

Chemical composition and nutritional value of some dominant plant species on dry Mediterranean grasslands (Croatia)

Kemijski sastav i hranjiva vrijednost nekih dominantnih biljnih vrsta suhих mediteranskih travnjaka (Hrvatska)

Ivana VITASOVIĆ KOSIĆ¹ (✉), Kristina KLJAK², Mihaela BRITVEC¹, Darko GRBEŠA²

¹ University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Botany, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia

² University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Department of Animal Nutrition, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia

✉ Corresponding author: ivitasovic@agr.hr

Received: 4 July 2019; accepted: 15 December 2019

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the chemical composition and nutritional value of the dominant species and subspecies of the grassland community *Scorzoneretalia villosae*. The research was carried out on the grasslands of the Čićarija plateau. In the collected samples of 17 dominant plants, the content of the dry matter (DM), crude protein (CP), ash, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), acid detergent lignin (ADL), *in vitro* digestibility of DM (IVDMD) and net energy for lactation (NEL) were determined. According to the spring content of CP and IVDMD, *Hippocrepis comosa* (CP 181 g/kg DM, IVDMD 63.5%), *Scorzonera villosa* (CP 121 g/kg DM, IVDMD 61.5%) and *Satureja montana* ssp. *variegata* (CP 83 g/kg DM, IVDMD 60.4%) were the most nutritious and very palatable for sheep while the most unfavorable chemical composition had *Stipa pennata* ssp. *ericaulis* (NDF 790, ADF 396 and ADL 112 g/kg DM) and *Brachypodium pinnatum* ssp. *rupestre* (NDF 789, ADF 483 and ADL 86 g/kg DM). A high IVDMD was determined for *Salvia pratensis* (up to 70.6%) and *Teucrium chamaedrys* (67.1%), generally hepatotoxic species, but not toxic for the local herd. In this paper, nutrition indicators of collected species and subspecies are presented for the first time.

Keywords: chemical composition, dominant species, *in vitro* digestibility, Mediterranean dry grassland, *Scorzoneretalia villosae*

SAŽETAK

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi kemijski sastav i hranjivu vrijednost dominantnih vrsta i podvrsta travnjačke zajednice *Scorzoneretalia villosae*. Istraživanje je provedeno na travnjacima visoravni Čićarije. U sakupljenim uzorcima 17 dominantnih biljaka određen je sadržaj suhe tvari (ST) i u njoj sadržaj sirovog proteina (SP), organske tvari, neutralnih detergent vlakana (NDV), kiselih detergent vlakana (KDV), kiselih detergent lignin (KDL), *in vitro* probavljivost suhe tvari (IVPST) te neto energija (NEL). Prema proljetnom sadržaju SP i IVPST, najhranjivije za ovce i vrlo palatabilne su bile *Hippocrepis comosa* (SP 181 g/kg ST; IVPST 63,5%), *Scorzonera villosa* (SP 121 g/kg ST; IVPST 61,5%) i *Satureja montana* ssp. *variegata* (SP 83 g/kg ST; IVPST 60,4%), a najnepovoljniji kemijski sastav imale su *Stipa pennata* ssp. *ericaulis* (NDV 790; KDV 396; ADL 112 g/kg ST) i *Brachypodium pinnatum* ssp. *rupestre* (NDV 789; KDV 483; ADL 86 g/kg ST). Utvrđena je visoka IVPST vrste *Salvia pratensis* (maks. 70,6%) i generalno hepatotoksične vrste *Teucrium chamaedrys* (67,1%) koja

za lokalno stado ovaca nije toksična. Pokazatelji hranjivosti istraživanih vrsta i podvrsta prvi su put prikazani u ovom radu.

Ključne riječi: dominantne vrste, *in vitro* probavljivost, kemijski sastav, Mediteranski suhi travnjak, *Scorzoneretalia villosae*

DETAILED ABSTRACT

Nowadays, extensive feeding of domesticated ruminants on natural grasslands is gaining a greater significance, primarily because of considerably smaller impact on environmental pollution in comparison to conventional feeding systems. This is especially important in regard to the climate change, maintenance of biodiversity and production of milk and meat with unique organoleptic properties. Expected animal production of a particular feed depends on its precisely estimated nutritional value and forage consumption, where both depend on the chemical composition and digestibility. There is a little data of the chemical composition of submediterranean grasslands, particularly of yield and nutritional value of dominant grassland species, which are significantly affected by soil topography, climate factors and grassland management. Therefore, this study aimed to determine chemical composition and nutritional value of the dominant species and subspecies of the grassland community *Scorzoneretalia villosae* of the Ćićarija plateau (Istria, Croatia). Investigated area belongs to NATURA 2000 Special Protected Area (SPA), habitat type 62A0, elevated from 550 to 650 m a.s.l., and covers about 1000 ha. The climate is transitional, with characteristics of sub-Mediterranean and continental pre-alpine climate with rainy, cold winters and long, dry summers. From the phytogeographic point of view, the grassland vegetation of the mountainous plateau of Ćićarija belongs mainly to the class of *Festuco-Brometea*, *Scorzoneretalia villosae* order, which is widespread along the Adriatic – from Italy and Slovenia through Croatia to Bosnia and Herzegovina.

Plant material originated from four researched grassland sites (limestone as a soil substratum: near Slum, Vodice, Brest pod Učkom and Jelovice where samples of plant material from 17 dominant species and subspecies, with at least three samples of each plant species, were collected. Dominant species and subspecies (with the highest frequency and coverage degree) were determined by phytocoenological relevés from previous research (Vitasović Kosić et al., 2011, 2012). The fresh green mass of dominant species was air dried at 50 °C for 48 hours, ground to pass 1 mm mesh screen and used for chemical and digestibility analyses. Dry matter (DM) of prepared samples was determined by drying at 103 °C for four hours (HRN ISO, 2001). Nitrogen content was determined by Kjeldahl method and crude protein (CP) was calculated using factor 6.25. Contents of neutral detergent fiber (NDF), acidic detergent fiber (ADF) and acid detergent lignin (ADL) were determined using the Fibertec 2021 Fiber Cap System. *In vitro* dry matter digestibility (IVDMD) was determined in the ANKOM Daisy^{II} Incubator. The nutritive value parameters: consumption expressed as the voluntary dry matter intake per kg of metabolic weight (VDIM), effective degradability of protein in rumen (ED), fermented organic matter (FOM), dietary protein undegraded in rumen but digested in the small intestine (PDIA), microbial protein digested in small intestine (PDIM) and protein digestible in the small intestine (PDI) were calculated according to the INRA feeding System for Ruminants (INRA, 2018). The results were statistically analysed using the PROC MIXED procedure of SAS 9.4 statistical package (SAS Institute Inc., 2015). In the applied model, the species or functional group were considered as a fixed effect.

