



FOLIA BIOLOGICA ET GEOLOGICA



61/2 • 2020

FOLIA BIOLOGICA ET GEOLOGICA

Ex: Razprave razreda za naravoslovne vede
Dissertationes classis IV (Historia naturalis)

61/2
2020

SLOVENSKA AKADEMIJA ZNANOSTI IN UMETNOSTI
ACADEMIA SCIENTIARUM ET ARTIUM SLOVENICA
Razred za naravoslovne vede – Classis IV: Historia naturalis



LJUBLJANA 2020

Uredniški odbor / *Editorial Board*

Matjaž Gogala, Špela Goričan, Hojka Kraigher, Ivan Kreft, Ljudevit Ilijanič (Hrvaška), Livio Poldini (Italija), Dragica Turnšek, Branko Vreš in Mitja Zupančič

Glavni in odgovorni urednik / *Editor*

Ivan Kreft

Tehnični urednik / *Technical Editor*

Janez Kikelj

Oblikovanje / *Design*

Milojka Žalik Huzjan

Prelom / *Layout*

Medija grafično oblikovanje

Sprejeto na seji razreda za naravoslovne vede SAZU dne 6. junija 2019 in na seji predsedstva SAZU 12. novembra 2019.

Naslov Uredništva / *Editorial Office Address*

FOLIA BIOLOGICA ET GEOLOGICA

SAZU

Novi trg 3, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

Faks / Fax: +386 (0)1 4253 423, E-pošta / E-mail: sazu@sazu.si; www.sazu.si

Avtorji v celoti odgovarjajo za vsebino in jezik prispevkov.

The authors are responsible for the content and for the language of their contributions.

Revija izhaja dvakrat do štirikrat letno / *The Journal is published two to four times annually*

Zamenjava / *Exchange*

Biblioteka SAZU, Novi trg 3, SI-1000 Ljubljana, Slovenia

Faks / Fax: +386 (0)1 4253 462, E-pošta / E-mail: sazu-biblioteka@zrc-sazu.si

FOLIA BIOLOGICA ET GEOLOGICA (Ex *Razprave IV. razreda SAZU*) je vključena v / *is included into*: Index to Scientific & Technical Proceedings (ISTP, Philadelphia) / Index to Social Sciences & Humanities Proceedings (ISSHP, Philadelphia) / *GeoRef Serials* / *BIOSIS Zoological Record* / *Internationale Bibliographie des Zeitschriften (IBZ)* / *Redakcion Homo* / *Colorado State University Libraries* / *CABI (Wallingford, Oxfordshire)*.

FOLIA BIOLOGICA ET GEOLOGICA (Ex *Razprave IV. razreda SAZU*) izhaja s finančno pomočjo / *is published with the financial support* Javne agencije za raziskovalno dejavnost RS / *Slovenian Research Agency*.

© 2020, Slovenska akademija znanosti in umetnosti

Vse pravice pridržane. Noben del te izdaje ne sme biti reproduciran, shranjen ali prepisan v kateri koli obliki oz. na kateri koli način, bodisi elektronsko, mehansko, s fotokopiranjem, snemanjem ali kako drugače, brez predhodnega pisnega dovoljenja lastnikov avtorskih pravic. / *All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher.*

Naslovnica: Levo navadna ajda, desno tatarska ajda, na ekološki kmetiji družine Stopar, pri Mežnerju v Javorju nad Črno na Koroškem (k razpravi Vombergar, str. 257-280)

Cover photo: To the left common buckwheat, right Tartary buckwheat, at ecological farm of family Stopar, at Mežner, in Javorje, Črna na Koroškem, Slovenia (illustration to the paper of Vombergar, pp. 257-280)

VSEBINA CONTENTS

RAZPRAVE / ESSAYS

Andreja Urbanek Krajnc, Anja Ivanuš, Zlata Luthar, Matej Lipovšek

- 97 Raznolikost morfoloških lastnosti in taksonomski koncepti oblikovnega kroga širokolistne močvirnice *Epipactis helleborine* (L.) Crantz
97 Morphological variability and taxonomic concepts of Broad-leaved Helleborine ingroup *Epipactis helleborine* (L.) Crantz

Igor Dakskobler & Marko Pavlin

- 127 Rastišča in združbe z vrsto *Ruscus aculeatus* v jugozahodnih Julijskih Alpah (zahodna Slovenija)
127 Sites and communities with *Ruscus aculeatus* in the southwestern Julian Alps (western Slovenia)

Igor Dakskobler & Amadej Trnkoczy

- 159 Sites of *Lomelosia graminifolia* (*Scabiosa graminifolia*) on the northeasternmost known locality in the Alps
159 Rastišča vrste *Lomelosia graminifolia* (*Scabiosa graminifolia*) na najbolj severovzhodnem znanem nahajališču v Alpah

Igor Dakskobler & Zvone Sadar

- 185 Fitocenološka analiza gozdnih sestojev evropskega pravega kostanja (*Castanea sativa*) v Slovenski Istri
185 Phytosociological analysis of *Castanea sativa* woods in Slovenian Istria

Igor Dakskobler, Marija Skok, Gabrijel Seljak, Jože Lango & Martina Bačič

- 205 *Thlaspi sylvestre* Jord. (= *T. caerulescens* J. & C. Presl), dopolnjena vednost o razširjenosti in rastiščih redke vrste v flori Slovenije
205 *Thlaspi sylvestre* Jord. (= *T. caerulescens* J. & C. Presl), update on the localities and sites of a rare species in the flora of Slovenia

Tina Unuk Nahberger, Hojka Kraigher & Tine Grebenc

- 229 PCR primers comparisons for a successful *Tuber* spp. DNA region amplification in routine identifications
229 Primerjava PCR začetnih oligonukleotidov za uspešno pomnoževanje DNA regije *Tuber* spp. pri rutinski identifikaciji

Mitja Zupančič

- 239 Syntaxonomic problem of Illyrian (Dinaric) fir-beech forests (*Abieti-Fagetum dinaricum (illyricum)* s. lat.)
239 Sintaksonomski problem ilirskih (dinarskih) jelovo-bukovih gozdov (*Abieti-Fagetum dinaricum (illyricum)* s. lat.)

Blanka Vombergar

- 257 Rutin in kvercetin v moki iz navadne in tatarske ajde
257 Rutin and quercetin in common buckwheat and Tartary buckwheat flour

RAZNOLIKOST MORFOLOŠKIH LASTNOSTI IN TAKSONOMSKI KONCEPTI OBLIKOVNEGA KROGA ŠIROKOLISTNE MOČVIRNICE *EPIPACTIS HELLEBORINE* (L.) CRANTZ

MORPHOLOGICAL VARIABILITY AND TAXONOMIC CONCEPTS OF BROAD-LEAVED HELLEBORINE INGROUP *EPIPACTIS HELLEBORINE* (L.) CRANTZ

Andreja URBANEK KRAJNC¹, Anja IVANUŠ¹, Zlata LUTHAR², Matej LIPOVŠEK³

<http://dx.doi.org/10.3986/fbg0071>

IZVLEČEK

Raznolikost morfoloških lastnosti in taksonomski koncepti oblikovnega kroga širokolistne močvirnice *Epipactis helleborine* (L.) Crantz

Oblikovni krog širokolistne močvirnice (*Epipactis helleborine* s.l.) predstavlja taksonomsko zapleteno skupino s široko morfološko raznolikostjo in ožjo genetsko sorodnostjo taksonov. Na težavnost določanja nekaterih taksonov vpliva prehod k samoopraševanju, ki vodi k začetni speciaciji iz parafiletskega ozadja širokolistne močvirnice. V zadnjih dvajsetih letih je bilo opisanih več novih taksonov, vendar so ti morfološko slabo opredeljeni, opisi so pogosto nasprotujoči. Taksonomski nivo vrste je večinoma neupravičen in bi jih morali umestiti na nivo podvrste ali različice. Filogenetsko problematiko znotraj oblikovnega kroga širokolistne močvirnice proučuje nekaj raziskovalnih skupin. Njihove rezultate je težko povezati v jasno filogenetsko drevo, saj raziskovalci največkrat obravnavajo nekaj lokalnih taksonov, pri čemer uporabljajo različne, bolj ali manj podporne molekulske metode. V preglednem članku izpostavljamo, da je pri reševanju taksonomskih odnosov ključna uporaba ustrezne kombinacije tako morfoloških kot tudi molekularnih markerjev.

Ključne besede: *Epipactis helleborine* s.l., širokolistna močvirnica, taksonomska problematika, speciacija

ABSTRACT

Morphological variability and taxonomic concepts of Broad-leaved Helleborine ingroup *Epipactis helleborine* (L.) Crantz

The Broad-leaved Helleborine (*Epipactis helleborine* s.l.) represents a taxonomically complex group with wide morphological diversity and close genetic relationships among the *Epipactis* taxa. The transition of some taxa to self-pollination leads to initial speciation from the paraphyletic background of the Broad-leaved Helleborine. In the last twenty years, several new taxa have been awarded species status. However, these taxa are morphologically poorly defined, the descriptions are often contradictory and they actually merit the rank of a subspecies, variety or a form. The taxonomic issue is being explored by several research groups at molecular phylogenetic level. Their results are difficult to integrate into a precise phylogenetic tree, as researchers most often address few local taxa using a variety of more or less supportive molecular markers. In the present review article, the use of an appropriate combination of morphological and molecular markers has been emphasized as being crucial in resolving taxonomic relationships within the Broad-leaved Helleborine.

Key words: *Epipactis helleborine* s.l., Broad-leaved Helleborine, taxonomic problems, speciation

¹ Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Katedra za botaniko in fiziologijo rastlin, Pivola 10, 2311 Hoče, andreja.urbanek@um.si, anja.ivanus@um.si

² Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za genetiko, biotehnologijo, statistiko in žlahtnjenje rastlin, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, zlata.luthar@bf.uni-lj.si

³ Maistrova ulica 16, 2000 Maribor, e-mail: matej.lipovsek@guest.arnes.si

UVOD

Širokolistna močvirnica *Epipactis helleborine* (*Epipactis helleborine* L. Crantz) je razširjena predvsem na evrazijskem območju, na severu do Skandinavije, na zahodu do obale Atlantika, na vzhodu do Bajkalskega jezera, osrednje Sibirije, Himalaje, na področju Zahodne Azije vse do Pakistana. Razširjena je tudi v Severni Afriki in Severni Ameriki (BATEMAN in sod. 2005), kamor je bila prenesena s kolonisti kot zdravilna rastlina za zdravljenje protina. Prvič njeno razširjenost navajajo konec 19. stoletja tudi v bližini Syracuse (NY), v začetku 20. stoletja so o njej poročali v kanadskem Quebecu in Ontariu, kasneje v južnejših zveznih državah in v Kaliforniji (ZENKERT 1949; BRENAN 1983; SQUIRREL in sod. 2001).

Življenjski prostor širokolistne močvirnice je zelo raznolik. Najdemo jo ob senčnih in vlažnih gozdnih robovih ter jasad listnatih in mešanih gozdov, najpogosteje v bukovih in gabrovih. Raste predvsem na apnenčastih tleh, lahko tudi na zmerno kislih tleh. Pojavlja se do nadmorske višine 2000 m, v Francoskih Alpah je bila najdena tudi na višini 2300 m, najvišje odkrito rastišče je bilo v indijski pokrajini Sikkim, na višini 4000 m (FOLEY & CLARKE 2005; DELFORGE 2006; LIPOVŠEK in sod. 2006). Zavzema tudi različne antropogene habitate, kot so robovi gozdnih cest, pokopališča, kamnolomi, gramoznice ali pod skupino dreves na travnikih. Lahko se spontano pojavi na vrtu in v mestnih parkih. Prav zaradi prisotnosti na antropogenih rastiščih, je širokolistna močvirnica v Zborniku plevelnih vrst uvrščena na seznam plevelnih vrst (KOLANOWSKA 2013; Global Compedium of Weeds 2019).

K ekološki toleranci močvirnic prispeva značilna tristranska mikorizna simbioza: orhideja - drevo - gliva. Nekatere vrste močvirnic tvorijo mikorizo z eno samo vrsto glive, ne glede na habitatni tip, medtem ko lahko druge tvorijo mikorizo z različnimi vrstami gliv, kar je odvisno od vrste močvirnic ter lastnosti tal in klimatskih razmer (ILLYÉS in sod. 2010). Večina vrst je v mikorizni simbiozi z askomicetnimi glivami (BIDAR-

TONDO in sod. 2011). Pri širokolistni močvirnici so zaznali tesno povezavo z ektomikorizno askomicetno glivo rodu *Tuber* sp. in *Wilcoxina* sp., kar so v svojih študijah potrdili tudi DEARNALEY (2007) ter TĚŠITĚLOVA in sod. (2012). Z nekaterimi vrstami so povezane tudi mikorizne askomicetne glive iz rodov *Phialophora*, *Hymenogaste*, *Hydnotrya* in *Helvella* (OGURA-TSUJITA & YUKAWA 2008; ILLYÉS in sod. 2010; BIDARTONDO in sod. 2011). Glive iz rodov *Tuber* in *Wilcoxina* kažejo tudi na tesno povezavo z nekaterimi drevesnimi vrstami. Rod *Tuber* je v simbiozi s hrastom (*Quercus*), lesko (*Corylus*), lipo (*Tilia*), vrbo (*Salix*) in smreko (*Picea*). Glive iz rodu *Wilcoxina* so v simbiozi z borom (*Pinus*) in smreko (*Picea*), s čimer je bila potrjena tristranska mikorizna simbioza (OGURA-TSUJITA & YUKAWA 2008). Ekološka toleranca teh organizmov, ki uspevajo na rastišču v določenem razponu okoljskih dejavnikov, pa je privedla do sočasne filogeografske dinamike močvirnic in značilnih dreves (PETIT in sod. 2003).

Ekološka zahteva močvirnic po specifičnih mikoriznih interakcijah nakazuje, da so bile močvirnice pri osvajanju novih habitatov pogosto prikrajšane za opravevalce. To je privedlo do visoke prilagodljivosti v načinu opravevanja s prehodom na samoopravevanje zato, da bi bilo zagotovljeno potomstvo v gozdnih habitatih, za katere je značilna manjša prisotnost opravevalcev (TRANCHIDA-LOMABARDO in sod. 2011). Posledično je samoopravevanje prispevalo k ločitvi oblikovnega kroga in relativno hitremu oblikovanju lokalnih taksonov (FOLEY & CLARKE 2005; JAKUBSKA-BUSSE in sod. 2009).

Močvirnice predstavljajo taksonomsko izjemno težaven rod, zlasti problematičen je oblikovni krog širokolistne močvirnice, z nekaterimi avtogamnimi vrstami in veliko znotrajvrstno raznolikostjo. Hkrati imajo močvirnice sposobnost izredne fenotipske prilagodljivosti, kar je eden od pogostih vzrokov nenatančne določitve vrst.

RAZPRAVA

Raznolikost morfoloških lastnosti znotraj oblikovnega kroga širokolistne močvirnice

Morfološka odstopanja širokolistne močvirnice (*Epipactis helleborine* s.l.) se v širšem pomenu besede odražajo na tipičnih morfoloških lastnostih, kot so videz rastline, namestitvev listov, njihova velikost in oblika

ter podoba socvetja. Predvsem ključne pa so razlike v zgradbi cveta in času cvetenja. Nekateri primerki cvetijo že junija in zgodaj v juliju, torej prej kot tipična širokolistna močvirnica (LIPOVŠEK 2001, 2008, 2009). Zmeda v taksonomskem razvrščanju nastaja zaradi različnih pristopov avtorjev, saj na eni strani avtorji rešujejo problematiko z uvajanjem podvrst in različic,

spet drugi bolj zadržani terenski botaniki opredeljujejo t.i. ekotipe ali ekofene kot posledica prilagoditev na okolje (JAKUBSKA-BUSSE 2008; JAKUBSKA-BUSSE & GOLA 2010).

Raznolikost je rezultat različnih dejavnikov, ki iz taksonomskega zornega kota vključuje gensko rekombinacijo in mutacije, odvisna pa je predvsem od sposobnosti generativnega in vegetativnega razmnoževanja, številčnosti osebkov znotraj in med populacijami, gostote oprasovalcev in starosti vzorčenih osebkov. Morfološke lastnosti so nadalje odraz številnih ekoloških dejavnikov, kot je klnalna porazdelitev in z njo povezane talno-klimatske razmere, sestava tal in habitatni tip (JAKUBSKA-BUSSE 2008). Fenotipska raznolikost (BRADSHAW 1965) je sposobnost genotipa, da svoj fenotip prilagodi okoljskim razmeram. Fenotipska raznolikost je posledica dejstva, da lahko isti set genov vpliva na izražanje različnih fenotipov v odvisnosti od okoljskih dejavnikov (FORDYCE 2006; JAKUBSKA-BUSSE 2008). Fenotipsko raznolikost izpostavlja nedavno objavljena primerjalna študija širokolistne močvirnice iz naravnih in antropogenih populacij (REWICZ in sod. 2018). Avtorji navajajo, da so rastline antropogenih področij večje v primerjavi s tistimi iz naravnih populacij. Opazovali pa so tudi razlike v morfoloških lastnostih cvetnih delov, velikosti listov in velikosti genoma. Površina sepalov in petalov primerkov iz antropogenih habitatov je bila značilno večja v primerjavi z rastlinami iz naravnih habitatov.

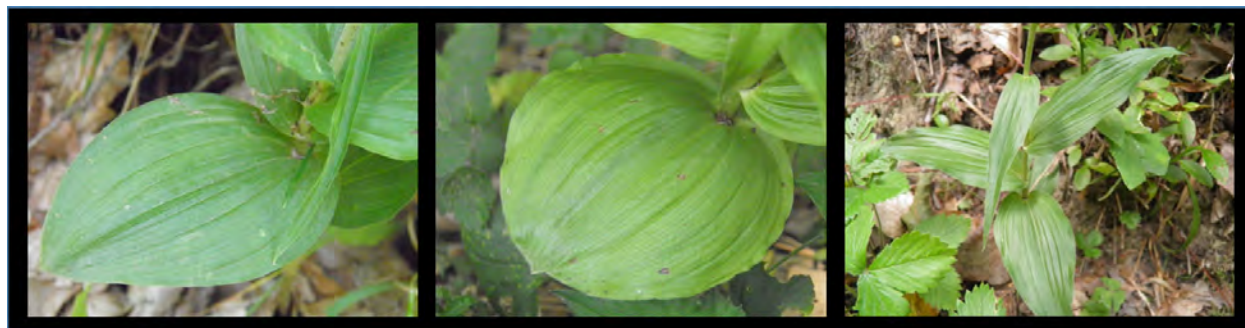
V nadaljevanju na podlagi širokega nabora literature in lastnih opažanj izpostavljam odstopanja v zgradbi oz. posameznih morfoloških lastnostih glede na tipične značilnosti *E. helleborine* s.s. (JOGAN 2000; REDL 2003; BAUMANN & LORENZ 2005; DELFORGE 2006; LIPOVŠEK 2006; WUCHERPFENNIG 2006; JOGAN

2007; JAKUBSKA-BUSSE 2008; KUHELJ 2010; DOLINAR 2015).

Pri širokolistni močvirnici (*Epipactis helleborine* (L.) Crantz subsp. *helleborine*) je glede na okoljske razmere lahko videz rastline nežen ali robusten. Tipična širokolistna močvirnica je visoka (20–)35–90(–130) cm z običajno 4–9 listi in njihova oblika je precej raznolika. Najnižji stebelni list je pri širokolistni močvirnici pogosto razmeroma majhen, širok in ovalen. Višje po stebelu se listi nekoliko zmanjšajo, postanejo bolj zašiljeni in predvsem ožji. Listi so večinoma daljši od internodijev, kar je ključni prepoznavni znak. Pri kratkolistni močvirnici [*Epipactis helleborine* subsp. *orbicularis* (Richt.) Klein], so le-ti krajši od internodijev (LIPOVŠEK in sod. 2006; WUCHERPFENNIG 2006; KUHELJ 2010). Avtorji REDL (2003), JAKUBSKA-BUSSE in sod. (2008) navajajo tri tipe listov, ki smo jih opredelili tudi na podlagi lastnih raziskav: (a) široko jajčasti in na vrhu zašiljeni, usmerjeni navzgor, (b) kratki, ovalni, skoraj okrogli, (c) suličasti, +/- široki, vodoravno štrleči, a nekoliko poševno upognjeni (Slika 1).

Socvetje je redko ali zgoščeno, dolgo 20–40 cm, s tudi do 100 cvetovi. Ti so široko odprti, nameščeni vodoravno ali pa so rahlo viseči (Preglednica 1). Pri proučevanju primerkov širokolistne močvirnice na območju Goriškega smo, glede na število cvetov in gostoto njihove namestitve ter morfološkega opisa, socvetja razdelili v tri skupine: gosto, zmerno in redko socvetje (Slika 2).

Spremembe smo opazili v cvetnih morfoloških lastnostih kot tudi v barvnem odtenku cvetov, ki je lahko zelo različen in ne predstavlja zanesljive morfološke lastnosti. Pri tipični predstavnici so sepalni listi navadno zeleni do rožnati, petalna lista pa blede do rožnata (LIPOVŠEK in sod. 2006; MARTINČIČ in sod. 2007; KUHELJ 2010; DOLINAR 2015; IVANUŠ 2018).



Slika 1: Variabilnost listne ploskve preučevanih osebkov iz skupine širokolistne močvirnice: a) široko jajčasti in na vrhu koničasti, vodoravni, (b) kratki, široko-ovalni do skoraj okrogli, (c) suličasti, +/- široki, vodoravno štrleči, nekoliko poševno zapognjeni (po Ivanuš 2018).

Figure 1: Variability of leaf shapes of the studied individuals within the Broad-leaved Helleborine aggregate a) broadly ovate and pointed, placed horizontally (b) short, broad-oval to almost rotund, (c) lanceolate, +/- broad, projecting horizontally, bent slightly (Ivanuš 2018).



Slika 2: Primeri gostote cvetov v socvetju širokolistne močvirnice: gosto (a), zmerno (b) ter redko (c in d) socvetje (po Ivanuš 2018).
Figure 2: Examples of flower densities within the inflorescence of Broad-leaved Helleborine: dense (a), moderate (b), and lax (c and d) inflorescence (Ivanuš 2018).

Pri vzorčenih primerkih širokolistne močvirnice na Goričkem smo barvo cvetnih listov določili v razponu od bele, blede zelene, olivno zelene, rožnate, purpurne do vijoličaste (Slika 3) z bolj ali manj izraženo temno žilo. Pogosto smo opažali tudi dvobarvne cvetove z zelenimi sepalnimi listi, rožnatimi petalnimi listi, temnejšim hipohilom in zelo svetlim epihilom (Slika 3j).

Ne zelo redka oblika barvne raznolikosti je albinizem. TRANCHIDA-LOMBARDO in sod. (2010) navajajo, da lahko albinostanejo stabilni več let. Pri nekaterih vrstah iz rodu *Epipactis* prihaja tudi do pojava hipokromije. Te rastline so povsem blede zelene do blede rožnate barve. Relativno pogost pojav hipokromije so zabeležili pri vrsti *E. purpurata*, vidimo pa ga tudi pri vrstah *E. helleborine* in *E. atrorubens*. Pojav hipokro-

mije je pogostejši pri avtogamnih vrstah in je lahko prisoten v celoti ali pa je omejen samo na del medne ustne (FOLEY & CLARKE 2005; DELFORGE 2006).

Omeniti velja, da so širokolistno močvirnico še pred leti nekateri avtorji zgolj na podlagi barve cvetov delili na dve podvrsti, in sicer so osebkke z rožnatimi do vijoličnimi cvetovi opredelili kot značilne za tipsko predstavnico *E. helleborine* subsp. *helleborine*, medtem ko so osebkke z zelenimi do zeleno-rumenkastimi cvetovi opredeljeni kot *E. helleborine* subsp. *viridis* SOÓ (SZLACHETKO 2001; JAKUBSKA-BUSSE 2008). DELFOLGE (1994, 1995, 2006) je pri tem opozoril na pomanjkljivost tovrstnega sistematskega razvrščanja in izpostavil pojavnost hipokromije. Barva cvetov ni taksonomsko pomemben dejavnik, ker je močno odvisna od okoljskih dejavnikov. V odvisnosti od osončenosti rastišča



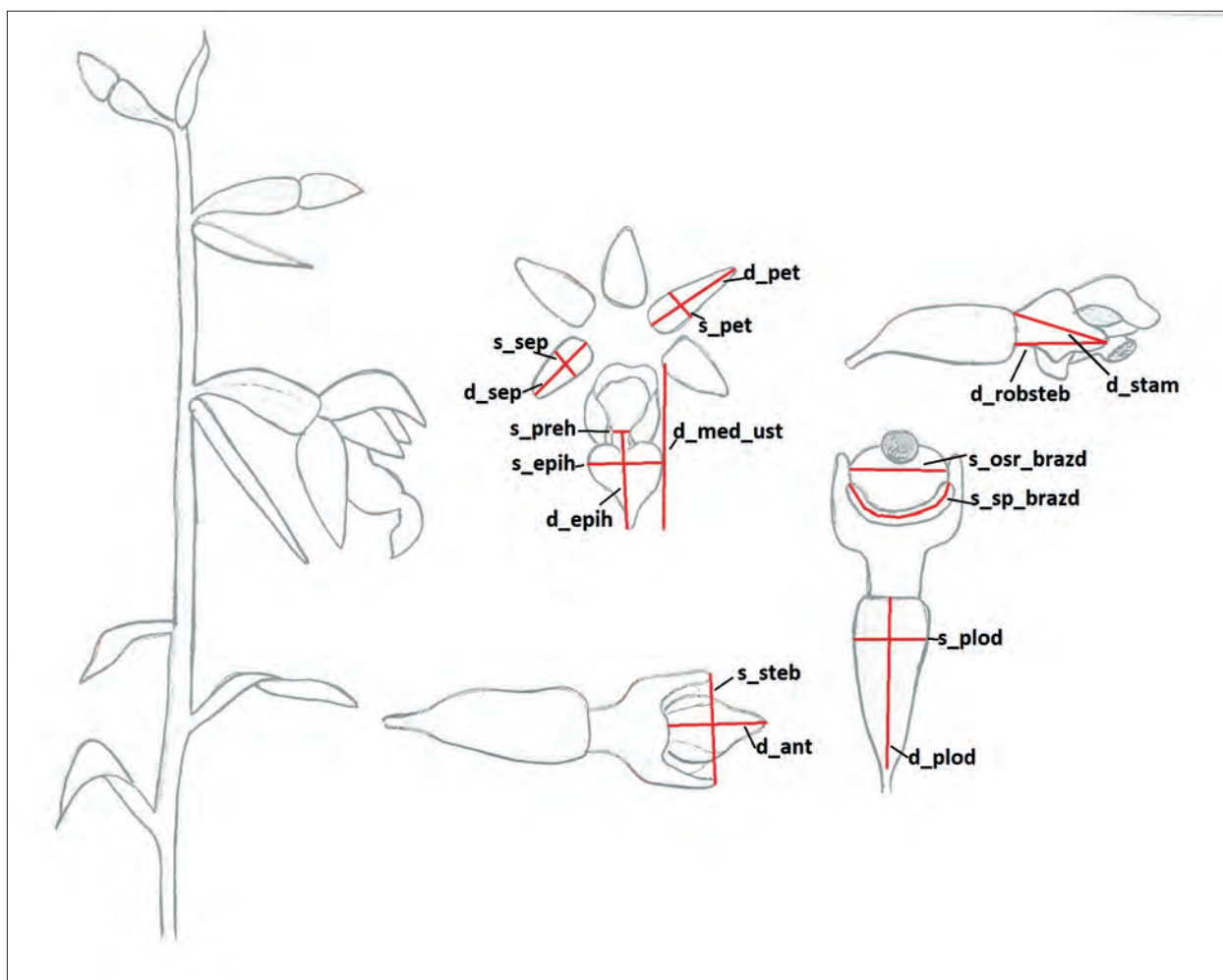
Slika 3: Variabilnost barve, oblike in velikosti cvetov taksonov širokolistne močvirnice iz Goričkega. Lokacije vzorčenih taksonov: (a) Gornji Slaveči, (b) Gornji Slaveči, (c) Lucova, (d) Lucova, (e) Matjaševci, (f) Matjaševci, (g) Čepinci, (h) Matjaševci, (i) Čepinci, (j) Trdkova, (k) Martinje, (l) Matjaševci, (m) Boreča, (n) Boreča (po Ivanuš 2018).

Figure 3: Flowers of Broad-leaved Helleborine taxa from Goričko region representing variations in colour, shape and size. Locations of sampling taxa: (a) Gornji Slaveči, (b) Gornji Slaveči, (c) Lucova, (d) Lucova, (e) Matjaševci, (f) Matjaševci, (g) Čepinci, (h) Matjaševci, (i) Čepinci, (j) Trdkova, (k) Martinje, (l) Matjaševci, (m) Boreča, (n) Boreča (Ivanuš 2018).

avtorji opredeljujejo senčni ali sončni tip širokolistne močvirnice, ki pa se ne odraža samo v barvi cvetov ampak v celotnem videzu rastline (PERKO 1999; JAKUBSKA 2003; LETI 2003; JAKUBSKA-BUSSE 2008; JAKUBSKA-BUSSE in sod. 2016).

Značilna so tudi odstopanja v velikosti in obliki cvetov ter posameznih cvetnih delov. Pri tipski predstavnici je cvetni pecelj kratek, pri dnu običajno različno vijoličast. Plodnica je nekoliko viseča, hruškaste oblike. Sepalni listi so pri tipski predstavnici navadno

zeleni do rožnati, petalna lista pa blede do rožnata. Petalna lista sta v primerjavi s sepali praviloma manjša (Preglednica 1). Tudi velikost in oblika medene ustne se lahko pri širokolistni močvirnici močno razlikujeta. Prednji režanj, t.i. epihil, je večinoma široko srčaste oblike, pri tipski predstavnici prej širši kot daljši. Lahko pa je epihil ovalen s topo konico, ali pa zožen in izdolžen v konico, ki je štrleča ali zavihana nazaj (Slika 3). Pri določanju epihila je ključna prepoznavna lastnost predvsem razmerje med dolžino in širino, sama



Slika 4: Shematski prikaz meritev posameznih cvetnih elementov (Ivanuš 2018).

Legenda: dolžina robov stebrička ($d_{robsteb}$), širina stebrička (s_{steb}), dolžina in širina plodnice (d_{plod} , s_{plod}), dolžina antere (d_{ant}), dolžina staminodija (d_{stam}), širina osrednjega dela brazde (s_{brazd}), dolžina spodnjega dela brazde (d_{rob_brazd}), dolžina medene ustne (d_{medust}), širina prehoda (s_{preh}), dolžina in širina sepalnih listov (d_{sep} , s_{sep}) ter dolžina in širina petalnih listov (d_{pet} , s_{pet}).

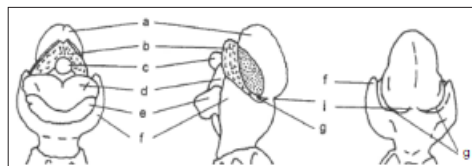
Figure 4: Schematic representation of the measured flower elements (Ivanuš 2018).

Legend: gynostemium length ($d_{robsteb}$), gynostemium width (s_{steb}), ovary length and width (d_{plod} , s_{plod}), anther length (d_{ant}), staminode length (d_{stam}), width of the stigma's middle part (s_{brazd}), length of the stigma's lower edge (d_{rob_brazd}), labellum length (d_{medust}), width of the epichil-hypochil junction (s_{preh}), sepal length and width (d_{sep} , s_{sep}), petal length and width (d_{pet} , s_{pet}).

velikost je odvisna predvsem od velikosti rastline in cvetov (Slika 4, IVANUŠ 2018). Pri tipski predstavnici so bradavičasti grbini in osrednji greben običajno izrazitejši in temneje obarvani. Lahko pa sta grbini neizraziti ali sploh manjkata. Rob epihila je lahko zelo drobno nazobčan, običajno je gladek. Zadnji reženj, t.i. hipohil, je lahko okroglast, skledast, temnordeč oz. rjav do olivnozelen. Pri tipski predstavnici je običajno skledaste oblike na zunanji strani zelenkasto bel, znotraj običajno temnorjav. Ključen prepoznavni znak je tudi prehod med hipohilom in epihilom, ki je pri tipski predstavnici srednje širok in žlebast (DELFORGE 2006, 2016; LIPOVŠEK in sod. 2006; KUHELJ 2010; KRETSCHMAR 2013; DOLINAR 2015).

Pri proučevanju ožje sorodnih močvirnic je ključno, da ovrednotimo, katere morfološke lastnosti so dovolj značilne za opredelitev taksonomske skupine. Pri raziskovanju morfološke raznolikosti širokolistne močvirnice na Goričkem (IVANUŠ in sod. 2015; IVANUŠ 2018) smo pri vzorčenih osebkih določali obliko stebela in poraščenost stebela z dlavicami. Pri listih smo opredelili namestitev, obliko (Slika 1), listni rob (raven, valovit, velikost papil), izraženost listnih žil in barvo listnega dna oz. nodija. Pri socvetju smo določali število, gostoto in namestitev cvetov (vodoravno usmerjeni ali nekoliko povešeni). Pri zgradbi cvetov smo spremljali odprtost, obliko plodnice, barvo cvetnih listov, obliko hipohila in epihila, obliko in širino prehoda med hipohilom in epihilom, prisotnost grbin na epihilu ter aktivnost viscidija. V laboratoriju smo analizirali posamezne cvetne dele, in sicer dolžino in širino plodnice, sepalnih in petalnih listov, epihila in hipohila, dolžino medene ustne, širino prehoda med epihilom in hipohilom, dolžino stebrička, dolžino spodnjega roba brazde, širino osrednjega dela brazde, dolžino staminodijev (Slika 4). Pri posameznih cvetovih proučevanih primerkov širokolistne močvirnice na Goričkem smo analizirali 12 lastnosti. Na podlagi statističnih analiz smo potrdili, da so najbolj zanesljivi znaki za taksonomsko razvrščanje dolžina epihila, medene ustne in petalov, kot tudi dolžina in širina sepalov. Pri tem je glede na odstopanja v velikosti cvetov zanesljivejše razmerje med dolžino in širino plodnice ter razmerje med petalnimi in sepalnimi listi. Pomembni prepoznavni znaki so še dolžina stebrička in spodnjega roba brazde ter širina osrednjega dela brazde (Sliki 4 in 5). Predvsem ključna je aktivnost viscidija, ki je pri tipski predstavnici velik in funkcionalen. Brazda je pravokotna, postavljena nekoliko poševno in naprej, zgornji rob je zažet, oblika brazde ima tako srčast izgled. Rob brazde je usločen navzgor in zamaknjen nazven. Staminodiji so široki in trikotni. Baza stebrička je široka (Slika 5). Na podlagi lastnih meri-

tev in po navedbah v literaturi (BATOUŠEK 2005) smo za posamezne taksone, izrisali karakteristične oblike brazde, ki jih prikazuje Slika 6d in jih podrobneje obravnavamo v poglavju *Pregled v Sloveniji razširjenih taksosov*.



Slika 5: Oblikovne značilnosti brazde pri *E. helleborine subsp. helleborine* (po Batoušek 2005). (a) prašnica, (b) polinij, (c) viscidij, (d) brazda, (e) rob brazde, (f) staminodij, (g) klinandrij, (i) filament prašnice.

Figure 5: The shape characteristics of the stigma of *E. helleborine subsp. helleborine* (Batoušek 2005). (a) anther, (b) polinium, (c) viscidium, (d) stigma, (e) stigma edge, (f) staminodium, (g) clinandrium, (i) anther filament.

Problemi v taksonomskem razvrščanju močvirnic

V zadnjih dvajsetih letih so strokovnjaki, zlasti na podlagi terenskih opazovanj in morfoloških opisov, v rod močvirnic umestili precejšnje število novih taksosov, ki pa so genetsko še neproučeni ali pa so predmet le nekaj regionalno ozkih analiz. Hierarhično razvrščanje na nižjih taksonomskih nivojih je med strokovnjaki neenotno. Terenski botaniki so do nekaterih lokalnih taksosov kritični z mnenjem, da so to samo morfološka odstopanja prilagoditve na razmere v okolju. Primerjavo taksosov na molekulskem nivoju otežuje uporaba različnih molekulskih markerjev in metod, ki so na nižjem taksonomskem nivoju pomanjkljivo proučeni (BATEMAN in sod. 2005; HOLLINGSWORTH in sod. 2006; TRANCHIDA-LOMABARDO in sod. 2011; BATEMAN 2012, 2019; ZHOU in JIN 2018).

Navedbe v literaturi glede števila vrst močvirnic variirajo, in sicer od 25 do 90 (RICHARDS 1982; DELFORGE 1995, 2005, 2016; BATEMAN in sod. 2005; SRAMKÓ in sod. 2019). DELFORGE (1995, 2005, 2016) pri poimenovanju kukavičevk sledi biološkemu konceptu poimenovanja vrst, pri tem upošteva morfološke kriterije in razširjenost. DELFORGE (2016) tako priznava 50 vrst in znotraj njih različice, ne uporablja pa taksonomskega nivoja podvrste. V primeru ozkoustne močvirnice *E. leptochila* je DELFORGE (2016) vse bolj ali manj sorodne taksone, kot so na primer močvirnice *neglecta*, *peitzii*, *futakii*, *dinarica*, *thesaurensis*, *savelliana* in *komoricensis*, razvrstil na nivo različice, do česar

se zagovorniki strukturiranega taksonomskega pristopa kritično opredeljujejo. Pri taksonomskem razvrščanju sta se namreč uveljavila dva vzorca (KREUTZ 2016):

(1) taksonomsko razvrščanje na nivoju vrst, kateremu sledijo Delforge, Devillers & Devillers-Terschuren, Paulus in Presser,

(2) taksonomsko bolj strukturiran pristop na nižjih taksonomskih nivojih podvrst in različic zagovarja Baumann, Künkele & Lorenz, Kreutz.

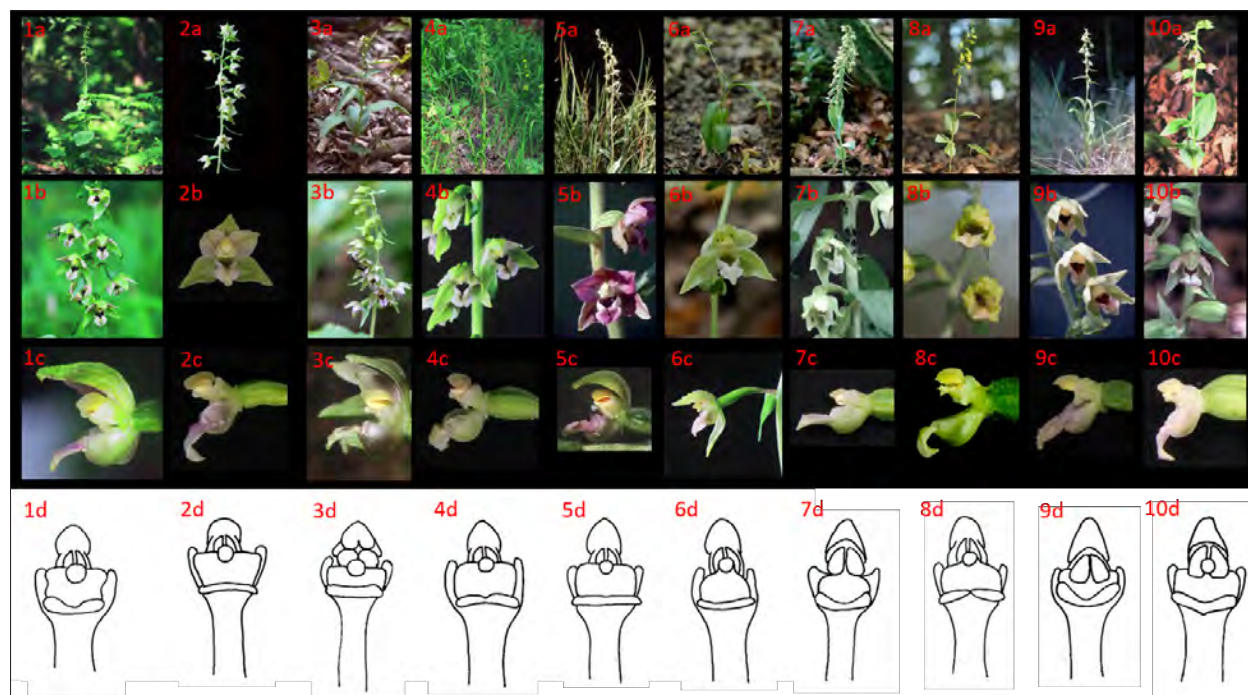
Delforge-jevemu sistemu sledi ARBEITSKREIS HEIMISCHE ORCHIDEEN BAYERN e.V. (2019), ki znotraj rodu močvirnic navaja kar 89 v Evropi razširjenih taksonov. Taksonomski položaj do danes še zdaleč ni dorečen. Kar nekaj taksonov, ki so zbrani v obsežni podatkovni bazi ARBEITSKREIS HEIMISCHE ORCHIDEEN BAYERN e.V. (2019), predstavlja lokalne endemične taksonove, katerih taksonomski položaj je vprašljiv, morfološke lastnosti pa precej nejasno opredeljene ali pa gre le za nekaj lastnosti, pri katerih le težko govorimo o novi vrsti. Eden takšnih taksonov, ki jih obravnava-

mo v članku, sta *E. helleborine* subsp. *minor* in *E. helleborine* subsp. *moratoria*.

Molekularno ozadje Delforge-jevih taksonov so osvetlili SRAMKÓ in sod. (2019), vendar je njihova ožja sorodnost v širšem evropskem prostoru predmet nadaljnjih analiz. Tako npr. taksonove močvirnic *neglecta*, *peitzii* in *futakii* molekularni pristop s pomočjo določanja nukleotidnega zaporedja nove generacije jasno ločuje v podskupine in jih uvrsti v genetsko ozadje ozkojstne močvirnice, vendar tudi moderen molekularni pristop ne more zadostno predvideti evolucijsko usode teh skupin, zato se jih težko obravnava na nivoju samostojne vrste.

Avtogamija je sprožilec ločevanja in ustvarjanja mikrospeciesov

Rod *Epipactis* je težaven predvsem z vidika načinov opraveševanja, saj se pri močvirnicah izražajo vse oblike



Slika 6: Habitus *Epipactis helleborine* subsp. *helleborine* (1a), *Epipactis helleborine* subsp. *moratoria* (2a), *Epipactis helleborine* subsp. *minor* (3a), *Epipactis helleborine* subsp. *orbicularis* (4a), *Epipactis helleborine* subsp. *latina* (5a), *Epipactis voethii* (6a), *Epipactis greutei* (7a), *Epipactis pontica* (8a), *Epipactis muelleri* (9a), *Epipactis nordeniorum* (10a), cvet (1–9 b), stranski pogled na medeno ustno in stebriček (1–9 c) ter oblikovne značilnosti brazde (1–9 d) (Foto: Lipovšek 2018, Ivanuš 2017, skica: Ivanuš 2019).

