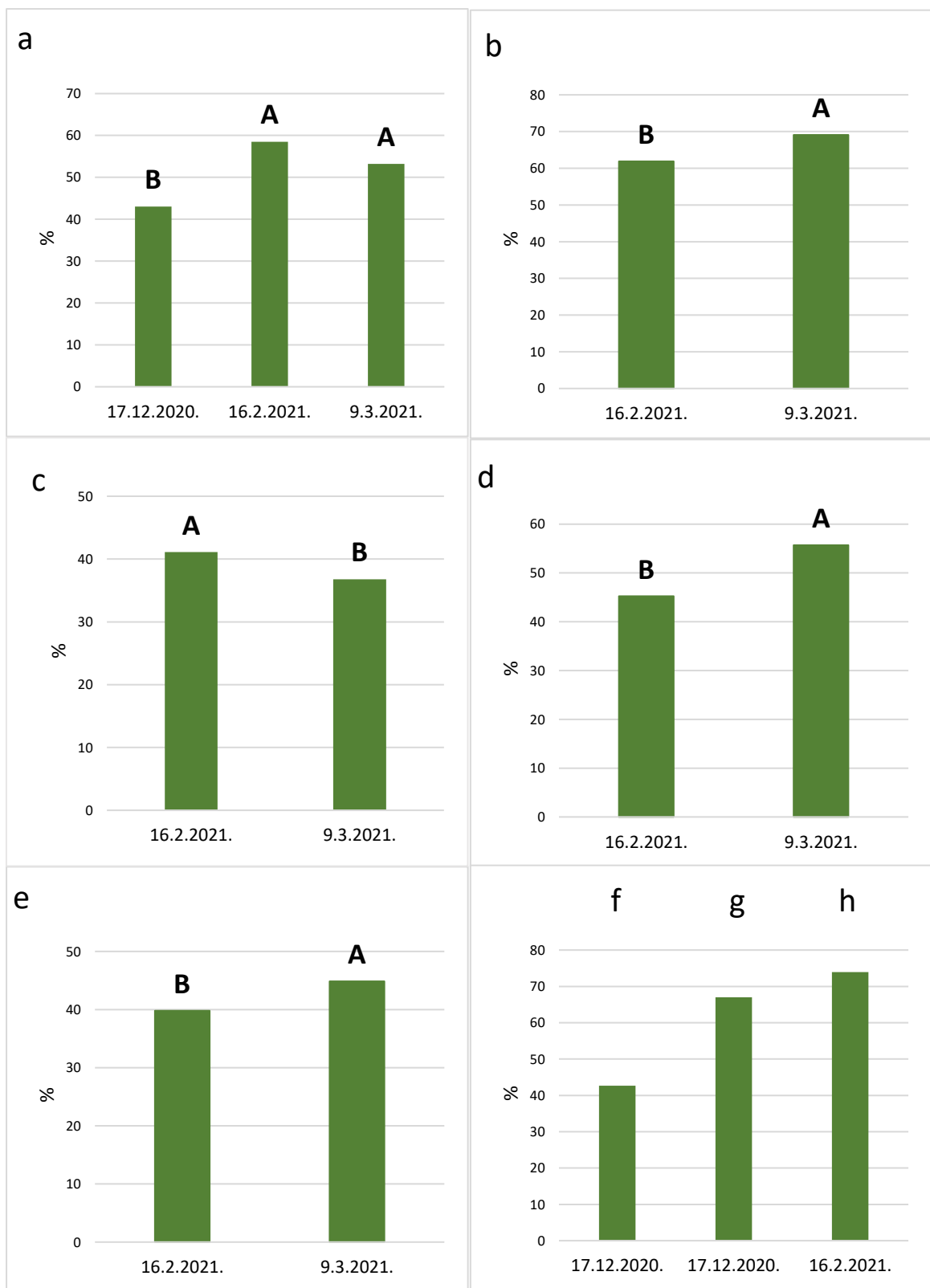
Probavljivost ST ovisna je o fenološkom stanju biljke te se razlikuje između biljaka kao posljedica njihovog različitog kemijskog sastava (Droždž, 1979). Najvišu probavljivost biljke imaju tijekom proljeća, a najnižu tijekom zime. Razlog tome je povećanje udjela vlakana i

pad udjela proteina sa sazrijevanjem biljke (Narvaez i sur., 2010). To ujedno i potvrđuju rezultati Droždž (1979) gdje tijekom proljeća probavljivost lišća bazge iznosi 78,4 %, hrasta 78 % i lipe 75 % dok tijekom zime probavljivost istih ne prelazi 35 %. Prema navedenom, očekivan je rast probavljivosti biljaka u ovom radu od prosinca do ožujka. Probavljivost ST je kod svih biljaka rasla od prosinca prema ožujku, osim kod šumske šašuljice gdje je pala s 44,17 % na 38,42 %, u skladu s utvrđenom interakcijom biljka × datum uzorkovanja. Razlog pada buražne probavljivosti kod ove biljke najvjerojatnije je greška u uzorkovanju. Seoska kupina uzorkovana je tri puta (12., 2. i 3. mj.) pri čemu je probavljivost rasla od prosinca do veljače (za 14,59 %) i zatim ostala ista u ožujku. Bršljan, oštrolaka kupina i antropogenizirane kontinentalne livade uzorkovane su dva puta (2. i 3. mj.), a probavljivost je kod svih rasla s idućim datumom uzorkovanja; za 14,59 % kod seoske kupine, za 7,2 % kod bršljana, za 10,6 % kod oštrolake kupine i za 4,33 % kod antropogeniziranih kontinentalnih livada.