Results showed that among the 17 dominant species and subspecies, the majority (10) were forbs followed by three legumes, three grasses and one grasslike species. On average, the dominant taxa of Submediterranean mountainous pastures (Table 1 and 2) are poor in protein fractions (CP 102, ED 65.5, PDI 80 and RPB -30 g/kg DM), of medium-high content of fiber fractions (NDF 532, ADF 336 and ADL 83 g/kg DM), and of medium IVDMD (54%) and net energy content (6.1 MJ NEL/kg DM). Substantial differences ($P < 0.001$) between individual species in protein and fiber content and IVDMD were reflected in a similar consumption range (VDIM) of the energy and protein values of dominant grassland species. Daily consumption of 1kg of high-quality legumes (*Hippocrepis comosa* and *Lotus corniculatus* ssp. *hirsutus*) had a nutritional potential for body maintenance and production of up to 1 kg milk/d in sheep of 55 kg (NRC, 2007). On average, the legumes contained a higher number and larger amounts of desirable nutritional properties than forbs and grasses (Tables 3 and 4). The grasses were mutually similar ($P > 0.05$) but of poorer ($P < 0.001$) chemical composition and digestibility in comparison to legumes and forbs due to the higher content of all fiber fractions, the lower content of

pectin (information from literature) and the faster loss of nutritional value during aging which resulted in lower ($P < 0.001$) consumption, energy and protein values of grasses (Tables 3 and 4). The dominant grassland species of the *Scorzoneretalia villosae* grassland community met the maintenance nutrient requirements and low milk production of sheep (NRC, 2007). The most dominant taxa at the tested grassland type are forbs, which keep nutrient value during the dry and hot summer period when grasses and legumes have low yields. On average, the forbs are better ($P < 0.001$) in chemical composition and the nutritional value than grass and grasslike species, but worse ($P < 0.001$) than legumes (Table 3 and 4). Among the 10 dominant forbs plants, *Salvia pratensis*, *Scorzonera villosa* and *Teucrium chamaedrys*, generally hepatotoxic but not toxic to the local herd, were species with the highest digestibility (Table 1).

The investigated dominant plants of the *Scorzoneretalia villosae* grassland community differed in chemical composition and nutritional value, but these differences were higher between functional groups than individual species and subtypes within the functional group itself. *In vitro* digestibility is standardly determined using the ruminal inoculum of sheep fed diets that have met their nutrient requirements, however, in this study, inoculum of sheep that were given poor forage from natural grasslands was used. We consider this approach a better indicator of real digestibility of investigated plants. Results obtained in this research could enable the establishment of guidelines for the complete and optimal management of grasslands in submediterranean hilly areas where the *Scorzoneretalia villosae* community is widespread, which will contribute to the improvement of ecological sheep production and its high value products (sheep milk and cheese) together with the preservation of flora and vegetation diversity.

UVOD

Stočarstvo je jedna od glavnih komponenti ruralne ekonomije, kulture i krajobraza u svijetu, a ekstenzivna hranidba udomaćenih preživača na prirodnim travnjacima dobiva sve veće značenje prvenstveno zbog njenog znatno manjeg utjecaja na zagađenje okoline, osobito s obzirom na klimatske promjene, održavanje bioraznolikosti i proizvodnju jedinstvenih organoleptičkih svojstava mlijeka i mesa (Viallon i sur., 2000; Peiretti i sur., 2017; Dumont i sur., 2018). Sposobnost heterogenog prirodnog travnjaka da podrži animalnu proizvodnju ovisi od prinosa i hranjivosti dominantnih vrsta biljaka (Snyman, 2002), a na oboje primarno utječu topografija i klimatski čimbenici (Vázquez-de-Aldana et al., 2000; Buxton i Readfearn, 1997), biljne vrste i plodnost tla (Molle i sur., 2004) te menadžment korištenja travnjaka (Belesky i sur., 2002). Svi ovi čimbenici djeluju tako da jednogodišnje biljke od kojih su ovi travnjaci dominantno sastavljeni naglo mijenjaju sastav i hranjivost tijekom životnog ciklusa (Molle i sur., 2004) te je malo podataka o njihovoj prosječnoj hranjivosti.

Ćićariju obilježava mješavina submediteranske i kontinentalne klime što rezultira sa 624 vrste biljaka na travnjacima pri čemu dominantne vrste najviše pridonose

kemijskom sastavu i hranjivosti pašnjaka (Bovolenta i sur., 2008, Vitasović Kosić, 2011). Očekivana animalna proizvodnja pojedinog krmiva ovisi o točno procijenjenoj hranjivosti i konzumaciji krme, a oboje ovisi o kemijskom sastavu i probavljivosti (Baumont i sur., 2018). Današnji sustavi toliko točno procjenjuju hranjivost da je vrlo mala razlika između predviđene i ostvarene proizvodnje životinje hranjene vrednovanim krmivom, a temelje se na kemijskom sastavu, *in vitro* ili *in vivo* kinetici razgradljivosti te modelima jednadžbi za računanje energetske i proteinske vrijednosti koje u obzir uzimaju ključne točke probave i metabolizma krmiva u životinji (NRC, 2007; Volden, 2011; INRA, 2018).

Malo je podataka o kemijskom sastavu submediteranskih travnjaka (Bassignana, 1998; Bovolenta i sur., 2008; Roukos i sur., 2011), a u literaturi samo su Alibes i Tisserand (1983) opisali hranjivost dvije od 17 dominantnih vrsta travnjačke zajednice na vapnenačkoj podlozi *Scorzoneretalia villosae*. Cilj ovog istraživanja je utvrditi kemijski sastav i hranjivu vrijednost dominantnih vrsta i podvrsta travnjačke zajednice *Scorzoneretalia villosae* na području visoravni Ćićarije (Hrvatska).

MATERIJAL I METODE RADA

Područje istraživanja

Istraživano je područje planinske visoravni Ćićarije (45°29' 56"- 45°30' 00"N, 13°

59' 54"- 14°00' 29"E, veličine oko 1000 ha i raspona od 550 do 650 m NV, na sjeveroistoku Istarskog poluotoka, a koje pripada posebno zaštićenom području Natura 2000 (Special Protected Area (SPA), habitat 62A0). Klima je prijelazna, s obilježjima mediteranske i kontinentalne predalpske klime, s kišnim, hladnim zimama i dugim i suhim ljetima (Poldini, 1989). Srednja godišnja temperatura na Ćićariji je oko 12,6 °C, najhladnije je u veljači 0-2 °C, a najtoplije u srpnju ili kolovozu 18-22 °C. Područje je humidno (oko 1400 mm/godišnje oborina) s najviše oborina u jesen te na prijelazu proljeća u ljeto. Snježni pokrivač zadržava se na području Ćićarije do 20 dana. Tip tla je duboko, smeđe tlo; matični supstrat je vapnenac (Bertoša i Matijašić, 2005). S fitogeografskog stajališta travnjačka vegetacija područja planinske visoravni Ćićarije pripada uglavnom razredu *Festuco-Brometea*, redu *Scorzoneretalia villosae* koji je rasprostranjen duž Jadrana, od Italije i Slovenije preko Hrvatske do Bosne i Hercegovine (Vitasović Kosić, 2011; Vitasović Kosić i sur., 2011, 2012, 2014).