Figure 6: Habitus of *Epipactis helleborine* subsp. *helleborine* (1a), *Epipactis helleborine* subsp. *moratoria* (2a), *Epipactis helleborine* subsp. *minor* (3a), *Epipactis helleborine* subsp. *orbicularis* (4a), *Epipactis helleborine* subsp. *latina* (5a), *Epipactis voethii* (6a), *Epipactis greutei* (7a), *Epipactis pontica* (8a), *Epipactis muelleri* (9a), *Epipactis nordeniorum* (10a), flower (1–9 b), lateral view of labellum and gynostemium (1–9 c) and stigma shape (1–9 d) (Photo: Lipovšek 2018, Ivanuš 2017, scheme: Ivanuš 2019).

od entomofilne alogamije, ki ustreza Hardy-Weinbergovemu načelu populacije, preko geitonogamije in fakultativne avtogamije do skoraj obligatne avtogamije v smislu kleistogamije. Močvirnice tako modelno ponazarjajo evolucijo v načinu opravevanja, kjer se vrste razvijajo na eni strani v smer popolne avtogamije, kot npr. pri kleistogamiji, pri kateri se pelod prenese na brazdo pestiča istega zaprtega cveta. Na drugi strani gre evlucijski razvoj v smer dosledne alogamije, t.i. ksenogamije, pri kateri se oploditev izvrši med dvema genetsko različnima osebkoma (HOLLINGWORTH in sod. 2006; TRANCHIDA-LOMBARDO in sod. 2011).

Za alogamne močvirnice je dinamika spreminjanja izrazitejša, več je torej genetske raznovrstnosti. Selekcijski pritisk okolja in pojav genetskih rekombinacij pogojujeta stalno spreminjanje populacijske strukture, čeprav populacije kot take na mikrolokacijah ostajajo celovite. Ker gre za opravevanje med rastlinami različnih genotipov, prisotnost genetske rekombinacije onemogoča ločevanje na linije, kot je to pri avtogamnih vrstah (TYTECA & DUFRÈNE 1994; LIPOVŠEK in sod. 2006; CLAESSENS & KLEYNEN 2012).

Avtogamni taksoni so lokalizirani in kažejo predvsem majhno znotraj populacijsko raznolikost, ki pogojujejo spremenjene morfološke lastnosti, pogosto je izvor degenerativnih oblik, ki vodijo v izroditev (EHLERS in sod. 2002; SQUIRREL in sod. 2002; HOLLINGWORTH in sod. 2006). Pri avtogamnih močvirnicah se namreč skozi daljše časovno obdobje oblikujejo populacije, ki so sestavljene iz homozigotnih ali pretežno homozigotnih genotipov. Če ima genotip neko prilagoditveno prednost pred drugimi, se bo njegov delež v populaciji povečal. V skrajnem primeru se lahko pojavi populacija s samo enim homozigotnim genotipom. Genetska struktura posameznih osebkov se zaradi avtogamije ne spreminja. Izjema so mutanti (teh je v naravi praviloma malo) in občasni (slučajni) križanci.

Značilnost avtogamnih taksonov je, da je kljun krajši, viscidij slabo razvit ali nerazvit, polinij pa hitreje razpade, vse to je rezultat genetskih, epigenetskih in ekofenotipskih dejavnikov (SRAMKÓ in sod. 2019).

Kljun predstavlja modificiran sterilni del tretjega brazdnega roglja in njegova naloga je preprečevanje samooprašitve. Nahaja se na zgornjem robu brazde, natančno pod polinijema. Tvori manjšo količino lepljive ploščice (viscidija), ki se lahko pri avtogamnih taksonih hitro izsuši, ko se cvet odpre. Pri alogamnih taksonih je kljun dobro razvit in viscidij dolgo obstojen, obdan je z membrano in ga s polinijema povezuje kavljast izrastek, t.i. hamulus. Na mestu izrastka se membrana prašnice najprej razpre in nastane povezava med lepljivo ploščico in polinijema. To se zgodi še pred antezo. Klinandrij predstavlja ležišče polinijev na vrhu

stebrička. Pri avtogamnih vrstah je klinandrij slabo razvit ali pa je plitek, polinija se drobita, štrlita nekoliko naprej in cvetni prah lahko spolzi navzdol na brazdo. To je razlog, da pride do samooprašitve (CLAESSENS & KLEYNEN 1998; EHLERS in sod. 2002; HOLLINGWORTH in sod. 2006; TALALAJ & BRZOSKO 2008). Klinandrij je pri alogamnih vrstah globok in širok ter nudi prostor za polinija. Dobro razvit kljun tako prepreči, da bi polinija povzročila samooprašitev. Z avtogamijo so najverjetneje povezane tudi številne druge spremembe v zgradbi cvetov, to je redukcija velikosti cvetov, ki so povešeni, zvonasti, pogosto zaprti ali pa se odprejo le za kratek čas. Cvetovi so običajno blede zeleni. Tipično avtogamne vrste, ki so prisotne v slovenski flori, so prezrta močvirnica *E. leptochila* subsp. *neglecta*, Greuterjeva močvirnica *E. greuterii*, pontska močvirnica *E. pontica*, Muellerjeva močvirnica *E. muelleri*, Voethova močvirnica *E. voethii* in Nordenova močvirnica *E. norderiorum* (HOLLINGWORTH in sod. 2006; DOLINAR 2015). Avtogamne vrste, kot je bilo že omenjeno, kažejo večjo stopnjo raznolikosti med populacijami, v primerjavi z mnogo bolj celovitimi, čeprav zelo variabilnimi populacijami alogamne širokolistne močvirnice *E. helleborine* s.s.. Iz obsežne filogenetske študije SRAMKÓ in sod. (2019) je jasno razvidno, da se je avtogamija znotraj rodu močvirnic pojavila večkrat neodvisno in vodi v speciacijo.

Taksoni z največjo nagnjenostjo k samoopraševanju kažejo manjšo genetsko raznolikost, medtem ko vsebujejo tudi alele alogamne tipske predstavnice. To nakazuje, da so se slednji razvili iz parafiletskega ozadja alogamnih taksonov. Raziskovalci (BATEMAN 2019; SRAMKÓ in sod. 2019) želijo z novimi molekulskimi pristopi določanja nukleotidnega zaporedja nove generacije povečati zanesljivost filogenetske sorodnosti in ujeti evlucijski tok speciacije, z namenom odgovoriti na vprašanje ali je prehod iz alogamije v avtogamijo nastal z genetskimi spremembami širom Evrope znotraj razširjenega sklada genov predhodne alogamne *E. helleborine*.

Križanje igra zapleteno vlogo v evluciji taksonov

Drug ključen problem v taksonomiji močvirnic je križanje (hibridizacija) med različnimi alogamnimi vrstami (interspecies). Križanci so glede na morfološke lastnosti lahko bolj podobni enemu ali pa obema staršema. Identifikacija je v takem primeru težka (REDL 2003; FOLEY in CLARKE 2005; DELFORGE 2006, 2016; JACQUEMYN in sod. 2016). Če so medvrstni križanci prve generacije plodni, se lahko križajo med seboj.

Vendar so medvrstni križanci običajno omejeno plodni zaradi težav pri mejozi. Pogosto pride do povratnega križanja (introgresije), ko se križanec križa z materinskim taksonom. Potomstvo se lahko postopno 'vrne' ali 'približa' eni od starševskih vrst. Lahko pa tudi ostane nekje vmes in sicer v primeru, ko pride do homologije med kromosomi. Križanec se lahko obdrži v populaciji in pride do hitre speciacije. V nasprotnem primeru, če so potomci prve generacije manj plodni ali povsem sterilni, bosta povratno križanje in introgresija omejena. Ena od posledic križanja, ki je povezana s sterilnostjo ali drastično redukcijo plodnosti, je lahko tudi postopno izumrtje ene ali obeh starševskih vrst, kar je sicer redko. Medvrstno križanje in introgresija sta torej zapletena procesa, ki lahko povečata gensko raznolikost znotraj vrst, preneseta gensko prilagodljivost med vrstami in slabita oz. krepita reproduktivne ovire med genetsko tesno povezanimi skupinami.

Nekateri avtorji so mnenja, da je medvrstno križanje pri močvirnicah sorazmerno pogosto (JACQUEMYN in sod. 2016). KRETSCHMAR (2013) navaja 11 skupin križancev, ki jih dokumentira s fotografijami, vendar je mnenja, da križanje pri rodu *Epipactis* v primerjavi z rodом *Dactylorhiza* nima pomembne vloge. Na podlagi proučitve skupnega genskega sklada *E. helleborine* s.l. avtorji nedavne filogenetske raziskave (SRAMKÓ in sod. 2019) izpostavljajo le sporadično križanje med opisanimi taksoni. Pri slednji objavi je treba upoštevati, da avtorji sicer zajemajo številne taksone širom evropskega prostora, vendar je obravnavanih osebkov posameznih taksonov v ožjem geografskem prostoru premalo, da bi lahko jasneje opredelili križanja in prenos genov med taksoni.

Med križanci velja omeniti medvrstnega križanca *E. schmalhauseni* RICHT. med širokolistno in temno rdečo močvirnico (*E. helleborine* × *E. atrorubens*), ki v morfoloških in anatomskih značilnostih izraža prehodni značaj starševskih vrst (JAKUBSKA-BUSSE in GOLA 2010, DULUGEAC in sod. 2019). DOLINAR (2015) tega križanca navaja tudi v Sloveniji. V Avstriji GRIEBL (2015) navaja križance med *E. helleborine* × *E. muelle-rii*.

Poleg medvrstnih križancev nekatere kukavičevke tvorijo tudi medrodovne (intergenus) križance. Ti križanci so izredno redki in mnogi med njimi tudi niso fertilni. Do danes za rod *Epipactis* navajajo dva medrodovna križanca: *Cephalanthera damasonium* × *Epipactis atrorubens* in *Cephalanthera damasonium* × *Epipactis helleborine* (DELFORGE 2006; KRETSCHMAR 2013).

Križanci pa lahko vsebujejo tudi mutacije. To pomeni, da se osebki znotraj ene populacije lahko pojavljajo z različnimi fenotipskimi kombinacijami taksonomsko pomembnih lastnosti, ki lahko onemogočajo

natančno identifikacijo osebkov, kar lahko prav tako vodi v zmotno določitev vrste (EHLERS in sod. 2002; JAKUBSKA-BUSSE & GOLA 2010; IVANUŠ 2018).

Genetska odstopanja

Do napačnih identifikacij prihaja tudi zaradi genetskih odstopanj. Ta se nanašajo predvsem na socvetje, kar vodi do spremenjene oblike cveta, predvsem spremenjene oblike medene ustne. Lahko se zgodi, da pride do odsotnosti katerega cvetnega dela, npr. medene ustne, kar lahko povzroči zmedo pri določanju. To odstopanje je na splošno izredno redek pojav. Pri nekaterih avtogamnih vrstah pa so odstopanja tako pogosta, da so jih celo poimenovali, na primer: *Epipactis phyllanthes* var. *degenera*, *Epipactis phyllanthes* var. *phyllanthes* ter *Limodorum abortivum* var. *trabutianum* (DELFORGE 2006).

Klinalna raznolikost

Pri opazovanih prehodih v morfoloških lastnostih in zamikih v fenofazi taksonomsko vprašljivih močvirnic moramo prednostno upoštevati klinalno raznolikost, povezano z geografsko razširjenostjo, na katero vpliva več okoljskih dejavnikov. Gre za t.i. ekotipe, ki na določenem geografskem območju, glede na ekološki gradient, prehajajo eden v drugega. Klinalna raznolikost v povezavi s populacijsko sistematiko je pri kukavičevkah slabo raziskana. Med nedavno objavljenimi raziskavami velja omeniti raziskavo morfoloških značilnosti cvetnih delov oblikovnega kroga *Ophrys fuciflora* v Istri, Kvarnerju in Dalmaciji v povezavi z lokalnimi klimatskimi značilnostmi in geografsko razširjenostjo (PAUŠIČ in sod. 2019).

Eden od ključnih mikroklimatskih dejavnikov, ki jih je potrebno upoštevati pri proučevanju širokolistne močvirnice, je osončenost rastišča z vidika vpliva svetlobe na spremembe v morfologiji rastlin. V literaturi se pogosto navajajo 'sončni' in 'senčni' tipi širokolistne močvirnice, ki se razlikujejo na nivoju habitusa, morfoloških lastnosti listov in cvetov ter času cvetenja (KRETSCHMAR 2013; LETI 2013; Orchideen Europas 2019).

Dosedanji vpogled v genetsko strukturo močvirnic

Za rod *Epipactis* je značilen zelo kompleksen kariotip z raznolikim številom kromosomov in velikostjo geno-

ma (VERLAQUE in sod. 1987; REWICZ in sod. 2018). Somatsko kromosomsko število za *E. helleborine* variira od $2n = 20$ za diploiden genotip (WEIJER 1952) do $2n = 60$ za hexaploiden genotip (MEILI-FREI 1965; AVERYANOV in sod. 1982), vendar avtorji navajajo tudi kromosomska števila $2n = 36, 38, 39, 40$ (SILVESTRE 1983).

Pretočna citometrija se uporablja za oceno količine DNA v haploidnih ali diploidnih celičnih jedrih (C ali 2C) v pikogramih (pg). Temelji na fluorometriji, to je analizi relativne intenzitete fluorescenca jeder, predhodno obarvanih s fluorokromi. Velikost genoma je ključna za opredelitev ploidnosti in podporna za nadaljnjo uporabo drugih molekularnih tehnik pri širšem razvrščanju genotipov v taksonomske skupine. Podatki o velikosti genoma so na voljo v podatkovni bazi Plant DNA C-values database (BENNETT & LEITCH 2005; LEITCH in sod. 2009). Vrednosti so vrstno specifične in zelo raznolike, merjene so v razponu od 0,66 do 110,8 pg/2C. LEITCH in sod. (2009) v preglednem članku podrobno navajajo raznolikost v velikosti genoma različnih rodov kukavičevk in njihov pomen za filogenijo. Znotraj rodu *Epipactis* obravnavajo 64 primerkov in navajajo povprečno velikost genoma 19,82 pg/2C.

Pri proučevanju močvirnic iz oblikovnega kroga širokolistne močvirnice na območju Goriškega smo s tehniko pretočne citometrije velikost genoma genotipov izmerili v razponu od 25,9 do 27,6 pg/2C (IVANUŠ 2018), kar sovpada z navedbami PRAT in sod. (2014) (25,5 pg/2C), BAI in sod. 2012 (27,6 pg/2C) in REWICZ in sod. 2018 (27,32 do 28,39 pg/2C). Neposredna primerjava velikosti genoma med avtorji je težavna, predvsem zaradi različnih internih standardov in pufrov. Genotipe iz oblikovnega kroga širokolistne močvirnice iz Goriškega smo statistično uvrstili v tri ločene skupine (IVANUŠ 2018). V nadaljevanju bomo s pomočjo multivariatnih analiz proučili povezavo med lokacijo vzorčenja, okoljskimi dejavniki in morfološki značilnostmi, kar bo dalo jasnejši vpogled v raznolikost znotraj oblikovnega kroga širokolistne močvirnice na Goričkem. Nekatere raziskave namreč navajajo povezavo med velikostjo genoma, geografsko širino, dolžino in nadmorsko višino, morfološki parametri ter nekaterimi okoljskimi dejavniki, kot so temperatura (KNIGHT & ACKERLY 2002; KNIGHT in sod. 2005; BOGUNIC in sod. 2007; AHMADIAN in sod. 2017). REWICZ in sod. 2018 navajajo, da je velikost genoma širokolistne močvirnice iz naravnih habitatov v povprečju manjša (27,32 do 27,89 pg/2C) v primerjavi z močvirnicami iz antropogenih habitatov (27,49 do 28,39 pg/2C).

Na rodu *Epipactis* obstaja sorazmerno malo genetskih raziskav. Od 90-ih let se z genetsko strukturo in sorodnostjo močvirnic intenzivneje ukvarja delavna skupina prof. Batemana, pri tem so v analize vključevali

večinoma vzorce iz Velike Britanije, Zahodne in Osrednje Evrope (SQUIRRELL in sod. 2001; SQUIRRELL in sod. 2002; BATEMAN in sod. 2005; HOLLINGSWORTH in sod. 2006; BATEMAN 2012, 2019). Za karakterizacijo so uporabljali različne metode, med njimi v zgodnejšem obdobju analizo alocimov, kloroplastno DNA, ITS, RFLP in RAPD v zadnjih letih se poslužujejo določevanja nukleotidnega zaporedja nove generacije, ki omogoča natančnejša proučevanja genetske strukture. V nadaljevanju navajamo kronološki pregled nekaj ključnih objav v povezavi s proučevanjem genetske kompleksnosti močvirnic.

SQUIRRELL in sod. (2002) so proučevali genetsko sorodnost vrst *E. dunensis*, *E. leptochila* in *E. muelleri*. Za analizo alocimov so uporabili 6 encimov (MDH, IDH, PGD, PGM, PGI, AAT), za cRFLP pa so uporabili trnL intron, za katere so leto prej SQUIRRELL in sod. (2001) ugotovili, da so polimorfni za vrsto *E. helleborine*. Potrdili so jasne genetske razlike med vsemi tremi taksoni. Nadalje so SQUIRRELL in sod. (2001) ob uporabi zgoraj omenjenih markerjev proučevali znotrajvrstno raznolikost pri vrsti *E. helleborine*. Vzorčili so 29 različnih populacij, in sicer 17 v Evropi in 12 v S Ameriki. V analizo alocimov so vključili 6 alocimov (AAT, IDH, MDH, 6PGD, PGI, PGM), za analizo kloroplastne DNA, pa so uporabili trnL intron. Pri alocimih je bilo odkritih 9 lokusov, od katerih je bilo na ravni vrste 78 % polimorfni, med populacijami pa je bilo polimorfni 56 % lokusov. Pri kloroplastni DNA je bilo od 29 proučevanih populacij, 15 (52 %) populacij polimorfni. Ameriške populacije so bile bolj raznolike v primerjavi z evropskimi. Od 12 proučevanih severnoameriških je bilo 11 polimorfni (92 %). V Evropi so bile polimorfne štiri populacije (24 %) od 17 proučevanih.

BRZOSKO in sod. (2004) so uporabili analizo alocimov za oceno genetske raznolikosti petih populacij *E. helleborine* iz dveh nacionalnih parkov na SV Poljske in jih primerjali s populacijami iz drugih držav. V raziskavi so uporabili 15 različnih alocimov z 22 lokusi, od tega je bilo 9 polimorfni. Dokazali so, da se populacije vzorčene v dveh nacionalnih parkih razlikujejo v genetski strukturi, pri čemer ima ena lokacija višjo stopnjo genetske raznolikosti kot druga. Raziskave se ne da primerjati z rezultati drugih avtorjev, zaradi razlik v številu obravnavanih populacij, uporabi različnih alocimov in opisanih lokusov.

HOLLINGSWORTH in sod. (2006) so v raziskavi uporabili kombinacijo genetskih markerjev [alocime, kloroplastno DNA, ribosomalno DNA (ITS regijo), mikrosatelite in RFLP], da bi določili taksonomski položaj endemične pretežno avtogamne vrste *E. youngiana* iz različnih lokacij Velike Britanije. Vrsta *E. youngiana* se pogosto pojavlja skupaj s širokolistno močvirnico. Veli-

kokrat so opažani tudi morfotipi, ki združujejo značilnosti obeh vrst. Proučevanih je bilo 23 taksonov iz skupine širokolistne močvirnice, v raziskavo je bilo skupno vključenih 2828 rastlin iz 164 populacij. Od proučevanih encimov je bilo odkritih 10 lokusov odgovornih za njihovo izražanje, od katerih je bilo 8 polimorfnih. Nukleotidno zaporedje jedrne ITS regije je pri 63 proučevanih osebkih razkrilo filogenetske razlike znotraj rodu, medtem ko je bilo med taksonomsko zapleteno skupino *E. helleborine* odkritih malo razlik. Monofiletskega položaja *E. youngiana* niso uspeli določiti, saj so opredelili večjo sorodnost med osebki *E. youngiana* in *E. helleborine* iz iste lokacije, kar nakazuje, da *E. youngiana* ne predstavlja disjunkten, reproduktivno izoliran takson, ki ga stabilizirala avtogamija. Rezultati nakazujejo, da se *E. youngiana* evolucijsko še ni povsem odcepila od simpatričnih populacij *E. helleborine*.

TRANCHIDA-LOMABARDO in sod. (2011) so ob uporabi ITS in kloroplastnih markerjev proučili nekaj vrst iz rodu *Epipactis*, in sicer kot modelno zanimiv rod za raziskovanje posledic geografske razdrobljenosti in kvartarnih poledenitev v Južni Evropi. V analizo so vključili 1004 rastlin iz 151 populacij Srednje in Južne Evrope (Italija, Francija, Nemčija, Slovenija, Avstrija, Anglija in Španija). Za oceno filogenetskih odnosov je bila uporabljena ribosomalna DNA (rDNA), za oceno filogeografskih odnosov med plastidnimi haplotipi, pa je bilo uporabljeno plastidno zaporedje variacij na rbcL-accD vmesniku. Kot jederni marker je bil izbran jederni ribosomalni DNA ITS 1 vmesnik, ker je bilo ugotovljeno, da vsebuje večjo nukleotidno razlikost kot ITS 2. Pri rDNA je bila odkrita manjša genetska raznolikost, medtem ko je bilo pri proučevani plastidni regiji, odkritih več variabilnih nukleotidnih zaporedij, kar je pripomoglo k natančnejši filogeografski strukturi. Vendar pa analiza ni bila dovolj učinkovita za proučevanje filogenetskih odnosov na taksonomskem nivoju posameznih vrst. S plastidno regijo so določili dve glavni ločeni skupini, prva je vključevala vrste *E. atrorubens*, *E. microphylla*, *E. muelleri* in *E. leptochilla*, druga skupina je vključevala širši oblikovni krog *E. helleborine* ter več lokalnih in endemičnih taksonov.

PELTEKI (2014) je v diplomski nalogi proučevala 22 različnih taksonov iz rodu *Epipactis* iz 25 različnih populacij v Grčiji in eni populaciji iz Cipra z namenom proučiti raznolikost ob uporabi različnih molekularskih markerjev, ki bi kar najbolje razločili taksone znotraj rodu močvirnic. Uporabili so metodo RFLP, ki so jo izvedli na kloroplastnih lokusih trnL, matK in trnH-psbA ter analizo ITS, ki so jo izvedli na lokusu trnL. Na splošno so znotraj rodu močvirnic z naborom molekularskih analiz potrdili relativno nizko diverziteteto. Z lokusom trnL so opredelili vrste *E. microphylla*, *E. palustris*

in *E. subclausa*, medtem ko so z lokusom trnH-psbA identificirali samo vrsto *E. palustris*. Ostali lokusi pri določevanju taksonov niso bili dovolj informativni.

ZHOU in JIN (2018) so v filogenetsko študijo tribusa Neottieae vključili 68 vrst iz 8 rodov, da bi proučili povezavo z evolucijskimi vzorci mikoheterotrofije. V analizo so vključili 19 taksonov iz rodu močvirnic. Potrdili so, da je rod *Epipactis* monofiletičen in sorodnejši rodovoma *Aphyllorchis* in *Limodorum*. S kombinacijo nrDNK, ITS, matK in rbcL markerjev so jasno opredelili vrste *E. veratrifolia*, *E. flava*, *E. mairei*, *E. palustris* in *E. purpurata*, medtem ko so ostale taksone uvrstili v širšo skupino, ki se cepi na krajše in daljše veje posameznih taksonov, pri katerih je s kombinacijo uporabljenih markerjev genetske povezave težje zanesljivo določiti.

Če v zadnjih nekaj letih na področju ožje filogenetske strukture močvirnic ni bilo večjih premikov, je veliko dopolnitev k obstoječemu filogenetskemu drevesu doprinesel nedavno objavljen članek SRAMKÓ in sod. (2019). Avstrijsko-madžarska projektna skupina je v obsežni filogenetski študiji s pomočjo določanja nukleotidnega zaporedja nove generacije (restriction site-associated sequencing, RAD-seq) obravnavala 109 rastlin znotraj 27 opredeljenih taksonov po DELFORGE (2016) s posebnim poudarkom na problematiki oblikovnega kroga *E. helleborine*. Od obravnavanih taksonov, ki so jih vzorčili širom Evrope (in Male Azije), so jasno opredelili enajst genetsko ločenih skupin, štiri dominantno alogamne in sedem dominantno avtogamnih. Filogenetsko izvornejši so taksoni *E. lusitanica*, *E. atrorubens* (*E. persica*, *E. phyllanthes*, *E. exilis*), *E. purpurata* (*E. pseudopurpurata*), *E. leptochilla* (*E. neglecta*, *E. futakii*, *E. peitzii*) in *E. microphylla*. Izpeljana skupina izhaja iz parafiletskega ozadja vrste *E. helleborine* in v njej se monofiletsko loči vrste *E. greuteri*, *E. pontica*, *E. muelleri*, *E. albensis* (*E. tallosii*, *E. nordicorum*) in *E. dunensis* (*E. rhodanensis*, *E. bugacensis*, *E. tynensis*). Slednji taksoni so bili že na podlagi prehodnih ITS analiz in analize plastidne DNA (BATEMAN in sod. 2005; HOLLINGWORTH in sod. 2006; ZHOU & JIN 2018) opredeljeni kot ožje sorodni in jih upravičeno uvrščamo v oblikovni krog širokolistne močvirnice.

Botaniki so še vedno deljenega mnenja glede taksone *E. distans*. Nekateri avtorji kratkolistno močvirnico priznavajo kot samostojno vrsto (TYTECA & DUFRÈNE 1994; TYTECA 1995; KLEIN 2005; HOLLINGSWORTH in sod. 2006; WUCHERPENNIG 2006), drugi pa kot podvrsto oz. različico *E. helleborine* subsp. / var. *orbicularis* (ENGEL & QUENTIN 1996; DELFORGE 2001). Na osnovi dosedanjih molekularskih analiz (SRAMKÓ in sod. 2019) monofiletske ločenosti pri taksonu *E. distans* kot tudi pri *E. voethii* ne moremo potrditi. Vzorci,

pridobljeni iz različnih lokacij v Evropi, se genetsko uvrščajo v skupino skupaj z nekaterimi vzorci vrste *E. helleborine* s.s., kar nakazuje na ozko genetsko sorodnost. Posledično ta dva taksona ne moremo postaviti na nivo samostojne vrste.

Na podlagi pregleda literature lahko zaključimo, da je oblikovni krog *E. helleborine* podvržen evlucijski speciaciji, ki jo pod vplivom širokega spektra genotipskih, fenotipskih in okoljskih dejavnikov. Za širokolistno močvirnico so značilne številne lokalne različice, ki kažejo nagnjenost k avtogamiji. Prehod na avtogamijo je torej sprožilec začetne speciacije iz genetskega ozadja *E. helleborine* s.s.. Širokolistna močvirnica torej predstavlja alogamnega prednika in prepričljivo parafiletsko vrsto, iz katere v filogenetskem drevesu izhajajo daljše in krajše veje na evlucijski poti k monofiletskemu taksonu.

Pregled v Sloveniji razširjenih taksonov iz oblikovnega kroga širokolistne močvirnice

V Sloveniji je bilo vse do danes rodu močvirnic posvečeno malo pozornosti. Prva izdaja Male Flore Slovenije (MARTINIČIČ & SUŠNIK 1969) navaja pet vrst, in sicer *E. helleborine*, *E. purpurata*, *E. atrorubens*, *E. microphylla* in *E. palustris*. Že RAVNIK (1976) sicer poudarja, da obsega širokolistna močvirnica več taksonov, ki se med seboj razlikujejo po avtogamnem in alogamnem načinu opravevanja. V širši oblikovni krog *E. helleborine* je RAVNIK (1976) umestil *E. leptochila* in *E. muelleri*. V 2. izdaji Male Flore Slovenije (RAVNIK in sod. 1984) so kot šesto vrsto dodali še *E. muelleri*. JOGAN (2000) je v ključu za določevanje kukavičevk izpostavil težavno skupino *E. helleborine* agg. z vidika znotrajvrstne raznolikosti in avtogamnega načina opravevanja nekaterih taksonov. Poleg tipske predstavnice *E. helleborine* subsp. *helleborine* je znotraj agregata opredelil še osem taksonov (*E. latina*, *E. greuteri*, *E. leutei*, *E. pontica*, *E. leptochila*, *E. muelleri*).

V zadnjih dveh desetletjih so rod močvirnic intenzivneje proučevali Brane Dolinar, Nejc Jogan, Igor Dakskobler, Brane Vreš, Boštjan Surina, Miha Kocjan, Branko Anderle, Matej Lipovšek, Igor in Andrej Paušič in Dušan Klenovšek. LIPOVŠEK in sod. (2006) so v prispevku predstavili pregled alogamnih in avtogamnih taksonov znotraj oblikovnega kroga širokolistne močvirnice. Opisali so dva nova taksona za floro Slovenije in sicer *E. helleborine* subsp. *orbicularis* in *E. leptochila* subsp. *neglecta*. Že ime pove, da je bila slednja močvirnica do nedavnega spregledana. V zadnjih letih je bilo potrjenih kar nekaj nahajališč (DOLINAR 2015). Kratkolistna močvirnica je bila v Sloveniji prvič opisana

na leta 2005 nad Mežico (LIPOVŠEK in sod. 2006) in kot podvrsta širokolistne močvirnice zavedena v Mali flori Slovenije leta 2007 (MARTINIČIČ in sod. 2007).

Hkrati so LIPOVŠEK in sod. (2006) opredelili majhno močvirnico (*E. helleborine* subsp. *minor*), in sicer so jo prvič zasledili v Kočevskem rogu. Majhna močvirnica je takson, pri katerem so mnenja strokovnjakov glede pojavnosti v Sloveniji in sploh upravičenosti, da gre za samostojen takson precej deljena. Njena razširjenost v Sloveniji in v širšem evropskem prostoru še ni dovolj proučena (ARBEITSKREIS HEIMISCHE ORCHIDEN BAYERN E.V. 2019), čeprav razširjenost tega relativno novega taksona obravnava ÓVÁRI (2019) v nedavno objavljenem znanstvenem prispevku o orhidejah županije Zala na Madžarskem.

V zadnji izdani Mali flori Slovenije (JOGAN 2007) je rod *Epipactis* zastopan z 11 vrstami in sicer: *E. palustris*, *E. microphylla*, *E. atrorubens*, *E. purpurata*, *E. latina*, *E. greuteri*, *E. pontica*, *E. leptochila*, *E. muelleri*, *E. nordeniorum* in tremi podvrstami širokolistne močvirnice, in sicer *E. helleborine* subsp. *helleborine*, *E. helleborine* subsp. *orbicularis*, *E. helleborine* subsp. *leutei*. Vendar je JOGAN (2007) opozoril na možno vključevanje Leutejeve močvirnice v krog *E. neglecta*. Da je Leutejeva močvirnica sorodnejša oblikovnemu krogu *E. leptochila* potrjujejo molekulske analize ITS (IVANUŠ in sod. 2015). Vendar so za jasnejšo opredelitev genetske sorodnosti potrebne še dodatne molekulske analize. Prvotni opis Leutejeve močvirnice sta objavila PERKO & ROBATSCH (1989). Klasično nahajališče (*locus classicus*) je na območju Malega Obirja na Avstrijskem Koroškem. Potem, ko je Leutejevo močvirnico na strminah pod Vrščem opazil Karl Robatsch v spremstvu Vlada Ravnika že v 80 letih, smo to močvirnico nato vrsto let iskali zaman. Ponovno jo je odkril DOLINAR (2015) in kot navaja, se ta močvirnica nahaja v alpsko fitografskem območju Slovenije. V letu 2013 smo jo našli v okolici Senovega (LIPOVŠEK in sod. 2017) in jo intenzivneje vključili v analize. Kot nov takson je opisana tudi na Madžarskem (ÓVÁRI 2019). Mnenje skupine epipaktologov »AHO Bayern« na spletni strani opisuje zanesljivo rastišče le na klasičnem mestu na Koroškem. Na območju Triglavskega narodnega parka in drugje po Sloveniji pa v zadnjih letih taksona *E. leutei* ne morejo zanesljivo potrditi. V okviru raziskav smo opravili primerjalno molekulsko študijo med avstrijsko, madžarsko in slovensko Leutejevo močvirnico iz Kališovca pri Senovem. Ugotovili smo skladnost v velikosti genoma in ožjo sorodnost pri analizi ITS regije (IVANUŠ in sod. 2015). Rezultati AFLP kažejo sicer bližjo sorodnost med avstrijskimi, madžarskimi in slovenskimi primerki, vendar jih uvršča skupaj v skupino z nekaterimi drugimi primerki iz opisanega območja v Sloveniji, za katere skladnost z

morfološki opisi nismo potrdili. Tako Leutejeva močvirnica ostaja predmet nadaljnjih raziskav.

Avtorji Male flore Slovenije (JOGAN 2007) kot opombo navajajo, da je *E. helleborine* subsp. *helleborine* podobna Voethovi močvirnici (*E. voethii* ROBAT-SCH). Pričakujemo jo lahko v hrasto-gabrovih nižinskih gozdovih (JOGAN 2007). V Sloveniji jo je Dolinar našel na Goričkem v območju Špic Brega že 2004 (DOLINAR 2004; DOLINAR & LIPOVŠEK 2007). Pregled nekaj kasneje opisanih rastišč v SV Sloveniji in opis morfoloških značilnosti navajajo LIPOVŠEK (2008), DOLINAR in ŠENICA (2009) ter DOLINAR (2010).

Pregledno morfometrično analizo močvirnic na območju Slovenije obravnava magistrska naloga KUHHELJ (2010) pod mentorstvom prof. dr. Nejca Jogana. V raziskavo so vključili 246 rastlin s 35 lokacij in ovrednotili kar 55 lastnosti. Podatke so obdelali z naprednimi multivariatnimi analizami. Kljub veliki raznolikosti je bilo mogoče taksone ločevati na podlagi kombinacij več lastnosti. Sinteza dobljenih podatkov je bila osnova za izdelavo opisov vrst, določevalnega ključa in zemljevidov razširjenosti. KUHHELJ (2010) je tako jasno morfološko opredelila 15 taksonov močvirnic, ki so jih predhodno opisali LIPOVŠEK in sod. 2006, JOGAN 2007, LIPOVŠEK (2008, 2009) in DOLINAR 2010, in sicer *E. palustris*, *E. atrorubens*, *E. leptochila* subsp. *leptochila*, *E. leptochila* subsp. *neglecta*, *E. purpurata*, *E. microphylla*, *E. pontica*, *E. norderiorum*, *E. muelleri*, *E. greuteri*, *E. latina*, *E. voethii*, *E. helleborine* subsp. *helleborine*, *E. helleborine* subsp. *leutei*, *E. distans*. Med pričakovane vrste avtorica navaja *E. albensis*, *E. exilis*, *E. leptochila* subsp. *dinarica* in *E. placentina*.

DOLINAR (2015) v monografiji Kukavičevke v Sloveniji navaja 15 taksonov. Znotraj širokolistne močvirnice opredeljuje 3 podvrste, in sicer *E. helleborine* subsp. *helleborine*, *E. helleborine* subsp. *orbicularis*, *E. helleborine* subsp. *leutei*. Opredeljuje jih z jasno podprtimi morfološki opisi, pri tem pa izpostavi težavnost določnja in ključne razlike sorodnih taksonov. Znotraj ozkoustne močvirnice avtor poleg *E. leptochila* subsp. *leptochila* in *E. leptochila* subsp. *neglecta* navaja prisotnost *E. leptochila* subsp. *dinarica* na širšem območju Snežnika. Nadalje navaja križanca *E. atrorubens* × *E. helleborine* (*Epipactis* × *schmalhauseni* K. Richt).

V zadnjih letih velja izpostaviti postružkovo močvirnico (*E. helleborine* subsp. *moratoria*), ki so jo pri nas kot novo podvrsto opisali LIPOVŠEK in sod. (2017) na območju Gorice pri Raztezu. Strokovnjaki navajajo še nahajališči na Lisci (osebna komunikacija D. Klenovšek) in Bohorju (osebna komunikacija M. in T. Brinovec).

V nadaljevanju povzemamo krajši opis problematike posameznih taksonov, ki so prisotni v Sloveniji. V

ožji krog širokolistne močvirnice umeščamo alogamne taksone, in sicer tipsko podvrsto [*E. helleborine* (L.) Crantz subsp. *helleborine*], postružkovo močvirnico (*E. helleborine* subsp. *moratoria* Riech. & Zirsack) in majhno močvirnico [*E. helleborine* subsp. *minor* Engel]. V širšem krogu opredeljujemo kratkolistno močvirnico [*E. helleborine* subsp. *orbicularis* (Richter) Klein], Voethovo močvirnico (*E. voethii* Robatsch) in italijansko močvirnico [*E. latina* (Rossi & Klein) B. & H. Baumann]. Monofiletsko avtogamni taksoni, ki izhajajo iz ozadja *E. helleborine* in jih po pravilih (SRAMKÓ in sod. 2019) upravičeno razvrščamo na nivo vrste, so Greuterjeva močvirnica (*E. greuteri* H. Baumann & Künkele), Müllerjeva močvirnica (*E. muelleri* Godfery) in pontska močvirnica (*E. pontica* Taubenheim). Nordenovo močvirnico (*E. norderiorum* Robatsch) so SRAMKÓ in sod. (2019) umestili v skupino *E. albensis* skupaj s sorodno *E. tallosii*, genetska oddaljenost med njimi je majhna, v teoriji torej predstavljajo en monofiletski takson.

Epipactis helleborine* (L.) Crantz subsp. *helleborine

Epipactis helleborine CRANTZ, Stirp. Austr. II (6): 467 (1769)

Bazionim: LINNÉ, Spec. Plant. 2: 949 (1753)

Sin.:

Serapias helleborine L. 1753

Epipactis helleborine b. *viridans* CRANTZ 1769

Epipactis latifolia (L.) ALLIONI 1785

Epipactis viridans (CRANTZ) BECK 1890

Helleborine latifolia (L.) DRUCE 1907

Širokolistna močvirnica je v Sloveniji pogosta in razširjena v vseh fitogeografskih regijah. Najdemo jo na različnih rastiščih, v skoraj vseh gozdnih združbah, pretežno polsenčnih legah, ob gozdnih robovih in cestah, na jasah, najpogosteje raste v bukovih gozdovih, na svežih, z apnencem in dušikom bogatih tleh (LIPOVŠEK in sod. 2006; KRETZSCHMAR 2013; DOLINAR 2015). Navedbe nahajališč v Sloveniji (Slika 5) bi bilo potrebno sistematično pregledati, saj mogoče ne gre za tipsko predstavnico, marveč za druge taksone iz agregata širokolistne močvirnice, saj je v vseh vegetativnih značilnostih kot tudi v barvnem odtenku cvetov, zelo raznolika. Tipične morfološke lastnosti smo pregledno že navedli v drugem poglavju, jih pa podajamo v Preglednici 1 in Sliki 6. Na osnovi dileme o avtentičnosti *E. helleborine* s.s. smo genetsko analizirali nekaj primerkov iz različnih ekogeografskih območij Slovenije, ki jih vključujemo v nadaljnje primerjalne analize z ostalimi bližnje sorodnimi taksoni. Raziskave so v teku in bodo v bodoče razsvetlile problematiko ožje genetske

sorodnosti in taksonomskega razvrščanja, predvsem pa dvome o pojavnosti nekaterih taksonov v Sloveniji.

***Epipactis helleborine* subsp. *moratoria* Riech. & Zirn-sack**

Epipactis helleborine subsp. *moratoria* RIECHELMANN & ZIRNSACK, Ber. Arbeitskrs. Heim. Orch. 25(1): 80 (2008)

Sin.:

Epipactis moratoria (RIECH. & ZIRNSACK) RIECH. & ZIRNSACK 2015

Ime izvira iz latinščine, in sicer pomeni »morator« pozen, postružek, zato se je v slovenščini uveljavilo ime postružkova močvirnica. Ključen pri postružkovi močvirnici je predvsem zamik fenofaze cvetenja. Navedbe o razširjenosti postružkove močvirnice pogosto niso zanesljive. Na nahajališčih postružkove močvirnice je sicer tipska predstavnik širokolistne močvirnice redka, zamenjujejo jo predvsem z majhno močvirnico (*E. minor*).

O nahajališčih postružkove močvirnice poročajo v Nemčiji, Italiji (Trentino), Slovaški, Madžarski in severni Grčiji (RIEHELMANN & ZIRNSACK 2008; BERGFELD 2009; ANTONOPOULOS in sod. 2011; BERGFELD & SISCHKA 2011; LORENZ 2011; ÓVÁRI 2019). Na Madžarskem o postružkovi močvirnici poročajo od leta 2009, in sicer jo navajajo kot pozen nerazrešen takson (ÓVÁRI 2019). V Sloveniji jo je prvič opisal LIPOVŠEK in sod. (2017), in sicer južno od Gorice pri Raztezu, v mešanem, predvsem bukovem in delno hrastovem gozdu. Vsako leto na tem rastišču vzcveti od 35 do 50 primerkov te močvirnice. V zadnjih letih jo navajajo tudi na Bohorju (osebna komunikacija, M. in T. Brinovec) in na Lisci (osebna komunikacija, D. Klenovšek). Objava te nove podvrste v krogu slovenskih strokovnjakov ni povzročila razprav, pač pa je nekaj tujih avtorjev podvomilo o obstoju postružkove močvirnice v Sloveniji. Čeprav je Riechelmann, avtor prve objave postružkove močvirnice na Bavarskem (RIEHELMANN & ZIRNSACK 2008), predložen vzorec potrdil, so nekateri drugi strokovnjaki (Stefan Hertel, Helmut Presser) iz kroga »Die Gattung *Epipactis* AHO Bayern« in hrvaški orhidolog Roko Čičmir podvomili, da gre pri primerku za postružkovo močvirnico. Riechelmann nam je posredoval svež vzorec postružkove močvirnice iz Bavarske, ki smo ga vključili v analize. Poleg morfološke skladnosti obeh taksonov smo ugotovili skladnost velikosti genomov s pretočno citometrijo. Genetske analize ITS in AFLP so v teku in lahko upamo, da bomo na ta način razjasnili skladnost in taksonomski položaj postružkove močvirnice v Sloveniji.