Od biljaka koje su uzorkovane u prosincu, najvišu probavljivost ST ima dobričica s 68,27 % i time joj je probavljivost viša za 25,22 % od seoske kupine i 25,3 % od pustenaste kupine. Od sakupljenih biljaka u veljači, najvišu probavljivost je imao bršljan sa 61,89 %, zatim ga slijede seoska kupina s 57,63 %, oštrolaka kupina sa 45,59 %, šumska šašuljica sa 44,18 %, te antropogenizirane kontinentalne livade sa 41,96 %. Tijekom mjeseca ožujka i dalje najveću probavljivost ima bršljan u iznosu od 69,09 %, a prate ga oštrolaka kupina s 55,65 %, seoska kupina s 53,03 %, antropogenizirane kontinentalne livade sa 46,3 % i šumska šašuljica s 38,42 %. Promatrajući sva tri mjeseca uzorkovanja najvišu probavljivost od svih biljaka ima rosopas uzorkovan u veljači s vrijednošću od 73,34 %, a najmanju šumska šašuljica uzorkovana u ožujku s 38,42 %.

#### 4.2.2. *In vitro* buražna probavljivost organske tvari

Organska tvar je vjerodostojniji prikaz energetske vrijednosti hrane od suhe tvari budući da ne sadrži mineralnu tvar odnosno pepeo (Vranić, 2021). Prosječna *in vitro* buražna probavljivost OT svih uzoraka biljaka prikazana je u grafikonu 8., a iznosi 54,06 %. Prosječne vrijednosti *in vitro* buražne probavljivosti OT sakupljenih vrsta biljaka zabilježene su u rasponu od 39,47 % (šumska šašuljica) do 73,94 % (rosopas). Vrijednosti kod ostalih biljaka su se kretale prema redoslijedu: antropogenizirane kontinentalne livade (42,32 %); pustenasta kupina (42,64 %); oštrolaka kupina (50,47 %); seoska kupina (51,57 %); bršljan (65,01 %); dobričica (67,01 %).



Grafikon 8. *In vitro* buražna probavljivost organske tvari sakupljenih uzoraka biljaka tijekom različitih datuma uzorkovanja (a, seoska kupina; b, bršljan; c, šumska šašuljica; d, oštrodlaka kupina; e, antopogenizirane kontinentalne livade; f, pustenasta kupina; g, dobričica; h, rosopas). Biljke f, g, h imaju samo jedno uzorkovanje. Stupci označeni različitim slovima za svaku biljku statistički se razlikuju ( $P < 0,05$  %).

Veliki broj autora smatra da konzumacija ST ne predstavlja ukupnu probavljivost (Mautz i Petrides, 1971; Snider i Asplund, 1974). Zbog navedenog, Snider i Asplund (1974) u istraživanju *in vitro* probavljivosti hrane u jelena, navode organsku tvar kao vjerodostojniji prikaz energetske vrijednosti hrane. *In vitro* buražna probavljivost OT je rasla kod svih biljaka od prosinca prema ožujku, osim kod šumske šašuljice gdje je probavljivost OT pala s 42,17 % na 36,78 %, u skladu s utvrđenom interakcijom biljka × datum uzorkovanja. Nadalje, *in vitro* buražna probavljivost OT prati buražnu probavljivost ST, u skladu s utvrđenom korelacijom ( $r = 0.997$ ,  $P < 0,001$ ). Štoviše, dobivene vrijednosti buražne probavljivosti OT gotovo su jednake buražnoj probavljivosti ST kod biljaka seoska kupina, pustenasta kupina, bršljan, rosopas i oštrodlaka kupina. Kod dobričice buražna probavljivost OT je bila niža za 1 %, dok je kod šumske šašuljice i antropogeniziranih kontinentalnih livada bila niža za 2 % u odnosu na buražnu probavljivost ST.

*In vitro* buražna probavljivost OT biljaka padala je s rastom sadržaja NDV-a ( $r = -0,81$ ,  $P < 0,001$ ) i KDV-a ( $r = -0,53$ ,  $P < 0,001$ ) u biljkama. Nadalje, probavljivost OT mijenjala se s datumom uzorkovanja. Tako je probavljivost kod seoske kupine rasla od prosinca do veljače i zatim se nije mijenjala u ožujku. Bršljan, oštrodlaka kupina i antropogenizirane kontinentalne livade pokazuju rast, dok jedino šumska šašuljica pokazuje pad buražne probavljivosti OT s veljače na ožujak.