Uzorkovanje

Analiza je provedena na uzorcima biljnog materijala koji je porijeklom sa četiri lokacije istraživanih travnjaka: kod mjesta Slum, Vodice, Brest pod Učkom i Jelovice. Navedene lokacije izabrane su s obzirom na homogenu uvjete submediteranskog klimatskog pojasa i vapnenca kao podloge tla. Uzorci biljnog materijala sakupljeni su od 17 dominantnih vrsta i podvrsta i to po najmanje tri uzorka od svake biljne vrste, odnosno podvrste, u mjesecu svibnju, lipnju i rujnu, svaki put na sve četiri lokacije.

Uzorci su kasnije usitnjeni i zamiješani u jedan homogeni uzorak. U vrijeme uzimanja uzoraka na odabranim lokalitetima nije bilo ispaše.

Determinacija biljnih vrsta obavljena je pomoću standardnih florističkih ključeva (Pignatti, 2002), a

nomenklatura usklađena prema Flora Croatica Database (Nikolić, 2019, <http://hirc.botanic.hr/fcd/search.aspx>). Dominantne vrste i podvrste (s najvećim stupnjem pokrovnosti), njihova pojavnost i frekvencija u istraživanoj travnjačkoj zajednici određene su fitocenološkim snimkama ranijih istraživanja (Vitasović Kosić, 2011; Vitasović Kosić i sur., 2011, 2012).

Uzorci svježe zelene mase dominantnih biljaka su prosušeni u zračnom sušioniku na 50 °C kroz 48 sati (HRN EN ISO, 2013), te samljeveni na veličinu čestice 1 mm (Cyclotec 1093, FOSS Tecator, Höganäs, Sweden) za daljnje analize.

Kemijske analize i in vitro probavljivost suhe tvari

Suha tvar (ST) uzoraka biljnih vrsta određena je sušenjem na 103 °C četiri sata (HRN ISO, 2001). Sadržaj dušika (N), odnosno sirovog proteina svakog uzorka utvrđen je pomoću digestora Kjeltec 2200 (Foss Tecator, Höganäs, Sweden) te faktora konverzije dušika u sirovi protein 6.25 (HRN EN ISO, 2010).

Koncentracije (g/kg) neutralnih detergent vlakana (NDV), kiselih detergent vlakana (KDV) i kiselog detergent lignina (KDL) u prosušenim uzorcima utvrđene su koristeći sustav Fibertec 2021 Fiber Cap System (Foss Tecator, Höganäs, Sweden) prema metodi Van Soest i sur. (1991), a pepeo je određen kao gravimetrijska izmjera nakon spaljivanja na 550 °C, kroz 4 h, prema metodi HRN ISO (2004/Ispr.1:2016).

Određena je *in vitro* probavljivost suhe tvari (IVPST) u ANKOM Daisy^{II} Incubator-u (ANKOM Technology Corporation, Macedon, NY, USA) prema metodi opisanoj prema Holden (1999). Ruminalna tekućina dobivena je od dvije ovce Istarske pasmine, ujednačene mase, kondicije i starosti, hranjene na istraživanim, lokalnim pašnjacima.

Izračuni hranjive vrijednosti i statistička analiza

Krmna vrijednost određena je prema INRA feeding System for Ruminants (2018). Kemijska analiza i *in vitro* probavljivost su parametri iz kojih je prema predloženim modelima izračunata konzumacija izražena kao unos suhe tvari po kg metaboličke mase (VDMI), neto energija za

laktaciju (NEL), efektivna razgradljivost proteina (ED), fermentirajuća organska tvar (FOM), sirovi protein krmiva nerazgrađen u buragu, ali probavljen u tankom crijevu (PDIA), mikrobn protein probavljiv u tankom crijevu (PDIM), protein probavljiv u tankom crijevu (PDI) i bilanca proteina u buragu (RPB). Procjena neto energetske i proteinske vrijednosti izračunata je putem INRA (2018) jednadžbi iz kemijskom analizom određenog sadržaja hranjivih tvari i *in vitro* probavljivosti organske tvari.

Sadržaj bruto energije (GE) u MJ/kg organske tvari (OM) izračunat je jednadžbom $GE = (4531 + 1,735 \times CP - 11)/4,184$, gdje je CP sadržaj sirovog proteina u g/kg OM).

Sadržaj probavljive energije (DE) u MJ/kg OM procijenjen je iz probavljivosti energije (Ed) koja je usko povezana sa probavljivosti organske tvari (OMd, %). $DE (MJ/kg OM) = GE \times Ed \times 0,01$; $Ed (OMd, \%) = -0,068 + 0,952 \times OMD$. Probavljivost organske tvari je izračunata iz sadržaja sirovog proteina (CP) u suhoj tvari i *in vitro* probavljivosti suhe tvari (dMSiv) određene Ancom metodom, korištenjem jednažbe za travnjake (OMd in %) $= 1,013 \times dMSiv + 0,258 \times MAT - 3,89 \times 10^{-3} \times MAT \times dMSiv$.

Metabolička energija (ME) je izračunata iz sadržaja probavljive energije, od čijeg sadržaja je oduzeta količina energije izlučena u metanu (CH_4) i mokraći (EU).

$ME = DE - ECH_4 - EU$. $ECH_4 (MJ/kg OT) = CH_4/DOM \times 10^{-3} \times DOM \times 1,25$, gdje je DOM količina probavljene organske tvari u g/kg DM. $DOM (g/kg ST) = OM \times OMD \times 0,01$, MO je organska tvar (g/kg ST). Količina energije metana proizvedena po kg OM (CH_4/OM u MJ) $= (45,42 - 6,66 \times FLref + FLref^2) \times 4,184$. FLref je razina hranidbe koja pokazuje kolika je konzumacija suhe tvari u postotku od težine ovaca, koja je u našem istraživanju za prosječno tešku ovcu 55 kg iznosila 2,1%. Energija izlučena u mokraći u MJ/kg ST $= EU\%BE \times BE$ gdje je $EU\%BE = 2,9 + 0,017 \times MCP - 0,47 \times FLref$.