***Epipactis helleborine* subsp. *minor* (Engel) Engel**

Epipactis helleborine subsp. *minor* ENGEL, Ann. Sci. Rés. Bios. Vosges N. 2: 31 (1992)

Sin.:

Epipactis helleborine var. *minor* ENGEL: l'Orchidophile 63: 664 (1984)

Majhno močvirnico je prvič opisal ENGEL (1984), in sicer kot različico širokolistne močvirnice (*E. helleborine* var. *minor*) v klasičnem nahajališču v Severnih Vogezih, Francija (n.v. 250 m). V kasnejši objavi ENGEL (1992) taksonu daje status podvrste. Vendar je glede tega taksona še veliko nejasnosti. Avtor je pri *E. helleborine* subsp. *minor* izpostavil tri značilnosti, da je v primerjavi s tipsko širokolistno močvirnico manjša z manjšimi cvetovi, ekološko jo najdemo na kisljih peščenih tleh v sestoji bukve, fenološki zamik cvetenja je za dva tedna kasneje v primerjavi s tipsko predstavnico.

Tipiska širokolistna močvirnica je od majhne močvirnice bistveno višja, listi so širši (30-65 mm) v primerjavi z majhno močvirnico (23-39 mm), temnejši, planifilni, neprevisni (Preglednica 1, Slika 6). Hkrati je socvetje višje, cvetovi pa večji. Postružkova močvirnica je v primerjavi z majhno močvirnico prav tako višja, z ožjim stebлом, ki je cikcakasto. Cvetovi so barvitejši.

S problematiko taksona se je ukvarjal WUCHERPENNIG (2006) ki razen zamika v fenofazi cvetenja ne ugotavlja bistvenih morfoloških razlik in zaključuje, da pri primerkih gre za različne ekotipe, ki se prilagajajo rastiščnim pogojem. Sicer navaja bistvene morfološke karakteristike, ki razlikujejo majhno od Voethove močvirnice. LETI (2013) izraža pomisleke, da gre samo za ekološko prilagoditev in podpira, da se skupini podeli status različice. Hkrati opisuje nahajališče v Severnih Vogezih, kjer je na sončnem robu ceste (n.v. 250 m) zastopanih okoli 20 primerkov, cvetočih v času, ko je tipska predstavnik v Schwarzwald, Nemčija (n.v. 550 m) že zdavnaj odcvetela, oziroma je že deloma v semenski zrelosti. Sicer so v populaciji tipske širokolistne močvirnice tudi manjši primerki, podobni majhni močvirnici, ki pa že prej odcvetijo.

Pri nas je na možno prisotnost majhne močvirnice opozoril LIPOVŠEK in sod. (2006). In sicer so jo našli v začetku avgusta 2000 v Kočevskem rogu ob gozdni cesti. Močvirnica je merila v višino 30 cm, cvetovi so bili rdečkasto zelene barve zelo podobni tipski predstavnik. Listi so bili drugačni, precej ožji z valovitim robom. Kosec jo je sicer že 2004 navajal v Dobravi pri Brežicah (LIPOVŠEK in sod. 2006). Takrat smo o nahajališču obvestili P. Delforga, ki pa je v pojavnost majhne močvirnice v Sloveniji podvomil. Do danes je majhna močvirnica potrjena le v Franciji (Vogez) ob meji z

Nemčijo. Vse ostale lokacije tako v Franciji kot v Italiji so vprašljive (ARBEITSKREIS HEIMISCHE ORCHIDEEN BAYERN E.V. 2019). V nedavno objavljenem prispevku o orhidejah županije Zala ÓVÁRI (2019) navaja majhno močvirnico kot novo podvrsto, ki so jo na Madžarskem sistematično opisovali od leta 2012 v kar 20. kvadrantih, zastopano ponekod v večjih populacijah, med njimi navaja Gőcsej, gozd Szentpéterfőldé, gozd Ol-tárc.

Kar nekaj let smo iskali lokacijo pri nas z večjo populacijo teh taksonov. V zadnjih letih jo navajajo na Bohorju, kar blizu postružkove močvirnice, nadalje na JV Oslice ob cesti nad saniranim kamnolomom (M. & T. Brinovec, osebna komunikacija), kjer vsako leto vzcveti kar nekaj primerkov. Majhna močvirnica zahteva dodelan morfološki opis in molekulske analize in ostaja predmet nadaljnjih raziskav.

***Epipactis helleborine* subsp. *orbicularis* (Richt.) Klein**

Epipactis helleborine subsp. *orbicularis* (RICHTER) KLEIN, Phytion 37(1): 74 (1997)

Bazionim: *Epipactis distans* ARVET-TOUVET 1872; Essai sur l'espèce et les variétés principalement dans les plantes: 11 (1872)

Sin:

Epipactis orbicularis RICHTER, Verhandl. zoolog.-botan. Ges. Wien 37: 190 (1887)

Lectotypus: Österreich, Niederösterreich, Semmering *Epipactis helleborine* subsp. *distans* (ARVET-TOUVET) ENGEL & QUENTIN, l'Orchidophile 124: 205 (1996)

Epipactis latifolia c) *orbicularis* RICHTER, Plantae Europaeae 1: 284 (1890)

Epipactis latifolia var. *subrotundifolia* f. *parvifolia* ZAPALOWICZ, Conspectus Fl. Galiciae Crit. 1: 226 (1906)

Epipactis molochina DELFORGE, Nat. belges 85: 173 (2004)

Kratkolistna močvirnica je bila prvič opisana leta 1872, in sicer v francoskih Zahodnih Alpah (Arvet-Touvet). Šele 120 let kasneje, sta jo CHAS & TYTECA (1992) ponovno odkrila in opisala. Glede na jasen opis morfoloških lastnosti so vrsto kmalu potrdili tudi drugod v Franciji in sicer S od Montpelierja in v Pirenejih (ENGEL & QUENTIN 1996; SOUCHE 2004). V Španiji kratkolistno močvirnico navajajo kar v 7 provincah (GAMARRA in sod. 2013). Številne lokacije navajajo v Severni Italiji vse do Abruzije (LORENZ 2005; LINDIG & LINDIG 2012; PERAZZA & LORENZ 2013; REMPICCI in sod. 2015; GIROS 2016; ÓVÁRI 2019). V Avstriji se takson pojavlja na Koroškem, Doljni Avstriji, Štajerskem, Tirolskem in Gradiščanskem (KLEIN & KERSCHBAUMSTEINER 1996; PERKO 1999; WEINZETTL 2006; GRIEBL

2013). O taksonu poročajo tudi v Nemčiji, Švici, Poljski, Švedski, Litvi, Slovaški, Češki, Romuniji, in sicer v zadnjih letih navajajo kar nekaj novih rastiščih (PRESSER 2006; GLIWA 2010; PROCHAZKA in sod. 2017; BERGFELD in sod. 2019; HENNIGS 2019). Na Hrvaškem je takson razširjen v Istri in na področju NP Plitvice (DELFORGE 2006; WUCHERPFENNIG 2006; GRIEBL 2009). ÓVÁRI (2019) navaja nekaj novih nahajališč v Italiji, Hrvaškem, Srbiji, Bolgariji, Črni Gori, Bosni in Hercegovini, Grčiji, Romuniji, Ukrajini, Avstriji, ki pa se nahajajo na nadmorski višini 560-2040 m. V Sloveniji so kratkolistno močvirnico prvič odkrili šele leta 2005 nad Mežico in jo po prvotnem opisu Ericha Kleina označili kot *E. helleborine* subsp. *orbicularis* (LIPOVŠEK in sod. 2006). ÓVÁRI (2019) navaja, da ga je s kratkolistno močvirnico na Mali Peci prvič seznanil M. Lipovšek v letu 2009.

Takson je že od 90. let prejšnjega stoletja predmet nomenklaturnih in taksonomskih razhajanj. Mnjenja o tem, ali gre za samostojno vrsto (*E. distans*), podvrsto širokolistne močvirnice (*E. helleborine* subsp. *orbicularis*) ali samo različico širokolistne močvirnice kot to zagovarja DELFORGE (2006), so namreč še danes deljena. KLEIN (1997) je z argumentom, da so cvetovi kratkolistne močvirnice zelo podobni širokolistni močvirnici, ta takson umestil na nivo podvrste in ga poimenoval *E. helleborine* (L.) CRANTZ subsp. *orbicularis* (RICHTER) KLEIN. Mala flora Slovenije (JOGAN 2007) takson prav tako obravnavana kot podvrsto širokolistne močvirnice.

Za taksonomsko zmedo je poskrbel DELFORGE (2001, 2005, 2006), ki je takson *E. distans* omejil na zahodno alpske populacije Francije, vsa nahajališča Osrednjih in Vzhodnih Alp pa je opredelil kot ločen takson *E. helleborine* (L.) CRANTZ subsp. *orbicularis* (RICHTER) VERMEULEN. Morfološka opredelitev obeh ločenih taksonov je bila nejasna in skopa (DELFORGE 2001). Argumente, da gre za dva ločena taksona, je kasneje podprl na podlagi lastnih vzorčnih ekskurzij na primerkih iz Avstrije, Nemčije, Grčije, Italije in Španije (DELFORGE 2005, 2006).

WUCHERPFENNIG (2006) se je do delitve na dva taksona opredelil kritično in jasno navaja argumente, podprte z biometričnimi podatki, da gre pri zahodno alpskih in srednjeevropskih populacijah za isti takson, ki ga umešča v samostojno vrsto *E. distans*. Prav tako uvrščajo *E. distans* na nivo vrste TYTECA & DUFRÊNE (1994), TYTECA (1995), CARAPOLI in sod. (2000), PRESSER (2002), HOLLINGSWORTH in sod. (2006) in GRIEBL (2013).

SRAMKÓ in sod. (2019) v obsežni genetski analizi izpostavljajo, da se kratkolistna močvirnica ne more uvrstiti na nivo vrste, ker se filogenetsko prepleta z *E.*

helleborine s.s. Vzorce pridobljene iz Avstrije, Bolgarije, Grčije in Rusije filogenetsko drevo umešča kot med seboj sorodne taksone.

Za kratkolistno močvirnico je značilno, da raste na apnencu v bližini borovcev (*Pinus sylvestris*, *P. uncinata*, *P. abies*) in je v sožitju z glivo iz rodu *Wilcoxina* (WUCHERPFENNIG 2006; DEARNALEY 2007; TĚŠITELOVA in sod. 2012; LIPOVŠEK in sod. 2017, ÓVÁRI 2019). Med ključnimi razlikami med *E. helleborine* subsp. *helleborine* in *E. distans* je potrebno izpostaviti, da ima kratkolistna močvirnica debelejša stebela, pogosto iz rizoma izrašča več stebel. Listi so krajši, konkavno žličasti. Petali so pogosto intenzivno rožnati, epihil pa svetel z izrazitim grebenom. Raznolikost kratkolistne močvirnice se izraža pri nekaterih senčnih oblikah močvirnic, in sicer so lahko listi pri teh primerkih daljši ter manj togi (Preglednica 1, Slika 6).

WUCHERPFENNIG (2006) opozarja na zmotno navajanje nekaterih lokacij, kjer gre za osebke *E. helleborine* s.l. z nekaj morfološkimi odstopanji in ne za kratkolistno močvirnico. Nadalje je DELFORGE (2005) nekaj nahajališč na Balkanskem polotoku zmotno uvrstil v *E. helleborine* subsp. *orbicularis*, so se pa te populacije kasneje izkazale kot *E. greuteri*, *E. halacsy* in *E. olympica* (ÓVÁRI 2019). Tudi v Sloveniji vseh navedenih lokacij ne moremo z zagotovostjo potrditi, ker so strokovnjaki pogosto primerke opazovali v času, ko so ti že odcveteli (DAKSKOBLER 2019, osebna komunikacija).

Po doslej znanih podatkih je *E. helleborine* subsp. *orbicularis* pri nas znana v kvadrantih 9549/1 (Gozd Martuljek), 9455/3 (Črna na Koroškem), 0158/4 (Kostanjevica), 9955/2 (med Litijo in Zagorjem ob Savi) in 9956/1 (Podkum; LIPOVŠEK in sod. 2006), čeprav je glede na razširjenost v Avstriji (skoraj po vsej državi, tudi na Koroškem; Fischer in sod. 2008) tudi v Sloveniji verjetno bolj pogosta. V popisu flore okolice kraja Jezersko TONEJEC (2012) poroča o kratkolistni močvirnici v kvadrantu 9653/1. In sicer je nahajališče na gozdnem robu Krakovega, kjer na manjšem območju rase približno 10 rastlin.

***Epipactis helleborine* (L.) (Crantz) subsp. *latina* Rossi & Klein**

Epipactis helleborine (L.) CRANTZ subsp. *latina* ROSSI & KLEIN subsp. novae: Die Orchidee 38 (2), 93-95 (1987).

Sin.:

Epipactis latina B. BAUMANN & H. BAUMANN
Epipactis tremolsii PAU subsp. *latina* (ROSSI & KLEIN)
HERTEL & RIECHELMANN.

Italijanska močvirnica je ime dobila po južni italijanski pokrajini Lacio (Latium). Razširjena je na Apenninskem polotoku in v Istri (JOGAN 2007; ROTTENSTEINER 2014). Raste na sončnih in delno zasenčenih mestih, v svetlih hrastovih gozdovih in gozdnih robovih, na travniku, v grmovju, obcestnih voziščih in cestnih nasipih. Ustrezajo ji suha rastišča z alkalno do apnenčasto podlago. V Sloveniji se pojavlja pod Kraškim robom na več mestih blizu Podpeči in Zazidom (Slika 9), ter ob cesti Gračišče-Brezovica (JOGAN 2007).

Pogosto jo zamenjujejo z *E. helleborine* subsp. *helleborine*, od katere jo ločimo predvsem po stebelnih listih, ki so valoviti, značilno nabiti na dnu stebela in cvetovih, ki so bolj obarvani. Nad stebelnimi listi in socvetjem, ki je lahko gosto obstaja segment na stebelu, ki je relativno prazen z največ dvema listoma, ki sta podobna krovnim listom (Preglednica 1, Slika 6). Nekateri avtorji so še danes mnenja, da je *E. latina* samo morfološka modifikacija *E. helleborine* subsp. *helleborine* (ARBEITSKREIS HEIMISCHE ORCHIDEEN BAYERN E.V. 2019).

***Epipactis voethii* Robatsch**

Epipactis voethii ROBATSCH; Mitt. Abt. Bot. Landesmus. Joanneum Graz 21/22: 21-26 (1993)

Voethovo močvirnico je leta 1993 odkril Walter Vöth na Bisambergu severno od Dunaja v sestoji hrasta in gradna (Querco-Carpinetum). Karl Robatsch jo je nato opisal kot ločeno vrsto in jo poimenoval po najditelju (ROBATSCH 1993). Uspeva v Avstriji, Sloveniji, na Hrvaškem, Madžarskem, Češkem in na Slovaškem (Slika 13, BATOUŠEK 2005; KRAJNČEV 2005; DELFORGE 2006). Na Češkem je prvo lokacijo odkril Kezlinek v letu 2001 na področju Ždanický les (Kloboučky) (BATOUŠEK & KEZLINEK 2002, 2003), kasneje pa Batoušek navaja več lokacij še na Moravskem. Na Madžarskem je bila Voethova močvirnica najdena na skupaj 52-ih kvadrantih (BIHARI in sod. 2007).

Voethova močvirnica je v Mali Flori Slovenije zavedena kot pričakovana podvrsta *E. helleborine* (JOGAN 2007). Od tipske predstavnice jo ločimo po tem, da je gracilna in ima steblo pogosto cikcakasto. Visoka je do 30 cm in ima razločno suličaste liste. Socvetje je rahlo-cvetno. Cvetovi so razmeroma lepo odprti, rahlo viseči in spodnja stranska sepala tvorita kot približno 120°. Pecelj je dolg, plodnica pa ozka in zmerno dlakava. Hipohil je znotraj olivno zelen do rožnat, viscidij pa je lahko le na začetku cvetenja aktiven (Preglednica 1, Slika 6). V Sloveniji jo je Dolinar našel na Goričkem v območju Špic Brega (izvir Velike Krke, kvadrant 9163/1) že 2004 (DOLINAR 2004), leta 2007 sta jo skupaj potrdila (DOLINAR in LIPOVŠEK 2007) na Srebrnem Bregu, gozd zahodno od mejnega prehoda Martinje na

Goričkem, kvadrant 9162/2. Naslednja potrditev Voethove močvirnice je sledila dve leti kasneje v Godenin-
cih, gozd J od zaselka Breg, kvadrant 9563/4 (DOLINAR & ŠENICA 2009). Pregled nahajališč v SV Sloveniji in opis morfoloških značilnosti navajata LIPOVŠEK (2008) in DOLINAR (2010). KUHELJ (2010) v svojem diplomskem delu navaja Voethovo močvirnico v pregledu literature, a je morfometrično ni obdelala, ker je na obravnavanem območju ni našla. Z obiskom Stefana Hertla, epipaktologa iz Nemčije, julija 2013 v Sloveniji, ki je primerke videl in zanikal, da gre za Voethovo močvirnico, se je mnenje o obstoju Voethove močvirnice v Sloveniji pričelo zapletati. Tako kot S. Hertel je pojavnost vrste *E. voethii* v Sloveniji zanikal tudi hrvaški orhidolog Roko Čičmir. V genetsko raziskavo močvirnic iz oblikovnega kroga *E. helleborine* na Goričkem smo vključili zanesljiv primerek *E. voethii* iz Madžarske. V ločeni podskupini znotraj osrednje skupine *E. helleborine* s.s. je madžarski primerek najožje soroden domnevnim primerkom Voethovo močvirnice iz Martinja ter vzorcem iz Čepincev in Lucove. V interpretaciji rezultatov smo zadržani predvsem zaradi hierarhičnega nivoja in relativno centralne pozicije standardnega primerka ter bližje sorodnosti s tipskimi primerki *E. helleborine* s.s.. Glede na obravnavane spremenljivke morfoloških meritev cvetnih znakov smo zgradili posplošeni mešani aditivni model GAMM. Struktura modela temelji na morfoloških spremenljivkah morfotipov za taksone *E. helleborine* s.str., *E. voethii*, *E. purpurata*, *E. pontica*, *E. muellerii*, *E. leptochila*, *E. greuteri* ter *E. tallosii*, ki smo jih povzeli iz literature. V strukturo tega modela smo vključili povprečja morfoloških spremenljivk genotipov, ki smo jih obravnavali v nalogi (IVANUŠ 2018). GAMM analiza morfoloških značilnosti jasno približa madžarski primerek in dva slovenska primerka povprečju morfoloških značilnosti, ki smo jih povzeli iz literature (MOLNAR in sod. 1996; PERKO 1999; DELFORGE 2006; WUCHERPFENNIG 2006; KUHELJ 2010; ARBEITSKREIS HEIMISCHE ORCHIDEEN BAYERN E.V. 2019).

Problematico parafiletskega ozadja *E. helleborine* v taksonomskem razvrščanju *E. voethii* so potrdili SRAMKÓ in sod. (2019). V filogenetskem drevesu, ki so ga izdelali na podlagi polimorfizma posameznih nukleotidov (SNP polimorfizem), so vzorci *E. voethii* iz Madžarske in Slovaške bližje sorodni, vendar preblizu *E. helleborine* s.s., da bi lahko govorili o samostojni vrsti.

Voethovo močvirnico najdemo v sestoji cera, bukve in gradna, na pretežno nevtralnih tleh, gozdnih robovih in ob potokih. ROBATSCH (1993) navaja, da je Voethovo močvirnico od širokolistne močvirnice na terenu najlažje prepoznati po ozkem, cikcakastem stebelu ter ozkih in dolgih listih, ki so po osrednji žili na

spodnji strani lista porasli s trihomi. Oblika cveta spominja na pontsko močvirnico, predvsem po prostornem, globokem, skledasto oblikovanem hipohilu. Nadalje ROBATSCH (1993) navaja kar 16 prepoznavnih lastnosti. Razlikuje pa se tudi v fenofazi. Na podlagi herbarijskih primerkov je povprečna fenofaza cvetenja sredi julija (BIHARI 2007), cveti pa od konca junija do prvega tedna avgusta. Pontska močvirnica cveti bistveno kasneje (avgust do začetka septembra).

Tudi BATOUŠEK (2005) navaja podobnost s pontsko močvirnico, jasno pa opredeljuje razlike tudi na nivoju oblikovnih značilnosti brazde, ki smo jo opredelili v okviru lastnih analiz (Slika 4). Brazda je trapezasta. Zgornji del brazde je konveksen z osrednjim grebenom, ki jo predeljuje na videz v dva dela. Rob brazde je raven, na sredini zažet, le malo zamaknjen navzven. Staminodiji so ozki, trikotni, na vrhu priostreni. Klinandrij je na zadnji strani močno zažet, proti kljunu plitev (ROBATSCH 1993; BATOUŠEK 2005).

Monofiletski taksoni oblikovnega kroga širokolistne močvirnice

Epipactis greuteri H. Baumann & Künkele

Epipactis greuteri H. BAUMANN & KÜNKELE, Mitt. Arbeitskr. Heim. Orch., Baden-Württemberg, 13 (3): 344 (1981)

Sin.:

Epipactis flaminia SAVELLI & ALESSANDRINI (1994)

Epipactis greuteri subsp. *flaminia* (SAVELLI & ALESSANDRINI) H. BAUMANN, KÜNKELE & LORENZ

Epipactis greuteri var. *flaminia* (SAVELLI & ALESSANDRINI) KREUTZ

Taksonomska zgodovina Greuterjeve močvirnice je razmeroma kratka. Čeprav so o najdenih primerkih v Srednji Evropi poročali že vrsto let prej, sta šele leta 1981 vrsto opisala BAUMANN & KÜNKELE na pogorju Pindosa v srednji Grčiji. Na Slovaškem naj bi vrsto našli že leta 1936 v križišču Malá Fatra, leta 1946 v Javornikyju ter leta 1971 v Pieniny Mts. Na Češkem poročajo celo o herbariziranem primerku *E. greuteri* iz leta 1884, najdenega v gorovju Beskydy. V naslednjih 30 letih so Greuterjevo močvirnico našli na Hrvaškem, v Sloveniji, Italiji, Avstriji, na Češkem, v Nemčiji, na Slovaškem, v Bolgariji ter Romuniji (SZELĄG in sod. 2017). Pojavlja se skoraj izključno v gozdovih s prevladujočo jelko ali smreko ali v mešanih gozdovih z bukvijo. Raste na svežih tleh, z zadostno količino vlage v času cvetenja (ARDELEAN 2011; ARBEITSKREIS HEIMI-

SCHE ORCHIDEEN BAYERN E.V. 2019). V Sloveniji jo najdemo v Kočevskem rogu, na Bohorju, Javornikih iz Kaliča proti Mašunu in Trnovskem gozdu ob cesti iz Male Lazne proti Lokvam (LIPOVŠEK in sod. 2006).

Karakteristične morfološke znake podajamo v Preglednici 1 in Sliki 6.

***Epipactis pontica* Taubenheim, pontska močvirnica**
Epipactis pontica * TAUBENHEIM; Die Orchidee 26 (2): 68 (1975)

Sin.:

Epipactis helleborine subsp. *pontica* (TAUBENHEIM) SUNDERMANN, Eur. Medit. Orch. ed. 3: 41 (1980)

Pontska močvirnica se pojavlja v gorovju Severne Turčije, kjer je bila tudi prvič opisana, okoli Črnega morja, v Italiji, S Grčiji, na Madžarskem, Romuniji, Bolgariji, Češkem, Slovaškem, Sloveniji in v Avstriji. Vrsta raste v polsenčnih do senčnih bukovih gozdovih, lahko pa jo najdemo tudi v notranjosti na relativno temnem rastišču, vezana je predvsem na bukev. Ustrezajo ji nevtralna do rahlo kislila tla (CLAESSENS & KLEYNEN 2011).

V Sloveniji je pontska močvirnica navedena na več lokacijah, največ jih je na Štajerskem (BAKAN 2006; IVANUŠ 2018; Legit JOGAN, BAČIČ, FRAJMAN ŠENICA, neobjavljeni podatki). Podatek za kvadrant 9653/4 v Kamniških Alpah so objavili MARINČEK in sod. (1995). LIPOVŠEK in sod. (2008) navajajo pontsko močvirnico v Mednem pri Ljubljani (kvadrant 9852/4). TONEJEC (2012) navaja pontsko močvirnico ob planinski poti na Veliki vrh, na n.v. 1200 m s približno 10 rastlinami (Slika 11). V Avstriji je vrsta znana le v vzhodnem delu države (Gradiščansko), medtem ko na Avstrijskem Koroškem še ni bila zabeležena (FISCHER in sod. 2008).

Taksonomska uvrstitev pontske močvirnice je bila precej časa negotova. Fenotipsko je podobna senčnemu tipu širokolistne močvirnice in mnogi jo zamenjujejo z *E. voethii* in *E. albensis* (BATOUŠEK 2005). PRESSER (2002) jo uvršča v oblikovni krog širokolistne močvirnice. SRAMKÓ in sod. (2019) navajajo, da imajo primerki pontske močvirnice visoko stopnjo sorodnosti, kar jasno nakazuje, da gre za samoprašni avtogamni takson. Hkrati navajajo, da je upravičeno uvrščena na nivo samostojne vrste.

Morfološki pregled podajamo v Preglednici 1, ki ga slikovno dopolnjuje Slika 6. Od obravnavanih cvetnih znakov bi izpostavili brazdo, ki je štirikotna, blazinasta z režo, ki sega od zgornjega roba po sredini brazde in daje spodaj lijakast videz (Slika 4). Spodnji rob brazde je močno izvihan in sega naprej, v sprednjem pogledu je raven in na sredini očitno zažet (BA-

TOUŠEK 2005; ARBEITSKREIS HEIMISCHE ORCHIDEEN BAYERN E.V. 2019).

***Epipactis muelleri* Godfery, Muellerjeva močvirnica**
Epipactis muelleri GODFERY; J. Bot. (London) 59: 106 (1921)

Sin.:

Parapactis epipactoides W. ZIMMERMANN, Mitt. Bad. Landesver. Naturk. Naturschutz N.F. 1 (9): 32 (1922)

Epipactis latifolia subsp. *muelleri* (GODFERY) Soó, Repert. Spec. Nor. Regni Veg. 24: 35 (1927)

Epipactis latifolia var. *muelleri* (GODFERY) SCHLECHTER, Monogr. Iconogr. Orchid. Eur. 1: 217 (1928)

Helleborine muelleri (GODFERY) BECH., 1936, Bech. Ber. Schweiz. Bot. Ges., 45: 266.

Epipactis helleborine subsp. *muelleri* (GODFERY) O. BOLÓS, MASALLES & VIGO, Collect. Bot. (Barcelona) 17 (1): 96 (1988)

Epipactis muelleri var. *saluaria* (GODFERY) KREUTZ, Ber. Arbeitskrs. Heim. Orchid. 26 (2): 38 (2009)

Epipactis viridiflora HOFFMANN ex KROCKER, Fl. Siles. 3: 41 (1814)

Müllerjevo močvirnico je prvi opisal GODFERY v Alpes-Maritimes (Francija) leta 1918. Znana je kot srednjeevropska vrsta. V Evropi je široko razširjena, vendar lokalno in pogosto redko z razdrobljeno in upadajočo populacijo. Do sedaj znana nahajališča so od Pirenejev do srednje Italije, Sardinije, v Sloveniji, na Hrvaškem, Madžarskem, Češkem, Slovaškem in na Poljskem, na severozahodu v Belgiji in južnem delu Nizozemske. Najdemo jo v sestojih rdeče bukve in borovcev, na jasad, ob poteh, najpogosteje ob robu gozda, saj ima veliko potrebo po svetlobi, redkeje ob potokih. Raste na razmeroma suhih, apnenčastih tleh, na jugu na rahlo vlažnih tleh (FATERYGA in sod. 2013; ARDELEAN in sod. 2018; ARBEITSKREIS HEIMISCHE ORCHIDEEN BAYERN E.V. 2019). V Sloveniji jo najdemo od Istre do Karavank, na Kočevskem, na Bloški planoti, Lisci, Bohorju in na Goričkem (LIPOVŠEK in sod. 2006, IVANUŠ 2018).

Müllerjeva močvirnica je v različnih okoljih zelo spremenljiva vrsta. Zmedo lahko povzroči velikost cvetov, ki se na različnih območjih razlikujejo, prav tako lahko pride do odstopanja v barvi in obliki medene ustne. Zanj je predvsem značilen širok prehod med hipohilom in epihilom. Rob brazde je karakteristično ukrivljen (Preglednica 1, Slika 6). Zaradi morfološke podobnosti z *E. helleborine* taksonomski status *E. muelleri* ni splošno sprejet in zato jo nekateri obravnavajo kot podvrsto *E. helleborine* subsp. *muelleri* GODFERY (FLORA CATALANA 2012; JAKUBSKA-BUSSE in GOLA 2014). Filogenetska analiza SRAMKÓ in sod. (2019) jasno nakazuje samostojen monofiletski takson.

***Epipactis norderiorum* Robatsch**

Epipactis norderiorum ROBATSCH Mitt. Abt. Bot. Landesmus., Joanneum Graz 20: 31–35 (1991)

Vrsta je bila prvič opisana v Avstriji leta 1991 (ROBATSCH 1991). Do sedaj znana nahajališča Nordenove močvirnice so ob reki Muri v Avstriji (Severna Štajerska, Gradiščansko), Sloveniji, na Madžarskem, severni Hrvaški do Zagreba ter v Romuniji (ROBATSCH 1991). Kot vlagoljuba vrsta rada raste predvsem ob stoječih vodnih virih na ilovnato-peščenih tleh ali rahlo kisli silikatni podlagi. Opazimo jo lahko tudi drugje, kjer je zadostna oskrba z vodo, kot je npr. v ilovnatih vlažnih gorskih gozdovih (gorovja Mecsek, Madžarska), v močvirnih gozdovih (Krakovski gozd, Slovenija) ali celo na delno senčnih travnikih z zadostno vlago (Pinkafeld, Avstrija) (HERTEL 2015). Značilni habitati so mešani gozdni sestoji (hrast, oreh, gaber) z gozdnimi vodotoki (ROBATSCH 1991; DELFORGE 2006; HERTEL 2015; ARBEITSKREIS HEIMISCHE ORCHIDEEN BAYERN E.V. 2019). V Sloveniji jo je Jože Kosec najprej odkril v Krakovskem gozdu, nato še v Dobravi pri Brežicah. Na Štajerskem je bila Nordenova močvirnica odkrita ob Blaguškem jezeru (LIPOVŠEK 2008). Istega leta je Marjan Šenica našel še dve novi lokaciji in sicer v Spodnjem Velovleku ob sta-

rem ribniku. Navedel je čez 20 primerkov, ki na tej lokaciji vzcvetijo vsako leto. Druga lokacija je v krajinskem parku v Račah ob poti pri nekdanjem malem ribniku. Lokacijo na poti na Kalvarijo iz Z strani Račjega dvora pri Mariboru je odkril Igor Paušič leta 2014.

Raznolikost Nordenove močvirnice se odraža v velikosti primerkov, zlasti pa v obsegu rdeče obarvanosti cvetov (posebej epihila) ter njihove namestitve. Cvetovi so lahko bolj viseči in manj odprti (Preglednica 1, Slika 6). Običajno jo zamenjujejo z *E. albensis*, *E. moravica*, *E. danubialis*, *E. bugacensis* ali z *E. mecsekensis*, saj so habitatni tipi podobni (ROBATSCH 1991; ARBEITSKREIS HEIMISCHE ORCHIDEEN BAYERN E.V. 2019). Genetska karakterizacija (SRAMKÓ in sod. 2019) je pokazala bližjo sorodnost omenjenih taksonov. Najverjetneje gre v primeru *E. norderiorum*, *E. albensis*, *E. mecsekensis* in *E. tallosii* za eno monofiletsko skupino, kjer lahko posamezne taksone obravnavamo kot različice. HERTEL (2015) v svojem delu navaja 2 tipa Nordenove močvirnice. Za tip A (primerki iz Avstrije) navaja rdečkast epihil z manj vidnimi grbinami, rob epihila je le rahlo zavito navzgor ali štrleč. Za tip H (primerki iz Madžarske) navaja belkast epihil, z rahlo obarvanimi grbinami, ki sta gladki ter širokim prehodom iz hipohila v epihil.

ZAKLJUČEK

Opredelelitev nekaterih v zadnjih letih opisanih taksonov iz oblikovnega kroga širokolistne močvirnice ostaja izziv. Pri tem je eden izmed ključnih dejavnikov klinalna raznolikost, kjer gre za kompleksne interakcije med osebki in okoljem ter slabo raziskanimi epigenetskimi procesi in ontogenetskimi dejavniki. Vzrok relativno hitre speciacije je prehod v avtogamijo. Znotraj oblikovnega kroga širokolistne močvirnice najdemo številne lokalne različice, ki kažejo nagnjenost k avtogamiji in občasno h kleistogamiji. Različice nakazujejo na začetno speciacijo znotraj genetskega ozadja *E. helleborine* subsp. *helleborine*, ki modelno odraža univerzalnega prednika in prepričljivo parafiletsko vrsto. Zaradi vzajemnega delovanja omenjenih dejavnikov je natančen razpon raznolikosti nekega taksona na sorazmerno ozkem območju težko opredeliti brez na-

tančnih morfoloških meritev v kombinaciji z molekulskimi analizami. Natančnost obstoječega filogenetskega drevesa znotraj rodu *Epipactis* je bistveno izboljšala nedavno objavljena raziskava, ki je s pomočjo določene nukleotidnega zaporedja nove generacije proučila širok nabor taksonov širom Evrope in Male Azije ter ga zožala na enajst taksonomskih skupin. V prihodnje bi bilo ključno na širšem geografskem območju morfo-metrično raziskati variacijske razpone za vse ključne morfološke znake *E. helleborine* s.s. in sorodnih taksonov. Vse skupaj pa je potrebno podpreti z dodatnimi molekulskimi analizami. Pomen genetskega zapisa v interakciji z epigenetskim ali ekofenotipskim vplivom na fenotip ter partnerstvo z opraševalci in mikoriznimi glivami ostajajo za prihodnost odprti raziskovalni izzivi.

POVZETEK

Oblikovni krog širokolistne močvirnice (*Epipactis helleborine* s.l.) predstavlja taksonomsko zapleteno skupino s široko morfološko raznolikostjo in ožjo genetsko sorodnostjo taksonov. K težavnosti pri določanju taksonov prispevajo še klinalna variabilnost, križanja med različnimi alogamnimi taksoni in prehod nekaterih taksonov k samoopraševanju, ki vodi k začetni speciaciji iz parafiletskega ozadja širokolistne močvirnice.

V preglednem članku izpostavljamo, da je zaradi vzajemnega delovanja omenjenih dejavnikov pri reševanju taksonomskih odnosov ključna uporaba ustrezne kombinacije tako morfoloških kot tudi molekularskih markerjev. Hierarhično razvrščanje močvirnic na nižjih taksonomskih nivojih je med strokovnjaki neenotno in pomanjkljivo proučeno. Raziskovalci želijo z novimi molekularskimi pristopi določanja nukleotidnega zaporedja nove generacije povečati zanesljivost filogenetske sorodnosti in ujeti evlucijski tok speciacije, katere glavni sprožilec je avtogamija.

Prispevek nadalje na podlagi lastnih raziskav in širokega pregleda literature obravnava v Sloveniji ra-

stoče taksone iz oblikovnega kroga širokolistne močvirnice. V ožji krog širokolistne močvirnice umeščamo alogamne taksone, ki so na zgodnji stopnji ločitve od tipske podvrste *E. helleborine* (L.) Crantz subsp. *helleborine*, in sicer sta to postružkova močvirnica [*E. helleborine* subsp. *moratoria* Riech. & Zirnsack] in majhna močvirnica [*E. helleborine* subsp. *minor* Engel]. V širšem krogu obravnavamo kratkolistno močvirnico [*E. helleborine* subsp. *orbicularis* (Richter) Klein], Voethovo močvirnico (*E. voethii* Robatsch) in italijansko močvirnico [*E. latina* (Rossi & Klein) B. & H. Baumann]. Monofiletsko avtogamni taksoni, ki jih upravičeno razvrščamo na nivo vrste, so: Greuterjeva močvirnica [*E. greuteri* H. Baumann & Künkele], Müllerjeva močvirnica (*E. muelleri* Godfery), pontska močvirnica (*E. pontica* Taubenheim) in Nordenova močvirnica (*E. norderiorum* Robatsch).

Na podlagi pregleda literature lahko povzamemo, da je oblikovni krog širokolistne močvirnice podvržen evlucijski speciaciji, ki je pod vplivom širokega spektra genotipskih, fenotipskih in okoljskih dejavnikov.

SUMMARY

The Broad-leaved Helleborine aggregate (*Epipactis helleborine* s.l.) represents taxonomic complex group with a wide morphologic diversity and narrow genetic affinity. Determination of taxa can be aggravated by clinal variability, hybridisation among different allogamous taxa and transition of some taxa to autogamy leading self-pollinated taxa to initial speciation from paraphyletic background of the Broad-leaved Helleborine. In the review article we uncover that due to common activity of described factors, the crucial point to solve taxonomic relationship is the employment of adequate combination of morphological as well as molecular markers. Hierarchic classification of *Epipactis* taxa on the lower taxonomic levels remains among researchers non uniform and insufficiently investigated. With the modern molecular approaches based on next-generation DNA sequencing scientists endeavour to increase the certainty of phylogenetic relationship as well as disclose evolutionary run of speciation which remains the chief stimulus of autogamy.

The article further deals with *Epipactis* taxa of Broad-leaved Helleborine aggregate in Slovenia on the

grounds of self-research studies and extensive reviews of literature. The cross-pollinated taxa that are viewed as recent divergents of *E. helleborine* (L.) Crantz subsp. *helleborine* include the Late Helleborine [*E. helleborine* subsp. *moratoria* Riech. & Zirnsack] and the Small Helleborine [*E. helleborine* subsp. *minor* Engel]. The wider group of taxa, apparently undergoing incipient speciation, include the Short-leaved Helleborine [*E. helleborine* subsp. *orbicularis* (Richter) Klein], the Voeth's Helleborine (*E. voethii* Robatsch) and the Italian Helleborine [*E. latina* (Rossi & Klein) B. & H. Baumann]. The monophyletic self-pollinated taxa classified at the species level are: Greuter's Helleborine [*E. greuteri* H. Baumann & Künkele], Müller's Helleborine (*E. muelleri* Godfery), Pontic Helleborine (*E. pontica* Taubenheim) and Norden's Helleborine (*E. norderiorum* Robatsch).

On the basis of literature reviews we can summarise that the Broad-leaved Helleborine aggregate taxa remain a subject of evolutionary speciation which is under the influence of wide genetic, phenotypic and environmental factors.

LITERATURA

- AHMADIAN, M., BABAEI, A., AHMADI, N. & RASOLI, O., 2017: Genome size diversity of some species of *Cephalanthera* from Iran. *Caryologia* 70 (3): 206–210.
- ANTONOPOULOS, Z., BRGFELD, D. & TSIFTSIS, S., 2011: *Epipactis helleborine* subsp. *moratoria* RIECH. & ZIRNSACK, a new subspecies for the flora of Greece. *Journal Europäischer Orchideen* 43 (1): 85–98.
- ARBEITSKREIS HEIMISCHE ORCHIDEEN, 2019: Bayern e.V. AHO Bayern e.V., Einblicke in die Gattung *Epipactis*. 8.10.2019. http://www.aho-bayern.de/epipactis/fs_epipactis_1.html
- ARDELEAN, C., 2011: *Epipactis greuteri* (Orchidaceae) a new species for Romanian flora. *Journal Europäischer Orchideen* 43 (3): 527–534.
- ARDELEAN, C., BOCEANU, B. & NICOLIN, A.L., 2018: *Epipactis muelleri* GODFERY and *Epipactis neglecta* (KÜMPEL) KÜMPEL (Orchidaceae) new species for the Romanian flora. *Proceedings of the International Conference in Life Sciences Timisoara*, p. 54–60.
- ARVET-TOUVET, C., 1872: *Essai sur l'espèce et les variétés principalement dans les plantes*: 16p. Imprimerie de Prudhomme, Grenoble.
- AVERYANOV, L.V., AVERYANOVA, E.L. & LAVRENKO, A.N., 1982: Karyo systematic study of orchids (Orchidaceae) on the territory of the Komi ASSR. *Botanicheskii Zhurnal* 67: 1491–1499.
- BAI, C., ALVERSON, W.S., FOLLANSBEE, A. & WALLER, D.M., 2012: New reports of nuclear DNA content for 407 vascular plant taxa from the United States. *Annals of Botany* 110 (8): 1623–1629.
- BAKAN, B., 2006: Slikovni pregled višjih rastlin Prekmurja: prispevek k poznavanju flore Prekmurja. *Razvojni center, Lendava*.
- BATEMAN, R.M., HOLLINGSWORTH, P.M., SQUIRRELL, J. & HOLLINGSWORTH, M.L., 2005: Neottieae: phylogenetics. In: PRIDGEON, A.M., CRIBB, P., CHASE, M.W. & RASMUSSEN, F.N. eds. *Genera Orchidacearum, Epidendroideae*. Oxford: Oxford University Press 4: 487–495.
- BATEMAN, R.M., 2012: Circumscribing genera in the European orchid flora: a subjective critique of recent contributions. *Berichte aus den Arbeitskreisen heimische Orchideen Suppl.* 8: 94–126.
- BATEMAN, R.M., 2012: Circumscribing species in the European orchid flora: multiple datasets interpreted in the context of speciation mechanisms. *Berichte aus den Arbeitskreisen Heimische Orchideen Suppl.* 8: 160–212.
- BATEMAN, R.M., 2019: Implications of next-generation sequencing for the systematics and evolution of the genus *Epipactis*, with particular reference to the British Isles. *Kew Bulletin* (in press).
- BATOUŠEK, P. & KEŽLÍNEK, Z., 2002: *Epipactis voethii* ROBATSCH – nový druh autogamického kruštíku pro Českou republiku. *Rozeliana, Brno*, 31: 45–46.
- BATOUŠEK, P. & KEŽLÍNEK, Z., 2003: *Epipactis voethii* ROBATSCH – nový druh kruštíku pro Českou republiku. *Zpráva České botanické společnosti, Praga*, 38: 169–176.
- BATOUŠEK, P., 2005: Klíč k určování druhu *Epipactis* ZINN rostoucích na území České republiky. *Rozeliana, Brno*.
- BAUMANN, H. & KÜNKELE, S., 1981: Beiträge zur Taxonomie europäischer Orchideenarten. *Mitt. Arbeitskr. Heim. Orch.*, Baden-Württemberg 13 (3): 344.
- BAUMANN, H. & LORENZ, R., 2005: Beiträge zur Taxonomie europäischer und mediterraner Orchideen. *Journal Europäischer Orchideen* 37: 939–974.
- BENNETT, M.D. & LEITCH, I.J., 2005: Plant DNA C-values database. 15.10.2018 <http://www.kew.org/genomesize/homepage>
- BERGFELD, D., 2009: *Epipactis helleborine* subsp. *moratoria* RIECH. & ZIRNSACK, neu für Baden-Württemberg. *Journal Europäischer Orchideen* 41(3/4): 519–528.
- BERGFELD, D. & SISCHKA, N., 2011: *Epipactis helleborine* subsp. *moratoria* A. RIECHELMANN & A. ZIRNSACK auch für Rheinland-Pfalz (SW Deutschland) nachgewiesen. *Ber. Arbeitskr. Heim. Orch.* 28 (1): 116–121.
- BERGFELD, D., BAUMANN, H. & BOILLAT, C., 2019: 5. Die Orchideen BadenWürttembergs - Arten, Unterarten und Varietäten mit Text, Bild, Verbreitungskarten. *J. Eur. Orch.* 51 (1-2): 60–268.
- BIDARTONDO, M.I., READ, D.J., TRAPPE, J.M., MERCKX, V., LIGRONE, R. & DUCKETT, J.G., 2011: The dawn of symbiosis between plants and fungi. *Biology Letters* 7 (4): 574–577.
- BIHARI, Z., CSORBA, G., HELTAI, M. & BAGOSI, Z., 2007: Magyarország emlőseinek atlasza. *Madžarski priročnik*.
- BOGUNIC, F., MURATOVIC, E., BALLIAN, D., SILJAK-YAKOVLEV, S. & BROWN, S., 2007: Genome size stability among five subspecies of *Pinus nigra* ARNOLDS. I. *Environmental and Experimental Botany* 59 (3): 354–360.
- BRADSHAW, A.D., 1965: Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Advances in Genetics* 13: 115–155.