Slične vrijednosti buražne probavljivosti OT kao u ovom radu dobili su Lukhele i Ryssen (2020) i Narvaez i sur. (2010). Lukhele i Ryssen (2020) su u istraživanju na ovcama koristili Tilley & Terry metodu (1963). Biljke *C. apiculatum* ( $58,4 \pm 1,9$  %), *C. zeyheri* ( $54,1 \pm 1,3$  %) i *C. molle* ( $56,9 \pm 2,2$  %) pokazuju najbližnje rezultate buražne razgradljivosti OT sa seoskom kupinom (51,23 %) i bršljanom (65,48 %) iz ovog rada. Narvaez i sur. (2010) *in vitro* buražnu probavljivost OT određuju računski prema Menke & Steingass metodi (1988), a biljke *Atriplex canescens*, *Arctostaphylos glandulosa*, *Arctostaphylos stanfordiana* i *Quercus durata* imaju niže buražne probavljivosti OT (35 do 38 %) od biljaka u ovom radu, dok *Adenostoma fasciculatum*, *Ceanothus cuneatus*, *Baccharis pilularis* i *Erythronium californicum* imaju slične buražne probavljivosti OT biljkama u ovom radu (raspon od 44 do 47 %). Autori također prikazuju povezanost metaboličke energije (MJ/kg ST) s probavljivošću OT biljaka. Tako navode da životinje dobivaju više metaboličke energije u slučaju opskrbe biljkama koje imaju višu probavljivost OT. Npr; biljka *A. fasciculatum* s probavljivošću OT 47 % opskrbit će životinju s 6,77 MJ/kg ST, dok će *Q. durata* s probavljivošću od 35 % opskrbiti životinju s 4,91 MJ/kg ST.

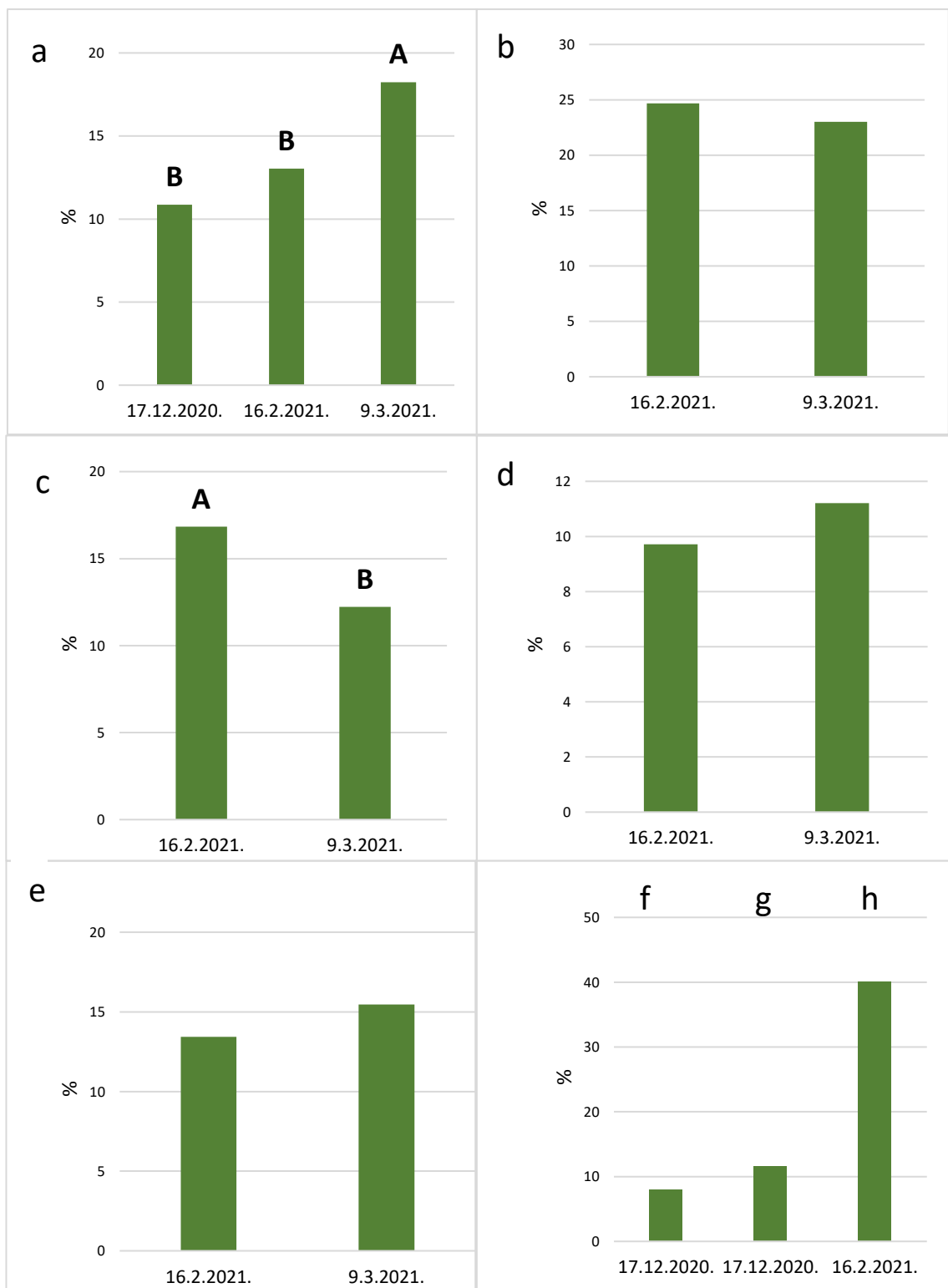
### 4.2.3. *In vitro* buražna probavljivost neutralnih detergent vlakana