Neto energija za proizvodnju mlijeka (NEL) određena je sadržajem i iskorištenjem metaboličke energije za proizvodnju mlijeka (kl). $kl = 0,65 + 0,247 \times (q - 0,63)$, gdje je q metaboličnost metaboličke energije izražena u

kvocijentu od BE ($q = ME/BE$). $NEL = ME \times [0,65 + 0,247 \times (q - 0,63)]$.

Proteinska vrijednost dominantnih vrsti izražena je u količini (g/kg DM) aminokiselina mikroba buraga (PDIM) i nerazgrađenog proteina (PDIA) probavljenih u tankom crijevu (PDI). $PDI = PDIA + PDIM$.

$PDIA (g/kg DM) = CP \times (1 - 0,01 \times DT_N) \times 0,80 \times 0,01$, gdje je CP sadržaj sirovog proteina (g/kg ST), $(1 - DT_N)$ je količina nerazgrađenog proteina u buragu, a DT_N je razgradivost proteina u buragu, 0,80 je probavljivost aminokiselina nerazgrađenog proteina u tankom crijevu. DT_N je izračunat iz sadržaja sirovog proteina i vlakana izraženim u g/kg DM.

$PDIM = [41,67 + 71,91 \times 10^{-3} \times FOM] \times 0,80 \times 0,80$. FOM je fermentirajuća organska tvar u buragu (g/kg DM), prvi 0,80 je sadržaj aminokiselina u mikrobnom proteinu, a drugi 0,80 je koeficijent probavljivosti mikrobnog proteina u buragu. $FOM = -63,34 + [(0,97/100) \times DOM]$.

Svi rezultati su prikazani u odnosu na suhu tvar (ST). Rezultati su statistički obrađeni pomoću statističkog paketa SAS 9.4 (SAS Institute Inc., 2015) korištenjem PROC MIXED procedure. U primijenjenom modelu, utjecaj vrste ili funkcionalne skupine smatran je fiksnim učinkom. Srednje vrijednosti određene su metodom najmanjih kvadrata i uspoređene PDIFF naredbom. Procedura PDMIX macro u SAS-u korištena je za definiranje grupa označenih slovima u eksponentu. Statistička signifikantnost bila je postignuta ako je $P \leq 0,05$.

REZULTATI I RASPRAVA

Kemijski sastav i hranjiva vrijednost submediteransko-montanog područja određena je za 17 dominantnih biljnih vrsta i podvrsta travnjačke zajednice *Scorzoneretalia villosae*, od kojih je najviše (10) vrsta zeljanica, po tri trave, tri leguminoze te jedna travolika svojta. U prosjeku, dominantne svojte submediteransko montanog pašnjaka (Tablica 1 i 2) siromašne su frakcijama proteina (SP 102, ED 65,5, PDI 80 i RPB -30 g/kg ST), srednje visokog sadržaja frakcija vlakna (NDV 532, KDV 336 i KDL 83 g/kg ST), osrednje *in vitro* probavljivosti suhe tvari (54%) i sadržaja neto energije (6,1 MJ NEL/kg ST).

Table 1. Chemical composition¹ and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) of dominant plant taxa *Scorzoneretalia villosae***Tablica 1.** Osnovni kemijski sastav² i *in vitro* probavljivost suhe tvari (IVDMD) dominantnih svojiti *Scorzoneretalia villosae*

Taxa	DM ST	OM OT	CP SP	NDF NDV	ADF KDV	ADL KDL	IVDMD IVPST
Svojta	g/kg g/kg			g/kg DM g/kg ST			%
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P. Beauv. spp. <i>rupestre</i> (Host) Schübl. et M. Martens	924 ^{ab}	969 ^a	63 ^c	789 ^a	483 ^a	86 ^{cde}	30,4 ^g
<i>Bromus erectus</i> Huds. ssp. <i>condensatus</i> (Hack.) Asch. et Graebn	919 ^{bc}	951 ^{ab}	86 ^c	725 ^a	393 ^b	55 ^{ef}	43,4 ^{ef}
<i>Carex humilis</i> Leyss.	924 ^a	939 ^{bc}	94 ^c	718 ^{ab}	355 ^{bc}	56 ^{ef}	46,9 ^{ed}
<i>Filipendula vulgaris</i> Moench	911 ^{def}	952 ^{ab}	101 ^{bc}	463 ^c	353 ^{bcd}	120 ^{bc}	46,4 ^{def}
<i>Centaurea bracteata</i> Scop.	912 ^{cdef}	949 ^{ab}	67 ^c	540 ^c	416 ^{ab}	163 ^{ab}	45,7 ^{def}
<i>Galium corrudifolium</i> Vill.	914 ^{cd}	942 ^{abc}	74 ^c	472 ^c	343 ^{bcd}	95 ^{cd}	55,0 ^{bcd}
<i>Hippocrepis comosa</i> L.	900 ^g	946 ^{abc}	181 ^a	349 ^c	266 ^{de}	67 ^{def}	63,5 ^{ab}
<i>Knautia illyrica</i> Beck	913 ^{cde}	928 ^{bc}	92 ^c	375 ^c	289 ^{cde}	115 ^c	61,2 ^{ab}
<i>Salvia pratensis</i> L.	904 ^{fg}	892 ^d	127 ^{abc}	349 ^c	217 ^e	40 ^f	70,6 ^a
<i>Lotus corniculatus</i> L. ssp. <i>hirsutus</i> Rothm.	905 ^{efg}	948 ^{abc}	169 ^{ab}	329 ^c	274 ^{cde}	35 ^f	51,2 ^{bcd}
<i>Plantago argentea</i> Chaix	914 ^{cd}	933 ^{bc}	99 ^c	511 ^c	331 ^{bcd}	178 ^a	54,3 ^{bcd}
<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop. <i>Leucanthemum atratum</i> spp. <i>platylepis</i>	914 ^{cd}	944 ^{abc}	122 ^{abc}	520 ^c	413 ^{ab}	119 ^c	49,8 ^{cde}
(Jacq.) DC. ssp. <i>platylepis</i> (Borbás) Heywood	913 ^{cde}	911 ^{cd}	80 ^c	496 ^c	354 ^{bcd}	86 ^{cde}	64,5 ^{ab}
<i>Satureja montana</i> L. ssp. <i>variegata</i> (Host) P. W. Ball.	902 ^g	917 ^{cd}	83 ^c	385 ^c	332 ^{bcd}	102 ^c	60,4 ^{abc}
<i>Scorzonera villosa</i> Scop.	907 ^{ef}	919 ^{cd}	919 ^{cd}	449 ^c	324 ^{cd}	66 ^{ef}	61,5 ^{ab}
<i>Stipa pennata</i> L. ssp. <i>eriocaulis</i> (Borbás) Martinovský et Skalický	914 ^{cd}	968 ^a	81 ^c	790 ^a	396 ^{ab}	112 ^c	34,3 ^g
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	919 ^{abc}	949 ^{ab}	103 ^{bc}	451 ^c	239 ^e	78 ^{de}	67,1 ^a
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Values in the same column marked with different letters differ significantly (P<0,05)