- BRENAN, J.P.M., 1983: The British flora – a changing picture. *Watsonia* 14: 237–243.
- BRZOSKO, E., WRÓBLEWSKA, A. & TALALAJ, I., 2004: Genetic variation and genotypic diversity in *Epipactis helleborine* populations from NE Poland. *Plant Systematics Evolution* 248: 57–69.
- CAPORALI, E., GRÜNANGER, P., IGUERA, R., MARZIANI, G. & TURATI, S., 2000: Morphometric and molecular analyses of some *Epipactis* taxa in northern Apennines. *Journal Europäischer Orchideen*, Baden-Württ, 32: 609–621.
- CHAS, E. & TYTECA, D., 1992: Un *Epipactis* méconnu de la Flore de France. *L'Orchidophile* 23: 7–16.
- CLAESSENS, J. & KLEYNEN, J., 1998: Column structure and pollination of *Corallorrhiza trifida* Châtelain (Orchidaceae). *Journal Europäischer Orchideen* 30 (3): 629–637.
- CLAESSENS, J. & KLEYNEN, J., 2011: The flower of European Orchid. Form and function. Voerendal, Stein, 440 pp.
- CLAESSENS, J. & KLEYNEN, J., 2012: Bestäubung bei Europäischen Orchideen zwischen Allogamie und Autogamie – einige Beispiele. *Berichte aus den Arbeitskreisen heimische orchideen* 8: 14–32.
- CRANTZ, H.J.N., 1769: *Stirpium Austriarum Fasciculus*, ed. 2. Aucta, Wien, 508 pp.
- DAKSKOBLER, I., 2019: Sukcesijske stopnje v razvoju gozdne vegetacije v krnicah dveh alpskih dolin v Julijskih alpah (severovzhodna Slovenija). *Folia Biologica et Geologica* 60 (1): 101–127.
- DEARNALEY, J.D.W., 2007: Further advances in orchid mycorrhizal research. *Mycorrhiza* 17 (6): 475–86.
- DELFORGE, P., 1994: *Guide des Orchidées d'Europe, d'Afrique du Nord et du Proche-Orient*. Delachaux & Niestlé, Lausanne-Paris.
- DELFORGE, P., 1995: Contribution a la connaissance des orchidees de la province de Burgos (Vieille Castille, Espagne). *Naturalistes Beiges* 76 (Orchid 8).
- DELFORGE, P., 2001: *Guide des Orchidées d'Europe, d'Afrique du Nord et du Proche-Orient*. 2eme 6d. Delachaux et Niestlé, Lausanne, Paris.
- DELFORGE, P., 2005: *Guide des orchidées d'Europe, d'Afrique du Nord et du Proche-Orient*. Delachaux & Niestlé, Paris.
- DELFORGE, P., 2006: *Orchids of Europe, North Africa and the Middle East*. A & C Black Publishers Ltd., London, p. 23–30 and p. 47–86.
- DELFORGE, P., 2016: *Orchidées d'Europe, d'Afrique du Nord et du Proche-Orient*. 4e édition revue et augmentée. Paris: Delachaux et Niestlé.
- DOLINAR, B., 2010: *Epipactis voethii* K. ROBATSCH. *Hladnikia* 25: 45–67.
- DOLINAR, B., 2015: *Kukavičevke v Sloveniji*. Pipinova knjiga p. 56–83.
- DULUGEAC, R., BOBOCEA, M., SIRBU, C. & OPREA, A., 2019. *Epipactis* × *schmalhauseni* K. RICHT. (Orchidaceae), a newly identified taxon in Romanian flora. *Journal of Plant Development* 26: 137–146.
- EHLERS, B.K., OLESEN, J.M. & AGREN, J., 2002: Floral morphology and reproductive success in the orchid *Epipactis helleborine*: regional and local across-habitat variation. *Plant Systematics Evolution* 236: 19–32.
- ENGEL, A., 1984: *Epipactis helleborine* var. *minor*. *L'Orchidophile* 63: 664.
- ENGEL, A., 1992: *Epipactis helleborine* ssp. *minor*. *Ann. Sci. Rés. Bios. Vosges* 2: 31.
- ENGEL, R. & QUENTIN, P., 1996: Reflexion sur certains groupes d'Orchidaceae de la flore de France. *L'Orchidophile* 124: 203–205.
- FATERYGA, V.V., KREUTZ, C.A.J., FATERYGA, A.V. & REINHARDT, J., 2013: *Epipactis muelleri* GODFERY (Orchidaceae), a new species for the flora of Ukraine. *Ukr. Bot. J.* 70 (5): 652–654.
- FISCHER, M.A., ADLER, W. & OSWALD, K., 2008: *Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol*. 3. Auflage, Land Oberösterreich, Biologiezentrum der OÖ Landesmuseen, Linz, 1392 pp.
- FOLEY, M. & CLARKE, S., 2005: *Orchids of the British Isles*. Colesbourne, Cheltenham GL53 9NP (UK): p. 23–25 and p. 84–95.
- FORDYCE, J.A., 2006: The evolutionary consequences of ecological interactions mediated through phenotypic plasticity. *Journal Experim. Biol.* 209: 2377–2383.
- Flora Catalana, 2012: *Epipactis helleborine* (L.) CRANTZ subsp. *muelleri* (GODFERY) O. BOLO `s, Masalles et Vigo. <http://www.floracatalana.net/epipactis-helleborine-l-crantz-subsp-muellerigodfery-o-bolos-masalles-et-vigo>
- GAMARRA, R.G., CELA, P.G. & ALVAREZ DIAZ, S., 2013: *Epipactis distans* ARV.TOUV.- In: *Orquídeas Ibéricas. La familia ORCHIDACEAE en la Península Ibérica e Islas Baleares*. 10.1.2020. <https://www.orquideasibericas.info/genero/epipactis/species/epipactisdistans>
- GIROS (Gruppo Italiano per la Ricerca sulle Orchidee Spontanee) 2016: *Orchidee d'Italia: guida alle orchidee spontanee*. Ed. Il Castello, Cornaredo (MI).

- GLIWA, B. & STUKONIS, V., 2010: *Epipactis distans* in Litauen. Jour. Eur. Orch. 42 (1): 111–126. Global Compendium of Weeds. 21.10.2019. <http://www.hear.org/gcw/scientificnames/scinamee.htm>
- GODFERY, M.J., 1921: A new European *Epipactis*. J. Bot., Lond. 59, p. 101–106.
- GRIEBL, N., 2009: Die Orchideen Istriens und deren Begleitflora. Berichte aus den Arbeitskreisen Heimische Orchideen 26 (2): 98–165.
- GRIEBL, N., 2013: Orchideen-wanderungen in Österreich. Germany, p. 61–62, p. 94–100 und p. 182–189.
- GRIEBL, N., 2015: Die Orchideen des “Lykischen Weges” (Anatolien). Journal Europäischer Orchideen 47: 32–64.
- HENNINGS, S., 2019: Notizen zum aktuellen Kenntnisstand von *Epipactis albensis*, *Epipactis atrorubens* subsp. *triploidea* und *Epipactis distans* in Brandenburg. Ber. Arbeitskrs. Heim. Orchid. 35 (2): 148–178.
- HERTEL, S., 2015: Anmerkungen zu *Epipactis nordeniorum* ROBATSCH. Some notes on *Epipactis nordeniorum* ROBATSCH. Folia Biologica et Geologica 56 (3): 51–56.
- HOLLINGSWORTH, P.M., SQUIRRELL, J. & HOLLINGSWORTH, M.L., 2006: Taxonomic complexity, conservation and recurrent origins of self pollination in *Epipactis* (Orchidaceae). In: BAILEY, J. (ed.) Contributions to taxonomic research on the British and European Flora. BSBI, London, p.27–44.
- ILLYÉS, Z., RUDNÓY, S., QUANPHANIVANH, N. & BRATEK, Z., 2010: The most recent results on orchid mycorrhizal fungi in Hungary. Acta Biologica Hungarica 61 (1): 88–96.
- IVANUŠ, A., URBANEK-KRAJNC, A., LIPOVŠEK, M., ŠIŠKO, M., BOHANEK, B. & LUTHAR, Z., 2015: Genetic analysis and floral morphology of some *Epipactis* taxa from different geographic regions. V: 7th Congress of the Genetic Society of Slovenia and 7th Meeting of the Slovenian Society of Human Genetics, 20-23 September 2015, Rogaška Slatina, Slovenia.
- IVANUŠ, A., 2018: Morfološke in genetske analize posameznih genotipov iz oblikovnega kroga širokolistne močvirnice (*Epipactis helleborine* s.l.) na območju Goričkega. Magistrsko delo. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede.
- JACQUEMYN, H., VAN DER MEER, S. & BRYN, R., 2016: The impact of hybridization on long-term persistence of polyploid *Dactylorhiza* species. Am. J. Bot. 103 (10): 1829–1837.
- JAKUBSKA, A., 2003: Rodzaj *Epipactis* ZINN na Dolnym Śląsku. Ph thesis, Institute of Plant Biology, University of Wrocław, 189 pp.
- JAKUBSKA-BUSSE, A., 2008: The range and significance of phenotypic plasticity of Broad-leaved Helleborine *Epipactis helleborine* (L.) CRANTZ for taxonomy (Orchidaceae: Neottieae). Polish taxonomical monographs 15: 85–92.
- JAKUBSKA-BUSSE, A., DUDKIEWICZ, M., JANKOWSKI, P. & SIKORA, R., 2009: Mathematical inference of the underground clonal growth of *Epipactis helleborine* (L.) CRANTZ (Orchidaceae, Neottieae). Bot. Helv. 119: 69–76.
- JAKUBSKA-BUSSE, A. & GOLA, E.M., 2010: Morphological variability of Helleborines. I. Diagnostic significance of morphological features in *Epipactis helleborine* (L.) CRANTZ, *Epipactis atrorubens* (HOFFM.) BESSER and their hybrid, *Epipactis* × *schmalhauseni* RICHT. (Orchidaceae, Neottieae). Acta Societatis Botanicorum Poloniae 79 (3): 207–213.
- JAKUBSKA-BUSSE, A. & GOLA, E.M., 2014: Validation of leaf undulation traits in the taxonomy of *Epipactis muelleri* GODFERY, 1921 (Orchidaceae, Neottieae). Plant Syst. Evol. 300: 1707–1717.
- JAKUBSKA-BUSSE, A., JANOWICZ, M., OCHNIO, L. & JACKOWSKA-ZDUNIAK, B., 2016: Shapes of leaves with parallel venation. Modelling of the *Epipactis* sp. (Orchidaceae) leaves with the help of a system of coupled elastic beams. PeerJ 4: 2165.
- JOGAN, N., 2000: Naše orhideje, Ključ za določanje kukavičevk divjerastočih v Sloveniji. Samozaložba, 46 pp.
- JOGAN, N., 2007. *Epipactis*. V: Mala flora Slovenije. Martinčič A. (ur.). Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, p. 756–784.
- KLEIN, E. & KERSCHBAUMSTEINER, H., 1996: Die Orchideen der Steirermark. Mitt. Abt. Bot. Landesmus. Joanneum, Graz 23 (24): 46–47.
- KLEIN, E., 1997: *Epipactis helleborine* (L.) CRANTZ subsp. *orbicularis* (RICHTER) KLEIN comb. Nova, eine xerophile Unterart (Orchidaceae – Neottieae). Phytion, Horn, 37: 71–83.
- KLEIN, E., 2005: Versuch einer Gliederung der Gattung *Epipactis* ZINN (Orchidaceae, Neottieae). Jour. Eur. Orch. 37 (1): 121–130.
- KNIGHT, C.A. & ACKERLY, D.D., 2002: Variation in nuclear DNA content across environmental gradients: a quantile regression analysis. Ecology Letters 5: 66–76.
- KNIGHT, C.A., MOLINARIN, A. & PETROV, D.A., 2005: The large genome constraint hypothesis: evolution, ecology and phenotype. Annals of Botany 95: 177–190.

- KOLANOWSKA, M., 2013: Niche Conservatism and the Future Potential Range of *Epipactis helleborine* (Orchidaceae). Plos one 8 (10): 1–8.
- KRANJČEV, R., 2005: Hrvatske orhideje. Agencija za komercijalnu djelatnost, Zagreb, p. 72–115.
- KREETZSCHMAR, H., 2013: Die Orchideen Deutschlands und angrenzender Länder finden und bestimmen. 2. Auflage. Wiebelsheim, Germany, p. 10–13 und p. 114–143.
- KREUTZ, K.C.A.J., 2016: Buchbesprechung III Pierre Delforge: Orchidées d'Europe, d'Afrique du Nord et du Proche-Orient. Ber. Arbeitskrs. Heim. Orchid. 33 (2): 146–157.
- KUHELJ, A., 2010: Morfometrična analiza močvirnic (*Epipactis*) na območju Slovenije. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani.
- LEITCH, I.J., KAHANDAWALA, I., SUDA, J., HANSON, L., INGROUILLE, M.J., CHASE, M.W. & FAY, M.F., 2009: Genome size diversity in orchids: consequences and evolution. Annals of Botany 104: 469–481.
- LETI, M., HUL, S., FOUCHÉ, J.G., CHÉNG, S.K. & DAVID, B., 2013: Flore Photographique du Cambodge. Editions Privat, France, 592 pp.
- LINDIG, C. & LINDIG, D., 2012: Nachweis von *Epipactis helleborine* subsp. *orbicularis* in der Region Kalabrien (Süditalien). J. Eur. Orch. 44 (2): 337–348.
- LIPOVŠEK, M., 2001: Nekaj zanimivosti in težav pri določanju podobnih kukavičevk. Proteus 64 (3): 120–127.
- LIPOVŠEK, M., DOLINAR, B., KOSEC, J., PAUŠIČ I. & KLENOVŠEK, D., 2006: Prispevek k pregledu taksonov iz oblikovnega kroga širokolistne močvirnice (*Epipactis helleborine* s.l.). Annales p. 241–252.
- LIPOVŠEK, M., 2008: Zgodaj cvetoče močvirnice v Sloveniji. Hladnikia 22 (47).
- LIPOVŠEK, M., 2009: močvirnice (*Epipactis*) so zanimiv in zahteven rod v družini divjerastočih orhidej. Proteus 72 (4): 166–174.
- LIPOVŠEK, M., BRINOVEC, T. & BRINOVEC, M., 2017: *Epipactis helleborine* (L.) CRANTZ subsp. *moratoria* A. RIECHELMANN & A. ZIRNSACK., a new subspecies of Broad-leaved Helleborine in Slovenia. Hacquetia 16 (1): 13–18.
- LORENZ, R., 2005: Zur Artengruppe von *Epipactis helleborine* (Orchidaceae) in Südtirol (Italien). Gredleriana 5: 103–134.
- LORENZ, R., 2011: Zur Artengruppe von *Epipactis helleborine* (Orchidaceae) in Südtirol (Italien) – Supplement. Gredleriana 11: 45–70.
- MARINČEK, L., SELIŠKAR, A., VREŠ, B. & ZUPANČIČ, M., 1995: Flora in vegetacija Kamniško Savinjskih Alp - inventarizacija, raziskave, kartiranje, naravovarstvene ocene. Biološki inštitut ZRC SAZU, Ljubljana, 42 pp.
- MARTINČIČ, A. & SUŠNIK, F., 1969: Mala flora Slovenije, prva izdaja, Cankarjeva založba, Ljubljana.
- MARTINČIČ, A., WRABER, T., JOGAN, N., PODOBNIK, A., TURK, B., VREŠ, B., RAVNIK, V., FRAJMAR B., STRGULC KRAJŠEK, S., TRČAK, B., BAČIČ, T., A. FISCHER, M., ELER, K. & SURINA, B., 2007: Mala flora Slovenije, četrta izdaja, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
- MEILI-FREI, E., 1965: Cytogenetik un cytotaxonomie ein heimischer arten von *Epipactis*, *Listera*, *Neottia* Orchidaceae. Büchler: Waber.
- MOLNAR, A. & ROBATSCH, K., 1996: *Epipactis tallosii* A. MOLNAR et K. ROBATSCH spec. Nova, eine neue *Epipactis*-Art aus Ungarn.
- OGURA-TSUIJITA, Y. & YUKAWA, T., 2008: *Epipactis helleborine* shows strong mycorrhizal preference towards ectomycorrhizal fungi with contrasting geographic distributions in Japan. Mycorrhiza 18: 331–338.
- Orchideen Europas, 2019. 16.12.2019. <http://www.orchis.de>
- ÓVÁRI, M., 2019: Orchids in Zala county (Hungary). Studia bot. hung. 50 (1): 135–184.
- PAUŠIČ, I., LIPOVŠEK, M., JAKELY, D., PAVLEC, N., IVAJNŠIČ, D. & KALIGARIČ, M., 2019: Local climate and latitude affect flower form of *Ophrys fuciflora* (Orchidaceae): evidence for clinal variation. Botany Letters, 166 (4): 499–512.
- PELTEKI, N., 2014: Genetic differentiation of the *Epipactis* species (Orchidaceae) in Greece. Aristotle University of Thessaloniki. Faculty of Science. School of Biology. Postgraduate Diploma Thesis, p. 1–65.
- PERAZZA, G. & LORENZ, R., 2013: Orchidee dell'Italia nordorientale. Atlante corologico e guida al riconoscimento. Museo Civico di Rovereto, Edizioni Osiride, p. 49–68.
- PERKO, M.L., 1999: Eine für Kernten neue Orchideensippe. *Epipactis helleborine* (L.) CRANTZ subsp. *orbicularis* (RICHTER) KLEIN (Syn. *Epipactis distans* ARVET-TOUVET) (Orchidaceae). Carinthia II, 189 (109): 27–32.
- PERKO, M.L. & ROBATSCH, K., 1989: Beiträge zur Orchideenflora Kärntens. Carinthia II, Klagenfurt, 179 (99): 659–667.

- PETIT, R.J., BODÉNÈS, C., DUCOUSO, A., ROUSSEL, G. & KREMER, A., 2003: Hybridization as a mechanism of invasion in oaks. *New Phytologist* 161: 151–164.
- PRAT, D., BROWN, S.C. & GEVANDAN, A., 2014: Evolution des Neottieae, apport de la cytométrie an flux. *Cahiers De La Société Française D'orchidophilie* 8: 122–130.
- PRESSER, H., 2002: Orchideen. Die Orchideen Mitteleuropas und der Alpen. Nikol Hamburg.
- PRESSER, H., 2006: Orchideen. Die Orchideen Mitteleuropas und der Alpen. Hamburg.
- PROCHÁZKA, A., MIKITA, T. & JELÍNEK, P., 2017: The Relationship between some Forest Stand Properties and the Occurrence of Orchid is the Central Part of the Moravian Karst Protected Landscape Area.- *Acta Univ. Agriculturae Silviculturae Mendelianae Brunensis* 65 (3): 919–931.
- RAVNIK, V., 1976: Rod močvirnic – (*Epipactis*) v Sloveniji. I. del. *Proteus* 38: 371–373.
- RAVNIK, V., 1984: Orchidaceae. In: A. Martinčič & F. Sušnik: Mala flora Slovenije. Praprotnice in semenke. Državna založba Slovenije, Ljubljana, p. 747–763.
- REDL, K., 2003: Wildwachsende Orchideen in Österreich, faszinierend und schützenswert. 3. Auflage. Eigenverlag, Altenmarkt, p. 310.
- REMPICCI, M., BUONO, S., GRANSINIGH, E. & MAGRINI, S., 2015: *Epipactis helleborine* (L.) CRANTZ subsp. *orbicularis* (K. RICHT.) E. KLEIN, a new orchid for the flora of latium (Central Italy). *J. Eur. Orch.* 47 (1): 71–76.
- REWICZ, A., REWERS, M., JEDRZEJCZYK, I., REWICZ, T., KOŁODZIEJEK, J. & JAKUBSKA-BUSSE, A., 2018: Morphology and genome size of *Epipactis helleborine* (L.) CRANTZ. (Orchidaceae) growing in anthropogenic and natural habitats. *PeerJ* 6: 5992.
- RICHARDS, A.J., 1982: The influence of minor structural changes in the flower on breeding systems and speciation in *Epipactis* ZINN. (Orchidaceae). In: ARMSTRONG, J.A., POWELL, J.M., RICHARDS, A.J. eds. *Pollination and evolution*. Royal Botanic Gardens, Sydney, p. 47–53.
- RIEHELMANN, A. & ZIRNSACK, A., 2008: *Epipactis helleborine* (L.) CRANTZ subsp. *moratoria* A. RIEHELMANN & A. ZIRNSACK, eine neue *Epipactis* - Unterart aus der Nördlichen Fränkischen Alb. *Ber. Arbeitskrs. Heim. Orchid.* 25 (1): 31–58.
- ROBATSCH, K., 1991: *Epipactis norderiorum* K. ROBATSCH, spec. nova, eine neue *Epipactis*-Art aus der Steiermark. *Mitt. Abt. Bot. Landesmus. Joanneum Graz*, 20: 31–35.
- ROBATSCH, K., 1993. *Epipactis voethii* K. ROBATSCH, spec. nova, eine neue *Epipactis* – Art aus Niederösterreich. *Mitt. Abt. Bot. Landesmus. Joanneum Graz*, 21/22: 21–26.
- ROSSI, W. & KLEIN, E., 1987: Eine neue Unterart der *Epipactis helleborine* (L.) CRANTZ aus Mittelitalien: *Epipactis helleborine* (L.) CRANTZ ssp. *latina* W ROSSI & E. KLEIN subspecies nova. *Die Orchidee* 38 (2): 93–95.
- ROTTENSTEINER, W.R., 2014: Exkursionsflora für Istrien. Verl. Naturwiss. Ver. Kärnten, Klagenfurt.
- SILVESTRE, S., 1983: Numeros cromosomic osparala flora española, p. 295–300. *Lagascalia* 12: 133–135.
- SOUCHE, R., 2004: Les Orchidées sauvages de France grandeur nature. Les créations du Pélican, Vilo, Paris, 340 pp. *Société Francaise D'orchidophilie Rhone Alpes*, 20.12.2016.
<https://www.sfo-rhone-alpes.fr/index.php/les-hybrides/d-epipactis?id=688>
- SRAMKÓ, G., PAUN, O., BRANDRUD, M.K., LACZKÓ, L., MOLNÁR V, A. & BATEMAN, R.M., 2019: Iterative allogamy–autogamy transitions drive actual and incipient speciation during the ongoing evolutionary radiation within the orchid genus *Epipactis* (Orchidaceae). *Annals of Botany* 124 (3): 481–497.
- SZELĄG, Z., BERNACKI, L., PAWELEC, J., STAWOWCZYK, K. & WOLANIN, M., 2017: *Epipactis greuteri* (Orchidaceae) in Poland. *Polish Botanical Journal* 62 (1): 117–121.
- SZLACHETKO, S., 2001: Flora of Polish orchids. MULTICO Oficyna Wydawnicza, Warszawa.
- SQUIRRELL, J., HOLLINGSWORTH, P.M., BATEMAN, R.M., DICKSON, J.H., LIGHT, M.H.S., MACCONAILL, M. & TEBBITT, M.C., 2001: Partitioning and diversity of nuclear and organelle markers in native and introduced populations of *Epipactis helleborine* (Orchidaceae). *Am. J. Bot.* 88 (8): 1409–1418.
- SQUIRRELL, J., HOLLINGSWORTH, P.M., BATEMAN, R.M., TEBBITT, M.C. & HOLLINGSWORTH, M.L., 2002: Taxonomic complexity and breeding system transitions: Conservation genetics of the *Epipactis leptochila* complex (Orchidaceae). *Mol. Ecol.* 1: 1957–1964.
- TALALAJ, I. & BRZOSKO, E., 2008: Selfing potential in *Epipactis palustris*, *E. helleborine* and *E. atrorubens* (Orchidaceae). *Plant Syst Evol.* 276: 21–29.
- TAUBENHEIM, G., 1975: *Epipactis pontica*, Orchidee, Hamburg, 26 (2): 68.
- TĚŠITĚLOVA, T., TĚŠITĚL, J., JERSÁKOVA, J., ŘIHOVÁ, G. & SELOSSE, M.A., 2012: Symbiotic germination capability of four *Epipactis* species (Orchidaceae) is broader than expected from adult ecology. *Am. J. Bot.* 99 (6): 1020–1032.

- TONEJEC, M., 2012: Flora okolice kraja Jezersko (Kamniške alpe, kvadrant 9653/1). Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.
- TRANCHIDO-LOMBARDO, V., ROY, M., BUGOT, E., SANTORO, G., PÜTTSEPP, Ü., SELOSSE, M. & COZZOLINO, S., 2010: Spatial repartition and genetic relationship of green and albino individuals in mixed populations of *Cephalanthera* orchids. *Plant Biol.* 12: 659–667.
- TRANCHIDA-LOMBARDO, V., CAFASSO, D., CRISTAUDO, A. & COZZOLINO, S., 2011: Phylogeographic patterns, genetic affinities and morphological differentiation between *Epipactis helleborine* and related lineages in a Mediterranean glacial refugium. *Annals of Botany* 107: 427–436.
- TYTECA, D. & DUFRÊNE, M., 1994: Biostatistical Studies of Western European Allogamous Populations of the *Epipactis helleborine* (L.) CRANTZ Species Group (Orchidaceae). *System. Bot.* 19 (3): 424–442.
- TYTECA, D., 1995: Multivariate analyses of western European allogamous populations of *Epipactis helleborine* (L.) CRANTZ s.l., with special emphasis on *Epipactis tremolsii* PAU in southeastern France. *Ber. Arbeitskrs. Heim. Orchid.* 12 (1): 4–49.
- VERLAQUE, R., SEIDENBINDER, M. & REYNAUD, C., 1987: Recherches cytotaxonomiques sur la spéciation en région Méditerranéenne III: espèces aneuploïdes. *Biology and Medicine Journal* 10: 315–346.
- WEIJER, J., 1952: The colour differences in *Epipactis helleborine* (L.) CR. WATS. & COULT. and the selection of the genetical varieties by environment. *Genetica* 26: 1–32.
- WEINZETTL, J., 2006: Ständelwurz / *Epipactis* sowie Sommerwurz / Orobanche und Blauwürger / Phelipanche im Burgenland – Eine Bestimmungshilfe. Graz.
- WUCHERPENNING, W., 2006: Wie nützlich sind Merkmale des Habitus für die Bestimmung von *Epipactis* – Arten? – 2. *Epipactis distans* subsp. / var. *orbicularis*. *Jour. Eur. Orch.* 38 (3): 625–666.
- ZENKERT, C.A., 1949: The story of an immigrant orchid. *Hobbies* 29 (5): 93–96.
- ZHOU, T. & JIN X.H., 2018: Molecular systematics and the evolution of mycoheterotrophy of tribe Neottieae (Orchidaceae, Epidendroideae). *PhytoKeys* 94: 39–49.

Preglednica 1: Splošni morfološki znaki taksonov znotraj oblikovnega kroga širokolistne močvirnice. Table: General morphological traits of taxa within the Broad-leaved Helleborine aggregate.			
Morfološki znaki	<i>Epipactis helleborine</i> subsp. <i>helleborine</i>	<i>Epipactis helleborine</i> subsp. <i>moratoria</i>	<i>Epipactis helleborine</i> subsp. <i>minor</i>
Višina rastline	(20–)35–90(–130) cm, robustni habitus	35–70 cm, nežen habitus	(5)–20–40–(50) cm, nežen habitus
Steblo	močno; razmeroma debelo, ravno, enotno zelene barve	tanko; v spodnjem delu v nodjih ukrivljeno, pri dnu je temno rožnato, navzgor je svetlo zeleno do skoraj belo obarvano	tanko, svetlo zelene barve, v bazalnem delu lahko temno rožnato obarvano
Stebelni listi			
Število	4–9	(4–)5(–8)	
Velikost	dolžina: (4,5–)6,5–10(–15) cm, širina: (–2,5)3–6(–7,5) cm	dolžina: 7,5–12,5 cm, širina: 3,8–5,9 cm	
Značilnosti	premenjalno namešeni, po obliki: a) široko jajčasti in na vrhu zašiljeni, usmerjeni navzgor, (b) sulcičasti, +/- široki, vodoravno štrleči, poševno zapognjeni, (c) kratki, okrogli, vendar daljši od dolžine internodijev	nasprotno namešeni, lahko tudi premenjalni; pri dnu podolgovati do jajčasti, proti vrhu sulcičasti in pod socvetjem podobni krovnim listom, vodoravni do rahlo viseči, rob je rahlo do zmerno valovit, modro–zelene barve	nasprotno do premenjalno namešeni, dolgi, ozki, sulcičaste oblike, rob rahlo valovit, svetlo zelene barve
Socvetje			
Število cvetov	do 100	9–28(–40)	malo število cvetov
Velikost	dolgo, 20–40 cm	razmeroma kratko, 9–18 cm, 1/3 stebila	
Značilnosti	zgoščeno	rahlocvetno; relativno kratko, zmerno dlakavo	rahlocvetno, zmerno dlakavo
Morfologija cveta			
Pecelj	kratak, napol upognjen; svetlo zelen; pri dnu običajno različno rožnato obarvan	bolj ali manj vodoraven, temnozelen	vodoraven do usmerjen navzgor, zelen z vijoličnim nadihom
Plodnica	nekoliko viseča; hruščaste oblike	podolgovato elipsoidna, vodoravna	vodoravna ali upognjena navzgor (kot pri <i>Cephalanthera</i>)
Cvet	sotrazmerno veliki; rahlo zvonasti do široko odprti	široko odprti do rahlo kimajoč; do 10 % manjši v primerjavi z <i>E. helleborine</i>	največkrat ne povsem odprti, 14–20 % manjši v primerjavi z <i>E. helleborine</i>
Sepalni listi	zeleni do rožnati	jajčasto sulcičasti; zmeraj svetlo zeleni	svetlo zeleni do olivno zeleni; znotraj običajno rahlo rožnati
Petalna lista	belo–rožnata; koničasto jajčasti	koničasto jajčasti; belkasti do svetlo rožnati	belkasta s svetlo rožnato obrobo, do temno rožnata z izrazito žilo
Medena ustna	zelenkasto beli; skledaste oblike; znotraj rjavkast, redko rdečkast ali zelen	ovalen, znotraj srednje do temno rjav	znotraj temno rjav
Hipohil	srednje širok; žlebast	zmerno širok; žlebast	zmerno širok, žlebast
Prehod	belo do zeleno–vijoličen; širši kot daljši; srčasti; konica štrleča ali zavihana nazaj; bradavičasti grbini in osrednji greben so običajno izraziti	srčast; širši kot daljši, konica neizrazita, spodvi-hana; belkast do svetlo rožnat, grbine navadno niso prisotne ali nakazane	bel, konica spodvihana nazaj, grbine prisotne
Čas cvetenja	od julija dalje	konec julija do sredine avgusta; 2 tedna za <i>E. helleborine</i> na istem območju	začetek avgusta (Voges)
Razmnoževanje	alogamna	alogamna	alogamna
Viri	REDL 2003, LIPOVŠEK 2006, MARTINČIČ in sod. 2007, KUHELJ 2010, KRETSCHMAR 2013, DOLINAR 2015, RIECHELMANN 2015, AHO Bayern 2019	RIEHELMANN & ZIRNSACK 2008, RIECHELMANN 2015, LIPOVŠEK in sod. 2017, AHO Bayern 2018	PRESSER 2002, LETI 2003, LIPOVŠEK in sod. 2006, RIECHELMANN 2015, AHO Bayern 2018

Morfološki znaki	<i>E. helleborine</i> subsp. <i>orbicularis</i>	<i>Epipactis latina</i>	<i>Epipactis voethii</i>
Višina rastline	(15–)60(– 85) cm	35–100 cm	(20)–30–(45) cm, habitus majhen do srednje velik
Steblo	debelo; svetlo zeleno, običajno iz korenike odganja več stebel (do 20)	robustno; razmeroma debelo; spodaj golo belo–zeleno do rdečkasto, zgoraj belo poraslo z dlačicami	tanko; zeleno; zmerno dlakavo; cikcakasto do rahlo valovito
Stebelni listi			
Število	3–6(– 8)	(3)–6–9(–11)	(3)–4–7
Velikost	krajši do približno tako dolgi kot internodiji	dolžina: 5–9 cm, širina: 4–7 cm	
Značilnosti	okrogli, žličasto zapognjeni, objemajo steblo, pokončno šleči, vsi listi skoraj enako veliki	rumeno zeleni do zeleni; spodaj bolj ali manj zgoščeni; vodoravni, spodnja lista ovalna do okrogla; zgornji sulciasti, rob valovit	vodoravni, sulciasti, nekoliko v loku upognjeni nazdol, dolžina 6–10 cm, širina 1–3 cm, zeleni do rumeno-zeleni, z izrazitimi žilami
Socvetje			
Število cvetov	15–40(–70)	10–60	8–15(–30)
Velikost	1/3 višine rastline	1/3 do 1/2 stebela	
Značilnosti	vretenasto; gosto poraščeno z dlačicami	gosto; bolj enostransko	redko; bolj ali manj enostransko; gosto puhasto dlakavo
Morfoloģija cveta			
Pečelj	vijoličast ali svetlo zelen	rahlo dlakav, z vijoličnim nadihom	zelo dolg (–10 mm), enakomerno ukrivljen, rahlo dlakav in rožnato obarvan
Plodnica	skoraj gola	ozko hruškaste oblike; zelena, rahlo dlakava	dolga in vitka (7,0 x 3,6 mm); rahlo poraščena z dlačicami
Cvet	sorazmerno velik; široko odprti; vodoravno do rahlo povešavi	srednje veliki; zvonasti, podobni <i>E. helleborine</i> ; bolj obarvani; skoraj vodoravno poravnani; zvonasto do široko odprti; alogamna vrsta	majhni; zvonasti; široko odprti
Sepalni listi	belo–zeleni, s starostjo potemnjijo	rumeno-zeleni do vijoličasti	na zunanji strani zeleni, na notranji strani blede zeleni
Petalna lista	znotraj beli do temno rožnati, zunaj rožnati do svetlo rdeči; široko jajčasti	široko jajčasta, blede rožnata do vijolična	na zunanji strani blede zelena do belkasta, do rdeče obarvana, na notranji strani belkasto zelena; robovi rahlo rdečkasti, kot med njima širok (120°)
Medena ustna			
Hipohil	globok, pogosto z zažetim robom; na notranji strani temno rjav, redko zelen	spremenljive oblike (kotliček); na zunaj bel, blede zelen do rdečkast; v notranjosti zeleno–rjav do črno–rjav	globok; skledaste oblike; zunaj blede zelen; znotraj svetlo rjav–rdečkasto rjav do olivno zelen
Prehod	ozeke; žlebast (v obliki črke U)	srednje širok	razmeroma ozek
Epihil	enako dolg kot širok; vijolična črta na sredini, na bazi sta prisotni grbini, ki sta manj izraziti, pogosto svetli, osrednji greben je izrazit	okroglast do srčast; konica upognjena nazaj; belkast, zelenkast ali rožnat; na bazi sta prisotni dve rahli bradavičasti grbini, po sredini je greben	srčast; koničast, na robu valovit, konica rahlo upognjena nazaj; enako dolg kot širok, blede rožnat, grbine so plitve, neizrazite
Čas cvetenja	2–4 tedne prej kot širokolistna močvirnica	približno 4 tedne prej kot <i>E. helleborine</i>	julij, malo pred <i>E. helleborine</i>
Razmnoževanje	alogamna in avtogamna	alogamna	avtogamna
Viri	REDL 2003, LIPOVŠEK in sod. 2006, WUCHERPFEN- NIG 2006, JOGAN 2007, KUHELJ 2010, AHO Bayern 2019, OVARY 2019	LIPOVŠEK in sod. 2006, KUHELJ 2010, DOLINAR 2015, AHO–Bayern 2019	ROBATSCH 1993, REDL 2003, BATOUŠEK 2005, DELFORGE 2006, LIPOVŠEK 2008, DOLINAR 2015

Morfološki znaki	<i>Epipactis greuteri</i>	<i>Epipactis pontica</i>	<i>Epipactis muelleri</i>	<i>Epipactis norderiorum</i>
Višina rastline	srednje velika; 20–80 cm	drobna; (10–)15–20(–32) cm	vitka; srednje velika; (15–)25–40(–50) cm	srednje velika; 15–38(–50) cm
Steblo	srednje debelo do debelo; rahlo naprej in nazaj upognjeno; puhasto poraščeno	tanko; zeleno do rjavkasto; redko dlakavo	pokončno; upognjeno naprej in nazaj; spodaj zeleno	na spodnjem delu rdečkasto ali vijolično
Stebelni listi				
Število	2–4	2–4(–5)	5–7(–10)	2–3
Velikost	dolžina: 6,5–9 cm, širina: 1,5–3,5 cm	dolžina 4,5–8,5 cm, širina: 1–2,5 cm	dolžina: 3–12 cm, širina: 1,5–4 cm	/
Značilnosti	ovalne do suličasto-jajčaste oblike	ovalni do podolgovati; vodoravni do rahlo navzgor štrleči, rob listov je valovit	enakomerno porazdeljeni; zgoščeni pri dnu	okrogli, ovalni ali ovalno-suličasti; vodoravno štrleči
Socvetje				
Število cvetov	–35	5–10(–14)	(7–)10–30(–45)	5–11(–22)
Velikost	½ do ½ stebela	kratko, 1/6 do manj kot ½ stebela	¼ do ½ stebela; 5–20(–28) cm	/
Značilnosti	podolgovato, precej enostransko	redko; pogosteje enostransko poraščeno	bogato cvetoča	redko; enostransko; vreteno rahlo dlakavo
Morfologija cveta				
Peceļ	zelo dolg (–1 cm); zelen	rahlo poraščen z dlačicami; zelen	rahlo poraščen z dlačicami; svetlo zelen	škratlato do bronasto obarvan
Plodnica	vitka; podolgovata; rahlo poraščena	jajčasta do zaobljena; zelena, rahlo poraščena z dlačicami	sedeča; podolgovata	podolgovata; debelejša ob cvetenju; skoraj gola
Cvet	zvonasti; srednje veliki; široko odprti, vodoravno usmerjeni do rahlo viseči	majhni; zelenkasti; skoraj vodoravno razporejeni; viseči; avtogamna vrsta, v primeru suše tudi pojav kleistogamije	srednje veliki; zvonasto do široko odprti; vodoravno usmerjeni	razmeroma majhni; vodoravno nameščeni; pol-odprti oz. zmerno široko odprti
Sepalni listi	ovalni do jajčasti; zelenkasti, redko rahlo rožnati	podolgovato ovalni; zeleni	rumenkasto zeleni do temno zeleni	zelenkasti z rjavim poprhom
Petalna lista	belo-zelena; koničasta	manjša od sepalnih listov; svetlo zelena	svetlo zelena, redkeje rahlo rožnata	rožnata s temnejšimi žilami; zelenkasto središče
Medena ustna				
Hipohil	razmeroma velik; oblika izbočene skodelice; zunaj belkasto-zelen, znotraj zeleno-rumen do rjav	skoraj okrogel do vzdolžno ovalen; na zunanji strani zelenkasti, znotraj zelen do rjav	raven; zunaj belkasto zelen ali rahlo roza; znotraj blede do svetlo rjav, močno rdeč, rdečo rjav ali črn	okrogel in globok; znotraj svetlo do temno rjav
Prehod	širok s širokim ovrtnikom	sorazmerno širok; žlebast (v obliki črke U)	zelo širok	zelo ozek; oblika črke U; ovrtnik zmerno širok
Epihil	trikotne oblike; konica nazaj upognjena; enakomerno valoviti robovi	okrogel do prečno ovalen, krajši od širine, zeleno-bel	širši kot daljši; srčast; upognjen proti konici	kremno bel do rožnat; robovi obrnjeni navzgor
Čas cvetenja	konec julija in avgusta; pred <i>E. helleborine</i>	precej pozno; po razcvetu <i>E. helleborine</i>	konec junija do konca julija, pred <i>E. helleborine</i>	konec julija in v avgustu
Razmnoževanje	avtogamna	avtogamna (kleistogamna)	avtogamna (kleistogamna)	avtogamna
Viri	REDL 2003, DELFORGE 2006, LIPOVŠEK in sod. 2006, PETROVA & VENKOVA 2008, ARDERLEAN 2011, AHO Bayern 2019	REDL 2003, BATOUŠEK 2005, DELFORGE 2006, LIPOVŠEK in sod. 2006, DOLINAR 2015, AHO Bayern 2019	GODFERY 1921, BATOUŠEK 2005, BAUMANN & LORENZ 2005, LIPOVŠEK in sod. 2006, FATERGYA in sod. 2013, DOLINAR 2015, ARDELEAN in sod. 2018, AHO Bayern 2019	ROBATSCH 1991, REDL 2003, DELFORGE 2006, LIPOVŠEK in sod. 2006, DOLINAR 2015, HERTEL 2015, AHO Bayern 2019

PRIPOMBA UREDNIŠTVA OB OBJAVLJENEM ČLANKU »RAZNOLIKOST MORFOLOŠKIH LASTNOSTI IN TAKSONOMSKI KONCEPTI OBLIKOVNEGA KROGA ŠIROKOLISTNE MOČVIRNICE *EPIPACTIS HELLEBORINE* (L.) CRANTZ«.