Probavljivost NDV-a važna je zbog fermentacije u buragu pri čemu nastaju hlapljive masne kiseline koje služe životinji kao izvor energije (Grbeša, 2017b). Prosječna *in vitro* buražna probavljivost NDV-a sakupljenih uzoraka iznosila je 15,39 %. Raspon prosječnih vrijednosti buražne probavljivosti NDV-a prikazan je u grafikonu 9., a iznosio je od 6,6 % za pustenastu kupinu do 36,3 % za rosopas. Prosječna probavljivost NDV-a ostalih biljaka kretala se: dobričica (9,1 %) < oštrolaka kupina (9,2 %) < seoska kupina (12,7 %) < antropogenizirane kontinentalne livade (13,4 %) < šumska šašuljica (13,5 %) < bršljan (22,06 %).

Uspoređujući dobivene vrijednosti *in vitro* buražne probavljivosti NDV-a s radom Hervás i sur. (2004), biljke u ovom radu su imale nižu buražnu probavljivost. Probavljivost NDV-a grmovitih biljaka u navedenom radu se kretala od 30,7 % (*Galendromus occidentalis*) do 49,1 % (*Calluna vulgaris*). Vrijednosti u ovom radu niže su i od vrijednosti u radu Wenninger i Shipley (2000) na preživačima blue duiker (*Philantomba monticola*) na području SAD-a koji navode buražnu probavljivost NDV-a kod lišća smokve (*Ficus carica*) 80,1 %, lišća lucerne (*Medicago sativa*) 66,7 % i lišća *Salix lasiandra* 50,6 %. Međutim, treba napomenuti da Wenninger i Shipley (2000) koriste metodu fekalne, a ne buražne probavljivosti. Isto tako nižu buražnu probavljivost NDV-a u ovom radu imaju antropogenizirane kontinentalne livade koje uspoređujući sa svježim travama u radu Lavrenčić i Veternik (2018), imaju nižu probavljivost za čak 44 %. Mogući razlog ovako niskih rezultata u ovom radu je niska celulolitička aktivnost mikroorganizama buraga srna.

Kada se gledaju sve biljke zajedno, *in vitro* buražna probavljivost NDV-a se nije razlikovala između datuma uzorkovanja biljaka. Međutim, ako se gledaju biljke pojedinačno, datum uzorkovanja je utjecao samo kod šumske šašuljice i seoske kupine, za razliku od *in vitro* buražne probavljivosti ST i OT. Kod seoske kupine je buražna probavljivost NDV-a rasla od prosinca do ožujka, i to za 68 %, dok je kod šumske šašuljice pala za 27 %. Ovi rezultati upućuju da kod većine biljaka nije bilo značajnijih promjena u sastavu vlakana, tj. značajnijeg porasta lignina, od veljače do ožujka da bi datum uzorkovanja utjecao na buražnu probavljivost vlakana.





Grafikon 9. *In vitro* buražna probavljivost NDV-a sakupljenih uzoraka biljaka tijekom različitih datuma uzorkovanja (a, seoska kupina; b, bršljan; c, šumska šašuljica; d, oštrolaka kupina; e, antopogenizirane kontinentalne livade; f, pustenasta kupina; g, dobričica; h, rosopas). Biljke f, g, h imaju samo jedno uzorkovanje. Stupci označeni različitim slovima za svaku biljku statistički se razlikuju ( $P < 0,05$  %).

### 4.3. Buražna probavljivost sakupljenih vrsta biljaka

#### 4.3.1. Bršljan

Unatoč prisutnosti brojnih sekundarnih metabolita u lišću bršljana, brojne vrste životinja konzumirat će bršljan, uključujući srnu te običnog jelena i jelena lopatara. Srna je vrlo sklona konzumaciji bršljana tijekom jeseni i zime, kada uz njega jede ostalo lišće te ponešto voća (Jackson, 1980). Konzumaciju bršljana kod jelena, kao primarne krmne namirnice u jesensko-zimskim istraživanjima, navode i González-Hernández i Silva-Pando (1999). Uspoređujući buražnu probavljivost OT bršljana dobivenu u ovom radu s vrijednostima koji su dobili González-Hernández i Silva-Pando (1999) koristeći Tilley & Terry metodu, bršljan uzorkovan u veljači u ovom istraživanju ima jednaku buražnu probavljivost OT (63 %).