Vrijednosti u istom stupcu označene različitim slovima značajno se razlikuju (P<0,05)

¹DM – dry matter, OM – organic matter, CP – crude protein, NDF – neutral detergent fiber, ADF – acid detergent fiber, ADL – acid detergent lignin, IVDMD – *in vitro* dry matter digestibility

²ST – suha tvar, OT – organska tvar, SP – sirovi protein, NDV – neutralna detergent vlakna, KDV – kisela detergent vlakna, KDL – kiseli detergent lignin, IVPST – *in vitro* probavljivost suhe tvari

Table 2. Nutritional value of dominant plant taxa on grassland *Scorzoneretalia villosae*¹**Tablica 2.** Hranjiva vrijednost dominantnih vrsta i podvrsta na travnjaku *Scorzoneretalia villosae*²

Taxa Svojta	VDMI g/kg ^{0.75}	NEL MJ/kg DM MJ/kg ST	ED %	FOM	PDIA	PDIM g/kg DM g/kg ST	PDI	RPB
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P. Beauv. spp. <i>rupestre</i> (Host) Schübl. et M. Martens	41,35 ^e	4,94 ^f	56,39 ^d	442,9 ^c	21,96 ^c	47,05 ^c	69,10 ^c	-57,20 ^d
<i>Bromus erectus</i> Huds. ssp. <i>condensatus</i> (Hack.) Asch. et Graebn	45,20 ^{cde}	5,41 ^f	58,22 ^{cd}	467,0 ^c	28,67 ^{bc}	48,16 ^c	76,83 ^c	-44,64 ^d
<i>Carex humilis</i> Leyss.	46,31 ^{cde}	5,53 ^{ef}	58,44 ^{cd}	467,4 ^c	31,13 ^{bc}	48,17 ^c	79,30 ^{bc}	-40,39 ^{cd}
<i>Filipendula vulgaris</i> Moench	49,57 ^{cde}	6,27 ^{cde}	64,11 ^{ab}	529,2 ^b	28,93 ^{bc}	51,02 ^b	79,95 ^{bc}	-30,30 ^{cd}
<i>Centaurea bracteata</i> Scop.	44,08 ^{cde}	5,62 ^{def}	61,86 ^{bc}	482,4 ^{bc}	20,41 ^c	48,87 ^{bc}	69,28 ^b	-51,18 ^d
<i>Galium corrudifolium</i> Vill.	45,64 ^{cde}	5,89 ^{def}	63,47 ^{ab}	496,6 ^{bc}	21,65 ^c	49,52 ^{bc}	71,17 ^c	-46,24 ^d
<i>Hippocrepis comosa</i> L.	61,07 ^a	7,47 ^a	66,67 ^{ab}	599,4 ^a	48,27 ^a	54,25 ^a	102,5 ^a	24,14 ^a
<i>Knautia illyrica</i> Beck	49,05 ^{cde}	6,40 ^{bcd}	65,83 ^{ab}	522,1 ^b	24,92 ^{bc}	50,69 ^b	75,61 ^c	-31,88 ^{cd}
<i>Salvia pratensis</i> L.	54,17 ^{abc}	6,98 ^{abc}	66,80 ^{ab}	530,9 ^b	33,80 ^{abc}	51,10 ^b	84,90 ^{abc}	-7,16 ^{abc}
<i>Lotus corniculatus</i> L. ssp. <i>hirsutus</i> Rothm.	59,81 ^{ab}	7,42 ^{ab}	67,19 ^a	598,6 ^a	44,47 ^{ab}	54,21 ^a	98,68 ^{ab}	18,03 ^{ab}
<i>Plantago argentea</i> Chaix	48,89 ^{cde}	6,15 ^{cde}	63,06 ^{ab}	506,5 ^b	29,18 ^{bc}	49,98 ^b	79,15 ^{bc}	-31,77 ^{cd}
<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop. <i>Leucanthemum atratum</i>	52,04 ^{bcd}	6,40 ^{bcd}	63,10 ^{ab}	530,7 ^b	36,13 ^{abc}	51,09 ^b	87,22 ^{abc}	-19,13 ^{bcd}
(Jacq.) DC. ssp. <i>platylepis</i> (Borbás) Heywood	46,39 ^{cde}	5,95 ^{cdef}	63,08 ^{ab}	480,8 ^{bc}	23,71 ^{bc}	48,79 ^{bc}	72,50 ^c	-41,34 ^{cd}
<i>Satureja montana</i> L. ssp. <i>variegata</i> (Host) P. W. Ball.	47,73 ^{cde}	6,27 ^{cde}	65,47 ^{ab}	505,9 ^b	23,04 ^c	49,95 ^b	72,99 ^b	-37,62 ^{cd}
<i>Scorzonera villosa</i> Scop.	52,33 ^{bc}	6,58 ^{bc}	64,48 ^{ab}	524,5 ^b	33,80 ^{bc}	50,80 ^b	84,60 ^{bc}	-15,34 ^{bc}
<i>Stipa pennata</i> L. ssp. <i>eriocaulis</i> (Borbás) Martinovský et Skalický	43,99 ^{de}	5,18 ^f	56,74 ^d	459,9 ^c	28,18 ^{bc}	47,83 ^c	76,01 ^c	49,02 ^d
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	49,80 ^{cd}	6,28 ^{cd}	64,19 ^{ab}	528,1 ^b	30,51 ^{bc}	50,97 ^b	81,48 ^{bc}	-34,48 ^{cd}
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001	<0,01	<0,001

Values in the same column marked with different letters differ significantly (P<0,05)

Vrijednosti u istom stupcu označene različitim slovima značajno se razlikuju (P<0,05)

¹VDMI – voluntary dry matter intake per kg of metabolic weight, NEL – net energy for lactation, ED – effective degradability of protein in rumen, FOM – fermented organic matter, PDIA – dietary protein undegraded in rumen but truly digestible in the small intestine, PDIM – microbial protein digestible in small intestine, PDI – protein digestible in the small intestine, RPB – the rumen protein balance

²VDMI – unos suhe tvari po kg metaboličke mase, NEL – neto energija laktacije, ED – efektivna razgradljivost proteina u buragu, FOM – fermentirajuća organska tvar, PDIA – sirovi protein krmiva nerazgrađen u buragu, ali probavljiv u tankom crijevu, PDIM – mikrobnii protein probavljiv u tankom crijevu, PDI – protein probavljiv u tankom crijevu, RPB – bilanca proteina u buragu

Prosječni sastav jako je sličan sastavu pašnjaka srednje visokog (do 550 m NV) mediteranskog montanog područja Grčke (Mountousis i sur., 2011) i sadrži manje frakcija proteina (PDIA, PDIM i PDI) i više frakcija vlakana (NDV, KDV i KDL) od visinskog pašnjaka (>1000 m NV) iste regije što je uzrokovano manjom količinom oborina i višim temperaturama u nižim područjima (Roukos i sur., 2011). Velike ($P < 0,001$) razlike između pojedinih vrsta u sadržaju proteina i vlakana te probavljivosti odrazile su se u sličnom rasponu konzumacije po kilogramu metaboličke težine (VDMI) energetske i proteinske vrijednosti dominantnih svojiti travnjaka.