Članek bralca opozarja na trenutna spoznanja posameznikov, ki se ukvarjajo z rodom močvirnic. Taki prispevki dajo vpogled v spoznanja, ki temeljijo na izkušnjah večletnih raziskav in nudijo izhodišče za nova odkritja in nove načine raziskav, morda na terenu, vsekakor pa v laboratorijih s pomočjo genetskih ali še drugačnih analiz. Prispevek lahko vzpodbudi raziskovalce drugih področij, da poiščejo odgovore, ki zanimajo tudi druge strokovnjake. Na primer vprašanje mikorize in sožitja širokolistne močvirnice z drugimi rastlinami. Prispevek je zanimiv tudi zato, ker se v rodovih orhidej postavlja vedno več vprašanj, ne samo o sistematiki, marveč tudi drugih spremembah, ki vplivajo na orhideje. Na primer klimatske spremembe, izginjanje posameznih vrst in še kaj ... Tudi zato, ker je rod močvirnic, prav v oblikovnem krogu širokolistne močvirnice, eden najbolj zapletenih v družini orhidej. Prispevek te vrste predstavlja temo, ki se pri nas redko pojavlja v revijah. Zadnji prispevki, ki se jih spomnimo v *Folia biologica et geologica* so prispevki v zvezku 56/3 (2015), posvečenem prof. dr. Vladu Ravniku ob njegovi devetdesetletnici. Enega od prispevkov o genusu *Epipactis* je napisal Stefan Hertel, o pripombah k taksonu *Epipactis norderiorum*.

Razlog za komentar je tudi ta, da pogrešamo konstruktivno kritiko že objavljenih prispevkov v naših revijah (ne samo v *Folia biologica et geologica*). Menimo, da se strokovnjaki iz posameznih področij premalo oglašajo takrat, kadar gre za botanične posebnosti ali odkritja taksonov. Avtorji tega članka in uredništvo upamo, da bo objavljeni članek rodu *Epipactis* vzpodbudil strokovno razpravo o tej zanimivi tematiki.

Uredništvo

RASTIŠČA IN ZDRUŽBE Z VRSTO *RUSCUS ACULEATUS* V JUGOZAHODNIH JULIJSKIH ALPAH (ZAHODNA SLOVENIJA)

SITES AND COMMUNITIES WITH *RUSCUS ACULEATUS* IN THE SOUTHWESTERN JULIAN ALPS (WESTERN SLOVENIA)

Igor DAKSKOBLER¹ & Marko PAVLIN²

<http://dx.doi.org/10.3986/fbg0072>

IZVLEČEK

Rastišča in združbe z vrsto *Ruscus aculeatus* v jugozahodnih Julijskih Alpah (zahodna Slovenija)

Raziskali smo nahajališča in rastišča toploljubne mediteranske vrste *Ruscus aculeatus* (bodeča lobodika) v jugozahodnem delu Julijskih Alp in ugotovili njeno razmeroma pogosto uspevanje v gričevnem in podgorskem pasu, vse do nadmorske višine 980 m. Raste večinoma na prisojnih legah, na položnih do zelo strmih in zelo kamnitih (skalnatih) rastiščih, v zelo različnih talnih tipih in rastlinskih združbah listnatih gozdov, predvsem s prevladujočimi drevesnimi vrstami *Fraxinus excelsior*, *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica* in *Ostrya carpinifolia*. Njena do zdaj najbolj severozahodna nahajališča v Sloveniji, v pionirskih gozdovih na opuščeni kmetijskih površinah v Breginjskem kotu med Borjano in Sedlom in na podornem gradivu pod grebenom Polovnika (Morizna), so domnevno mlajšega izvora. Ob podnebnih spremembah (otoplitvi) zadnjih desetletij lahko pričakujemo njeno širjenje še bolj proti goram (tudi na Bovško).

Gljučne besede: fitocenologija, fitogeografija, *Ruscus aculeatus*, Julijske Alpe, Slovenija

ABSTRACT

Sites and communities with *Ruscus aculeatus* in the southwestern Julian Alps (western Slovenia)

We examined the localities and sites of the Mediterranean thermophyte *Ruscus aculeatus* in the southwestern part of the Julian Alps and confirmed its relatively frequent occurrence in the hilly and submontane belts up to 980 m a.s.l. It occurs predominantly on sunny aspects, gentle to very steep slopes and very stony (rocky) sites, in very different soil types and plant communities of deciduous forests, mainly with predominating tree species of *Fraxinus excelsior*, *Carpinus betulus*, *Fagus sylvatica* and *Ostrya carpinifolia*. Its northernmost sites known in Slovenia are in pioneer forests on abandoned agricultural areas in Breginjski Kot between Borjana and Sedlo, and on rockslide under the Polovnik ridge (Morizna), and are presumably younger in origin. Given the climate change (warming) in the last decades it is expected to spread further into the mountains (including the Bovec region).

Key words: phytosociology, phytogeography, *Ruscus aculeatus*, Julian Alps, Slovenia

¹ Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Biološki inštitut Jovana Hadžija, Regijska raziskovalna enota Tolmin, Brunov drevored 13, SI-5220 Tolmin, igor.dakskobler@zrc-sazu.si

² Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Tolmin, Krajevna enota Bovec, revir Breginjski kot, Trg svobode 2, SI-5222 Kobariid, marko.pavlin@zgs.si

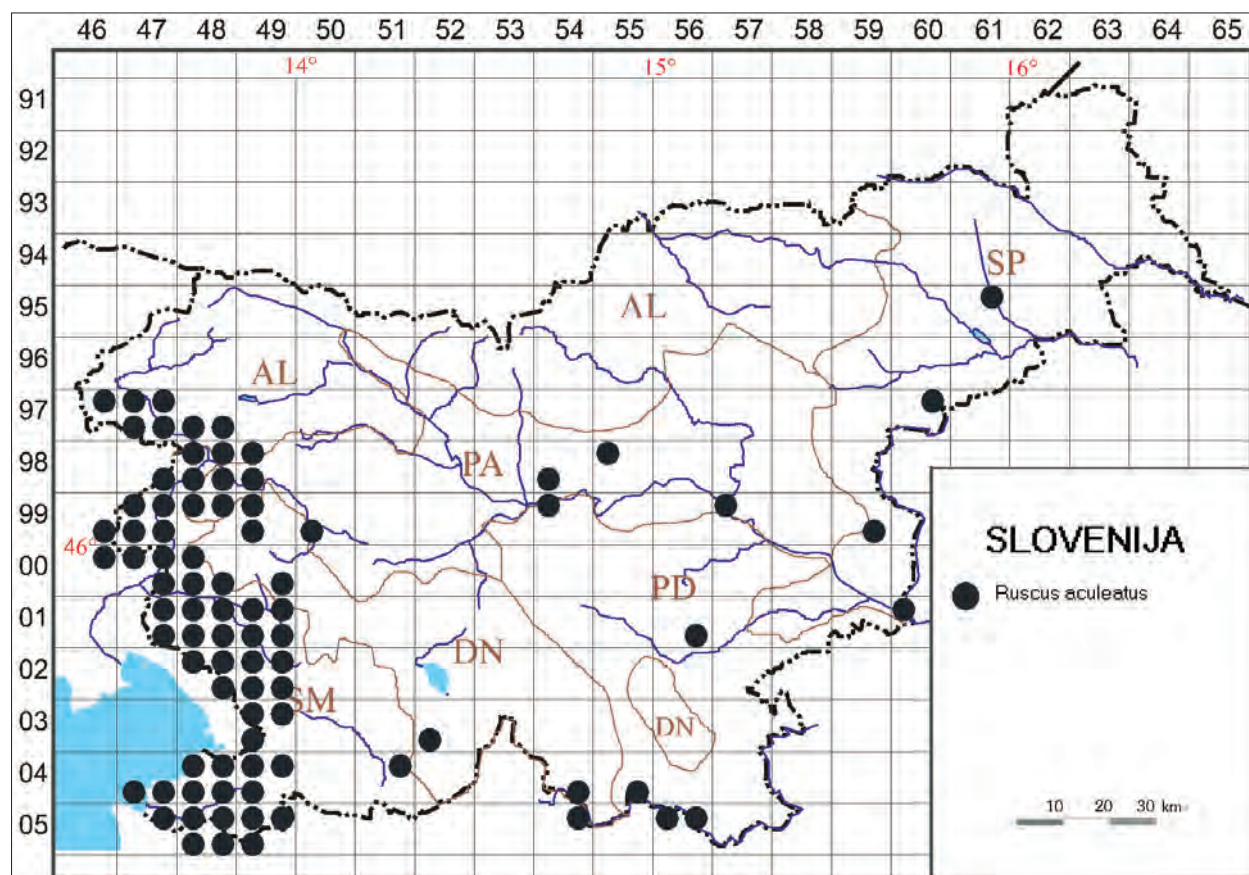
1 UVOD

Ruscus aculeatus (bodeča lobodika) je mediteranska vrsta, značilnica razreda *Quercetea ilicis*, ki v Alpah uspeva predvsem v njihovem južnem in jugozahodnem delu (AESCHIMANN et al. 2004b: 1076). Razširjenost v Sloveniji prikazuje slika 1.

Ta slika kaže na njeno bolj ali manj sklenjeno razširjenost v gričevnatem in podgorskem pasu v zahodni in jugozahodni Sloveniji: Posočje (z izjemo Bovškega in zgornjega dela dolin Bače in Idrijce), Goriška Brda, Vipavska dolina, Kras, Istra. Precej pogosta je tudi v Kolpški dolini. Posamezna nahajališča so v Brkinih, v Posavju, na Bizeljskem. Uspeva v vseh fitogeografskih območjih Slovenije (M. WRABER 1969). Nahajališča v Zgornjem Posočju so v submediteransko-predalpskem distriktu Ilirske florne province (ZUPANČIČ & VREŠ 2018).

Njena do zdaj najbolj severozahodna nahajališča v Sloveniji so v jugozahodnih Julijskih Alpah (slika 2). V tem zemljevidu nismo mogli prikazati nahajališč v najbolj južnem (jugovzhodnem) delu Julijskih Alp v doli-

ni Bače: na njenem desnem bregu so najbolj vzhodno v Klontah med Hudajužno in Koritnico, najbolj pogosta pa so ta nahajališča pod Grahovim ob Bači, v dolini Kneže in nizvodno njenega sotočja z Bačo; nad dolino Godiče, najvišje je pod Tolminskim Triglavom, Poloje, 980 m n. v.; v dolini Zadlaščice je najbolj pod gorami nahajališče nad desnim bregom te reke blizu domačije Skalnik, na nadmorski višini okoli 485 m – vir lastni podatki v podatkovni bazi FloVegSi (T. SELIŠKAR, VREŠ & A. SELIŠKAR 2003), prav tako na sliki 2 nismo prikazali nahajališč v okolici Tolmina in na desnem bregu Soče med Tolminom in Kobaridom. Tudi v italijanskem delu Julijskih Alp je ta vrsta razširjena le v njihovem prigorju (Julijske pred-Alpe), z najbolj severnim nahajališčem pod goro Kadin (Monte Cadin) v zahodnem delu grebena Muzcev (kvadrant 9645/4) – POLDINI (1991: 656, 2002: 425), GOBBO & POLDINI (2005: 242), medtem ko v prigorju Karnijskih Alp ta vrsta uspeva še bolj severno (POLDINI, ibid.).



Slika 1: Razširjenost bodeče lobodike (*Ruscus aculeatus*) v Sloveniji (dopolnjeno po JOGAN et al. 2001: 330)

Figure 1: Distribution of *Ruscus aculeatus* in Slovenia (supplemented after JOGAN et al. 2001: 330)



Slika 2: Popisana nahajališča bodeče lobodike (*Ruscus aculeatus*) v jugozahodnih Julijskih Alpah, vključno z Breginjskim kotom
 Figure 2: Recorded localities of *Ruscus aculeatus* in the southwestern Julian Alps, including Breginjski Kot

Ker so preučena nahajališča bolj ali manj blizu severne meje njenega uspevanja v tem delu njenega areala, so nas zanimala njena rastišča, združbe v katerih uspeva in ali zaradi očitnih podnebnih sprememb v

zadnjih desetletjih lahko sklepamo na njeno postopno širjenje še bolj proti severu. Podlaga za našo analizo so bili fitocenološki in floristični popisi, shranjeni v podatkovni bazi FloVegSi (T. SELIŠKAR et al., ibid.).

2 METODE

Fitocenološke in floristične popise, kjer se pojavlja tudi bodeča lobodika (*Ruscus aculeatus*), smo naredili po ustaljenih srednjevropskih metodah (BRAUN-BLANQUET 1964, JALAS & SUOMINEN 1967, NIKLFELD 1971) in jih vnesli v podatkovno bazo FloVegSi. To apli-

kacijo smo uporabili tudi pri pripravi arealnih kart (slike 1, 3 in 4). Popise v preglednici 1 smo uredili z metodo kopičenja na podlagi povezovanja (netehtanih) srednjih razdalj – “(Unweighted) average linkage clustering” – UPGMA, ob uporabi Wishartovega koeficienta

podobnosti (1-similarity ratio). Kombinirane ocene zastiranja in pogostnosti smo pretvorili v števila (1–9) – van der MAAREL (1979). Numerične primerjave smo izdelali s programskim paketom SYN-TAX (PODANI 2001). Rastline smo v skupine diagnostičnih vrst uvrstili na podlagi naših spoznanj in dela Flora alpina (AESCHIMANN et al. 2004a,b). Nomenklaturni vir za imena praprotnic in semenk je Mala flora Slovenije (MARTINČIČ et al. 2007), pri čemer pisano vilovino upoštevamo na rang uvrste *Sesleria caerulea* (L.) Ard. Nomenkla-

turni vir za imena mahov je MARTINČIČ (2003, 2011). Nomenklaturni viri za imena sintaksonov so THEURILLAT (2004), ŠILC & ČARNI (2012) in DAKSKOBLER (2015a), razen za ime razreda *Quercus-Fagetea* Braun-Blanquet et Vlieger in Vlieger 1937. Podatke o geološki podlagi povzemamo po BUSER (2009), nomenklaturu talnih tipov pa po URBANČIČ et al. (2005). Geografske koordinate popisov so določene po slovenskem geografskem koordinatnem sistemu D 48 (conca 5) po Beselovem elipsoidu in z Gauss-Krügerjevo projekcijo.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Oznaka nahajališč in rastišč vrste *Ruscus aculeatus* v jugozahodnih Julijskih Alpah

Bodeča lobodika (*Ruscus aculeatus*) v raziskovanem območju uspeva na nadmorski višini od 190 m do 980 m, torej v nižinskem, gričevnatem, podgorskem in gorskem pasu. Največ nahajališč je v gričevnatem in podgorskem pasu, na nadmorski višini od 300 m do 600 m. Geološka podlaga na nahajališčih je največkrat apnenec, pogosto s primesjo laporovca in (ali) roženca, ponekod tudi dolomita ali njihov pobočni grušč in podorno skalovje. Redkeje je matična podlaga ledeniško gradivo (morena, til), prodnati (rečni) nanosi – aluvij ter fliš in glinavec. Talni tipi so kamnišče (litosol), rendzina, rjava pokarbonatna tla, evtrična rjava tla, koluvalno-deluvialna tla in (redko) nerazvita obrečna tla. Obravnavana vrsta se torej lahko pojavlja na talnih tipih, ki se precej razlikujejo glede globine, razvitosti in vlažnosti tal. Strmina nahajališč je od 0° do 85°, najbolj pogosto pa med 15° in 35°. Prevladujejo prisojne lege (južna, jugozahodna in jugovzhodna). Površje je navadno srednje do zelo skalnato oz. kamnito. Raziskovano območje sodi v podnebni tip zmernocelinsko podnebje zahodne in južne Slovenije (OGRIN 1996). Je humidno, s povprečno letno množino padavin več kot 2000 mm (B. ZUPANČIČ 1998) in s povprečno letno temperaturo 7 °C – 9 °C (CEGNAR 1998).

Najpogostejše spremljevalne vrste, ki se v preučeni- nih združbah skupaj z bodečo lobodiko (*Ruscus aculeatus*) pojavljajo v več kot polovici naših popisov, so: *Primula vulgaris*, *Asarum europaeum* subsp. *caucasicum*, *Carex digitata*, *Vinca minor*, *Cyclamen purpurascens*, *Lathyrus vernus*, *Aconitum lycoctonum*, *Hedera helix*, *Salvia glutinosa*, *Helleborus odoratus*, *Campanula rapunculoides*, *Asplenium trichomanes*, *Anemone trifolia*, *Corylus avellana*, *Carpinus betulus*, *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus excelsior*, *Cornus mas*, *Hepatica nobilis*, *Solidago virgaurea* in *Fagus sylvatica*. Naštete vrste ka-

žejo na ugodne toplotne razmere, a vsekakor na prevladujočo vegetacijo bukovo-hrastovih gozdov iz razreda *Quercus-Fagetea*, nekatere od njih tudi na ugodne vlažnostne razmere ali na fitogeografsko območje (Jugovzhodne Alpe).

3.2 Gozdne združbe, v katerih na raziskovanem območju uspeva bodeča lobodika (*Ruscus aculeatus*)

Združbe, v katerih smo v raziskovanem območju popisali bodečo lobodiko (*Ruscus aculeatus*), za zdaj uvrščamo v naslednje asociacije (glej tudi preglednico 1): 1 *Ornithogalo pyrenaici-Fraxinetum excelsioris* (popisi 1–4 v preglednici 1): pionirski stadiji na nekdanjih kmetijskih površinah, različne stopnje v zaraščanju le teh. Edifikatorske vrste so *Fraxinus excelsior*, *Corylus avellana*, ponekod *Alnus glutinosa*, *Tilia cordata*. Potencialno so to rastišča podgorskih bukovih gozdov (prim. ČUŠIN & DAKSKOBLER 2006, DAKSKOBLER 2007a).

2 *Saxifrago petraeae-Tilietum platyphylli* (popis št. 5 v preglednici 1): netipična oblika s prevladujočo vrsto *Taxus baccata*, na pobočnem grušču na vznožju Mije v Pradolu (prim. DAKSKOBLER 2007a).

3 *Lamio orvalae-Alnetum incanae* (popisi št. 6 in 7 v preglednici 1): mešan obrečni log s prevladujočimi vrstami *Fraxinus excelsior*, *Carpinus betulus*, *Ulmus glabra*, *Alnus incana* in *Salix eleagnos*. Popis št. 6 kaže na podobnost s sestoji asociacije *Carici albae-Carpinetum betuli* (prim. DAKSKOBLER 2007b, DAKSKOBLER & ROZMAN 2013, ČUŠIN 2002).

4 *Veratro nigri-Fraxinetum excelsioris* (popisi 8–13 v preglednici 1). Popisi 11–13 kažejo na podobnost z drugotno združbo belega gabra, asociacijo *Asperulo-Carpinetum betuli* na verjetno nekoč bukovih rastiščih (prim. DAKSKOBLER 2007a, 2008).

5 *Lamio orvalae-Fagetum sylvaticae* (popisi 14–16 v preglednici 1), ekstraconalno uspevanje gorskega bukovega gozda v podgorskem pasu (prim. DAKSKOBLER 1996).

6 *Saxifrago cuneifolii-Fagetum sylvaticae* (popis 17 v preglednici 1) – prim. DAKSKOBLER (2015a).

7 *Geranio macrorrhizi-Fagetum sylvaticae* nom. prov. (popis št. 18 v preglednici 1), bukova združba na podornem skalovju, ki jo še preučujemo.

8 *Arunco-Fagetum sylvaticae* (popis št. 19 v preglednici 1) – prim. DAKSKOBLER (2015a).

9 *Ornithogalo pyrenaici-Fagetum sylvaticae* (popisi 20–27 v preglednici 1). Večja površina te bukove združbe je na prisojnim pobočju Stolovega grebena nad vasjo Staro selo (Bant). To je eno najbolj severnih ohranjenih nahajališč te sicer v glavnem v predalpsko-submediteranskem in submediteranskem delu Slovenije razširjene podgorske bukove združbe, za katero je značilna mešana (apnenčasto-flišna, apnenčasto-lapornata) ali flišna matična podlaga in evtrična rjava tla (prim. DAKSKOBLER 1996, 2013, DAKSKOBLER & SADAR 2018).

10 *Ostryo-Fagetum sylvaticae* (popisi 28–31 v preglednici 1) – opisani sestoji sodijo v geografsko varianto var. geogr. *Anemone trifolia* (Marinček, Puncer & Zupančič 1980) Poldini 1982 – prim. DAKSKOBLER (2008)

11 *Seslerio autumnalis-Ostryetum carpiniifoliae* (popis št. 32 v preglednici 1), degradacijski stadij na rastišču asociacije *Seslerio autumnalis-Fagetum* – prim. DAKSKOBLER (1991).

12 *Fraxino orni-Ostryetum carpiniifoliae* (popisi št. 33–37 v preglednici 1) – prim. DAKSKOBLER (2007c, 2015b).

13 *Ostryo-Fagetum*, degradacijski stadij s črnim gabrom (*Ostrya carpiniifolia*) – popisi 38–41 v preglednici 1.

14 *Ornithogalo-Fagetum*, pionirski stadij s črnim gabrom (*Ostrya carpiniifolia*) in lipovcem (*Tilia cordata*) – popisi 42–43 v preglednici 1.

Bodeča lobodika (*Ruscus aculeatus*) v raziskovanem območju uspeva v zelo raznolikih gozdnih združbah in v naslednjih gozdnih rastiščnih tipih (KUTNAR et al. 2012, DAKSKOBLER 2015a):

- Primorsko bukovje na flišu (natančnejše ime za ta gozdni rastiščni tip bi bilo predalpsko-primorsko in primorsko podgorsko bukovje na flišu in laporovcu)
- Alpsko-predalpsko črnogabrovje in malojesenovje
- Osojno bukovje s kresničjem
- Bukovje s klinolistnim kamnokrečem
- Alpsko-predalpsko bukovje na podornem gradivu (predlog za nov gozdni rastiščni tip)
- Predalpsko-alpsko toploljubno bukovje
- Primorsko bukovje

- Podgorsko-gorsko lipovje

- Pobočno velikojesenovje

- Gorsko obrežno sivojelševje, črnojelševje in velikojesenovje

Vrsto *Ruscus aculeatus* iz naštetih dejstev lahko le pogojno štejemo med značilnice razreda mediteranskih gozdov *Quercetea ilicis*, vsaj podrejeno je lahko tudi značilnica razreda *Querceto-Fagetea* ali vsaj reda *Quercetalia pubescenti-petraeae*. Podobno je rastišča bodeče lobodike označil POLDINI (1991) – submezofilni gozdovi.

3.3 Najbolj severozahodna nahajališča bodeče lobodike (*Ruscus aculeatus*) v slovenskem delu Julijskih Alp

Med opisanimi nahajališči in rastišči vrste *Ruscus aculeatus* v jugozahodnem delu Julijskih Alp naj izpostavimo nova nahajališča, ki jih je v zadnjih letih prvi odkril mlajši avtor (Marko Pavlin) v Breginjskem kotu in na pobočjih Polovnika (Morizne) pri Trnovem ob Soči.

3.31 Nova nahajališča v Breginjskem kotu

9746/2 (UTM 33TUM82) Slovenija: Primorska, Breginjski kot, Borjana, flišno pobočje nad kolovozom ob potoku Rakušek, pionirski gozd, *Asperulo-Carpinetum*, 470 m n. m. Det. M. Pavlin & I. Dakskobler, 21. 5. 2014, popis in fotografije avtorjev.

9746/2 (UTM 33TUM82) Slovenija: Primorska, Breginjski kot, Borjana, Rbenica, 535 m n. m., pionirski gozd črnega gabra in malega jesena. Det. M. Pavlin, 4. 4. 2015, avtorjev popis in fotografije.

9746/2 (UTM 33TUM82) Slovenija: Primorska, Breginjski kot, Borjana, opuščeno kmetijsko zemljišče nad nekdanjo šolo, 450 m n. m., pionirski gozd, leskovo grmišče. Det. M. Pavlin, 27. 3. 2016, avtorjev popis in fotografije.

9746/2 (UTM 33TUM82) Slovenija: Primorska, Breginjski kot, Borjana, Prapnik, nad cesto ki vodi proti Podbeli, 400 m n. m., leskovo grmišče s posamičnim drevjem. Det. M. Pavlin, 27. 3. 2016, avtorjev popis in fotografije.

9746/2 (UTM 33TUM82) Slovenija: Primorska, Breginjski kot, Borjana, Stražnica, 580 m n. m., pionirski gozd-grmišče. Det. M. Pavlin, 17. 4. 2020, avtorjeve fotografije (to nahajališče ni vrisano v sliki 2).

9746/2 (UTM 33TUM82) Slovenija: Primorska, Breginjski kot, Stanovišče, Brda, 460 m n. m., mejica

med dvema travnikoma. Det. M. Pavlin, 30. 3. 2016, avtorjev popis in fotografije; nad Stanoviščem, Mali breg, pionirski gozd-grmišče, veliki jesen, češnja, črni gaber, pravi kostanj, leska, 640 m n. m. Det. M. Pavlin, 24. 1. 2020, do zdaj najvišje ležeče nahajališče v Breginjskem kotu.

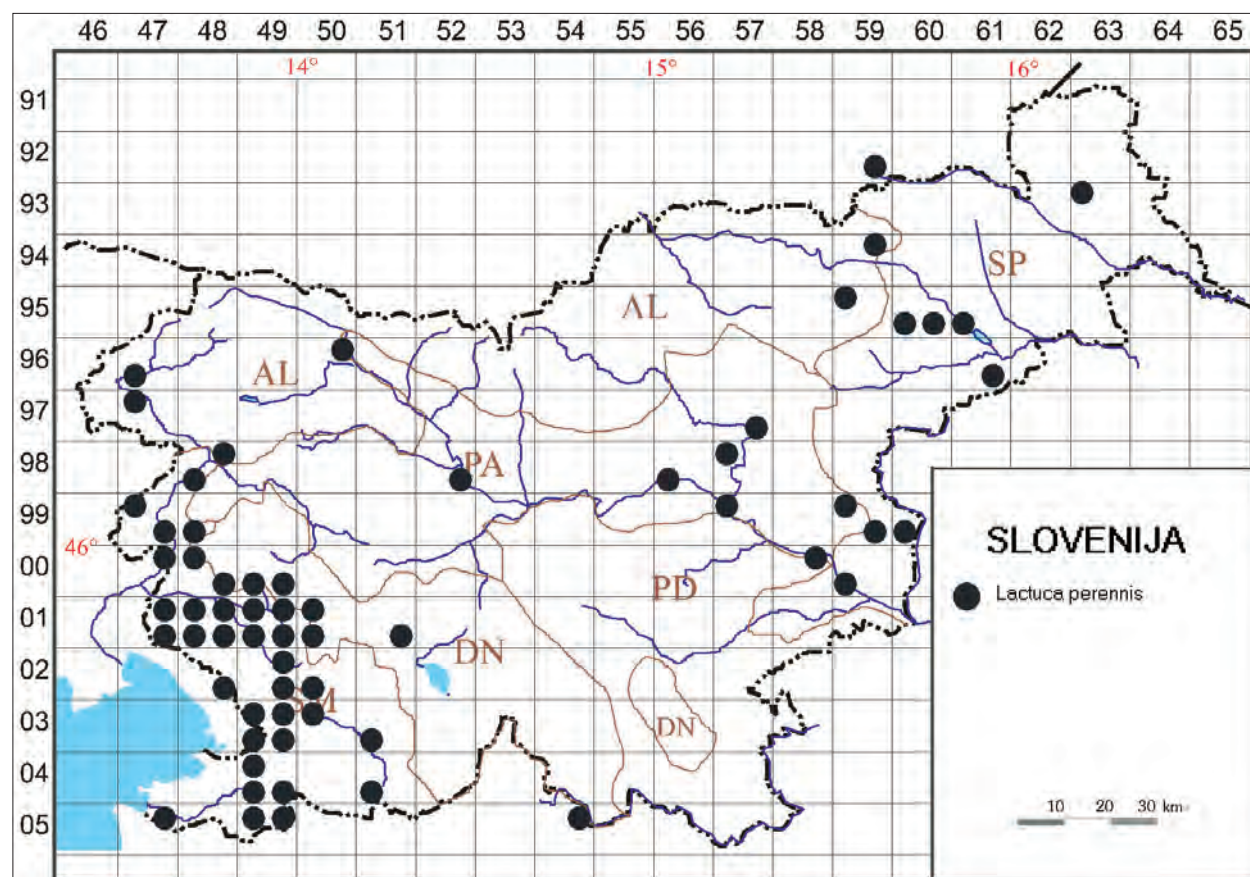
9746/2 (UTM 33TUM82) Slovenija: Primorska, Breginjski kot, Homec, nad cesto ki vodi proti Breginju, 510 m n. m., leskovo grmišče, najverjetneje subspontano nahajališče. Det. M. Pavlin, 11. 2. 2019, avtorjev popis in fotografije.

9746/2 (UTM 33TUM82) Slovenija: Primorska, Breginjski kot, Borjana, Klančič, pod kolovozom ki vodi iz spodnje Borjane proti kolesarski poti ob Nadiži, 280 m n. m., leskovo grmišče s posamičnim drevjem. Det. M. Pavlin, 27. 3. 2016, avtorjev popis in fotografije.

9746/2 (UTM 33TUM72) Slovenija: Primorska, Breginjski kot, nad vasjo Sedlo, nad cesto proti Bregi-

nju, severovzhodno od izvira Repec, pionirski gozd – grmišče velikega jesena in leske na ledeniškem gradivu, 560 m n. m. Det. M. Pavlin, 16. 1. 2020, do zdaj najbolj zahodno nahajališče v Breginjskem kotu.

Breginjski kot je floristično dobro raziskan (ČUŠIN 2006) in do zdaj znana nahajališča so bila Krasca nad Potoki in Bant nad Starim selom ter vznožje Mije med Robičem in Stupico / Stupizza oz. Pradolom. Na pobočjih Stolovega grebena in nekoliko nad dolino Nadiže dvignjeni svet med Borjano in Sedlom nima tako očitnega vpliva submediteranskega podnebja kot dolinski svet okoli Kobarida, vendar sodi v termalni pas (GAMS 1998, ČUŠIN 2006) in letno prejme veliko količino sončne svetlobe. Velika osončenost bi lahko bila eden od dejavnikov za tukajšnje uspevanje bodeče lobodike. Njena nahajališča so večinoma v mejicah, grmiščih in pionirskem gozdu, torej na nekdanjih kmetijskih povr-



Slika 3: Razširjenost trpežne ločike (*Lactuca perennis*) v Sloveniji (dopolnjeno po JOGAN et al. 2001: 214 in DAKSKOBLER & TRNKOCZY 2011)

Figure 3: Distribution of *Lactuca perennis* in Slovenia (supplemented after JOGAN et al. 2001: 214 and DAKSKOBLER & TRNKOCZY 2011)

šinah, na katerih so še pred pol stoletja kosili in pasli živino. Na nekdanjo rabo kažejo posamezna sadna drevesa kot so domača jabolana, hruška in sliva, ki rastejo na nekaterih nahajališčih, prav tako zloženo kamenje, ki razmejuje posamezne parcele. Morda se je bodeča lobodika na ta nahajališča naselila šele pred nekaj desetletji. Na petih smo opazili samo po en primerk lobodike, na štirih pa dva. V zadnjem času smo v nekaterih vaseh opazili, da domačini bodečo lobodiko gojijo kot okrasno rastlino zraven svojih domov, kar bi lahko bil dejavnik tudi za njeno subspontano širjenje s pomočjo ptičev.

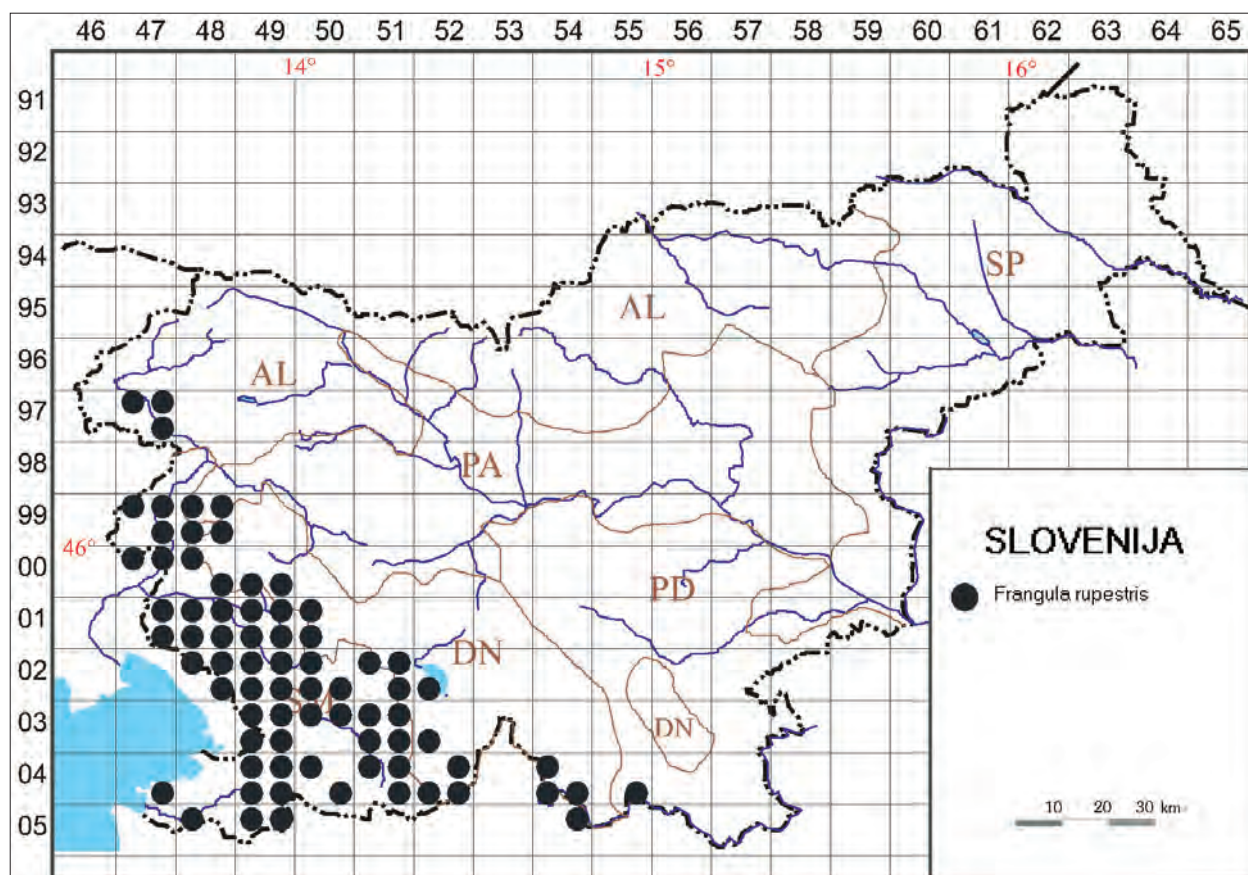
3.32 Nova nahajališča na pobočjih Stolovega grebena in Polovnika (Morizna) v dolini Soče med Kobaridom in Trnovim ob Soči

9747/1 (UTM 33TUM92) Slovenija: Primorska, dolina Soče med Kobaridom in Trnovim ob Soči, severno od Starega (Tonovcovega) gradu, 320 m n. m., ozek pas gozda med električnim daljnovodom in glavno

cesto Kobarid – Bovec. Det. M. Pavlin & M. Rakar, 2. 10. 2017.

9747/1 (UTM 33TUM82) Slovenija: Primorska, Trnovo ob Soči, Morizna, 440 m do 570 m n. m., *Ostryo-Fagetum*, *Fraxino orni-Ostryetum*, na več krajih, s precejšnjim številom primerkov. Det. M. Pavlin & M. Rakar, 17. 4. 2018 in M. Pavlin & I. Dakskobler, 30. 1. 2019, fitocenološki popisi I. Dakskobler, 10. 5. 2019.

Pri Trnovem ob Soči je vrsto *Ruscus aculeatus* prvi opazil Tone Wraber v poznih 60. letih 20. stoletja, v bližini reke (podatek je shranjen v podatkovni bazi Centra za kartografijo favne in flore, sporočila nam ga je Tinka Bačič, marec 2019). Nova nahajališča so v Morizni na vznožju Polovnikovega grebena, na območju nekdanjih skalnih odlomov in podorov, najbrž kot posledica potresov. Številni primerki so na najbolj kamnitih oz. skalnatih rastiščih tik pod ostenji ali celo v njih, v vrzelastih grmiščih črnega gabra in malega jesena (*Fraxino orni-Ostryetum*), v katerem raste tudi tisa (*Taxus bacc-*



Slika 4: Razširjenost skalne krhlike (*Frangula rupestris*) v Sloveniji (dopolnjeno po JOGAN et al. 2001: 165)
Figure 4: Distribution of *Frangula rupestris* in Slovenia (supplemented after JOGAN et al. 2001: 165)

ta). Na podornem skalovju in pobočnem grušču pod ostenji, v gozdu bukve in črnega gabra ali črnega gabra in belega gabra (*Ostryo-Fagetum*), je bodeča lobodika redkejša, s posameznimi primerki ali manjšimi skupinami. Strma do prepadna pobočja Morizne so odprta proti jugu in zelo sončna. V primerjavi z nahajališči v Breginjskem kotu so človekovi vplivi tu precej manjši (gozdna vlaka in manjša sečnja v nedavni preteklosti na spodnji meji nahajališča). V tem skalovju skupaj z bodečo lobodiko rastejo še nekatere vsaj v Sloveniji predvsem na Primorskem razširjene vrste ali očitne pokazateljice toplih rastišč kot so *Lactuca perennis* (slika 3, prim. DAKSKOBLER & TRNKOCZY 2011), *Frangula rupestris* (slika 4) in *Coronilla emerus* subsp. *emeroides* (= *C. emeroides*), a tudi vzhodnoalpski endemit *Iris pallida* subsp. *cengialti* in južnoevropska gorska vrsta *Genista*

radiata. V podobni črnogabrovi združbi smo pod Magozdom (Dolnja njiva) našli tudi vrsto *Prunus mahaleb* (a moramo ta podatek iz novembra 1998 še preveriti).

Domnevamo da omenjena nahajališča bodeče lobodike niso stara več kot nekaj stoletij, toliko kot je rabil gozd, da je porasel podorno skalovje pod skalnimi odlomi ob potresih v ne tako davnem času. V skalovje so bodečo lobodiko, podobno kot tiso, najbrž razširili ptiči. Nova nahajališča na pobočjih Morizne in v Breginjskem kotu so do zdaj najbolj severna oziroma severozahodna nahajališča bodeče lobodike v Sloveniji, a je precej verjetno, da so na prisojnih pobočjih Polovnikovega grebena tudi še bolj severno, v smeri proti Logu Čezsoškemu. Ob podnebnih spremembah (otoplitvi) v zadnjih desetletjih lahko pričakujemo širjenje te mediteranske rastline še bolj proti goram (tudi na Bovško).

4 ZAKLJUČKI

Mediterska vrsta *Ruscus aculeatus* v jugozahodnih Julijskih Alpah uspeva na nadmorski višini od 190 m do 980 m. Največ nahajališč je v gričevnatem in podgorskem pasu, na nadmorski višini od 300 m do 600 m. Uspeva na položnih do strmih, večinoma prisojnih pobočjih, redkeje na uravninah, na karbonatni in mešani (karbonatno-flišnati) geološki podlagi, tudi na rečnih nanosih, pobočnem grušču in podornem skalovju, celo v ostenjih, na inicialnih tleh (kamniščih), rendzinah, pokarbonatnih in evtričnih rjavih tleh, tudi na koluvalno-deluvilanih tleh in nerazvitih obrečnih tleh. Najpogosteje se družijo z vrstami *Primula vulgaris*, *Asarum europaeum* subsp. *caucasicum*, *Carex digitata*, *Vinca minor*, *Cyclamen purpurascens*, *Lathyrus vernus*, *Aconitum lycoctonum*, *Hedera helix*, *Salvia glutinosa*, *Hellebodus odoratus*, *Campanula rapunculoides*, *Asplenium trichomanes*, *Anemone trifolia*, *Corylus avellana*, *Carpinus betulus*, *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus excelsior*, *Cornus mas*, *Hepatica nobilis*, *Solidago virgaurea* in *Fagus sylvatica*. Našli smo jo v sestojih vsaj 12 gozdnih asociacij (najbolj pogosta je v sestojih asociacij *Ornithogalo-Fagetum*, *Ostryo-Fagetum*, *Veratro nigri-Fraxi-*

netum) in v devetih gozdnih rastiščnih tipih. Štejemo jo lahko tudi za značilnico razreda *Quercus-Fagetea* in reda *Quercetalia pubescenti-petraeae*.

Nova nahajališča v Breginjskem kotu, med Borjana in Sedlom, ki so večinoma na opučenih kmetijskih površinah, so domnevno novejšega izvora, povezana so z veliko osončenostjo prisojnih terasastih pobočij nad dolino Nadiže. Najbolj severozahodna do zdaj znana nahajališča na pobočjih Polovnika (Morizna) pri Trnovem ob Soči so na območju nekdanjih podorov, na zelo kamnitih in skalnatih rastiščih, celo v ostenjih, v sestojih asociacij *Ostryo-Fagetum* in *Fraxino-Orni-Ostryetum*. Tam bodeča lobodika ponekod raste tudi skupaj z vrstami *Taxus baccata*, *Frangula rupestris*, *Coronilla emerus* subsp. *emeroides*, *Lactuca perennis*, *Iris pallida* subsp. *cengialti* in *Genista radiata*. Tudi ta nahajališča so domnevno mlajšega izvora, iz obdobja po večjih potresih v zadnjih stoletjih in verjetno so tudi še bolj severno, v smeri proti Logu Čezsoškemu. Ob podnebnih spremembah (otoplitvi) v zadnjih desetletjih lahko pričakujemo širjenje te mediteranske rastline še bolj proti goram (tudi na Bovško).

5 SUMMARY

In the southwestern Julian Alps the Mediterranean species *Ruscus aculeatus* occurs at elevations ranging from 190 to 980 m a.s.l. Most of its localities are in the hilly and submontane belts, at elevations between 300 and 600 m. It occurs on gentle to steep slopes, mainly

on sunny aspects, rarely on levelled terrain, on calcareous and mixed (calcareous-flysch) geological bedrock, also on alluvium, slope scree and rockslide, even in rock walls, on initial soils (lithosols), rendzinas, brown soils on limestone and eutric brown soils as well as on

colluvial-delluvial soils and undeveloped alluvial soils. Most frequently it is accompanied by *Primula vulgaris*, *Asarum europaeum* subsp. *caucasicum*, *Carex digitata*, *Vinca minor*, *Cyclamen purpurascens*, *Lathyrus vernus*, *Aconitum lycoctonum*, *Hedera helix*, *Salvia glutinosa*, *Helleborus odoratus*, *Campanula rapunculoides*, *Asplenium trichomanes*, *Anemone trifolia*, *Corylus avellana*, *Carpinus betulus*, *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus excelsior*, *Cornus mas*, *Hepatica nobilis*, *Solidago virgaurea* and *Fagus sylvatica*. It was found in the stands of at least 12 forest associations (it is the most frequent in the stands of associations *Ornithogalo-Fagetum*, *Ostryo-Fagetum*, *Veratro nigri-Fraxinetum*) and in nine forest site types. It can also be treated as the character species of the class *Quercio-Fagetea* and order *Quercetalia pubescenti-petraeae*.