#### 4.3.2. Antropogenizirane kontinentalne livade i šumska šašuljica

González-Hernández i Silva-Pando (1999) su istraživali hranidbenu vrijednost nekih biljaka kod jelena, te navode da je probavljivost OT trava poput obične rosulje (*Agrostis capillaris*) i šaša (*Carex remota*) određene Tilley & Terry metodom u prosjeku od 40 do 50 %. Navedene vrijednosti slične su dobivenim rezultatima antropogeniziranih kontinentalnih livada u ovom radu gdje se buražna probavljivost kreće između 39,8 % i 46,3 %, te šumske šašuljice koja pripada porodici *Poaceae* s probavljivošću od 36,8 % do 42,2 %. U dostupnoj literaturi ne postoje podaci o kemijskom sastavu šumske šašuljice. Cibien i sur. (1995) pronalaze visok udio trava u buragu srndaća odstrijeljenog tijekom zime (> 50 % ukupne ST), a isto bilježi i Kaluzinski (1982) gdje se udio ST trava u buragu srndaća odstrijeljenih u jesen i zimu kretao od 27–29 %.

#### 4.3.3. Seoska, pustenasta i oštrodlaka kupina

U radu Cornelis i sur. (1999), u kojem je istraživana utjecaj sezone i staništa na hranidbu srna, rezultati ukazuju da je zimska hranidba srna sadržavala visok udio četinjastog i patuljastog grmlja te poludrvenastih biljaka (bršljan i kupina) i gljiva. Isti slučaj bilježi i Henry (1978) koji navodi da četinjače predstavljaju najveći udio u hranidbi srna tijekom zime.

González-Hernández i Silva-Pando (1999) navode da je probavljivost OT kupine prema Tilley & Terry metodi kod jelena u prosjeku od 40 do 50 %. U ovom istraživanju, *in vitro* buražna probavljivost OT pustenaste kupine je slična vrijednostima González-Hernández i Silva-

Pando (1999; 42,64 %), dok seoska i oštrolaka kupina dosežu i više vrijednosti (58,5 % i 55,7 %).

Droždž (1979) navodi da se tijekom zime koeficijent probavljivosti vrhova drveća i grmlja u srna održavao konstantno, nešto viši od 40 %, što je slučaj i kod biljaka u ovom radu koje pripadaju skupini grmlja: seoska, pustenasta i oštrolaka kupina. U ovom radu uzorkovano je lišće grmlja te im se buražna probavljivost kreće između 43 % i 58,5 %. Nasuprot ovom radu te radu Droždž (1979), Snider i Asplund (1974) bilježe niže vrijednosti probavljivosti OT lišća drvenastih bilja određene Tilley & Terry metodom kod bjelorepih jelena u iznosu od 36 %, međutim vrijeme uzorkovanja nije poznato.

#### 4.3.4. Dobričica i rosopas

U istraživanju utjecaja jelena na floru britanske šume, Kirby (2001) navodi da jeleni konzumiraju dobričicu i rosopas, međutim podaci kemijskog sastava i probavljivosti ST, OT i NDV-a navedenih biljaka u dostupnoj literaturi ne postoje.

## 5. Zaključak

Na temelju provedenog istraživanja s buražnim sokom sedam srna i uzoraka 8 biljnih vrsta tijekom zimskog razdoblja može se zaključiti slijedeće:

- Sakupljene biljne vrste su se razlikovale u kemijskom sastavu i *in vitro* buražnoj probavljivosti suhe tvari, organske tvari i neutralnih detergent vlakana.
- Kemijski sastav biljaka se nije mijenjao, ali njihova *in vitro* buražna probavljivost suhe i organske tvari je rasla od prosinca 2020. do ožujka 2021. godine.
- *In vitro* buražna probavljivost suhe i organske tvari je rasla tijekom promatranog razdoblja kod svih biljaka osim kod šumske šašuljice kod koje je niža u ožujku nego u veljači.
- Kemijski sastav biljaka utjecao je na njihovu *in vitro* buražnu probavljivost suhe i organske tvari.
- *In vitro* buražna probavljivost neutralnih detergent vlakana je rasla od prosinca 2020. do ožujka 2021. godine kod seoske kupine i opadala kod šumske šašuljice.

Zbog razlika u kemijskom sastavu i *in vitro* buražnoj probavljivosti suhe tvari, organske tvari i neutralnih detergent vlakana, biljke dostupne srnama tijekom zimskog razdoblja se razlikuju u hranidbenoj vrijednosti, koja kod većine biljnih vrsta raste od prosinca do ožujka.