Leguminoze *Hippocrepis comosa* i *Lotus corniculatus* ssp. *hirsutus* sadrže najviše ($P < 0,01$) i između sebe slične ($P > 0,05$) koncentracije frakcije proteina (PDIA, PDIM i PDI) te isto tako najmanje i međusobno slične razine ($P > 0,001$) vlakana (NDV) i lignina (KDV) što je rezultiralo njihovom visokom i ujednačenom ($P < 0,001$) konzumacijom (VDMI), energetske i proteinske vrijednošću za ovce (Tablica 1 i 2). Dnevna konzumacija 1 kg ovih leguminoza ima hranidbeni potencijal za održavanje i proizvodnju do 1 kg/d mlijeka ovce od 55 kg (NRC, 2007). Dovoljna količina (SP) i razgradljivost proteina (ED) omogućuju produkciju amonijaka (RPB) za normalnu fermentaciju hrane u buragu te uz najvišu količinu fermentirajuće organske tvari i optimalnu sintezu mikrobnog proteina (PDIM) prema INRA preporukama (INRA 2018). U prosjeku leguminoze sadrže veći broj i veće količine poželjnih hranidbenih svojstava od zeljanica i trava (Tablica 3 i 4).

Dominante vrste funkcionalne skupine trava i travolikih vrsta istraživane travnjačke zajednice *Scorzoneralia villosae* u ovom radu (*Brachypodium pinnatum* ssp. *rupestre*, *Bromus erectus* ssp. *condensatus*, *Stipa pennata* ssp. *eriocaulis* te travolika *Carex humilis*) pokazuju da su trave međusobno sličnog ($P > 0,05$), ali lošijeg ($P < 0,001$) kemijskog sastava i probavljivosti od leguminoza i zeljanica (Tablica 1 i 2), a time i manje ($P < 0,001$) konzumacije (VDMI), energetske i proteinske vrijednosti kad gledamo funkcionalnu skupinu trava i travolikih vrsta, u odnosu na leguminoze i zeljanice (Tablica 3 i 4). *Carex humilis*

i tri dominantne vrste trava, a osobito *Brachypodium pinnatum* ssp. *rupestre*, u usporedbi s ostalim dominantnim vrstama, sadrže najviše ($P < 0,001$) vlakana (NDV i KDV) te najmanje ($P < 0,001$) sirovog proteina i najmanju ($P < 0,001$) *in vitro* probavljivost te najlošije promatrane pokazatelje potencijalne konzumacije, energetske i proteinske vrijednosti kako za ovce (NEL, PDIM i PDI) tako i za mikrobe predželudaca zbog niske razgradnje proteina i nedostatka amonijaka (RPB) potrebnog za fermentaciju organske tvari.

Manjak amonijaka u buragu pokazuje negativni RPB što upućuje na manju realnu energetske vrijednosti trava od procijenjene. Naime, *in vitro* određivanje probavljivosti provodi se u sadržaju buraga kojemu su dodani puferi i urea potrebni mikrobima da dobro probavljaju hranu dok u prirodi ovce koje pasu trave siromašne proteinom imaju negativni RPB što rezultira lošijom probavom suhe tvari i posljedično manjom energetske vrijednosti krmiva. U pravilu, trave imaju lošiji ($P < 0,001$) kemijski sastav i manju ($P < 0,001$) hranjivu vrijednost od leguminoza i zeljanica (Tablica 3 i 4) zbog višeg sadržaja svih frakcija vlakana, manjeg sadržaja pektina i bržeg gubljenja hranjivosti tijekom starenja (Norton, 1982, Ghourchi, 1995, Arzani i sur., 2006). Treba imati na umu da ovce brste od hranjivijeg gornjeg lišća prema dolje te da dobiju više hranjivih tvari nego što ih analizom obuhvaćena cijela biljka sadrži (Molle i sur., 2004). Svaka zasebno, dominante vrste trava u travnjačkoj zajednici *Scorzoneralia villosae* zadovoljavaju uzdržne potrebe i nisku mliječnost ovaca za hranjivim tvarima (NRC, 2007).

Promatrani travnjak sadrži najviše dominantnih svojiti funkcionalne skupine zeljanica koje duže zadržavaju hranjivost tijekom sušnog i vrućeg ljetnog razdoblja kada je niski prinos trava i leguminoza (Arzani i sur., 2006). Zeljanice su u prosjeku boljeg ($P < 0,001$) kemijskog sastava i hranjivosti od trava i travolikih svojiti, ali lošijeg ($P < 0,001$) od leguminoza (Tablica 3 i 4). Među deset dominantnih biljaka zeljanica ističu se *Salvia pratensis*, *Scorzonera villosa* i *Teucrium chamaedrys* koje sadrže najviše sirovog proteina, najmanje frakcija vlakana, imaju potencijalno najbolju konzumaciju (VDMI), proteinsku i

Table 3. Chemical composition¹ and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) of grassland *Scorzoneretalia villosae* functional groups**Tablica 3.** Kemijski sastav¹ i *in vitro* i probavljivost suhe tvari (IVDMD) funkcionalnih skupina travnjaka *Scorzoneretalia villosae*

Functional group Funkcionalna skupina	DM	OM	CP	NDF	ADF	ADL	IVDMD
	ST	OT	SP	NDV	KDV	KDL	IVPST
	g/kg			g/kg DM			
				g/kg ST			
Legumes Mahunarke	904 ^c	946 ^a	167 ^a	379 ^b	297 ^b	71 ^{ab}	58,3 ^a
Forbes Zeljanice	910 ^b	928 ^b	99 ^b	437 ^b	314 ^b	97 ^a	60,2 ^a
Grass-like Travolike	924 ^a	939 ^{ab}	94 ^b	718 ^a	355 ^{ab}	56 ^b	46,9 ^b
Grasses Trave	919 ^a	956 ^a	83 ^b	743 ^a	401 ^a	68 ^b	40,5 ^b
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001