The new localities between Borjana and Sedlo in Breginjski Kot, which are mainly found on aban-

doned agricultural areas, are supposedly of younger origin and occur on very sunny terraced slopes above the Nadiža valley. The northwesternmost localities known on the slopes of Polovnik (Morizna) at the village of Trnovo ob Soči are in the region of rockfalls, on very stony and rocky sites, even in rock walls, in the stands of associations *Ostryo-Fagetum* and *Fraxino orni-Ostryetum*. *Ruscus aculeatus* is sometimes accompanied by *Taxus baccata*, *Frangula rupestris*, *Coronilla emerus* subsp. *emeroides*, *Lactuca perennis*, *Iris pallida* subsp. *cengialti* and *Genista radiata*. This sites too are supposedly younger, originating in the period following major earthquakes in recent centuries and are probably located northwards as well, toward Log Čezsoški. Given the climate change (warming) in the last decades this Mediterranean plant is expected to spread further into the mountains (including the Bovec region).

ZAHVALA

Dr. Branko Vreš (skrbnik podatkovne baze FloVegSi), Andrej Seliškar, Brane Anderle in Branko Dolinar so soavtorji arealnih kart (slike 1, 3 in 4). Slike 2 je za tisk pripravil Iztok Sajko. Neimenovana recenzenta sta besedilo izboljšala s strokovnimi in jezikovnimi poprav-

ki. Članek je nastal z denarno podporo Agencije Republike Slovenije za raziskovalno dejavnost (program P1-0236). Angleški prevod izvlečka in povzetka Andreja Šalamon Verbič.

6 LITERATURA – REFERENCES

- AESCHIMANN, D., K. LAUBER, D. M. MOSER & J.-P. THEURILLAT, 2004a: *Flora alpina. Bd. 1: Lycopodiaceae–Apiaceae*. Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien.
- AESCHIMANN, D., K. LAUBER, D. M. MOSER & J.-P. THEURILLAT, 2004 b: *Flora alpina. Bd. 1: Gentianaceae–Orchidaceae*. Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964: *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 3. Auf., Springer Verlag, Wien–New York.
- BUSER, S., 2009: *Geološka karta Slovenije 1: 250.000. Geological map of Slovenia 1:250,000*. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- CEGNAR, T., 1998: *Temperatura zraka*. In: Fridl, J., D. Kladnik, M. Orožen Adamič & D. Perko, D. (eds.): *Geografski atlas Slovenije. Država v prostoru in času. Državna založba Slovenije, Ljubljana*, pp. 100–101.
- ČUŠIN, B., 2002: *Pionirski gozdovi belega gabra (Carici albae-Carpinetum betuli ass. nova) na holocenskih terasah Nadiže*. Hacquetia (Ljubljana) 1 (1): 91–107.
- ČUŠIN, B., 2006: *Rastlinstvo Breginjskega kota*. Založba ZRC, ZRC SAZU, Ljubljana.
- ČUŠIN, B. & I. DAKSKOBLER, 2006: *Phytosociological analysis of pioneer woods on abandoned meadows in the Breginjski kot (western Slovenia)*. Hacquetia (Ljubljana) 5 (2): 177–191.
- DAKSKOBLER, I., 1991: *Gozd bukve in jesenske vilovine - Seslerio autumnalis-Fagetum (Ht. 1950) M. Wraber (1957) 1960 v submediteransko-predalpskem območju Slovenije*. Scopolia (Ljubljana) 24: 1–53.
- DAKSKOBLER, I., 1996: *Bukovi gozdovi Srednjega Posočja*. Scopolia (Ljubljana) 35: 1–78.
- DAKSKOBLER, I., 2007a: *Gozdovi plemenitih listavcev v Posočju. Forest of valuable broad-leaved tree species in the Soča valley (western Slovenia)*. Scopolia (Ljubljana) 60: 1–287.

- DAKSKOBLER, I., 2007b: *Fitocenološka in floristična analiza obrečnih gozdov v Posočju (zahodna Slovenija)*. *Phytosociological and floristic analysis of riverine forests in the Soča Valley (western Slovenia)*. Razprave 4. razreda SAZU (Ljubljana) 48-2: 25–138.
- DAKSKOBLER, I., 2007c: *Pioneer community with the dominant *Aurinia petraea* on the rockfall scree in the southern Julian Alps (western Slovenia)*. *Wulfenia* (Klagenfurt) 14: 105–131.
- DAKSKOBLER, I., 2008: *Pregled bukovih rastišč v Sloveniji*. Zbornik gozdarstva in lesarstva (Ljubljana) 87: 3–14.
- DAKSKOBLER, I., 2013: *Phytosociological characteristics of beech forests in the colline belt of the sub-Mediterranean region of Slovenia*. *Hrvatska misao* (Sarajevo) 17 (1) / 13 (61) nova serija sv. 46: 173–189.
- DAKSKOBLER, I., 2015a: *Phytosociological analysis of montane beech forests on steep shady slopes on mixed geological bedrock in western Slovenia*. *Folia biologica et geologica* (Ljubljana) 56 (1): 8–103.
- DAKSKOBLER, I., 2015b: *Phytosociological description of *Ostrya carpinifolia* and *Fraxinus ornus* communities in the Julian Alps and in the northern part of the Dinaric Alps (NW and W Slovenia, NE Italy)*. *Hacquetia* (Ljubljana) 14 (2): 175–247.
- DAKSKOBLER, I. & A. TRNKOCZY, 2011: *Lactuca perennis* L. *Notulae ad floram Sloveniae*. *Hladnikia* (Ljubljana) 27: 67–68.
- DAKSKOBLER, I. & A. ROZMAN, 2013: *Phytosociological analysis of riverine forests along the Sava Bohinjka, Radovna, Učja and Slatenik Rivers in northwestern Slovenia*. *Folia biologica et geologica* (Ljubljana) 54 (2): 37–105.
- DAKSKOBLER, I. & Z. SADAR, 2018: *Phytosociological description of mesophilous colline-submontane *Fagus sylvatica* and *Carpinus betulus* forests in Slovenian Istria*. *Acta Silvae et ligni* (Ljubljana) 115: 1–19.
- GAMS, I., 1998: *Vreme, sončno obsevanje in temperatura*. In: I. Gams (ed.): *Geografija Slovenije*. Slovenska matica, Ljubljana, pp. 91–119.
- GOBBO, G. & L. POLDINI, 2005: *La diversità floristica del parco delle Prealpi Giulie. Atlante corologico*. Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Biologia, Trieste.
- JALAS, J. & J. SUOMINEN, 1967: *Mapping the distribution of European vascular plants*. *Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica* (Helsinki) 43: 60–72.
- JOGAN, N., T. BAČIČ, B. FRAJMAN, I. LESKOVAR, D. NAGLIČ, A. PODOBNIK, B. ROZMAN, S. STRGULC - KRAJŠEK & B. TRČAK, 2001: *Gradivo za Atlas flore Slovenije*. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju.
- KUTNAR, L., Ž. VESELIČ, I. DAKSKOBLER & D. ROBIČ, 2012: *Tipologija gozdnih rastišč Slovenije na podlagi ekoloških in vegetacijskih razmer za potrebe usmerjanja razvoja gozdov*. *Gozdarski vestnik* (Ljubljana) 70 (4): 195–214.
- MAAREL van der, E., 1979: *Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity*. *Vegetatio* (Den Haag) 39 (2): 97–114.
- MARTINČIČ, A., 2003: *Seznam listnatih mahov (Bryopsida) Slovenije*. *Hacquetia* (Ljubljana) 2 (1): 91–166.
- MARTINČIČ, A., 2011: *Seznam jetrenjakov (Marchantiophyta) in rogovnjakov (Anthocerotophyta) Slovenije. Annotated Checklist of Slovenian Liverworts (Marchantiophyta) and Hornworts (Anthocerotophyta)*. *Scopolia* (Ljubljana) 72: 1–38.
- MARTINČIČ, A., T. WRABER, N. JOGAN, A. PODOBNIK, B. TURK, B. VREŠ, V. RAVNIK, B. FRAJMAN, S. STRGULC KRAJŠEK, B. TRČAK, T. BAČIČ, M. A. FISCHER, K. ELER & B. SURINA, 2007: *Mala flora Slovenije. Ključ za določanje praprotnic in semenk*. Četrta, dopolnjena in spremenjena izdaja. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
- NIKLFIELD, H., 1971: *Bericht über die Kartierung der Flora Mitteleuropas*. *Taxon* 20: 545–571.
- OGRIN, D., 1996: *Podnebni tipi v Sloveniji. The climate types in Slovenia*. *Geografski vestnik* (Ljubljana) 68: 39–56.
- POLDINI, L., 1991: *Atlante corologico delle piante vascolari nel Friuli-Venezia Giulia. Inventario floristico regionale*. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia & Università degli studi di Trieste, Dipartimento di Biologia, Udine.
- POLDINI, L. (s sodelovanjem G. Oriolo & M. Vidali), 2002: *Nuovo Atlante corologico delle piante vascolari nel Friuli Venezia Giulia. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia. Azienda Parchi e Foreste Regionali & Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Biologia, Udine*.
- PODANI, J., 2001: *SYN-TAX 2000. Computer Programs for Data Analysis in Ecology and Systematics. User's Manual*, Budapest.
- SELIŠKAR, T., B. VREŠ & A. SELIŠKAR, 2003: *FloVegSi 2.0. Računalniški program za urejanje in analizo bioloških podatkov*. Biološki inštitut ZRC SAZU, Ljubljana.
- ŠILC, U. & A. ČARNI, 2012: *Conspectus of vegetation syntaxa in Slovenia*. *Hacquetia* (Ljubljana) 11 (1): 113–164.
- THEURILLAT, J.-P., 2004: *Pflanzensociologisches System*. In: Aeschimann, D., K. Lauber, D. M. Moser & J.-P. Theurillat: *Flora alpina*, 3. Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien, pp. 301–313.

- URBANČIČ, M., P. SIMONČIČ, T. PRUS & L. KUTNAR, 2005: *Atlas gozdnih tal. Zveza gozdarskih društev Slovenije*. Gozdarski vestnik & Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana.
- WRABER, M., 1969: *Pflanzengeographische Stellung und Gliederung Sloweniens*. *Vegetatio* 17: 176–199.
- ZUPANČIČ, B., 1998: *Padavine*. In: Fridl, J., D. Kladnik, M. Orožen Adamič & D. Perko (eds.): *Geografski atlas Slovenije*. Država v prostoru in času. Državna založba Slovenije, Ljubljana, pp. 98–99.
- ZUPANČIČ, M. & B. VREŠ, 2018: *Phytogeographic analysis of Slovenia*. *Fitogeografska oznaka Slovenije*. *Folia biologica et geologica* (Ljubljana) 59 (2): 159–211.



Slika 5: Bodeča lobodika (*Ruscus aculeatus*) v sestoji asociacije *Ostryo-Fagetum*, Morizna. Foto: I. Dakskobler.
 Figure 5: *Ruscus aculeatus* in the stand of the association *Ostryo-Fagetum*, Morizna. Photo: I. Dakskobler.



Slika 6: Bodeča lobodika (*Ruscus aculeatus*) v mešanem pionirskem gozdu nad Borjano (Kamensko brdo). Foto: M. Pavlin.
Figure 6: *Ruscus aculeatus* in a mixed pioneer forest above Borjana (Kamensko Brdo). Photo: M. Pavlin.



Slika 7: Bodeča lobodika (*Ruscus aculeatus*) v sestoji črnega gabra in malega jesena, Morizna. Foto: I. Dakskobler.
Figure 7: *Ruscus aculeatus* in the stand of *Ostrya carpinifolia* and *Fraxinus ornus* in Morizna. Photo: I. Dakskobler.



Slika 8: Mešan gozd na pobočnem grušču (*Veratro nigri-Fraxinetum excelsioris* / *Asperulo-Carpinetum betuli*) z bodečo lo-
bodiko (*Ruscus aculeatus*), Molid pod Magozdom. Foto: I. Dakskobler.

Figure 8: Mixed forest on talus (*Veratro nigri-Fraxinetum excelsioris* / *Asperulo-Carpinetum betuli*) with *Ruscus aculeatus*,
Molid under Magozd. Photo: I. Dakskobler.

Preglednica 1: Združbe z vrsto *Ruscus aculeatus* v jugozahodnih Julijskih Alpah
Table 1: Communities with *Ruscus aculeatus* in the southwestern Julian Alps

Zaporedna številka popisa (Number of relevé)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Številka popisa v podatkovni bazi (Database number of relevé)		278318	278319	278320	278321	252315	259818	259833	210853	210857	210946	275488	275491	275492	221493	221495	221494
Avtor popisa (Author of relevé)		MPID	MPID	MP	MP	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Nadmorska višina v m (Altitude in m)		450	400	285	460	340	200	190	270	450	510	305	290	280	320	390	290
Lega (Aspect)		S	S	S	SW	NE	0	0	SW	W	S	SW	SW	0	NW	NW	NW
Nagib v stopinjah (Slope in degrees)		20	20	15	15	40	0	0	25	35	25	30	15	0-2	25	15	30
Matična podlaga (Parent material)		Mo	Mo	Mo	Mo	A	Pr	Pr	A	AR	AR	Gr	Ps	Ps	A	A	AL
Tla (Soil)		Ev	Ev	Ev	Ev	Re	Al	Al	Ko	Ko	Ko	Ko	Re	Re	Rj	Rj	Rj
Kamnitost v % (Stoniness in %)		0	0	5	5	20	0	0	80	90	40	60	90	40	30	40	30
Zastiranje v % (Cover in %)																	
Zgornja drevesna plast (Upper tree layer)	E3b	80	80	80	80	70	70	70	70	80	90	70	80	80	80	90	80
podnja drevesna plast (Lower tree layer)	E3a	.	.	.	.	40	20	20	10	5	.	10	15	10	10	10	20
Grmovna plast (Shrub layer)	E2	20	20	20	20	30	30	50	40	20	5	40	30	30	20	20	20
Zeliščna plast (Herb layer)	E1	50	60	70	80	70	90	70	40	70	90	70	80	70	80	70	80
Mahovna plast (Moss layer)	E0	0	0	0	0	20	0	10	30	30	10	2	40	30	20	10	10
Maksimalni premer dreves (Maximum tree diameter)	cm	25	25	30	30	35	30	30	50	40	40	40	40	40	60	50	45
Maksimalna višinska adresa (Maximum tree height)	m	20	15	20	20	20	20	17	28	28	22	24	24	27	28	28	25
Število vrst (Number of species)		64	38	21	36	60	87	90	81	85	69	58	61	64	80	86	66
Velikost popisne ploskve (Relevé area)	m ²	400	400	400	400	400	400	400	400	200	200	400	400	400	400	400	400
Datum popisa (Date of taking relevé)		4/20/2020	4/20/2020	7/2/2019	6/13/2019	4/30/2014	4/23/2015	4/23/2015	4/14/1999	5/25/1995	5/25/1995	5/7/2019	5/7/2019	5/7/2019	4/14/1999	4/29/1999	4/14/1999
Nahajališče (Locality)		Borjana-Pri cerkvi	Borjana-Prapnik	Borjana-Klančič-Nadiža	Stanovišče-Brda	Pradol	Mija-Nadiža	Mija-Nadiža	Magozd-Kozjak	Gabrje-Sopotnica	Gabrje-Sopotnica	Magozd-Molid	Magozd-Molid	Magozd-Molid	Magozd-Kozjak	Magozd-Kozjak	Magozd-Kozjak
Srednjeevropski kvadrant (Quadrant)		9746/2	9746/2	9746/2	9746/2	9746/4	9746/4	9746/4	9747/2	9748/3	9748/3	9747/2	9747/2	9747/2	9747/2	9747/2	9747/2
Koordinate GK Y (D-48)	m	383148	382018	382616	381498	382096	383124	382517	391822	400414	400362	391314	391275	391211	391917	391789	391810
Koordinate GK X (D-48)	m	5124739	5124345	5123986	5124242	5119177	5119203	5118882	5125072	5118652	5118698	5125417	5125424	5125408	5124706	5124528	5125028
Oznaka združbe (Sign for community)		OrFr	OrFr	OrFr	OrFr	SpT/VnFr	LoAl/CaCb	LoAi	VnFr	VnFr	VnFr	VnFr/Ac	VnFr/Ac	VnFr/Ac	LoF	LoF	LoF
Diagnostične vrste asociacij (Diagnostic species of the associations)																	
FS <i>Fraxinus excelsior</i>	E3b	2	1	2	3	2	3	3	4	4	+	1	+	1	1	.	+
FS <i>Fraxinus excelsior</i>	E3a	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	r	.
FS <i>Fraxinus excelsior</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.
FS <i>Fraxinus excelsior</i>	E2a	1	2	.	.	.	.	1	1	.	+	.	1	2	1	1	1
FS <i>Fraxinus excelsior</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+	1	1	2	1	.	.
AF <i>Lamium orvala</i>	E1	2	1	3	3	.	1	1	+	+	1	2	.	.	.	+	+
FS <i>Tilia cordata</i>	E3b	2	2	.	.	1	1	.	.	.	1	.	.	.	r	.	r
FS <i>Tilia cordata</i>	E3a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Zaporedna številka popisa (Number of relevé)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
FS <i>Tilia cordata</i>	E2b	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.
FS <i>Tilia cordata</i>	E2a	+	+	.	.	.	+	+	+	.	+	+	+	+	+	.	+
FS <i>Tilia cordata</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.
QF <i>Corylus avellana</i>	E3a	.	.	.	.	+	1	+	+	.	.	.	1	.	.	.	.
QF <i>Corylus avellana</i>	E2b	2	3	1	1	.	2	1	1	+	+	2	1	1	.	.	.
QF <i>Corylus avellana</i>	E2a	+	.	.	+	.	1	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+
AG <i>Alnus glutinosa</i>	E3b	+	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
QF <i>Taxus baccata</i>	E3	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
QF <i>Taxus baccata</i>	E2b	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
QF <i>Taxus baccata</i>	E2a	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
QF <i>Veratrum nigrum</i>	E1	.	.	.	.	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
FS <i>Carpinus betulus</i>	E3b	+	.	.	.	.	2	1	1	.	3	4	4	4	1	1	3
FS <i>Carpinus betulus</i>	E3a	.	.	.	.	+	.	1	1	1	1	.	1	1	1	+	1
FS <i>Carpinus betulus</i>	E2b	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
FS <i>Carpinus betulus</i>	E2a	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	+	.	.
FS <i>Carpinus betulus</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	+	.	1	.	.	.	.	+	.
TA <i>Phyllitis scolopendrium</i>	E1	.	+	.	.	3	+	+	2	2	1	2	3	2	1	1	1
FS <i>Fagus sylvatica</i>	E3b	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.	4	5	3
FS <i>Fagus sylvatica</i>	E3a	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.
FS <i>Fagus sylvatica</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	1	1	1
FS <i>Fagus sylvatica</i>	E2a	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	1	1	+
FS <i>Fagus sylvatica</i>	E1	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+
QP <i>Ostrya carpinifolia</i>	E3b	.	.	.	+	2	.	.	+	+	.	.	+	.	+	r	.
QP <i>Ostrya carpinifolia</i>	E3a	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	+	.	.
QP <i>Ostrya carpinifolia</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
QP <i>Ostrya carpinifolia</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
QP <i>Fraxinus ornus</i>	E3b	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
QP <i>Fraxinus ornus</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
QP <i>Fraxinus ornus</i>	E3a	.	.	.	.	1	1	.	+	+	.	+	.	.	.	.	+
QP <i>Fraxinus ornus</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	.	.	.	.
QP <i>Fraxinus ornus</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
QP <i>Sorbus aria (Aria edulis)</i>	E3b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
QP <i>Sorbus aria (Aria edulis)</i>	E3a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
QP <i>Sorbus aria (Aria edulis)</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
QP <i>Sorbus aria (Aria edulis)</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
TA Tilio-Acerion																	
<i>Ulmus glabra</i>	E3b	.	.	.	.	.	1	2	.	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Ulmus glabra</i>	E3a	.	.	.	.	+	+	1	+	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Ulmus glabra</i>	E2b	.	.	.	.	+	.	1	+	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ulmus glabra</i>	E2a	+	.	.	.	+	1	+	.	+	.	.	.	.	1	+	1
<i>Ulmus glabra</i>	E1	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	+	.	+	.	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	E3b	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	E3a	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	+	.	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	E2a	1	+	.	.	.	+	.	.	1	.	.	+	+	.	.	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	E1	.	.	.	1	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	r	.
<i>Arum maculatum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+	+	+	1	1	1	1
<i>Asperula taurina</i>	E1	.	.	2	+	.	1	.	+	.	1	1	.	+	.	+	.
<i>Juglans regia</i>	E3b	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Juglans regia</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juglans regia</i>	E2a	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.
<i>Juglans regia</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Geranium robertianum</i>	E1	+	.	.	+	+	.	.	+	+	.	+	2	.	.	+	.
<i>Polystichum aculeatum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	1	+	1
<i>Tilia platyphyllos</i>	E3b	.	+	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Tilia platyphyllos</i>	E3a	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tilia platyphyllos</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.
<i>Tilia platyphyllos</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Tilia platyphyllos</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Adoxa moschatellina</i>	E1	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	1	+	1
<i>Dryopteris affinis</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Acer platanoides</i>	E3b	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	Pr.	Fr.		
.	.	1	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	8	19	
.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	17	40
.	3	7
.	5	12
.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	+	+	.	.	.	r	.	+	+	+	1	1	25	58	
.	.	1	+	+	+	11	26
.	3	7
.	1	+	3	7
.	1	2
.	r	6	14
+	.	.	r	r	.	.	6	14
.	3	.	r	+	.	.	1	1	+	1	+	.	.	4	+	r	.	.	.	.	.	.	.	3	2	.	.	24	56
r	1	+	+	.	.	r	+	.	1	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	22	51
.	+	.	+	1	+	.	7	16
.	5	12
.	4	9
.	+	+	15	35
4	3	3	5	5	5	5	5	5	1	5	3	3	4	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	21	49
+	1	.	1	.	1	1	1	1	+	1	1	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17	40
1	1	2	1	1	1	+	1	1	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+	19	44
+	2	1	+	1	1	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+	+	+	18	42
+	1	1	1	1	1	1	2	1	1	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	17	40
1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	3	1	4	2	3	2	4	3	3	4	4	3	.	2	3	24	56	
1	+	4	9
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	3	+	.	3	7
.	1	2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	+	.	.	1	2	2	2	+	+	2	.	3	2	15	35	
.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	+	1	+	.	1	2	1	1	2	1	.	1	1	.	14	33	
+	+	.	+	.	.	.	.	+	.	.	1	1	+	1	+	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	19	44	
+	1	.	+	+	.	.	.	.	.	.	2	2	.	1	1	1	.	2	1	1	2	2	3	2	+	1	20	47	
.	1	.	+	+	.	+	+	.	.	.	2	.	r	1	.	.	.	.	1	1	.	1	1	.	.	13	30		
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	1	+	5	12	
+	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	16	
+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	+	5	12	
+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	7	16	
.	.	2	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	16
.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	16
.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	12
+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	11	26
.	.	+	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	16
.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	9
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2
.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	12
.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	10	23
.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	14
.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	23
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	23
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	12
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	2
.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	10	23
.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	7
.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	21
.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	19
.	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	8	19
r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	5
+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	9
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	12
.	.	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	9
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	14
.	r	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	14
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	5

Zaporedna številka popisa (Number of relevé)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
<i>Acer platanoides</i>	E2a	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
<i>Acer platanoides</i>	E1	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Aruncus dioicus</i>	E1	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	r
<i>Lunaria rediviva</i>	E1	.	.	.	.	.	+	+	.	1	+	.	.	.	.	.
<i>Corydalis solida</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	r	1	+
<i>Arum maculatum</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Polystichum setiferum</i>	E1	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polystichum braunii</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Stellaria montana</i>	E1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Isopyrum thalictroides</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euonymus latifolia</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tephrosieris pseudocrispa</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
AF Aremonio-Fagion																		
<i>Cyclamen purpurascens</i>	E1	.	.	+	.	+	+	+	1	+	1	+	1	
<i>Anemone trifolia</i>	E1	1	1	1	.	+	.	.	1	1	1	1	
<i>Helleborus niger</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Euphorbia carniolica</i>	E1	+	+	+	1	
<i>Cardamine trifolia</i>	E1	1	+	.	.	+	.	.	.	1	1	+	1	
<i>Geranium nodosum</i>	E1	1	1	+	+	1
<i>Daphne laureola</i>	E2a	.	.	.	.	1	+	+	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Cardamine enneaphyllos</i>	E1	.	.	.	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Knautia drymeia</i>	E1	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Omphalodes verna</i>	E1	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aremonia agrimonoides</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
EC Erythronio-Carpinion																		
<i>Primula vulgaris</i>	E1	1	.	+	2	1	1	1	+	.	+	1	+	+	+	+	1	
<i>Helleborus odorus</i>	E1	.	.	1	.	1	1	1	.	1	1	.	2	1	1	1		
<i>Crocus vernus subsp. vernus</i>	E1	1	.	.	.	.	1	1	+	.	.	.	.	+	+	+
<i>Galanthus nivalis</i>	E1	.	.	1	.	.	+	+	1	1	1	.	.	+	1	1	1	
<i>Ornithogalum pyrenaicum</i>	E1	+	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus aesculinus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Epimedium alpinum</i>	E1	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
AI Alnion incanae																		
<i>Rubus caesius</i>	E1	.	2	2	2	.	.	.	+	.	1	.	.	
<i>Petasites hybridus</i>	E1	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viburnum opulus</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alnus incana</i>	E3b	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alnus incana</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alnus incana</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Frangula alnus</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Frangula alnus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salix eleagnos</i>	E3b	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris carthusiana</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
<i>Populus nigra</i>	E3b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca gigantea</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Humulus lupulus</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Knautia drymeia subsp. intermedia</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Equisetum telmateia</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
FS Fagetalia sylvaticae																		
<i>Asarum europaeum subsp. caucasicum</i>	E1	1	.	+	.	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	+	1	
<i>Lathyrus vernus</i>	E1	+	+	.	+	+	.	1	+	+	1	+	1	
<i>Salvia glutinosa</i>	E1	1	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	+	+	r	+	.	
<i>Galeobdolon flavidum</i>	E1	.	+	2	+	+	.	+	.	1	+	+	2	+	+	+	+	
<i>Galium laevigatum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris filix-mas</i>	E1	+	+	.	+	+	+	+	+	1	1	1	+	
<i>Symphytum tuberosum</i>	E1	+	1	.	1	+	1	1	.	.	+	+	+
<i>Pulmonaria officinalis</i>	E1	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+	1	1	.	+	+	+	1
<i>Campanula trachelium</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	E1	+	.	+	+	+	.	.	.	+	+
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	E1	+	.	.	+	.	1	1	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Mercurialis perennis</i>	E1	+	1	1	.	+	1	.	.	.	1	+	.	

Zaporedna številka popisa (Number of relevé)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Viola reichenbachiana</i>	E1	.	+	.	.	.	+	+	+	.	+	+	.	.	+	1	+
<i>Neottia nidus-avis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.
<i>Melica nutans</i>	E1	.	.	.	.	.	1	+	.	+	+	.	.	+	.	+	.
<i>Prunus avium</i>	E3b	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	r	r	.
<i>Prunus avium</i>	E3a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus avium</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus avium</i>	E2a	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus avium</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Mycelis muralis</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	1
<i>Cardamine impatiens</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	+	1	1	1	1	1	.	+	+
<i>Sambucus nigra</i>	E2b	.	.	1	1	.	.	.	1	+	.	.	+	.	+	1	.
<i>Sambucus nigra</i>	E2a	+	.	+	.	.	.	.	1	+	+	.	.	.	1	1	.
<i>Euphorbia dulcis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.
<i>Sanicula europaea</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Daphne mezereum</i>	E2a	.	.	.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.	r	.	+
<i>Actaea spicata</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+
<i>Allium ursinum</i>	E1	.	.	.	.	.	2	2	.	.	4	.	.	.	.	.	.
<i>Cardamine bulbifera</i>	E1	.	.	.	.	.	1	1	.	+	1	.	.	.	.	.	.
<i>Lilium martagon</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Paris quadrifolia</i>	E1	.	.	.	.	+	1	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Corydalis cava</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	+	2	.
<i>Petasites albus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.
<i>Carex sylvatica</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Luzula nivea</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	E1	.	.	.	1	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium odoratum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	1	.
<i>Heracleum sphondylium</i>	E1	+	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Laburnum alpinum</i>	E3a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Laburnum alpinum</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Laburnum alpinum</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.
<i>Laburnum alpinum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cardamine pentaphyllos</i>	E1	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leucojum vernum</i>	E1	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myosotis sylvatica</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Circaea lutetiana</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.
<i>Polygonatum multiflorum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Lathyrus vernus subsp. flaccidus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cephalanthera damasonium</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Epipactis helleborine</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
CO <i>Carpinion orientalis</i>																	
<i>Ruscus aculeatus</i>	E2a	+	+	+	+	+	r	+	+	+	r	2	+	+	+	r	+
<i>Coronilla emerus subsp. emeroides</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asparagus tenuifolius</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sesleria autumnalis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus mahaleb ?</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Frangula rupestris</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
QP <i>Quercetalia pubescenti-petraeae</i>																	
<i>Cornus mas</i>	E3a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Cornus mas</i>	E2b	.	.	.	.	.	+	.	+	+	1	1	+	.	.	.	+
<i>Cornus mas</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cornus mas</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.
<i>Melittis melissophyllum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tamus communis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.
<i>Euonymus verrucosa</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euonymus verrucosa</i>	E2a	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Campanula persicifolia</i>	E1	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex flacca</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tanacetum corymbosum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.
<i>Clematis recta</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Convallaria majalis</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypericum montanum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Buglossoides purpureocaerulea</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	Pr.	Fr.	
+	.	.	+	.	+	+	.	+	14	33	
.	+	+	+	+	+	+	+	.	.	+	.	.	.	+	+	+	.	.	13	30	
+	+	+	+	.	.	.	+	+	.	.	12	28	
.	+	.	+	.	+	+	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	12	28
.	+	1	2	
.	+	1	2	
.	.	.	+	+	+	6	14
.	r	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	9
.	+	+	+	+	1	10	23	
.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	10	23	
.	.	.	r	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	21
.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	21	
.	.	+	.	+	+	+	8	19	
.	.	.	+	+	+	.	.	+	+	7	16	
.	.	+	7	16	
+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	14
.	3	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	12	
.	+	5	12	
+	r	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	12	
.	.	+	5	12	
.	5	12	
.	.	+	+	5	12	
.	.	.	.	+	.	.	+	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	9	
.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	9
.	+	4	9	
.	3	7	
.	3	7	
r	1	2	
.	+	1	2	
+	+	3	7	
.	.	+	1	2	
.	2	5	
.	2	5	
.	2	5	
.	2	5	
.	1	2	
.	.	+	1	2	
.	+	1	2	
.	1	2	
r	r	r	1	+	+	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	2	1	2	1	+	1	+	+	+	+	43	100		
.	+	1	1	2	1	r	+	.	.	.	7	16	
.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2	5	
.	2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	5	
.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	
.	1	2	
.	1	2	
.	1	2	
+	1	1	1	2	2	+	2	2	+	+	1	2	2	.	.	+	23	53	
.	+	1	2
.	1	2	
+	+	+	+	+	1	1	+	+	1	+	+	1	+	+	.	1	+	+	.	.	18	42	
.	1	.	.	.	.	+	+	+	1	+	+	1	1	1	.	.	+	13	30	
+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	5	
+	+	+	.	.	+	11	26	
.	.	+	+	6	14
.	1	3	7
1	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	7
.	+	r	+	.	.	.	.	.	3	7	
.	2	5	
.	+	.	.	+	2	5	
.	1	2	

Zaporedna številka popisa (Number of relevé)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Dichoropetalum schottii</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus cerris</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.
<i>Quercus pubescens</i>	E3b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus pubescens</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Viola alba</i> subsp. <i>scotophylla</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
QR <i>Quercetalia roboris</i>																	
<i>Pteridium aquilinum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus robur</i>	E3b	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus robur</i>	E1	+	+	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus petraea</i>	E3b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus petraea</i>	E3a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus petraea</i>	E2a	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus petraea</i>	E1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.
<i>Hieracium racemosum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Serratula tinctoria</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Betonica officinalis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chamaecytisus supinus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica officinalis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
QF <i>Quercio-Fagetea</i>																	
<i>Carex digitata</i>	E1	+	.	.	.	1	2	+	+	+	+	1	1	.	+	+	1
<i>Vinca minor</i>	E1	+	.	.	.	1	2	+	2	1	.	3	3	3	2	2	1
<i>Hedera helix</i>	E3a	.	.	.	.	1	1	1	+	1	+	2	+	1	.	.	1
<i>Hedera helix</i>	E2a	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hedera helix</i>	E1	1	.	.	+	+	1	1	1	+	+	+	2	+	+	+	.
<i>Hepatica nobilis</i>	E1	.	.	.	.	1	+	.	+	.	1	.	2	2	+	+	1
<i>Acer campestre</i>	E3b	.	.	2	.	.	+	.	+	.	.	+	2	1	+	.	+
<i>Acer campestre</i>	E3a	.	.	.	.	+	.	.	+	+	+	.	.	.	+	+	.
<i>Acer campestre</i>	E2b	.	.	+	+	.	+	+	.	+	.	+	.	+	.	.	1
<i>Acer campestre</i>	E2a	+	+	+	+	+	1	+	+	+	.	.	1	1	.	+	+
<i>Acer campestre</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+
<i>Aegopodium podagraria</i>	E1	1	.	3	1	.	2	2	1	+	1	+	.	.	1	+	+
<i>Clematis vitalba</i>	E3a	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.
<i>Clematis vitalba</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Clematis vitalba</i>	E2a	+	+	.	.	.	.	.	1	+	.	+	.	+	r	.	.
<i>Clematis vitalba</i>	E1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Lonicera xylosteum</i>	E2b	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lonicera xylosteum</i>	E2a	.	.	.	.	+	1	+	.	.	.	.	+	.	.	r	.
<i>Rosa arvensis</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	1	1	.	+
<i>Listera ovata</i>	E1	+	+	.	.	1	+	+	+	+	+	.	.	+	.	.	.
<i>Viola riviniana</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cruciata glabra</i>	E1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Dactylis polygama</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.
<i>Cephalanthera longifolia</i>	E1	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex montana</i>	E1	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ficaria verna</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Anemone nemorosa</i>	E1	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Anemone ranunculooides</i>	E1	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Cerastium sylvaticum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Viola mirabilis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Festuca heterophylla</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex pilosa</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Malus sylvestris</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Malus sylvestris</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lathraea squamaria</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Moehringia trinervia</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	r
<i>Pyrus pyraeaster</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crataegus laevigata</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gagea lutea</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Ulmus minor</i>	E3b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stellaria holostea</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
VP <i>Vaccinio-Piceetea</i>																	
<i>Solidago virgaurea</i>	E1	.	+	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.

Zaporedna številka popisa (Number of relevé)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Oxalis acetosella</i>	E1	.	.	.	.	+	+	+	.	+	1	.	.	+	1	1	1
<i>Aposeris foetida</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	+	+
<i>Hieracium murorum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Luzula pilosa</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+
<i>Picea abies</i>	E2b	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Luzula luzuloides</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.
<i>Picea abies</i>	E3a	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Picea abies</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Picea abies</i>	E1	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Saxifraga cuneifolia</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Maianthemum bifolium</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Abies alba</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.
<i>Homogyne sylvestris</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica urticifolia</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rosa pendulina</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
EP <i>Erico-Pinetea</i>																	
<i>Carex alba</i>	E1	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.
<i>Calamagrostis varia</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex ornithopoda</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Epipactis atrorubens</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Genista radiata</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leontodon incanus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygala chamaebuxus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Amelanchier ovalis</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aquilegia atrata</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aster amellus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Molinia arundinacea</i>	E1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rubus saxatilis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
RP <i>Rhamno-Prunetea</i>																	
<i>Crataegus monogyna</i>	E2b	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crataegus monogyna</i>	E2a	.	+	.	.	.	+	+	+	.	+	+	1	1	.	r	+
<i>Crataegus monogyna</i>	E1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euonymus europaea</i>	E2b	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euonymus europaea</i>	E2a	1	+	.	.	.	1	.	+	.	.	+	1	+	.	.	+
<i>Euonymus europaea</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	+	.	+	.
<i>Ligustrum vulgare</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ligustrum vulgare</i>	E2a	+	+	.	+	.	2	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Rubus fruticosus agg.</i>	E2a	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	1	.	.	.
<i>Cornus sanguinea</i>	E3a	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cornus sanguinea</i>	E2b	+	1	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cornus sanguinea</i>	E2a	+	.	.	.	.	1	2	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rosa canina</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhamnus catharticus</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhamnus catharticus</i>	E2a	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Berberis vulgaris</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus spinosa</i>	E2a	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Robinia pseudoacacia</i>	E3b	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Robinia pseudoacacia</i>	E3a	.	.	.	.	.	1	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.
<i>Robinia pseudoacacia</i>	E2b	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Robinia pseudoacacia</i>	E2a	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viburnum lantana</i>	E2b	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viburnum lantana</i>	E2a	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rosa glauca</i>	E2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
TG <i>Trifolio-Geranietea</i>																	
<i>Campanula rapunculoides</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	1	+	.	.	.	+
<i>Arabis turrata</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	.	r	.
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	E1	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Silene nutans</i>	E1	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viola hirta</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Allium carinatum subsp. pulchellum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calamintha sylvatica</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthericum ramosum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

DAKSKOBLER & PAVLIN: RASTIŠČA IN ZDRUŽBE Z VRSTO *RUSCUS ACULEATUS* V JUGOZHODNIH JULIJSKIH ALPAH

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	Pr.	Fr.		
+	+	11	26		
+	+	7	16		
+	.	.	+	+	+	+	5	12		
.	+	5	12		
.	.	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	9	
+	3	7		
.	1	2		
.	+	2	5		
.	.	+	3	7		
1	2	5		
+	2	5		
.	1	2		
+	1	2		
+	1	2		
.	+	1	2		
<hr/>																														
2	3	1	.	+	+	+	1	.	.	+	4	4	3	+	.	.	.	.	.	.	+	4	+	3	.	.	21	49	
+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.	.	7	16	
.	+	+	.	.	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.	6	14		
.	+	+	2	5	
.	+	+	2	5	
.	+	+	2	5	
.	+	1	2	
.	1	2	
.	1	2	
.	1	2	
.	+	1	2	
<hr/>																														
.	9	21	
+	.	.	+	.	+	+	+	.	.	.	+	+	+	+	.	+	.	+	.	.	.	+	+	21	49	
.	.	.	+	.	+	4	9	
.	2	5	
.	15	35	
.	5	12	
.	+	+	2	5
.	+	+	.	.	2	+	+	.	.	.	.	.	+	+	13	30	
.	8	19	
.	1	2	
.	6	14	
.	+	7	16	
.	5	12	
.	+	+	2	5
.	6	14	
r	+	4	9	
.	4	9	
.	3	7	
.	2	5	
.	1	2	
.	1	2	
.	1	2	
.	2	5	
.	1	2	
<hr/>																														
+	+	+	1	+	.	.	+	+	+	+	+	1	+	+	+	1	.	+	.	+	.	+	1	1	.	.	26	60		
.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	+	+	19	44
.	1	+	+	+	+	.	1	1	1	1	1	.	1	1	2	1	17	40		
.	11	26	
.	10	23	
.	8	19	
.	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	19	
.	6	14	

Zaporedna številka popisa (Number of relevé)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<i>Digitalis grandiflora</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonatum odoratum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Allium carinatum</i> subsp. <i>carinatum</i>	E1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Clinopodium vulgare</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Inula conyza</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Libanotis daucifolia</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia sylvatica</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Achillea distans</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lilium carniolicum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Valeriana wallrothii</i> (<i>V. collina</i>)	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Verbascum lychnitis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Laserpitium siler</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thalictrum minus</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia dumetorum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Iris graminea</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium umbellatum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Libanotis sibirica</i> subsp. <i>montana</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Valeriana nemorensis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thesium bavarum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
MuA Mulgedio-Aconitetea																		
<i>Aconitum lycoctonum</i>	E1	1	.	2	.	.	.	+	.	1	+	1	2	1	.	2	1	3
<i>Senecio ovatus</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	+	.	+	.	.
<i>Athyrium filix-femina</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+
<i>Aconitum angustifolium</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Milium effusum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	r	+	.
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phyteuma ovatum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veratrum album</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Senecio nemorensis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene dioica</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
EA Epilobietea angustifolii																		
<i>Fragaria vesca</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Galeopsis speciosa</i>	E1	.	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fallopia dumetorum</i>	E1	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Solidago gigantea</i>	E1	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Torilis japonica</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Eupatorium cannabinum</i>	E1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tussilago farfara</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arctium nemorosum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Solanum dulcamara</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium vulgare</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
MA Molinio-Arrhenatheretea																		
<i>Colchicum autumnale</i>	E1	1	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ajuga reptans</i>	E1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Veronica chamaedrys</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	r	.
<i>Dactylis glomerata</i>	E1	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	E1	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Erigeron annuus</i>	E1	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Achillea millefolium</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pimpinella major</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Angelica sylvestris</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa trivialis</i>	E1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium oleraceum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca rubra</i> agg.	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
FB Festuco-Brometea																		
<i>Carex humilis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ajuga genevensis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Brachypodium rupestre</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dianthus monspessulanus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Zaporedna številka popisa (Number of relevé)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Bupthalmum salicifolium</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Teucrium chamaedrys</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Genista tinctoria</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Satureja montana subsp. variegata</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bromopsis erecta</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium lucidum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Orobanche gracilis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scabiosa triandra</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stachys recta</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium verum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Inula hirta</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus bulbosus</i>	E1	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ES <i>Elyno-Seslerietea</i>																	
<i>Sesleria caerulea</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca calva</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex mucronata</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
GU <i>Galio-Urticetea, Stellarietea mediae</i>																	
<i>Glechoma hederacea</i>	E1	+	.	.	+	.	1	2	+	+	+	.	.	.	.	+	.
<i>Geum urbanum</i>	E1	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	.	+	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	.	.	.
<i>Parietaria officinalis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.
<i>Stellaria media</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	2	+	1	.	.	.
<i>Stellaria neglecta</i>	E1	2	.	.	.	.	.	.	+	+	1	.	.	.	.	.	.
<i>Viola odorata</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Galcium aparine</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cardamine hirsuta</i>	E1	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alliaria petiolata</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
TR <i>Thlaspietea rotundifolii</i>																	
<i>Hieracium bifidum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viola pyrenaica</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium porrifolium</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arabis alpina</i>	E1	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium subtriflorum</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Petasites paradoxus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium macrorrhizum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gymnocarpium robertianum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
AT <i>Asplenietea trichomanis</i>																	
<i>Asplenium trichomanes</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	1	+	+	+	+
<i>Moehringia muscosa</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.
<i>Asplenium ruta-muraria</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polypodium vulgare</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	+
<i>Campanula carnica</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.
<i>Saxifraga petraea</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Ceterach javorkeanum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Sedum maximum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Iris pallida subsp. cengialti</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium glaucum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sedum album</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lactuca perennis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Valeriana tripteris</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asplenium viride</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Selaginella helvetica</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Athamanta turbith</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium pospichalii</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene hayekiana</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
O <i>Druge vrste (Other species)</i>																	
<i>Malus domestica</i>	E3b	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Peucedanum sp.</i>	E1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Zaporedna številka popisa (Number of relevé)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ML Mahovi in lišaji (Mosses and lichens)																
<i>Isoetecium alopecuroides</i>	E0	.	.	.	.	.	.	1	2	1	.	2	.	2	1	1
<i>Anomodon viticulosus</i>	E0	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	+	1	+
<i>Anomodon attenuatus</i>	E0	.	.	.	.	.	.	1	1	+	.	+	1	+	+	.
<i>Homalothecium lutescens</i>	E0	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	1	1	+	.
<i>Ctenidium molluscum</i>	E0	.	.	.	.	+	.	2	1	.	.	.	.	+	.	+
<i>Schistidium apocarpum</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Thuidium tamariscinum</i>	E0	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+
<i>Plagiomnium undulatum</i>	E0	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	1	+	+	+
<i>Brachythecium rutabulum</i>	E0	.	.	.	.	1	.	.	1	+	1	.	1	.	.	+
<i>Polytrichum formosum</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Neckera crispa</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+
<i>Porella platyphylla</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	1
<i>Thamnobryum alopecurum</i>	E0	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+
<i>Tortella tortuosa</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Homalothecium sericeum</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhodobryum roseum</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypnum cupressiforme</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Metzgeria furcata</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Mnium sp.</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+
<i>Neckera complanata</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+
<i>Dermatocarpon miniatum</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	E0	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plagiochila porelloides</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+
<i>Peltigera canina</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.
<i>Collema cristatum</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.
<i>Plagiomnium rostratum</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Eurhynchium angustirete</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Atrichum undulatum</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Climacium dendroides</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Homalothecium philippeanum</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Rhytidium rugosum</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Preissia quadrata</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bryum capillare</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Legenda - Legend

MP Marko Pavlin

ID Igor Dakskobler

A Apnenec - Limestone

D Dolomit-Dolomite

G Glinavec - Claystone

Fl Fliš - Flysch

L Laporovec - Marlstone

Mo Morena (Til) - Moraine (Till)

R Roženec - Chert

Gr Grušč - Debris

Pr Prod - Gravel (Alluvium)

Ps Podorno skalovje - Rockslide

Al Obrečna tla - Alluvial soil

Ev Evtrična rjava tla - Eutric brown soil

Li Kamnišče - Lithosol

Ko Koluvialno-deluvialna tla - Colluvial-delluvial soil

Re Rendzina - Rendzina

Rj Rjava pokarbonatna tla - Brown soil on limestone

 OrFr *Ornithogalo-Fraxinetum excelsioris*

 SpT *Saxifraga petraeae-Tilietum platyphylli*

 VnFr *Veratro nigri-Fraxinetum excelsioris*

 LoAi *Lamio orvalae-Alnetum incanae*

 CaCb *Carici albae-Carpinetum betuli*

 AC *Asperulo-Carpinetum betuli*

 ScF *Saxifraga cuneifolii-Fagetum*

 ArF *Arunco-Fagetum*

 GmF *Geranio macrorrhizi-Fagetum* nom. prov.