## 6. Literatura

1. Akin D. E., Borneman W. S., Windham W. R. (1988). Rumen fungi: morphological types from Georgia cattle and the attack on forage cell walls. *Biosystems*. 21(3-4): 385-391.
2. Andričić B. (2009). Prirodni polimerni materijali. Sveučilište u Splitu, Split. [file:///C:/Users/PC/AppData/Local/Temp/prirodni\\_polimerni.pdf](file:///C:/Users/PC/AppData/Local/Temp/prirodni_polimerni.pdf) - pristup 7.7.2021.
3. ANKOM Technology. (2017). In Vitro True Digestibility using the Daisy<sup>II</sup> Incubator. [https://www.ankom.com/sites/default/files/document-files/Method\\_3\\_Invitro\\_D200\\_D200I.pdf](https://www.ankom.com/sites/default/files/document-files/Method_3_Invitro_D200_D200I.pdf) - pristup 25.07.2021.
4. Barančková M., Krojerová-Prokešová J., Šustr P., Heurich M. (2010). Annual changes in roe deer (*Capreolus capreolus* L.) diet in the Bohemian Forest, Czech Republic/Germany. *European Journal of Wildlife Research*. 56(3): 327-333.
5. Burbaiteė L., Csányi S. (2009). Roe deer population and harvest changes in Europe. *Estonian Journal of Ecology*. 58(3): 169-180.
6. Chesson A. (1993). Mechanistic models of forage cell wall degradation. Forage cell wall structure and digestibility. *Str.* 347-376.
7. Choudhury P. K., Abdelfattah Zeidan M. S., Rajashree J., Sanjeev K., Rameshwar S., Anil Kumar P. (2015). Rumen microbiology: An overview. U: Rumen microbiology: from evolution to revolution (ur. Puniya, A. K., Rameshwar, S. i Kamra, D. N.). New Delhi Springer. *Str.* 3-16.
8. Cornelis J., Casaer J., Hermy M. (1999). Impact of season, habitat and research techniques on diet composition of roe deer (*Capreolus capreolus*): a review. *Journal of Zoology*. 248(2): 195-207.
9. Cotta M. A. (1988). Amylolytic activity of selected species of ruminal bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*. 54(3): 772-776.
10. Dahl S. A., Hudler M., Windisch W., Bolduan C., Brugger D., König A. (2020). High fibre selection by roe deer (*Capreolus capreolus*): evidence of ruminal microbiome adaption to seasonal and geographical differences in nutrient composition. *Animal Production Science*. 60(10): 1303-1314.
11. Danilkin A. A., Hewison A. M. (1996). Behavioural ecology of Siberian and European roe deer. National Agricultural Library. 234-270.
12. Dewhurst R. J., Davies D. R., Merry R. J. (2000). Microbial protein supply from the rumen. *Animal feed science and technology*. 85(1-2): 1-21.
13. Di Marco O. N., Aello M. S., Nomdedeu M., Van Houtte S. (2002). Effect of maize crop maturity on silage chemical composition and digestibility (*in vivo*, *in situ* and *in vitro*). *Animal Feed Science and Technology*. 99(1-4): 37-43.

14. Doreau M., Chilliard Y. (1997). Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. *British Journal of Nutrition*. 78(1): 15-35.
15. Drożdż A. (1979). Seasonal intake and digestibility of natural foods by roe-deer. *Acta Theriologica*. 24(13): 137-170.
16. Drożdż A., Osiecki A. (1973). Intake and digestibility of natural feeds by roe-deer. *Acta theriologica*. 18(3): 81-91.
17. DZNM. (2004): HRN ISO 5984:2002 Stočna hrana – Određivanje pepela.
18. DZNM. (2010). HRN EN ISO 5983-2:2010. Hrana za životinje - Određivanje količine dušika i izračunavanje količine sirovih proteina-2 dio: Razaranje u bloku/metoda destilacije parom.
19. DZNM. (2001). HRN ISO 6492:2001. Hrana za životinje - Određivanje udjela masti.
20. DZNM. (2001). HRN ISO 6496:2001. Stočna hrana - Određivanje vode i udjela drugih hlapljivih tvari.
21. DZNM. (2008). HRN EN ISO 13906:2008. Hrana za životinje - Određivanje sadržaja kiselog detergenta vlakana (ADF) i kiselog detergenta lignina
22. DZNM. (2008). HRN ISO 16472:2006 – Određivanje sadržaja amilazom obrađenog neutralnog detergenta vlakana (aNDF).
23. Feng Y., Yu Y., Zhong L., Zhang W., Zhang M. (2018). The nutritional composition and digestion of plants foraged by red deer (*Cervus elaphus xanthopygus*) in northeast China. *Journal of forestry research*. 29(3): 851-858.
24. Foroughbakhch R., Ramírez R. G., Hauad L. A., Castillo-Morales N. E., Moya-Rodríguez J. (2007). Seasonal dynamics of the leaf nutrient profile of 20 native shrubs in Northeastern Mexico. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 6(8): 1000-1005.
25. Gill R. (1990). Monitoring the status of European and North American cervids: final report for UNEP GEMS project ST 4101-84-02 (PP 2551). UNEP.
26. González-Hernández M. P., Silva-Pando F. J. (1999). Nutritional attributes of understory plants known as components of deer diets. *Journal of Range Management*. 52: 132 –138.
27. Grbeša D. (2008): Hranidbene potrebe krava, Interna skripta, Zagreb.
28. Grbeša D. (2017a): Nepoželjne tvari, Interna skripta, Zagreb.
29. Grbeša D. (2017b): Opća hranidba, Interna skripta, Zagreb.
30. Hervás G., Ranilla M. J., Mantecón A.R., Bodas R., Frutos P. (2004). Comparison of in vitro digestibility of feedstuffs using rumen inoculum from sheep or red deer. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 13: 91-94.
31. Henry B. A. (1978). Diet of roe deer in an English conifer forest. *The Journal of Wildlife Management*. Str. 937-940.