Values in the same column marked with different letters differ significantly (P<0.05)

Vrijednosti u istom stupcu označene različitim slovima značajno se razlikuju (P<0.05)

¹DM – dry matter, OM – organic matter, CP – crude protein, NDF – neutral detergent fiber, ADF – acid detergent fiber, ADL – acid detergent lignin, IVDMD – *in vitro* dry matter digestibility

²ST – suha tvar, OT – organska tvar, SP – sirovi protein, NDV – neutralna detergent vlakna, KDV – kisela detergent vlakna, KDL – kiseli detergent lignin, IVPST – *in vitro* probavljivost suhe tvari

Table 4. Nutritional value of grassland *Scorzoneretalia villosae* functional groups¹**Tablica 4.** Hranjiva vrijednost funkcionalnih skupina travnjaka *Scorzoneretalia villosae*²

Functional group Funkcionalna skupina	VDMI	NEL	ED	FOM	PDIA	PDIM	PDI	RPB
	g/kg ^{0,75}	MJ/kg DM MJ/kg ST	%			g/kg DM g/kg ST		
Legumes Mahunarke	59,02 ^a	7,25 ^a	66,06 ^a	585,5 ^a	45,08 ^a	53,61 ^a	98,69 ^a	14,26 ^a
Forbes Zeljanice	49,47 ^b	6,32 ^b	64,54 ^a	515,3 ^b	28,02 ^b	50,38 ^b	78,40 ^b	-29,45 ^b
Grass-like Travolike	46,32 ^{bc}	5,53 ^c	58,44 ^b	467,4 ^c	31,13 ^b	48,18 ^c	79,30 ^b	-40,40 ^{bc}
Grasses Trave	44,63 ^c	5,32 ^c	57,78 ^b	463,5 ^c	27,97 ^b	48,00 ^c	75,97 ^b	-46,58 ^c
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001	<0,05

Values in the same column marked with different letters differ significantly (P<0,05)

Vrijednosti u istom stupcu označene različitim slovima značajno se razlikuju (P<0,05)

¹NEL – net energy for lactation, ED – effective degradability of protein in rumen, FOM – fermented organic matter, PDIA – dietary protein undegraded in rumen but truly digestible in the small intestine, PDIM – microbial protein digestible in small intestine, PDI – protein digestible in the small intestine, RPB – the rumen protein balance, VDMI – voluntary dry matter intake per kg of metabolic weight

²NEL – neto energija laktacije, ED – efektivna razgradljivost proteina u buragu, FOM – fermentirajuća organska tvar, PDIA – sirovi protein krmiva nerazgrađen u buragu ali probavljen u tankom crijevu, PDIM – mikrobnii protein probavljiv u tankom crijevu, PDI – protein probavljiv u tankom crijevu, RPB – bilanca proteina u buragu, VDMI – unos suhe tvari po kg metaboličke mase

energetsku vrijednost (tablica 1 i 2) dok su ostale lošijeg i brojčano varijabilnijeg sastava i hranjive vrijednosti (Tablica 1 i 2). Utvrđena je visoka IVPST vrste *Salvia pratensis* (maks. 70,6%) i generalno hepatotoksične vrste *Teucrium chamaedrys* (67,1%) koja za lokalno stado ovaca nije toksična. Trava *Stipa pennata* ssp. *eriocaulis* sadrži brojčano najviše promatranih pokazatelja s najmanjim vrijednostima te se može smatrati najmanje hranjivom zeljancicom (Tablica 1 i 2).

ZAKLJUČCI

Podaci dobiveni u ovom istraživanju pokazuju da se u travnjačkoj zajednici *Scorzoneretalia villosae*, istraživane dominantne biljke međusobno razlikuju po kemijskom sastavu i hranjivosti, ali su te razlike veće između funkcionalnih skupina nego pojedinih vrsta i podvrsta unutar same funkcionalne skupine. Općenito možemo reći da su kvalitetnije leguminoze od zeljanica, a zeljanice od trava i travolikih vrsta.

Najhranjivije su leguminoze *Hippocrepis comosa* i *Lotus corniculatus* ssp. *hirsutus*, a najmanje hranjive trava *Brachypodium pinnatum* ssp. *pinnatum* i travolika *Carex humilis*. Dominante svojte iz funkcionalne skupine zeljanica su najzastupljenije, a među njima su najkvalitetnije *Salvia pratensis*, *Scorzonera villosa* i *Teucrium chamaedrys*. Koeficijenti *in vitro* probavljivosti se standardno određuju s inokulatom ovaca koje su dobile sve potrebne hranjive tvari, međutim, u ovom istraživanju probavljivost je određivana s inokulantom ovaca koje su pasle prirodnu pašu travnjaka siromašnu proteinom te smatramo da su bolji pokazatelj realne probavljivosti u rezultatima za navedene biljke. Rezultati ovih istraživanja mogli bi omogućiti određivanje smjernica za cjelovito i optimalno gospodarenje travnjacima u submediteranskim brdskim područjima gdje je rasprostranjena zajednica *Scorzoneretalia villosae*, što će pridonijeti unapređenju ekološke ovčarske proizvodnje i njezinih visokovrijednih proizvoda (ovčjeg mlijeka i sira) i očuvanju raznolikosti flore i vegetacije.

NAPOMENA

Prikazana istraživanja obavljena su u sklopu znanstvenog projekta Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske (178-1780469-2276).