 LoF *Lamio orvala-Fagetum*

 OrFa *Ornithogalo-Fagetum*

 OrFa-OcTc *Ornithogalo-Fagetum*, pionirski stadij / pioneer stage

 Ostrya *carpinifolia-Tilia cordata*

 SaO *Seslerio autumnalis-Ostryetum*

 SF *Seslerio autumnalis-Fagetum*

 OF *Ostryo-Fagetum*

 OF deg. - *Ostryo-Fagetum*, degradacijski stadij / degradation stage

 OT deg. *Ostryo-Tilietum*, degradacijski stadij / degradation stage

 OFO *Fraxino orni-Ostryetum*

Pr. Prezenca - število popisov, v katerih se pojavlja vrsta (Number of relevés in which the species is presented)

Fr. Frekvenca v % - Frequency in %

? Določitev je treba preveriti /Determination should be examined

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	Pr.	Fr.	
1	2	1	.	+	.	.	+	.	+	.	2	1	1	1	.	+	.	1	.	+	.	.	+	.	.	.	21	49	
.	2	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	1	1	.	1	1	+	1	1	.	1	1	1	.	.	19	44	
.	2	.	.	+	+	.	+	.	+	.	1	+	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	17	40	
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+	1	+	.	.	.	+	+	1	+	1	+	.	.	16	37	
1	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	13	30	
.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	1	1	+	+	.	+	1	.	.	.	12	28	
+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	21
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	19
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	16
+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	5	12
.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	12
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	5	12
+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	12
+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.	5	12
.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	4	9
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	4	9
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	7
+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	7
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	7
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	3	7
.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	5
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	5
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	5
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	5
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2

SITES OF *LOMELOSIA GRAMINIFOLIA* (*SCABIOSA GRAMINIFOLIA*) ON THE NORTHEASTERNMOST KNOWN LOCALITY IN THE ALPS

RASTIŠČA VRSTE *LOMELOSIA GRAMINIFOLIA* (*SCABIOSA GRAMINIFOLIA*) NA NAJBOLJ SEVEROVZHODNEM ZNANEM NAHAJALIŠČU V ALPAH

Igor DAKSKOBLER¹ & Amadej TRNKOCZY²

<http://dx.doi.org/10.3986/fbg0073>

ABSTRACT

Sites of *Lomelosia graminifolia* (*Scabiosa graminifolia*) on the northeasternmost known locality in the Alps

We studied the sites of *Lomelosia graminifolia* on its newly discovered, northeasternmost locality in the Alps, at the Sravnik ravine in the Trenta Valley. Individual specimens or smaller groups grow in the ravine itself or on the sunny slopes nearby at 520 to 810 m a.s.l. on gravelly and rocky sites with shallow initial soils. The communities in which it occurs can be classified into two associations. The stands on scree slopes were classified into the association *Stipetum calamagrostis*. The stands on gravelly grasslands were compared with similar, previously described communities in the Southern and Southeastern Alps. In view of obvious floristic and ecological differences between them we described a new association – *Aquilegio einseleanae-Caricetum mucronatae*.

Key words: phytosociology, synsystematics, *Lomelosia graminifolia*, *Stipetum calamagrostis*, Julian Alps, Triglav National Park, Slovenia

IZVLEČEK

Rastišča vrste *Lomelosia graminifolia* (*Scabiosa graminifolia*) na najbolj severovzhodnem znanem nahajališču v Alpah

Preučili smo rastišča vrste *Lomelosia graminifolia* na njenem novo odkritem najbolj severovzhodnem nahajališču v Alpah, v grapi Sravnik v dolini Trente. Tam posamezni primerki ali manjše skupine rastejo v sami grapi ali na prisojnih pobočjih ob njej na nadmorski višini od 520 m do 810 m na gruščnatih in skalnatih rastiščih s plitvimi inicialnimi tlemi. Združbe, v katerih uspeva, lahko uvrstimo v dve asociaciji. Sestoje na meliščih smo uvrstili v asociacijo *Stipetum calamagrostis*. Sestoje na gruščnatih traviščih smo primerjali s podobnimi že opisanimi združbami v Južnih in Jugovzhodnih Alpah in na podlagi očitnih florističnih in ekoloških razlik med njimi opisali novo asociacijo *Aquilegio einseleanae-Caricetum mucronatae*.

Ključne besede: fitocenologija, sinsistematika, *Lomelosia graminifolia*, *Stipetum calamagrostis*, Julijske Alpe, Triglavski narodni park, Slovenija

¹ Scientific Research Centre of the Slovenian Academy of Sciences and Arts, Institute of Biology, Regional unit Tolmin, Brunov drevored 13, SI-5220 Tolmin, igor.dakskobler@zrc-sazu.si

² Trenta 2b, SI-5232 Bovec, amadej.trnkoczy@siol.net

1 INTRODUCTION

Lomelosia graminifolia (L.) Greuter & Burdet (syn. *Scabiosa graminifolia* L.) is a south-European montane species, a character species of the class *Festuco-Brometea* (AESCHIMANN et al. 2004b: 424). It is distributed in the southern and southwestern part of the Alps, with Slovenia in the easternmost part of its distribution area. It is frequent in northeastern Italy, in the region Friuli-Venezia Giulia (POLDINI 2002: 300), but has not been reported for Austria (FISCHER et al. 2008: 814). The map of its distribution area in Slovenia was published by JOGAN et al. (2001: 341), but with a number of localities that do not have a known source. SURINA (2005: 342–343) assumed they were probably misreported and listed most of the localities known and confirmed by then, which were later reported (without the Snežnik Mountains) also by T. WRABER (2007: 501). The distribution map in Figure 1 shows the lo-

calities in the Julian Alps: the new locality in the Trenta Valley, which is the northeasternmost locality so far in the Alps in general and will be discussed below; the locality at the gravel site at Čezsoča (quadrant 9647/3: relevé B. Vreš, A. Seliškar, I. Dakskobler, 10/8/1995, reported by DAKSKOBLER et al. 1996); localities in Bohinj (older sources for these localities were reported by SURINA, *ibid.*, more recent confirmations were made by B. Anderle, B. Zupan, I. Dakskobler, FloVegSi database); in Breginjski Kot (first published by ČUŠIN 2001: 13) and above the Tolminka valley (first published by DAKSKOBLER 1996: 392); and localities outside the Alps: along the Soča River at Solkan (more recently confirmed by A. Seliškar, I. Dakskobler, D. Rojšek, FloVegSi database); on the southern slopes of the Trnovski Gozd Plateau (recently confirmed by E. Mayer, E. Velikonja, B. Vreš, I. Dakskobler, FloVegSi

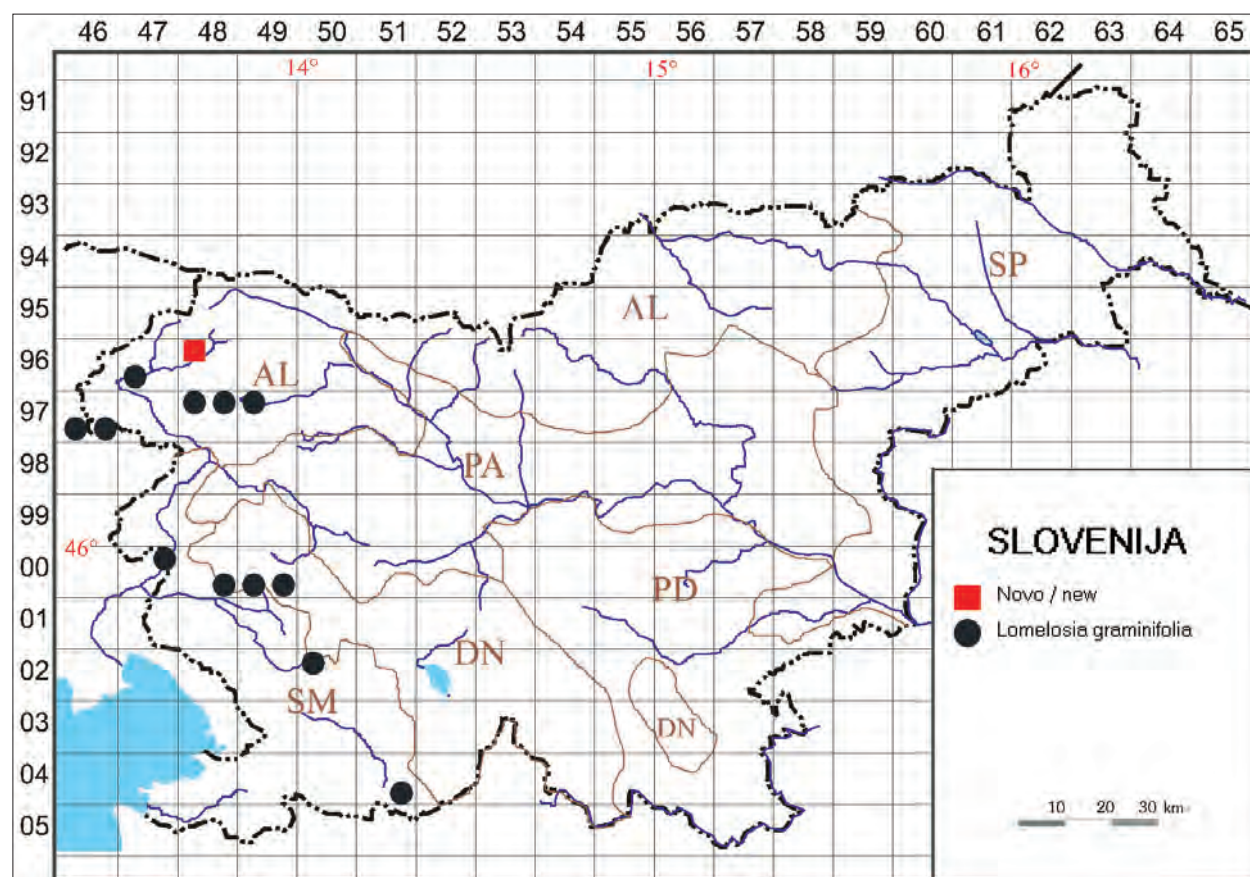


Figure 1: Distribution of *Lomelosia graminifolia* (*Scabiosa graminifolia*) in Slovenia (FloVegSi database, only the data confirmed in last three decades were taken into account)

Slika 1: Razširjenost vrste *Lomelosia graminifolia* (*Scabiosa graminifolia*) v Sloveniji (podatkovna baza FloVegSi, upoštevani so zgolj preverjeni podatki s potrditvami v zadnjih tridesetih letih)

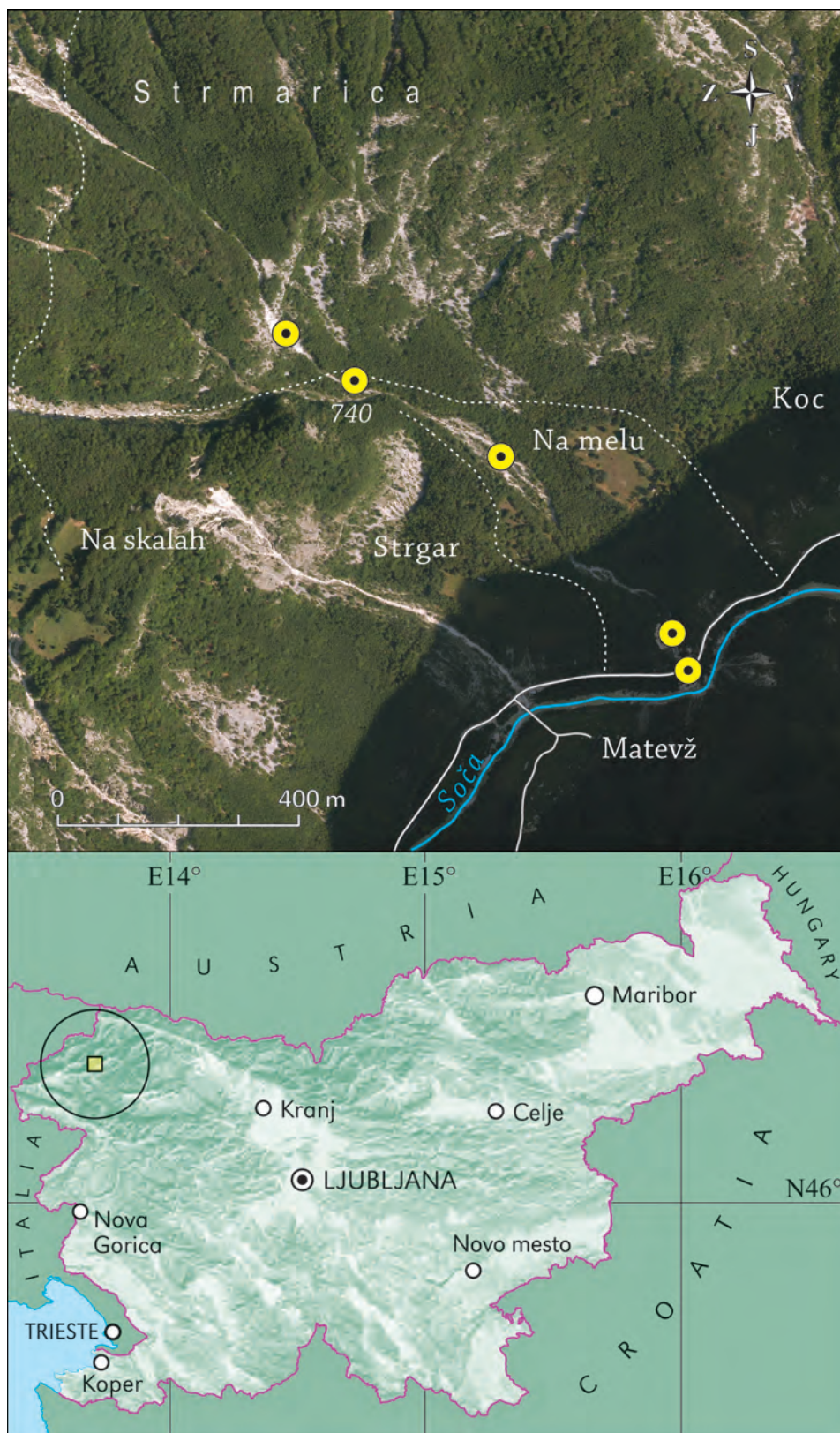


Figure 2: Localities of *Lomelosia graminifolia* in Spodnja Trenta, on scree and rocky sites at the ravine of Srvnik
 Slika 2: Nahajališča vrste *Lomelosia graminifolia* v Spodnji Trenti, na grušču in skalovju ob grapi Srvnik

database); Nanos Plateau (more recently confirmed by I. Dakskobler, B. Surina, M. Blokar, FloVegSi database) and the Snežnik Mountains (SURINA 2005).

There is not much data available on the communities in which *Lomelosia graminifolia* occurs in Slovenia and immediate vicinity. POLDINI (1978) found it under Mt. Čaven in the stands of associations *Phyteumato columnae-Potentilletum caulescentis* and *Genisto sericeae-Caricetum mucronatae*. Along the Soča River at Solkan it was recorded in a stand of the association *Phyteumato-Paederotetum luteae* nom. prov. (DAKSKOBLER, MARTINČIČ & ROJŠEK 2014). SURINA (2005) recorded it under Mt. Snežnik on the fringes of secondary *Pinus nigra* stands, on scree slopes from the alliance *Peltarion alliaceae* and in the stands of the association *Genisto sericeae-Seslerietum juncifoliae*; it was recorded in the same community also on Mt. Nanos (SURINA and BLOKAR, relevé 13/9/2003, unpublished). Under Mt. Čaven it was recorded also in the secondary black pine forest (*Pinetum nigrae* s. lat.) that developed as this tree species spread sub-spontaneously from nearby plantations. Above the Tolminka valley it was described also

in the stand of the association *Cytisantho-Ostryetum* (Dakskobler, 22/10/1998, unpublished), whereas POLDINI & VIDALI (1999) reported it from the neighbouring Friuli in the stands of the association *Ostryo carpiniifoliae-Fraxinetum orni* (*Fraxino orni-Ostryetum*). FEOLI CHIAPELLA & POLDINI (1993) identified it as the character or differential species of the suballiance *Centaureion dichroanthae* and list it in the phytosociological table of the association *Centaureo dichroanthae-Globularietum cordifoliae*. POLDINI & MARTINI (1993, appendix) list this species as rare (sporadic) in the stands of the association *Stipetum calamagrostis*.

In his research of the vegetation along the Soča River in the gorge Matevževa Tesen (Matevž's gorge) in Spodnja Trenta one of the authors (Amadej Trnkoczy) found it in the bed of the ravine of Sravnik, just before it ends in the Soča, as well as higher uphill. On a subsequent visit the authors found several more localities and made altogether seven phytosociological relevés that will help us to describe the northeasternmost localities of *Lomelosia graminifolia* in Slovenia and the Alps in general.

2 METHODS

Floristic and phytosociological relevés of *Lomelosia graminifolia* (for now, its Slovenian name remains *travnolistni grintavec*) in the Trenta Valley and above the Tolminka valley were made using the standard Central-European methods (EHRENDORFER & HAMANN 1965, JALAS & SUOMINEN 1967, BRAUN-BLANQUET 1964) and were entered into the FloVegSi database (T. SELIŠKAR, B. VREŠ & A. SELIŠKAR 2003). This application (and the data stored therein) was used also for its distribution map in Slovenia (Figure 1). Phytosociological relevés were arranged in Table 1 based on the results of hierarchical classification. We used the programme package SYN-TAX (PODANI 2001), unweighted pair-group method with arithmetic mean (UPGMA) and similarity coefficient 1–similarity ratio (complement of Wishart's similarity ratio). Combined cover-abundance values were converted into the ordinal scale 1 to 9 (van der MAAREL 1979). The same method was used also in the comparison of three sim-

ilar stony grassland communities in the Southern and Southeastern Alps. The nomenclatural source for the names of vascular plants is Mala flora Slovenije (MARTINČIČ et al. 2007), except for *Epilobium dodonaei* Vill. (instead of *Chamerion dodonaei* (Vill.) Holub), *Lomelosia graminifolia* (L.) Greuter & Burdet (instead of *Scabiosa graminifolia* L.), *Molinia arundinacea* Schrank (instead of *M. caerulea* (L.) Moench subsp. *arundinacea* (Schrank) K. Richt.) and *Sesleria caerulea* (L.) Ard. (instead of the taxon *Sesleria caerulea* (L.) Ard. subsp. *calcaria* (Opisz) Čelak. ex Hegi). The nomenclatural source for the names of mosses is MARTINČIČ (2003, 2011), and THEURILLAT (2004) and ŠILC & ČARNI (2012) for the names of syntaxa. Phytosociological groups (= groups of diagnostic species) were determined based on the Flora alpina (AESCHMANN et al. 2004 a,b), while taking into account our own findings.

3 RESULTS

3.1 Description of the new locality in Trenta

9648/1 (UTM 33TVM03) Slovenia: Primorska, Trenta, Spodnja Trenta, the bottom of the ravine Sraunik on the right bank of the Soča immediately under the road, on the spot with running torrential waters. The locality is situated high above the maximum possible water level of the Soča, 520 m a.s.l. Leg. & det. A. Trnkoczy, 13/7/2019; all other localities are in the bed of the ravine (known also as the Skokar ravine), on gravel, at 555 m a.s.l. (det. A. Trnkoczy, 12/8/2019) and 660 m a.s.l. (det. A. Trnkoczy & I. Dakskobler, 20/9/2019), on rocks in this ravine at 740 a.s.l., and in a rock gully of the side leg of the ravine at 810 m a.s.l. (det. A. Trnkoczy & I. Dakskobler, 20/9/2019). The number of identified specimens was low, altogether about 20.

All of the localities are on sunny (southern, south-eastern) aspects, on initial soils, lithosols. Relevés were made for all the localities. In addition to the relevés with the studied species our phytosociological table includes also two relevés that were made on very similar sites along the same ravine, but have no identified specimens of *Lomelosia graminifolia*. One relevé was made on gravel and the other on rocks. Table 1 also comprises two relevés from the Tolminka valley, one from the end of the valley on a scree slope under mountain pasture Dobrenjščica (Za Steno), 780 m a.s.l., and one from Žlebič above mountain pasture Prodi, at 790 m a.s.l. These two localities were briefly described more than two decades ago (DAKSKOBLER 1996: 392), when we classified these stands into the association *Centaureo dichroanthae-Globularietum cordifoliae*.

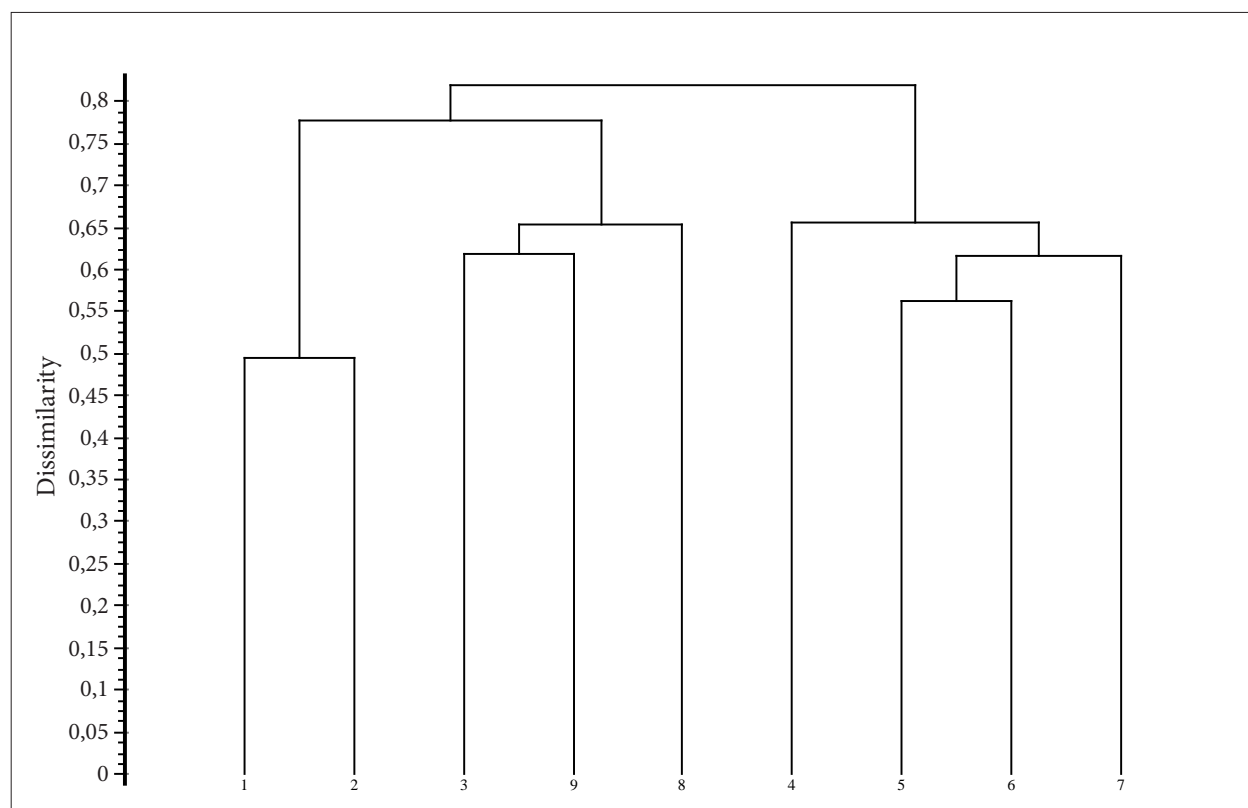


Figure 3: Dendrogram of stony and scree sites with *Lomelosia graminifolia* in Spodnja Trenta and in the gable end of the Tolminka valley (UPGMA, 1- similarity ratio)

Slika 3: Dendrogram kamnitih in gruščnatih rastišč z vrsto *Lomelosia graminifolia* v Spodnji Trenti in v zatrepu doline Tolminke (UPGMA, komplement Wishartovega koeficienta podobnosti)

3.2 Classification of recorded stands into the syntaxonomic system

Relevés in Table 1 formed two groups (Figure 3). Five relevés on the left side of the dendrogram indicate a stony grassland on initial soil, and the four relevés on the right indicate a scree community. The second group, relevés 6–9 in Table 1 (relevés 4, 5, 6, and 7 in Figure 3), with dominating *Achnatherum calamagrostis* (syn. *Stipa calamagrostis*) can be classified into the association *Stipetum calamagrostis* Br.-Bl. 1918. This association has not yet been sufficiently studied in Slovenia. The phytosociological table titled “*Stipa calamagrostis*–association” was published by AICHINGER (1933: 40–43) and comprises relevés that were made mainly in the Austrian part of the Karavanke Mountains. AICHINGER (ibid.) identified the following character species of the association: *Achnatherum calama-*

grostis, *Calamintha einseleana* (*C. nepetoides* sensu Fritsch, *Clinopodium foliosum* – FISCHER et al. 2008: 795), *Epilobium dodonaei*, *Reseda lutea* and *Peucedanum verticillare* (see also ENGLISCH et al. 1993: 331–332). Our relevés include *Epilobium dodonaei* and *Calamintha einseleana*. *Galium lucidum* and *Aethionema saxatile* can also be considered diagnostic for the association in the broader sense. The species common to both our and AICHINGER’s relevés (ibid.) are *Achnatherum calamagrostis*, *Epilobium dodonaei*, *Calamintha einseleana*, *Bupthalmum salicifolium*, *Geranium robertianum*, *Teucrium chamaedrys*, *Salix purpurea*, *S. elaeagnos*, *S. appendiculata*, *Picea abies*, *Ostrya carpinifolia*, *Calamagrostis varia*, *Fraxinus ornus*, *Centaurea scabiosa*, *Leontodon hispidus*, *Clematis vitalba*, *Hieracium glaucum*, *Campanula cespitosa*, *Gymnocarpium robertianum*. In the neighbouring Friuli (one relevé is from the westernmost part of the Julian Alps, under

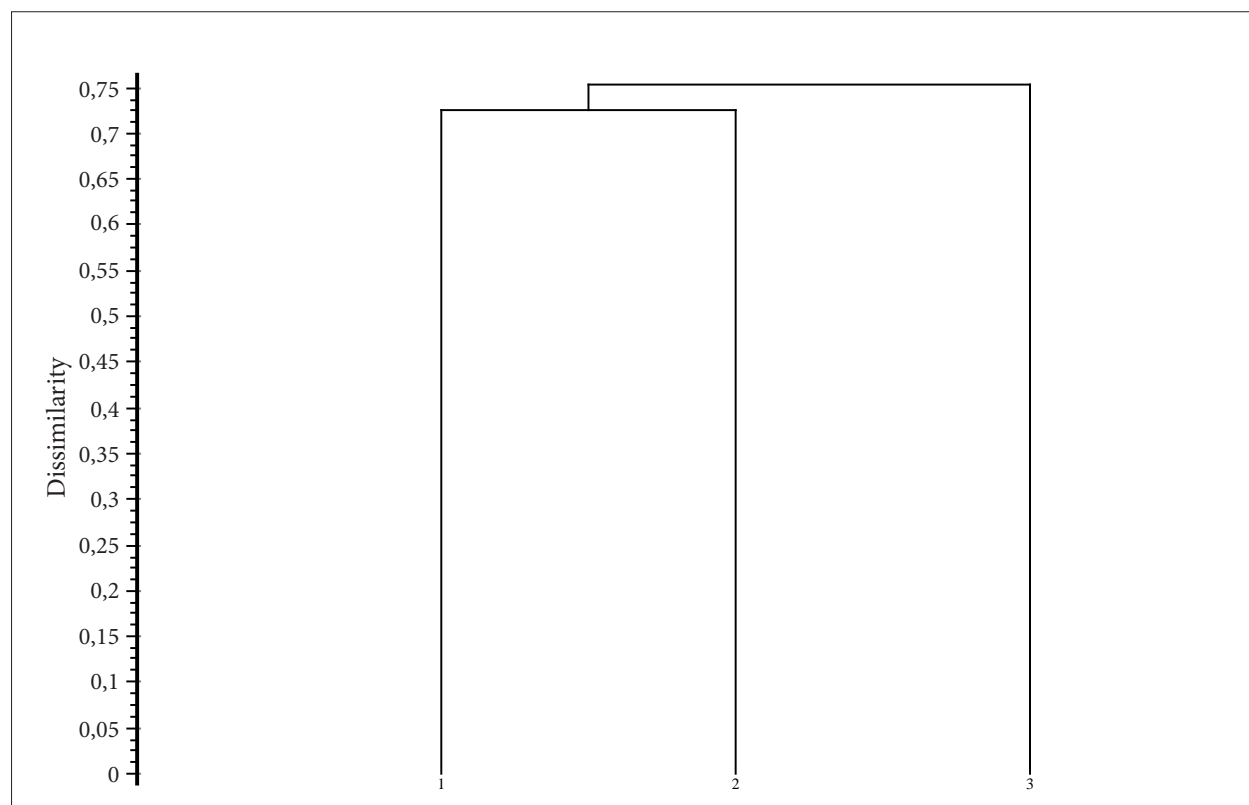


Figure 4: Dendrogram of three stony (sub)montane grassland communities in the foothills of the Southern and Southeastern Alps (UPGMA, 1– similarity ratio)

Slika 4: Dendrogram treh kamnitih (sub)montanskih traviščnih združb v prigorju Južnih in Jugovzhodnih Alp (UPGMA, komplement Wishartovega koeficienta podobnosti)

Legend (Legenda):

1 *Aquilegio einseleanae*-*Caricetum mucronatae* (this article / ta članek)

2 *Centaureo dichroanthae*-*Globularietum cordifoliae seslerietosum albicantis* (Feoli Chiapella & Poldini 1993)

3 *Euphrasio cuspidatae*-*Globularietum cordifoliae* (E. & S. Pignatti 2016)

Lopič/M. Plauris, others are from the Carnic Alps) POLDINI & MARTINI (1993: 175–177) described a new geographical variant *Stipetum calamagrostis* var. geogr. *Campanula carnica*. Their table, which comprises six relevés, shares the following species with our four relevés: *Achnatherum calamagrostis*, *Epilobium dodonaei*, *Galium lucidum*, *Aethionema saxatile*, *Gypsophila repens*, *Petasites paradoxus*, *Campanula cespitosa*, *Sesleria caerulea*, *Satureja montana* subsp. *variegata*, *Scrophularia juratensis*, *Asperula aristata*, *Calamagrostis varia*, *Euphrasia cuspidata*, *Gentianella pilosa*, *Hieracium porrifolium*, *Ostrya carpinifolia*, *Salix appendiculata*, *S. eleagnos* and *Lomelosia graminifolia*. The similarity between our and AICHINGER'S (ibid.), and our and POLDINI & MARTINI'S relevés (ibid.) is therefore obvious. Although the stands from the Southeastern Alps could probably have the syntaxonomic rank of a special geographical variant, *Campanula carnica* occurs only in the relevés from Friuli, but not in the relevés from Slovenia and Austria. The final diagnosis will have to take into account also the relevés, mainly from the Julian Alps, which were made by late Tone Wraber, who, regrettably, was unable to process and publish them. They are kept in his field notes at Wraber's library of the Ljubljana Botanical Garden.

Relevés 1–5 in Table 1 were treated separately. We calculated species constancy and arranged them in the synoptic table (Table 2), to which we added two columns for species constancy of two syntaxa that share similar site conditions and belong to the subassociation *Centaureo dichroanthae-Globularietum cordifoliae* Pignatti 1953 *seslerietosum albicantis* Feoli Chiapella et Poldini 1993 (FEOLI CHIAPELLA & POLDINI 1993: 17–21, Table 1, relevés 1–11) – column 2, and *Euphrasio cuspidatae-Globularietum cordifoliae* E. et S. Pignatti 2014 (E. & S. PIGNATTI 2014: 136–138; 2016: Association table 4.2a, pp. 80–81 and 379–380) – column 3. Through hierarchical classification of the three columns we obtained the dendrogram in Figure 4.

Our relevés are slightly more similar to the relevés of the subassociation *Centaureo dichroanthae-Globularietum cordifoliae*, but this similarity is low. By taking into account only the presence/absence of species the SØRENSEN similarity index (SØRENSEN 1948) is still only 43%, which does not justify its classification into

the same association. The differences are significant because for the most part our relevés do not comprise thermophilic sub-Mediterranean species from the alliance *Satureion subspicatae* and order *Scorzonetalia villosae*. These relevés were made at lower altitudes (from 70 to 330 m a.s.l.) than ours. The differential species in the relevés of the association *Euphrasio cuspidatae-Globularietum cordifoliae*, which were made at higher altitudes than ours (at 1150 to 1980 m a.s.l.), are predominantly species from classes *Elyno-Seslerietea*, *Thlaspietea rotundifolii* and *Erico-Pinetea*.

Based on this comparison we classify relevés 1–5 in Table 1 into the new association *Aquilegio einseleanae-Caricetum mucronatae* ass. nov. hoc loco. Its diagnostic species are *Carex mucronata* (as the species with the highest mean cover in these relevés), *Aquilegia einseleana*, *Lomelosia graminifolia*, *Globularia cordifolia*, *Carduus crassifolius* and *Achnatherum calamagrostis*. These species characterise stony, partly gravelly grasslands on initial soils (lithosols) in the plant community which is transitional between scree communities, chasmophytic communities and communities of stony grasslands, and is characterised by joint occurrence of diagnostic species of classes *Festuco-Brometea*, *Elyno-Seslerietea*, *Erico-Pinetea*, *Thlaspietea rotundifolii* and *Asplenetea trichomanis*. *Aquilegia einseleana* is an eastern-Alpine species, a character species of scree communities from the alliance *Petasition paradoxii*, which occurs from the colline to the subalpine belt (AESCHIMANN et al. 2004a: 186) and characterises the new association both in terms of ecology and chorology. The new community differs from similar communities named after *Carex mucronata* (*Genisto sericeae-Caricetum mucronatae* – the coastal side of the Dinaric Alps, *Scabioso silenifoliae-Caricetum mucronatae* – the Snežnik Mts., and *Saxifrago squarrosae-Caricetum mucronatae*, the Julian Alps, the northern edge of the Trnovski Gozd Plateau) in terms of chorology, ecology and floristics, and the species that best differentiate it against said communities are in the first place *Aquilegia einseleana* and *Achnatherum calamagrostis* (compare DAKSKOBLER & SURINA 2017: 52–54 and 152–159). The nomenclatural type of the new association, *holotypus*, is relevé 2 in Table 1. The new association is classified into the alliance *Caricion austroalpinae*, order *Seslerietalia coeruleae* and class *Elyno-Seslerietea*.

4 CONCLUSIONS

The Slovenian Alps are the northeasternmost part of the distribution area of *Lomelosia graminifolia* (*Scabiosa graminifolia*), and the new locality in Spodnja Trenta is the furthest to the northeast. Although we found a very small population with only about twenty specimens on five localities at altitudes ranging from 520 to 810 m a.s.l., it is nevertheless possible that there are more specimens to be found on the difficult-to-access rocks along the Sravnik ravine under the ridge from Mt. Bavški Grintavec to Mt. Zapotoški Vrh. By analysing nine relevés, two of which were made on gravelly sites in the gable end of the Tolminka valley, in the Tolmin-Bohinj mountain chain of the Julian Alps, we ascertained that the studied species occurs in two different communities. The scree community with dominating *Achnatherum calamagrostis* can be classified into the association *Stipetum calamagrostis*. Its species composition is very similar to the composition of the communities of this association in the Karavanke Mountains (AICHINGER 1933) and northeastern Italy (POLDINI & MARTINI 1993). However, five of the relevés indicate a community that is transitional between screes, rock crevices and stony grasslands, and is dominated by *Carex mucronata*, *Globularia cordifolia*, *Sesleria caerulea* and *Aquilegia einseleana*. The composition of edifying species indicates a certain similarity with the stands of the association *Centaureo dichroan-*

thae-Globularietum cordifoliae from the foothills of the Carnic Alps in Friuli (FEOLI CHIAPELLA & POLDINI 1993) and with the stands of the association *Euphrasio cuspidatae-Globularietum cordifoliae* from the Dolomites (E. & S. PIGNATTI 2014, 2016). However, if we take into account their entire floristic composition the similarity between them is too low, and we are therefore dealing with three different associations. The percentage of thermophilic species of the alliance *Satureion subspicatae* and order *Scorzonetalia villosae* in the stands of the first association is comparatively too high, whereas the stands of the second association comprise differential species of the classes *Elyno-Seslerietea* and *Erico-Pinetea*. Based on these findings we described a new association *Aquilegio einseleanae-Caricetum mucronatae*, which we classify into the alliance *Caricion austroalpinae*, order *Seslerietalia coeruleae* and class *Elyno-Seslerietea*. Its diagnostic species are *Carex mucronata*, *Globularia cordifolia*, *Aquilegia einseleana*, *Lomelosia graminifolia*, *Carduus crassifolius* and *Achnatherum calamagrostis*. In terms of its floristic composition, chorology and ecology it is well differentiated from other communities in Slovenian mountains that are named after *Carex mucronata* (*Genisto sericeae-Caricetum mucronatae*, *Scabioso silenifoliae-Caricetum mucronatae* and *Saxifrago squarrosae-Caricetum mucronatae*).

5 POVZETEK

5.1 Uvod

Lomelosia graminifolia (L.) Greuter & Burdet (sin. *Scabiosa graminifolia* L.), je južnoevropska montanska vrsta, značilnica razreda *Festuco-Brometea* (AESCHMANN et al. 2004b: 424). V Alpah je razširjena v njihovem južnem in jugozahodnem delu, najbolj vzhodno v Sloveniji. Pogosta je v severovzhodni Italiji, v deželi Furlanija Julijska krajina (POLDINI 2002: 300), ni pa znana v Avstriji (FISCHER et al. 2008: 814). Arealno karto razširjenosti v Sloveniji so objavili JOGAN et al. (2001: 341), vendar je v njej precej nahajališč, za katere ne vemo vira, od kje so ga povzeli. SURINA (2005: 342–343) je domneval, da so najbrž zmotna, je pa naštel večino do takrat znanih in potrjenih nahajališč, ki jih (brez omembe Snežniškega pogorja) povzema tudi T. WRABER (2007: 501). V arealni karti na sliki 1 so torej upoštevana nahajališča iz Julijskih Alp: novo nahajališče v Trenti, do zdaj najbolj severovzhodno v vseh

Alpah, ki ga bomo obravnavali v nadaljevanju, nahajališče na prodišču pri Čezsoči (kvadrant 9647/3: popis B. Vreš, A. Seliškar, I. Dakskobler, 10. 8. 1995, zapisano v elaboratu DAKSKOBLER et al. 1996), nahajališča v Bohinju (starejše vire zanje povzema SURINA, ibid., novejše potrditve B. Anderle, B. Zupan, I. Dakskobler, podatkovna baza FloVegSi), v Breginjskem kotu (prva objava ČUŠIN 2001: 13) in nad dolino Tolminke (prva objava DAKSKOBLER 1996: 392) ter nahajališča zunaj Alp: ob Soči pri Solkanu (novejše potrditve A. Seliškar, I. Dakskobler, D. Rojšek, podatkovna baza FloVegSi), na južnih pobočjih Trnovskega gozda (novejše potrditve E. Mayer, E. Velikonja, B. Vreš, I. Dakskobler, podatkovna baza FloVegSi) in Nanosa (novejše potrditve, I. Dakskobler, B. Surina, M. Blokar, podatkovna baza FloVegSi) ter v Snežniškem pogorju (SURINA 2005).