32. Huntington G. B. (1997). Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *Journal of Animal Science*. 75(3): 852-867.
33. Ivanković S. (2006). Osnovi opće hranidbe i krmiva. Sveučilište u Mostaru, Mostar. [Osnovi opće hranidbe i krmiva.pdf \(sum.ba\)](#) - pristup: 7.7.2021.
34. Jackson J. (1980). The annual diet of the Roe deer (*Capreolus capreolus*) in the New Forest, Hampshire, as determined by rumen content analysis. *Journal of Zoology*. 192: 71– 83.
35. Janicki Z., Slavica A., Konjević D., Severin K. (2008). Zoologija divljači. Zavod za biologiju, patologiju i uzgoj divljači Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.
36. Janis C. M., Ehrhardt D. (1988). Correlation of relative muzzle width and relative incisor width with dietary preference in ungulates. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 92(3): 267-284.
37. Kaluzinski J. (1982). Composition of the food on roe deer living in fields and the effects of their feeding on plant production. *Acta Theriologica*. 27: 457–470.
38. Kirby K. J. (2001). The impact of deer on the ground flora of British broadleaved woodland. *Forestry*. 74(3): 219-229.
39. König A., Hudler M., Dahl S. A., Bolduan C., Brugger D., Windisch W. (2020). Response of roe deer (*Capreolus capreolus*) to seasonal and local changes in dietary energy content and quality. *Animal Production Science*. 60(10): 1315-1325.
40. Konjević D. (2008). The roe deer (*Capreolus capreolus*)-from breeding to highly valuable food. *MESO: Prvi hrvatski časopis o mesu*. 10(1): 76-85.
41. Kopečný J., Wallace R. J. (1982). Cellular location and some properties of proteolytic enzymes of rumen bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*. 43(5): 1026-1033.
42. Kotarski S. F., Waniska R. D., Thurn K. K. (1992). Starch hydrolysis by the ruminal microflora. *The Journal of Nutrition*. 122(1): 178-190.
43. Krause D. O., Denman S. E., Mackie R. I., Morrison M., Rae A. L., Attwood G. T., McSweeney C. S. (2003). Opportunities to improve fiber degradation in the rumen: microbiology, ecology, and genomics. *FEMS Microbiology Reviews*. 27(5): 663-693.
44. Krizmanić G., Čupić T., Tucak M., Popović S. (2015). Utjecaj roka košnje i gnojidbe dušikom na agronomska svojstva ozimog graška (*Pisum sativum* ssp. arvense L.). *Poljoprivreda*. 21(1): 35-40.
45. Krznar T. (2009). Utjecaj lova na razvoj čovjeka. Pokušaj ekohistorijskog uvida. *Ekonomika i ekohistorija: časopis za gospodarsku povijest i povijest okoliša*. 5(1): 59-77.
46. Kumar B., Tirkey N., Kumar S. A. (2017). Anti-nutrient in fodders: a review. *Chemical Science Review and Letters*. 6(24): 2513-2519.

47. Lavrenčič A., Veternik D. (2018). Differences between sheep and red deer in *in vitro* apparent and true digestibility of commonly used red deer feeds. *Acta agriculturae Slovenica*. 112(1): 5-9.
48. Lovari S., Herrero J., Masseti M., Ambarli H., Lorenzini R., Giannatos G. (2016). European Roe Deer, *Capreolus capreolus*. The IUCN Red List of Threatened Species. [https://www.researchgate.net/publication/342781775\\_Capreolus\\_capreolus\\_The\\_IUCN\\_Red\\_List\\_of\\_Threatened\\_Species\\_2016\\_e\\_T42395A22161386](https://www.researchgate.net/publication/342781775_Capreolus_capreolus_The_IUCN_Red_List_of_Threatened_Species_2016_e_T42395A22161386) - pristup 16.09.2021.
49. Lukhele M. S., Van Ryssen J. B. J. (2003). The chemical composition and potential nutritive value of the foliage of four subtropical tree species in southern Africa for ruminants. *South African Journal of Animal Science*. 33(2): 132-141.
50. Manojlović L. (2017). Hranidba krupne divljači. Veleučilište u Karlovcu, Karlovac.
51. Mautz W. W., Petrides G. A. (1971). Food passage rate in the white-tailed deer. *The Journal of Wildlife Management*. 723-731.
52. Menke K.H., Steingass H., 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*. 28: 7-55.
53. Minato H., Endo A., Higuchi M., Ootomo Y., Uemura T. (1966). Ecological treatise on the rumen fermentation: I. The fractionation of bacteria attached to the rumen digesta solids. *The Journal of General and Applied Microbiology*. 12(1): 39-52.
54. Mountousis I., Papanikolaou K., Stanogias G., Chatzitheodoridis F., Roukos C. (2008). Seasonal variation of chemical composition and dry matter digestibility of rangelands in NW Greece. *Journal of Central European Agriculture*. 9(3): 547-555.
55. Narvaez N., Brosh A., Pittroff W. (2010). Seasonal dynamics of nutritional quality of California chaparral species. *Animal Feed Science and Technology*. 158(1-2): 44-56.
56. National Research Council (2007). *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. The National Academies Press. Washington, DC.
57. Niwińska B. (2012). Digestion in ruminants. *Carbohydrates-Comprehensive Studies on Glycobiology and Glycotechnology*. InTech. 10(51574): 245-258.
58. Obara Y., Ohtomo Y., Tsuda T. (1972). The effects of the constantly maintained ruminal pH on the parotid saliva secretion of sheep. *Tohoku Journal of Agricultural Research*. 23(2): 72-78.
59. Palmquist D. L., Jenkins T. C. (1980). Fat in lactation rations. *Journal of Dairy Science*. 63(1): 1-14.
60. Palo T. R., Jordan P. A., Pehrson Å., Staaland H. (2012). Seasonal variation of phenols, nitrogen, fiber, and *in vitro* digestibility in Swedish moose. *Alces*. 48: 7-15.