LITERATURA

- Alibes, X., Tisserand, J. L., eds. (1983) Tableaux de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous-produits d'origine méditerranéenne. International Center for Advanced Mediterranean Agronomic Studies the Mediterranean Agronomic Institute of Zaragoza.
- Arzani, H., Basiri, M., Khatibi, F., Ghorbani, G. (2006) Nutritive value of some Zagros Mountain rangeland species. *Small Ruminant Research*, 65 (1-2), 128-135.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.05.033>
- Bassignana, M. (1998) Evolution of the quality of different species in a subalpine summer pasture. In: Nagy, G., Peto, K. eds. *Ecological Aspects of Grassland Management*. Proceedings of the 17th General Meeting of the European Grassland Federation, Debrecen, 1011-1016.
- Baumont, R., Tran, G., Chapoutot, G., Maxin, G., Sauvant, D., Heuzé, V., Lemosquet, S., Lamadon, A. (2018) Calcul de la valeur des aliments pour les ruminants: tables et équations de prévision. In: *Inra, Alimentation des ruminants*, Versailles: Éditions Quae.
- Belesky, D. P., Feldhake, C. M., Boyer, D. G. (2002) Herbage productivity and botanical composition of hill pasture as a function of clipping and site features. *Agronomy Journal*, 94, 351-358.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2002.0351>
- Bertoša, M., Matijašić, R., eds. (2005). *Istarska enciklopedija*. Zagreb: Leksikografski zavod Miroslav Krleža.
- Bovolenta, S., Spanghero, M., Dovier, S., Orlandi, D., Clementel, F. (2008) Chemical composition and net energy content of alpine pasture species during the grazing season. *Animal Feed Science and Technology*, 146 (1-2), 178-191.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.02.002>
- Buxton, D. R., Redfearn, D. D. (1997) Plant limitations to fiber digestion and utilization. *The Journal of Nutrition*, 127 (5), 814S-818S.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/jn/127.5.814S>
- Dumont, B., Groot, J. C. J., Tichit, M. (2018) Review: Make ruminants green again – how can sustainable intensification and agroecology converge for a better future? *Animal*, 12, 210-219.
DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731118001350>
- Ghourchi, T. (1995) Determination of chemical composition and dry matter digestibility of dominant species in Isfahan province, M.Sc thesis, Industrial University of Isfahan, Iran.
- Holden, L. A. (1999) Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. *Journal of Dairy Science*, 82 (8), 1791-1794.
DOI: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75409-3](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75409-3)
- HRN ISO (2001) Stočna hrana - određivanje vode i udjela drugih hlapljivih tvari (HRN ISO 6496:2001). Zagreb: Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo.
- HRN ISO (2004/Ispr.1:2016) Stočna hrana - Određivanje pepela - Tehnički ispravak 1 (HRN ISO 5984:2004/Ispr.1:2016). Zagreb: Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo.

- HRN EN ISO 5983-2 (2010) Hrana za životinje - Određivanje količine dušika i izračunavanje količine sirovih proteina - 2. dio: Razaranje u bloku i metoda destilacije parom (HRN EN ISO 5983-2:2010). Zagreb: Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo.
- HRN EN ISO (2013) Hrana za životinje - Priprema uzoraka za ispitivanje (HRN EN ISO 6498:2013). Zagreb: Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo.
- INRA (2018) INRA feeding system for ruminants. Wageningen, Netherlands: Wageningen Academic Publisher.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3920/978-90-8686-292-4>
- Molle, G., Decandia, M., Ligios, S., Fois, T., Treacher, T. T., Sitzia, M. (2004) Grazing management and stocking rate with particular reference to the Mediterranean environment. In: Pulina G., ed. Dairy sheep nutrition. Wallingford: CABI, 191–211.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1079/9780851996813.0191>
- Mountousis, I., Dotas, V., Stanogias, G., Papanikolaou, K., Roukos, Ch., Liamadis, D. (2011) Altitudinal and seasonal variation in herbage composition and energy and protein content of grasslands on Mt Varnoudas, NW Greece. *Animal Feed Science and Technology*, 164 (3-4), 174–183.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.01.007>
- Nikolić, T., ed. (2019) Flora Croatica Database. Zagreb: Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu. (URL <http://hirc.botanic.hr/fcd>).
- Norton, B. W. (1982) Differences between species in forage quality. In: Hacker, J.B. ed. *Nutritional Limits to Animal Production From Pasture*. Farnham Royal, UK, Commonwealth Agricultural Bureaux, 89–110.
- NRC, ed. (2007) *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. Committee on the Nutrient Requirements of Small Ruminants, Board on Agriculture and Natural Resources, Division on Earth and Life Studies - National Research Council of the National Academies. Washington, DC, The National Academies Press.
- Peiretti, P. G., Gai, F., Alonzi, S., Battelli, G., Tassone S. (2017) Characterization of Alpine highland pastures located at different altitudes: forage evaluation, chemical composition, in vitro digestibility, fatty acid, and terpene contents, *Plant Biosystems*, 151 (1), 50–62. DOI: <https://doi.org/10.1080/11263504.2015.1064044>
- Pignatti, S. (2002) *Flora d'Italia I-III*. Edagricole. Bologna.
- Poldini, L. (1989) *La vegetazione del Carso isontino e triestino*. Studio del paesaggio vegetale fra Trieste, Gorizia e i territori adiacenti. Trieste, Edizioni Lint.
- Roukos, C., Papanikolaou, K., Karalazos, A., Chatzipanagiotou, A., Mountousis, I., Mygdalia, A. (2011) Changes in nutritional quality of herbage botanical components on a mountain side grassland in North-West Greece. *Animal Feed Science and Technology*, 169 (1-2), 24–34. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.05.012>
- SAS Institute Inc. (2015) STATISTICA (data analysis software system), version 9.4. www.statsoft.com
- Snyman, H. A. (2002) Short-term response of rangeland botanical composition and productivity to fertilization (N and P) in a semi-arid climate of South Africa. *Journal of Arid Environments*, 50 (1), 167–183. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/jare.2001.0858>
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74 (10), 3583–3597.
DOI: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Vázquez-de-Aldana, B. R., García-Ciudad, A., Pérez-Corona, M. E., García-Criado, B., (2000) Nutritional quality of semi-arid grassland in western Spain over a 10-year period: changes in chemical composition of grasses, legumes and forbs. *Grass and Forage Science*, 55, 209–220.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2494.2000.00217.x>
- Viallon, C., Martin, B., Verdier-Metz, I., Pradel, P., Garel, J., Coulon, J., Berdagué, J.L. (2000) Transfer of monoterpenes and sesquiterpenes from forages into milk fat. *Lait*, 80 (6), 635–641.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/lait:2000150>
- Vitasović Kosić, I. (2011) *Travnjaci reda Scorzonero-Chrysopogonetalia na Čićariji: flora, vegetacija i krmna vrijednost*. Doktorska disertacija. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Vitasović Kosić, I., Tardella F. M., Ruščić, M., Catorci, A. (2011) Assessment of floristic diversity, functional composition and management strategy of North adriatic pastoral landscape (Croatia). *Polish Journal of Ecology*, 59 (4), 765–776.
- Vitasović Kosić, I., Tardella, F. M., Catorci, A. (2012) Effect of management modification on coenological composition of the North Adriatic pastoral landscape (Čićarija, Croatia). *Hacquetia*, 11 (1), 17–46.
- Vitasović Kosić, I., Tardella, F. M., Grbeša, D., Škvorc, Ž., Catorci, A. (2014) Effects of abandonment on the functional composition and forage nutritive value of a North Adriatic dry grassland community (Čićarija, Croatia). *Applied Ecology and Environmental Research*, 12 (1), 285–299. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1201_285299
- Volden H., ed. (2011) *NorFor – The Nordic feed evaluation system*. Wageningen, Netherlands, Wageningen Academic Publisher.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3920/978-90-8686-718-9>