61. Pérez-Barbería F. J., Gordon I. J. (1998). Factors affecting food comminution during chewing in ruminants: a review. *Biological Journal of the Linnean Society*. 63(2): 233-256.
62. Parlak O. A., Gokkus A., Hakyemez B. H., Baytekin H. (2011). Shrub yield and forage quality in Mediterranean shrublands of west Turkey for a period of one year. *African Journal of Agricultural Research*. 6(7): 1726-1734.
63. Popović Z., Djordjević N., Djordjević M., Grubić G., Stojanović B. (2009). Estimation of the quality of the nutrition of roe deer based on chemical composition of the rumen content. *Acta veterinaria*. 59(5-6): 653-663.
64. Narodne novine (2010) Pravilnik o lovostaju. Zagreb: Narodne novine.
65. Narodne novine (2018) Zakon o lovstvu. Zagreb: Narodne novine.
66. Prđun S., Šprem N. (2016). Lovnogospodarska osnova za državno otvoreno lovište broj: III/29 – „Prolom“. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb.
67. Rautiainen H., Bergvall U. A., Felton A. M., Tigabu M., Kjellander P. (2021). Nutritional niche separation between native roe deer and the nonnative fallow deer—a test of interspecific competition. *Mammal Research*. str. 1-13.
68. Schoorl, N. (1929). Suiker titraties. *Chemische Weekblad* 26: 130-134.
69. Short H. L., Blair R. M., Segelquist C. A. (1974). Fiber composition and forage digestibility by small ruminants. *The Journal of Wildlife Management*. 197-209.
70. Siuda A., Żurowski W., Siuda H. (1969). The food of the roe deer. *Acta Theriologica*. 14(18): 247-262.
71. Snider C. C., Asplund J. M. (1974). *In vitro* digestibility of deer foods from the Missouri Ozarks. *The Journal of Wildlife Management*. 20-31.
72. Sniffen C. J., Robinson P. H. (1987). Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulations. *Journal of Dairy Science*. 70(2): 425-441.
73. Somogyi M. (1945). A new reagent for the determination of sugars. *Journal of Biological Chemistry*. 160: 61–68.
74. Statistical Analysis System (SAS), OnlineDoc® Software Release 9.4., SAS Institute Inc., Cary, NC, SAD (2015).
75. Theodoru M. K., France J. (2005). Rumen Microorganisms and their Interactions. U: Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism (ur. Dijkstra, J., Forbes J.M. i France J). Cambridge. CABI Pub. Str. 207-228.
76. Tilley J. M. A., Terry D. R. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and forage science*. 18(2): 104-111.
77. Tixier H., Duncan P., Scehovic J., Yant A., Gleizes M., Lila M. (1997). Food selection by European roe deer (*Capreolus capreolus*): effects of plant chemistry, and consequences for the nutritional value of their diets. *Journal of Zoology*. 242(2): 229-245.

78. Van Soest P. V., Robertson J. B., Lewis B. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*. 74(10): 3583-3597.
79. Varel V. H., Kreikemeier K. K. (1995). Technical note: comparison of *in vitro* and *in situ* digestibility methods. *Journal of Animal Science*. 73: 578-582.
80. Vitasović-Kosić I., Kljak K., Britvec M., Grbeša D. (2020). Chemical composition and nutritional value of some dominant plant species on dry Mediterranean grasslands (Croatia). *Journal of Central European Agriculture*. 21(2): 398-408.
81. Vranić M. (2021): Hranjivost voluminozne krme, Interna skripta, Zagreb.
82. Wenninger P. S., Shipley L. A. (2000). Harvesting, rumination, digestion, and passage of fruit and leaf diets by a small ruminant, the blue duiker. *Oecologia*. 123(4): 466-474.
83. Wiersma D.W., Smith R.R., Mlynarek M.J., Rand R.E., Sharpee D.K., Undersander D.J. (1998). Harvest management effects on red clover forage yield, quality and persistence. *Journal of Production Agriculture*. 11: 309 – 313.
84. World Meteorological Organization. (2021). Climate Explorer. <https://climexp.knmi.nl/start.cgi> - pristup 19.08.2021.
85. Zweifel-Schielly B., Leuenberger Y., Kreuzer M., Suter W. (2012). A herbivore's food landscape: seasonal dynamics and nutritional implications of diet selection by a red deer population in contrasting Alpine habitats. *Journal of Zoology*. 286(1): 68-80.