O združbah, v katerih v Sloveniji in njeni bližnji okolici uspeva vrsta *Lomelosia graminifolia* imamo le

nekaj podatkov. POLDINI (1978) jo je pod Čavnom našel v sestojih asociacij *Phyteumato columnae-Potentilletum caulescentis* in *Genisto sericeae-Caricetum mucronatae*. Ob Soči pri Solkanu smo jo popisali v sestoji asociacije *Phyteumato-Paederotetum luteae* nom. prov. (DAKSKOBLER, MARTINČIČ & ROJŠEK 2014). SURINA (2005) jo je pod Snežnikom popisal na robovih drugotnih sestojev črnega bora (*Pinus nigra*), na meliščih iz zveze *Peltarion alliaceae* in v sestojih asociacije *Genisto sericeae-Seslerietum juncifoliae*, v isti združbi jo je popisal tudi na Nanosu (Surina in Blokar, popis 13. 9. 2003, neobjavljeno). Pod Čavnom smo jo popisali tudi v drugotnem gozdu črnega bora (*Pinetum nigrae* s. lat.), ki je nastal s subspontanym širjenjem te drevesne vrste iz bližnjih nasadov. Nad dolino Tolminke smo jo popisali tudi v sestoji asociacije *Cytisantho-Ostryetum* (Dakskobler, 22.10. 1998, neobjavljeno), POLDINI & VIDALI (1999) pa sta jo v sosednji Furlaniji popisala v sestoji asociacije *Ostryo carpinifoliae-Fraxinetum orni* (*Fraxino orni-Ostryetum*). FEOLI CHIAPPELLA & POLDINI (1993) sta jo izbrala za značilnico oz. razlikovalnico podzveze *Centaureon dichroanthae* in jo navajata v fitocenološki tabeli asociacije *Centaureo dichroanthae-Globularietum cordifoliae*. POLDINI & MARTINI (1993) to vrsto v dodatku članka naštejeta med redkimi (sporadičnimi) vrstami v sestojih asociacije *Stipetum calamagrostis*.

Pri raziskavah rastlinstva ob reki Soči v Matevževi tesni v Spodnji Trenti jo je starejši avtor (Amadej Trnkoczy) našel v strugi grape Sravnik, tik pred njenim iztekom v reko Sočo, a tudi višje na pobočju. Na skupnem ogledu obeh avtorjev smo našli še nekaj nahajališč in skupno naredili sedem fitocenoloških popisov, s pomočjo katerih bomo opisali njena do zdaj najbolj severovzhodna nahajališča v Sloveniji in Alpah sploh.

5.2 Metode

Floristične in fitocenološke popise vrste *Lomelosia graminifolia* (slovensko ime za zdaj ostaja travnolistni grintavec) na nahajališčih v Trenti in nad dolino Tolminke smo naredili po ustaljenih srednjeevropskih metodah (EHRENDORFER & HAMANN 1965, JALAS & SUOMINEN 1967, BRAUN-BLANQUET 1964) in jih vnesli v bazo podatkov FloVegSi (T. SELIŠKAR, B. VREŠ & A. SELIŠKAR 2003). To aplikacijo (in podatke, ki so hranjeni v njej) smo uporabili tudi pri pripravi arealne karte njene razširjenosti v Sloveniji (Slika 1). Fitocenološke popise smo v Preglednico 1 uredili na podlagi rezultatov hierarhične klasifikacije. Uporabili smo programski paket SYN-TAX (PODANI 2001) in metodo

kopičenja na podlagi povezovanja (netehtanih) srednjih razdalj (UPGMA) ter količnik različnosti 1–similarity ratio (komplement Wishartovega koeficienta podobnosti). Pri tem smo kombinirane ocene zastiranja in pogostnosti pretvorili v ordinalne vrednosti od 1 do 9 (van der MAAREL 1979). Isto metodo smo uporabili tudi pri primerjavi treh podobnih združb kamnitih travnišč v Južnih in Jugovzhodnih Alpah. Nomenklaturni vir za imena praprotnic in semenk je Mala flora Slovenije (MARTINČIČ et al. 2007), z izjemo vrst *Epilobium dodonaei* Vill. (namesto *Chamerion dodonaei* (Vill.) Holub), *Lomelosia graminifolia* (L.) Greuter & Burdet (namesto *Scabiosa graminifolia* L.), *Molinia arundinacea* Schrank (namesto *M. caerulea* L. Moench subsp. *arundinacea* (Schrank) K. Richt.) in *Sesleria caerulea* (L.) Ard. (namesto taksona *Sesleria caerulea* (L.) Ard. subsp. *calcaria* (Opisz) Čelak. ex Hegi). Nomenklaturni vir za imena mahov je MARTINČIČ (2003, 2011), za imena sintaksonov pa THEURILLAT (2004) in ŠILC & ČARNI (2012). Fitocenološke skupine (= skupine diagnostičnih vrst) smo oblikovali v glavnem po delu Flora alpina (AESCHIMANN et al. 2004 a,b), ob upoštevanju lastnih spoznanj.

5.3 Rezultati

5.3.1 Opis novega nahajališča v Trenti

9648/1 (UTM 33TVM03) Slovenija: Primorska, Trenta, Spodnja Trenta, v dnu grape Sravnik na desnem bregu Soče tik pod cesto, na mestu, kjer teče hudourniška voda. Nahajališče je precej nad najvišjim možnim vodostajem Soče, 520 m nm. v. Leg. & det. A. Trnkoczy, 13. 7. 2019; vsa ostala nahajališča so v strugi te grape (imenovana tudi Skokarjeva grapa) na grušču na nadmorski višini 555 m (det. A. Trnkoczy, 12. 8. 2019) in 660 m (det. A. Trnkoczy & I. Dakskobler, 20. 9. 2019), na skalovju v tej grapi na nadmorski višini 740 m in v skalnatem žlebu stranskega kraka te grape na nadmorski višini 810 m (det. A. Trnkoczy & I. Dakskobler, 20. 9. 2019). Število opaženih primerkov je majhno, skupno okoli dvajset.

Vsa nahajališča imajo prisojno (južno, jugovzhodno) lego, tla so inicialna, kamnišče (litosol). Na vseh nahajališčih smo naredili fitocenološki popis. V fitocenološko tabelo smo poleg popisov, na katerih smo našli preučevano, upoštevali še dva popisa na zelo podobnih rastiščih ob isti grapi, enega na grušču in enega v skalovju, kjer pa te vrste nismo opazili. V Preglednico 1 pa smo dodali še dva popisa iz doline Tolminke, njenega zatropa in sicer na pobočnem grušču pod pl. Dobrenj-

ščica (Za Steno), 780 m nm. v. in v Žlebiču nad pl. Prodi, na nadmorski višini 790 m. Ti dve nahajališči smo kratko opisali pred leti (DAKSKOBLER 1996: 392) in njuna sestoja takrat uvrstili v asociacijo *Centaureo dichroanthae-Globularietum cordifoliae*.

5.3.2 Uvrstitev popisanih sestojev v sintaksonomski sistem

Popisi v preglednici 1 so se združevali v dve skupini (slika 3). Pet popisov v levem delu dendrograma kaže na kamnito travišče na inicialnih tleh, štirje popisi v desnem delu dendrograma na meliščno združbo. To drugo skupino, v preglednici 1 so to popisi št. 6–9, na sliki 3 pa popisi 4, 5, 6 in 7, po prevladujoči vrsti *Achnatherum calamagrostis* (sin. *Stipa calamagrostis*) lahko uvrstimo v asociacijo *Stipetum calamagrostis* Br.-Bl. 1918. Ta asociacija v Sloveniji še ni zadostno preučena. Fitocenološko tabelo z imenom *Stipa calamagrostis*-asociacija je objavil AICHINGER (1933: 40–43) s popisi večinoma iz avstrijskega dela Karavank. Kot značilnice asociacije je izbral vrste *Achnatherum calamagrostis*, *Calamintha einseleana* (*C. nepetoides* sensu Fritch, *C. foliosum* – FISCHER et al. 2008: 795), *Epilobium dodonaei*, *Reseda lutea* in *Peucedanum verticillare* (glej tudi ENGLISCH et al. 1993: 331–332). V naših popisih sta prisotni vrsti *Epilobium dodonaei* in *Calamintha einseleana*. Kot diganostični za asociacijo v širšem smislu lahko štejemo tudi vrsti *Galium lucidum* in *Aethionema saxatile*. Skupne vrste med našimi popisi in popisi AICHINGER-ja (ibid.) so *Achnatherum calamagrostis*, *Epilobium dodonaei*, *Calamintha einseleana*, *Buphthalmum salicifolium*, *Geranium robertianum*, *Teucrium chamaedrys*, *Salix purpurea*, *S. eleagnos*, *S. appendiculata*, *Picea abies*, *Ostrya carpinifolia*, *Calamagrostis varia*, *Fraxinus ornus*, *Centaurea scabiosa*, *Leontodon hispidus*, *Clematis vitalba*, *Hieracium glaucum*, *Campanula cespitosa*, *Gymnocarpium robertianum*. V sosednji Furlaniji (en popis je tudi iz skrajno zahodnega dela Julijskih Alp, pod Lopičem / M. Plauris, ostali so iz Karnijskih Alp) sta POLDINI & MARTINI (1993: 175–177) opisala novo geografsko varianto *Stipetum calamagrostis* var. geogr. *Campanula carnica*. V njuni tabeli s šestimi popisi so skupne z našimi štirimi popisi naslednje vrste: *Achnatherum calamagrostis*, *Epilobium dodonaei*, *Galium lucidum*, *Aethionema saxatile*, *Gypsophila repens*, *Petasites paradoxus*, *Campanula cespitosa*, *Sesleria caerulea*, *Satureja montana* subsp. *variegata*, *Scrophularia juratensis*, *Asperula aristata*, *Calamagrostis varia*, *Euphrasia cuspidata*, *Gentianella pilosa*, *Hieracium porrifolium*, *Ostrya carpinifolia*, *Salix appendiculata*, *S. eleagnos* in *Lomelosia graminifolia*. Podobnost naših popisov s popisi AICHIN-

GER-ja (ibid.) in POLDINI & MARTINI-ja (ibid.) je torej očitna. Najbrž je za sestoje iz Jugovzhodnih Alp upravičen sintaksonomski rang posebne geografske variante, a se vrsta *Campanula carnica* za zdaj pojavlja le v popisih iz Furlanije, ne pa tudi v popisih iz Slovenije in Avstrije. Za dokončno opredelitev bomo morali upoštevati tudi neobjavljene popise pokojnega Toneta Wraberja, predvsem iz Julijskih Alp, v njegovih teren-skih beležnicah, ki so shranjene v Wraberjevi knjižnici v Botaničnem vrtu v Ljubljani in jih za življenja ni uspel obdelati in objaviti.

Popise 1–5 v preglednici 1 smo obravnavali ločeno, v njih izračunali stalnost vrst in jih uvrstili v sintezno tabelo (Preglednica 2), v kateri smo dodali še dva stolpca s stalnostjo vrst dveh po rastiščnih razmerah podobnih sintaksonov, subasociacije: *Centaureo dichroanthae-Globularietum cordifoliae* Pignatti 1953 *seslerietosum albicantis* Feoli Chiapella et Poldini 1993 (FEOLI CHIAPPELLA & POLDINI 1993: 17–21, Tabela 1, popisi 1–11) – stolpec 2 in *Euphrasio cuspidatae-Globularietum cordifoliae* E. et S. Pignatti 2014 (E. & S. PIGNATTI 2014: 136–138; 2016: Association table 4.2a, str. 80–81 in 379–380 – stolpec 3). Tri stolpce smo primerjali s hierarhično klasifikacijo in dobili dendrogram v sliki 4.

Naši popisi so sicer bolj podobni popisom subasociacije *Centaureo dichroanthae-Globularietum cordifoliae*, vendar je podobnost majhna. Če upoštevamo zgolj prisotnost / odsotnost vrst je ta podobnost po SØRENSEN-U (1948) le 43 %, kar je premalo za uvrstitev v isto asociacijo. Razlike so prevelike, ker v naših popisih večinoma ni toploljubnih submediteranskih vrst iz zveze *Satureion subspicatae* in reda *Scorzonetalia villosae*. Ti popisi so narejeni na nižji nadmorski višini (od 70 m do 330 m) kot naši. V popisih asociacije *Euphrasio cuspidatae-Globularietum cordifoliae*, ki so narejeni na višji nadmorski višini kot naši (1150 m do 1980 m) pa so razlikovalne predvsem nekatere vrste iz razredov *Elyno-Seslerietea*, *Thlaspietea rotundifolii* in *Erico-Pinetea*.

Na podlagi te primerjave popise 1–5 v preglednici 1 uvrščamo v novo asociacijo *Aquilegio einseleanae-Caricetum mucronatae* ass. nov. hoc loco. Njene diganostične vrste so *Carex mucronata* (ker ima v teh popisih največje srednje zastiranje), *Aquilegia einseleana*, *Lomelosia graminifolia*, *Globularia cordifolia*, *Carduus crassifolius* in *Achnatherum calamagrostis*. Naštete vrste označujejo kamnita, deloma gruščnata travišča na inicialnih tleh (kamnišču) v rastlinski združbi, ki je prehodna med združbami melišč, skalnih razpok in kamnitih travišč, in jo označuje skupno uspevanje diganostičnih vrst razredov *Festuco-Brometea*, *Elyno-Seslerietea*, *Erico-Pinetea*, *Thlaspietea rotundifolii* in *Asplenieta trichomanis*. *Aquilegia einseleana* je vzhodnoalpska vrsta, značilnica meliščnih združb iz zveze

Petasisation paradoxi, ki uspeva od kolinskega do subalpinskega pasu (AESCHIMANN et al. 2004a: 186) in novo asociacijo označuje tako ekološko kot horološko. Od podobnih združb, ki se imenujejo po vrsti *Carex mucronata* (*Genisto sericeae-Caricetum mucronatae* – primorski del Dinarskega gorstva, *Scabioso silenifoliae-Caricetum mucronatae* – Snežniško pogorje in *Saxifrago squarrosae-Caricetum mucronatae*, Julijske Alpe, severni rob Trnovskega gozda), se razlikuje horološko, ekološko in floristično, pri čemer sta proti naštetim združbam najbolj razlikovalni predvsem vrsti *Aquilegia einseleana* in *Achnatherum calamagrostis* (primerjaj DAKSKOBLER & SURINA 2017: 52–54 in 152–159). Nomenklaturni tip nove asociacije, *holotypus*, je popis št. 2 v preglednici 1. Novo asociacijo uvrščamo v zvezo *Caricion austroalpinae*, red *Seslerietalia coeruleae* in razred *Elyno-Seslerietea*.

5.4 Zaključki

Vrsta *Lomelosia graminifolia* (*Scabiosa graminifolia*) ima v slovenskih Alpah svoja najbolj severovzhodna nahajališča. Novo nahajališče v Spodnji Trenti je med vsemi najbolj severovzhodno v Alpah. Čeprav smo našli zelo majhno populacijo, z okoli dvajsetimi primerki na petih nahajališčih na nadmorski višini od 520 m do 810 m, je mogoče, da je primerkov še več v težko prehodnem skalovju ob grapi Sravnik in desno od nje pod grebenom med Bavškim Grintavcem in Zapotoškimi vrhom. Z analizo devetih fitocenoloških popisov, dva smo pred leti naredili na gruščantih rastiščih v zatrepu doline Tolminke, v Tolminsko-Bohinjskem grebenu Julijskih Alp, smo ugotovili, da obrav-

navana vrsta uspeva v dveh različnih združbah. Meliščno združbo s prevladujočo vrsto *Achnatherum calamagrostis* lahko uvrstimo v asociacijo *Stipetum calamagrostis*. Po vrstni sestavi je precej podobna združbam te asociacije v Karavankah (AICHINGER 1933) in severovzhodni Italiji (POLDINI & MARTINI 1993). Pet popisov pa označuje prehodno združbo med melišči, skalnimi razpokami in kamnitimi travišči, v kateri so prevladujoče vrste *Carex mucronata*, *Globularia cordifolia*, *Sesleria caerulea* in *Aquilegia einseleana*. Sestava edifikatorskih vrst kaže določeno podobnost s sestoji asociacij *Centaureo dichroanthae-Globularietum cordifoliae* iz prigorja Karnijskih Alp v Furlaniji (FEOLI CHIAPPELLA & POLDINI 1993) in s sestoji asociacije *Euphrasio cuspidatae-Globularietum cordifoliae* iz Dolomitov (E. & S. PIGNATTI 2014, 2016). Ob upoštevanju celotne floristične sestave je podobnost med njimi pre-majhna in očitno so to tri različne asociacije. V sestojih prve asociacije je primerjalno prevelik delež toploljubnih vrst zveze *Satureion subspicatae* in reda *Scorzonetalia villosae*, v sestojih druge pa so razlikovalne nekatere vrste razredov *Elyno-Seslerietea* in *Erico-Pinetea*. Na podlagi teh ugotovitev smo opisali novo asociacijo *Aquilegio einseleanae-Caricetum mucronatae*, ki jo uvrščamo v zvezo *Caricion austroalpinae*, red *Seslerietalia coeruleae* in razred *Elyno-Seslerietea*. Njene diagnostične vrste so *Carex mucronata*, *Globularia cordifolia*, *Aquilegia einseleana*, *Lomelosia graminifolia*, *Carduus crassifolius* in *Achnatherum calamagrostis*. Od drugih združb, ki se v gorah Slovenije imenujejo po vrsti *Carex mucronata* (*Genisto sericeae-Caricetum mucronatae*, *Scabioso silenifoliae-Caricetum mucronatae* in *Saxifrago squarrosae-Caricetum mucronatae*) se dobro razlikuje floristično, horološko in ekološko.

ACKNOWLEDGEMENTS

The co-author of the distribution map (Figure 1) is Branko Vreš, the administrator of the FloVegSi database. Iztok Sajko prepared Figure 2 for print. Prof. Dr. Boštjan Surina allowed us to cite his unpublished material on the community with *Lomelosia graminifolia*

on Nanos. Two anonymous reviewers helped us with valuable improvements and corrections. The authors acknowledge the financial support of the Slovenian Research Agency (research program P1-0236). English translation by Andreja Šalamon Verbič.

REFERENCES – LITERATURA

- AESCHIMANN, D., K. LAUBER, D. M. MOSER & J.-P. THEURILLAT, 2004a: *Flora alpina*. Band 1: *Lycopodiaceae–Apiaceae*. Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien.
- AESCHIMANN, D., K. LAUBER, D. M. MOSER & J.-P. THEURILLAT, 2004b: *Flora alpina*. Band 2: *Gentianaceae–Orchidaceae*. Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien.

- AICHINGER, E., 1933: *Vegetationskunde der Karawanken*. Gustav Fischer, Jena.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964: *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 3. Auf., Springer Verlag, Wien–New York.
- ČUŠIN, B., 2001: *Prispevek k flori Breginjskega kota*. Hladnikia (Ljubljana) 11: 5–16.
- DAKSKOBLER, I., 1996: *Rastlinstvo nad dolino Tolminke*. Proteus 58 (9–10): 388–397.
- DAKSKOBLER, I., B. DROVENIK, A. SELIŠKAR, R. SLAPNIK, B. VREŠ, D. TRPIN & V. BABIJ, 1996: *Flora, vegetacija in favna mehkušcev (Mollusca) ter hroščev (Coleoptera) obrežja in prodišč Soče (izbrane lokacije)*. Biološki inštitut ZRC SAZU, Ljubljana (Elaborat, 40 pp.)
- DAKSKOBLER, I., A. MARTINČIČ & D. ROJŠEK, 2014: *Phytosociological analysis of communities with *Adiantum capillus-veneris* in the foothills of the Julian Alps (Western Slovenia)*. Hacquetia (Ljubljana) 13 (2): 235–258.
- DAKSKOBLER, I. & B. SURINA, 2017: *Phytosociological analysis of alpine swards and heathlands (pioneer patches) on ridges and peaks in the Julian Alps (NW Slovenia)*. Hacquetia (Ljubljana) 16 (1): 49–171.
- EHRENDORFER, F. & U. HAMANN, 1965: *Vorschläge zu einer floristischen Kartierung von Mitteleuropa*. Ber. Deutsch. Bot. Ges. (Berlin-Stuttgart) 78: 35–50.
- ENGLISCH, T., M. VALACHOVIČ, L. MUCINA, G. GRABHERR, G. & T. ELLAMUER, 1993: *Thlaspietea rotundifolii*. In: G. Grabherr & L. Mucina (eds.): *Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II: Natürliche waldfreie Vegetation*, Gustav Fischer Verlag, Jena - Stuttgart - New York, pp. 276–342.
- FISCHER M. A., W. ADLER & K. OSWALD, 2008: *Exkursionsflora von Österreich, Liechtenstein und Südtirol*. Land Oberösterreich, Biologiezentrum der OÖ Landesmuseen, Linz.
- FEOLI CHIAPPELLA, L. & L. POLDINI. 1993: *Prati e pascoli del Friuli (NE Italia) su substrati basici*. Studia Geobotanica (Trieste) 13: 3–140.
- JALAS, J. & J. SUOMINEN, 1967: *Mapping the distribution of Europaeen vascular plants*. Memoranda Soc. pro Fauna Flora Fennica (Helsinki) 43: 60–72.
- JOGAN, N., T. BAČIČ, B. FRAJMAN, I. LESKOVAR, D. NAGLIČ, A. PODOBNIK, B. ROZMAN, S. STRGULC-KRAJŠEK & B. TRČAK, 2001: *Gradivo za Atlas flore Slovenije*. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju.
- MAAREL van der, E., 1979: *Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity*. Vegetatio (Den Haag) 39 (2): 97–114.
- MARTINČIČ, A., 2003: *Seznam listnatih mahov (Bryopsida) Slovenije*. Hacquetia (Ljubljana) 2 (1): 91–166.
- MARTINČIČ, A., 2011: *Seznam jetrenjakov (Marchantiophyta) in rogovnjakov (Anthocerotophyta) Slovenije. Annotated Checklist of Slovenian Liverworts (Marchantiophyta) and Hornworts (Anthocerotophyta)*. Scopolia (Ljubljana) 72: 1–38.
- MARTINČIČ, A., T. WRABER, N. JOGAN, A. PODOBNIK, B. TURK, B. VREŠ, V. RAVNIK, B. FRAJMAN, S. STRGULC KRAJŠEK, B. TRČAK, T. BAČIČ, M. A. FISCHER, K. ELER & B. SURINA, 2007: *Mala flora Slovenije. Ključ za določanje praprotnic in semenk*. Četrta, dopolnjena in spremenjena izdaja. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
- PIGNATTI, E. & S. PIGNATTI, 2014: *Plant Life of the Dolomites. Vegetation Structure and Ecology*. Publication of the Museum of Nature South Tyrol Nr. 8, Naturmuseum Südtirol, Bozen, Springer Verlag, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-31043-0>
- PIGNATTI, E. & S. PIGNATTI, 2016: *Plant Life of the Dolomites. Vegetation Tables*. Publication of the Museum of Nature South Tyrol Nr. 11, Bozen, Springer Verlag, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-48032-8>
- PODANI, J., 2001: *SYN-TAX 2000. Computer Programs for Data Analysis in Ecology and Systematics*. User's Manual, Budapest.
- POLDINI, L., 1978: *La vegetazione petrofila dei territori carsici nordadriatici*. Spominski zbornik Maksa Wraberja 1905-1972. Poročila Vzhodnoalpsko-dinarskega društva za proučevanje vegetacije 14: 297–324, Ljubljana.
- POLDINI, L. v sodelovanju z G. ORIOLO & M. VIDALI, 2002: *Nuovo Atlante corologico delle piante vascolari nel Friuli Venezia Giulia*. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Azienda Parchi e Foreste Regionali & Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Biologia, Udine.
- POLDINI, L. & F. MARTINI, 1993: *La vegetazione delle vallette nivali su calcare, dei conoidi e delle alluvioni nel Friuli (NE Italia)*. Studia Geobotanica (Trieste) 13: 141–214.
- POLDINI, L. & M. VIDALI, 1999: *Kombinationsspiele unter Schwarzföhre, Weißkiefer, Hopfenbuche und Mannaesche in den Südstalpen*. Wiss. Mitt. Niederösterreich. Landesmuseum (St. Pölten) 12: 105–136.
- SELIŠKAR, T., B. VREŠ & A. SELIŠKAR, 2003: *FloVegSi 2.0. Računalniški program za urejanje in analizo bioloških podatkov*. Biološki inštitut ZRC SAZU, Ljubljana.

- SØRENSEN, Th., 1948: *A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content*. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter (København) 5 (4): 1–34.
- SURINA, B., 2005: *Some novelites in the flora and vegetation of Mt. Snežnik (SW Slovenia, Liburnian karst)*. Acta Bot. Croat. (Zagreb) 64 (2): 341–356.
- ŠILC, U. & A. ČARNI, 2012: *Conspectus of vegetation syntaxa in Slovenia*. Hacquetia (Ljubljana) 11 (1): 113–164.
- THEURILLAT J.-P., 2004: *Pflanzensoziologisches System*. In: Aeschmann, D., K. Lauber, D. M. Moser & J. P. Theurillat: *Flora Alpina 3: Register*. Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien pp. 301–313.
- WRABER, T., 2007: *Dipsacaceae – ščetinovke*. In: A. Martinčič (ed.): *Mala flora Slovenije. Ključ za določanje praprotnic in semenk*. Tehniška založba Slovenije, četrta, dopolnjena in spremenjena izdaja, Ljubljana. pp. 497–501.



Figure 5: Flower of *Lomelosia graminifolia* (*Scabiosa graminifolia*). Photo: A. Trnkoczy.

Slika 5: Cvet travnolistnega grintavca (*Lomelosia graminifolia*, sin. *Scabiosa graminifolia*). Foto: A. Trnkoczy.



Figure 6: *Lomelosia graminifolia* (*Scabiosa graminifolia*) – plant details. Photo: A. Trnkoczy.

Slika 6: Travnolistni grintavec (*Lomelosia graminifolia*, sin. *Scabiosa graminifolia*) – posamezni deli rastline. Foto: A. Trnkoczy.



Figure 7: *Lomelosia graminifolia* (*Scabiosa graminifolia*) – habit. Photo: A. Trnkoczy.
Slika 7: Habitus travnolistnega grintavca (*Lomelosia graminifolia*, sin. *Scabiosa graminifolia*). Foto: A. Trnkoczy.



Figure 8: Site and community on the first found locality of *Lomelosia graminifolia* (*Scabiosa graminifolia*) in the Trenta Valley. Photo: A. Trnkoczy.
Slika 8: Rastišče in združba na prvem odkritem nahajališču travnolistnega grintavca (*Lomelosia graminifolia*, sin. *Scabiosa graminifolia*) v Trenti. Foto: A. Trnkoczy.



Figure 9: The ravine Srvnik (Skokar ravine) under the Mt. Bavški Grintavec. Photo. I. Dakskobler.
Slika 9: Grapa Srvnik (Skokarjeva grapa) pod Bavškim Grintavcem. Foto: I. Dakskobler.



Figure 10: Rock face above the highest in this article described locality of *Lomelosia graminifolia* (*Scabiosa graminifolia*) in the ravine Srvnik. Photo: I. Dakskobler.
Slika 10: Ostenje nad najvišjim v tem članku opisanim nahajališčem travnolistnega grintavca (*Lomelosia graminifolia*, sin. *Scabiosa graminifolia*) v grapi Srvnik. Foto: I. Dakskobler.



Figure 11: Stand of the association *Stipetum calamagrostis* in the ravine Sravnik. Photo: I. Dakskobler.
Slika 11: Sestoj asociacije *Stipetum calamagrostis* v grapi Sravnik. Foto: I. Dakskobler.



Figure 12: Stand of the association *Aquilegio einseleanae-Caricetum mucronatae* in the ravine Sravnik. Photo: I. Dakskobler.
Slika 12: Sestoj asociacije *Aquilegio einseleanae-Caricetum mucronatae* v grapi Sravnik. Foto: I. Dakskobler.

Table 1: Communities with *Lomelosia graminifolia* in the Tolminka and Trenta valleys
Preglednica 1: Združbe z vrsto *Lomelosia graminifolia* v dolini Tolminke in v Trenti

Successive number of relevé (Zaporedna številka popisa)		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Database number of relevé (Delovna številka popisa)		203384	203411	276940	278222	278221	278212	278214	278219	278220
Elevation in m (Nadmorska višina v m)		780	790	810	820	740	520	555	650	660
Aspect (Lega)		SW	S	SSE	SSE	SE	S	S	S	SSE
Slope in degrees (Nagib v stopinjah)		30	40	30	70	40	1	5	10	10
Parent material (Matična podlaga)		DA	DA	DA	DA	DA	Gr	Gr	Gr	Gr
Soil (Tla)		Li	Li	Li	Li	Li	Li	Li	Li	Li
Stoniness in % (Kamnitost v %)		50	40	100	100	100	100	90	100	70
Cover of shrub layer in % (Zastiranje grmovne plasti v %)		20	10					10		10
Cover of herb layer in % (Zastiranje zeliščne plasti v %):		40	70	30	40	50	25	35	40	60
Cover of moss layer in % (Zastiranje mahovne plasti v %):		1								5
Number of species (Število vrst)		66	42	16	21	22	28	39	32	37
Relevé area (Velikost popisne ploskve)	m ²	50	50	15	30	15	15	20	30	20
Date of taking relevé (Datum popisa)		10/22/1998	8/4/1994	9/20/2019	9/20/2019	9/20/2019	9/20/2019	9/20/2019	9/20/2019	9/20/2019
Locality (Nahajališče)		Tolminka- Žlebč	Tolminka- Za steno	Trenta- Sravnik	Trenta- Sravnik	Trenta- Sravnik	Trenta- Sravnik	Trenta- Sravnik	Trenta- Sravnik	Trenta- Sravnik
Quadrant (Kvadrant)		9748/1	9748/1	9648/1	9648/1	9648/1	9648/1	9648/1	9648/1	9648/1
Coordinate GK Y (D-48)	m	403057	402221	399930	399922	400045	400598	400572	400303	400287
Coordinate GK X (D-48)	m	5124169	5125272	5136222	5136228	5136141	5135660	5135722	5135998	5136016

Diagnostic species of the associations (Diagnostične vrste asociacij)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pr.	Fr.	
ES	<i>Carex mucronata</i>	E1	1	2	1	3	1	.	.	.	5	56	
FB	<i>Lomelosia graminifolia</i> (<i>Scabiosa graminifolia</i>)	E1	+	1	+	.	+	r	r	.	7	78	
ES	<i>Globularia cordifolia</i>	E1	1	1	.	1	+	.	.	.	4	44	
TR	<i>Aquilegia einseleana</i>	E1	r	+	1	+	+	+	+	1	9	100	
ES	<i>Carduus crassifolius</i>	E1	1	+	.	.	+	.	+	+	5	56	
TR	<i>Achnatherum calamagrostis</i>	E1	+	.	1	+	.	1	2	3	3	7	78
FB	<i>Galium lucidum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	+	3	33
TR	<i>Epilobium dodonaei</i>	E1	.	.	.	.	.	+	+	.	2	22
TG	<i>Calamintha einseleana</i>	E1	.	.	.	.	.	.	1	+	2	22
TR	<i>Aethionema saxatile</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	1	11
CA	<i>Caricion austroalpinae</i>												
	<i>Carduus crassifolius</i>	E1	1	+	.	.	+	.	+	+	5	56	
	<i>Laserpitium peucedanoides</i>	E1	r	+	.	.	.	.	.	.	2	22
ES	<i>Elyno-Seslerietea</i>												
	<i>Sesleria caerulea</i>	E1	+	1	1	3	2	.	.	.	6	67	
	<i>Betonica alopecuroides</i>	E1	+	+	.	.	.	.	.	.	2	22
	<i>Gentiana clusii</i>	E1	+	+	.	.	.	.	.	.	2	22

Successive number of relevé (Zaporedna številka popisa)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pr.	Fr.
	<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>alpestris</i>	E1	+	+	.	.	.	.	.	.	2	22
	<i>Thymus praecox</i> subsp. <i>polytrichus</i>	E1	+	.	.	.	.	.	+	.	2	22
	<i>Leucanthemum heterophyllum</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Phyteuma orbiculare</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Aster bellidiastrum</i>	E1	r	.	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Dryas octopetala</i>	E1	r	.	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Helianthemum alpestre</i>	E1	.	+	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Helianthemum nummularium</i> subsp. <i>grandiflorum</i>	E1	.	+	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Pinguicula alpina</i>	E1	.	+	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Acinos alpinus</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	1	11
TR	<i>Thlaspietea rotundifolii</i>											
	<i>Hieracium porrifolium</i>	E1	+	1	+	+	.	+	+	+	8	89
	<i>Gypsophila repens</i>	E1	.	+	1	1	.	.	+	+	1	67
	<i>Centaurea dichroantha</i>	E1	1	1	.	+	.	.	+	.	5	56
	<i>Biscutella laevigata</i>	E1	+	.	.	.	.	+	.	.	2	22
	<i>Petasites paradoxus</i>	E1	+	.	.	.	.	+	.	.	2	22
	<i>Gymnocarpium robertianum</i>	E1	.	.	.	.	+	.	+	.	2	22
	<i>Aconitum angustifolium</i>	E1	r	.	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Hieracium bifidum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	1	11
	<i>Hieracium piloselloides</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	1	11
	<i>Scrophularia juratensis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	1	11
	<i>Leontodon hispidus</i> subsp. <i>hyoseroides</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	1	11
FB	<i>Festuco-Brometea</i>											
	<i>Bupthalmum salicifolium</i>	E1	+	1	.	+	.	+	+	+	7	78
	<i>Peucedanum oreoselinum</i>	E1	+	+	+	.	+	+	+	.	7	78
	<i>Satureja montana</i> subsp. <i>variegata</i>	E1	.	.	+	+	+	+	+	+	7	78
	<i>Teucrium montanum</i>	E1	+	+	.	.	+	.	.	1	4	44
	<i>Carlina acaulis</i>	E1	r	+	.	+	.	.	.	+	4	44
	<i>Euphorbia cyparissias</i>	E1	.	.	.	.	+	r	+	+	4	44
	<i>Pimpinella saxifraga</i>	E1	.	.	.	.	+	+	+	.	4	44
	<i>Teucrium chamaedrys</i>	E1	r	.	.	+	.	.	.	+	3	33
	<i>Stachys recta</i>	E1	r	.	.	.	.	+	+	.	3	33
	<i>Carlina vulgaris</i>	E1	.	.	.	.	.	.	r	+	3	33
	<i>Coronilla vaginalis</i>	E1	+	+	.	.	.	.	.	.	2	22
	<i>Inula ensifolia</i>	E1	r	+	.	.	.	.	.	.	2	22
	<i>Centaurea scabiosa</i> subsp. <i>fritschii</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	2	22
	<i>Linum catharticum</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Orobanche teucrii</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Ajuga genevensis</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Lotus corniculatus</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Hippocrepis comosa</i>	E1	r	.	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Inula hirta</i>	E1	.	+	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Prunella grandiflora</i>	E1	.	+	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Centaurea bracteata</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	1	11
	<i>Gentianella ciliata</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	1	11
	<i>Gentianella pilosa</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	1	11
TG	<i>Trifolio-Geranietea</i>											
	<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	E1	r	+	.	.	.	.	.	+	3	33
	<i>Anthericum ramosum</i>	E1	+	+	.	.	.	.	.	.	2	22
	<i>Laserpitium latifolium</i>	E1	r	.	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Trisetum argenteum</i>	E1	.	.	+	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Thesium bavarum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	1	11
PS	<i>Physoplexido comosae-Saxifragion petraeae</i>											
	<i>Campanula cespitosa</i>	E1	+	.	.	+	.	1	1	1	+	67
	<i>Seseli gouanii</i>	E1	.	.	.	+	+	.	.	.	+	33
	<i>Paederota bonarota</i>	E1	.	+	.	.	.	.	.	.	1	11

Successive number of relevé (Zaporedna številka popisa)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pr.	Fr.
	<i>Silene hayekiana</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	1	11
PC	Potentilletalia caulescentis, Asplenietea trichomanis											
	<i>Hieracium glaucum</i>	E1	+	.	.	.	r	+	.	+	4	44
	<i>Hieracium glaucum x porrifolium</i>	E1	.	.	.	.	+	+	+	+	4	44
	<i>Rhamnus pumilus</i>	E1	.	.	+	+	+	.	.	.	3	33
	<i>Kernera saxatilis</i>	E1	.	.	.	+	.	+	+	.	3	33
	<i>Potentilla caulescens</i>	E1	+	r	.	.	.	.	.	.	2	22
	<i>Valeriana saxatilis</i>	E1	r	+	.	.	.	.	.	.	2	22
	<i>Primula auricula</i>	E1	r	.	.	+	.	.	.	.	2	22
	<i>Asplenium ruta-muraria</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Carex brachystachys</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	1	11
EP	Erico-Pinetea											
	<i>Asperula aristata</i>	E1	+	+	.	.	+	r	+	+	6	67
	<i>Calamagrostis varia</i>	E1	1	.	+	.	1	+	.	+	5	56
	<i>Genista radiata</i>	E2a	+	+	.	+	+	.	+	.	5	56
	<i>Erica carnea</i>	E1	+	1	.	.	2	.	.	+	4	44
	<i>Carex ornithopoda</i>	E1	.	.	.	.	.	+	+	+	4	44
	<i>Molinia arundinacea</i>	E1	2	1	.	.	.	.	2	.	3	33
	<i>Leontodon incanus</i>	E1	+	1	.	+	.	.	.	.	3	33
	<i>Amelanchier ovalis</i>	E2a	r	+	.	+	.	.	.	.	3	33
	<i>Euphrasia cuspidata</i>	E1	+	+	.	.	.	.	.	+	3	33
	<i>Polygala chamaebuxus</i>	E1	+	+	.	.	.	.	.	+	3	33
	<i>Galium purpureum</i>	E1	+	.	.	.	.	.	+	+	3	33
	<i>Chamaecytisus purpureus</i>	E1	.	.	.	1	+	.	.	.	2	22
	<i>Picea abies</i>	E2	.	.	.	.	.	r	.	+	2	22
	<i>Allium ericetorum</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Aster amellus</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Crepis slovenica</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Gymnadenia odoratissima</i>	E1	r	.	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Pinus mugo</i>	E2a	.	+	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Epipactis atrorubens</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	1	11
BA	Betulo-Alnetea											
	<i>Salix glabra</i>	E2a	1	1	.	.	.	.	.	.	2	22
	<i>Salix appendiculata</i>	E1	.	.	+	.	.	r	.	.	2	22
	<i>Salicetea purpureae</i>											
	<i>Salix eleagnos</i>	E2	.	.	+	.	.	+	+	1	5	56
	<i>Salix purpurea</i>	E2a	.	.	r	.	.	.	+	+	3	33
FS	Aremonio-Fagion, Tilio-Acerion, Fagetalia sylvaticae											
	<i>Euphorbia amygdaloides</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	+	2	22
	<i>Geranium robertianum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	+	2	22
	<i>Cyclamen purpurascens</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Rhamnus fallax</i>	E2a	r	.	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Mycelis muralis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	1	11
	<i>Salvia glutinosa</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	1	11
	<i>Juglans regia</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	+	.	1	11
QP	Quercetalia pubescenti-petraeae											
	<i>Ostrya carpinifolia</i>	E2	1	1	.	.	.	.	.	+	3	33
	<i>Ostrya carpinifolia</i>	E1	.	.	r	.	+	r	+	+	6	67
	<i>Fraxinus ornus</i>	E2a	+	.	.	.	.	.	+	+	3	33
	<i>Fraxinus ornus</i>	E1	+	+	.	.	+	.	.	+	4	44
	<i>Sorbus aria</i>	E2a	r	+	.	.	.	.	.	.	2	22
	<i>Clematis recta</i>	E1	r	.	.	.	.	.	+	.	2	22
	<i>Mercurialis ovata</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Rosa canina</i>	E2a	.	.	.	.	r	.	.	.	1	11

Successive number of relevé (Zaporedna številka popisa)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pr.	Fr.
QF	Quercu-Fagetea											
	<i>Clematis vitalba</i>	E2a	.	.	.	.	+	.	+	+	3	33
	<i>Corylus avellana</i>	E2a	r	.	.	.	.	.	.	.	1	11
	<i>Rubus caesius</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	1	11
M	Mosses (Mahovi)											
	<i>Tortella tortuosa</i>	E0	+	.	.	.	.	.	.	+	2	22
	<i>Schistidium apocarpum</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	+	1	11

Legend - Legenda

A Limestone - apnenec

D Dolomite - dolomit

Gr Gravel - grušč

Li Lithosol - kamnišče

Re Rendzina - Rendzina

Pr. Presence (number of relevés in which the species is presented) - število popisov, v katerih se pojavlja vrsta

Fr. Frequency in % - frekvenca v %

Table 2: Synoptic table of three stony / gravely grassland communities in the foothills of the Southern and South-eastern Alps**Preglednica 2: Sintezna tabela treh združb kamnitih / gruščnatih travnišč v prigorju Južnih in Jugovzhodnih Alp**

Successive number (Zaporedna številka)		1	2	3
Author (Avtor)		LPFM	IDAT	ESP
Number of relevés (Število popisov)		11	5	8
<i>Scorzoneretalia villosae</i>, <i>Satureion subspicatae</i>				
<i>Stipa eriocaulis</i> subsp. <i>austriaca</i>	E1	91	.	.
<i>Plantago holosteum</i>	E1	82	.	.
<i>Thesium divaricatum</i>	E1	64	.	.
<i>Bromopsis condensata</i>	E1	64	.	.
<i>Trinia glauca</i>	E1	64	.	.
<i>Genista sericea</i>	E1	64	.	.
<i>Thymus longicaulis</i>	E1	64	.	25
<i>Scorzonera austriaca</i>	E1	54	.	.
<i>Chrysopogon gryllus</i>	E1	54	.	.
<i>Cytisus pseudoprocumbens</i>	E1	45	.	.
<i>Potentilla australis</i>	E1	36	.	.
<i>Leontodon crispus</i>	E1	27	.	.
<i>Satureja montana</i> subsp. <i>variegata</i>	E1	18	60	.
<i>Plantago argentea</i> subsp. <i>liburnica</i>	E1	18	.	.
<i>Blackstonia perfoliata</i>	E1	9	.	.
<i>Pulsatilla montana</i>	E1	.	.	13
<i>Festuco-Brometea</i>				
<i>Fumana procumbens</i>	E1	100	.	.
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	E1	91	80	13
<i>Teucrium montanum</i>	E1	91	60	63
<i>Galium lucidum</i>	E1	91	.	.
<i>Inula ensifolia</i>	E1	91	40	.
<i>Carex humilis</i>	E1	81	.	88
<i>Helianthemum ovatum</i>	E1	54	.	13
<i>Lomelosia graminifolia</i>	E1	45	80	.
<i>Linum tenuifolium</i>	E1	45	.	.
<i>Asperula cynanchica</i>	E1	36	.	13
<i>Gymnadenia conopsea</i>	E1	36	.	.
<i>Hippocrepis comosa</i>	E1	27	20	38
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>polyphylla</i>	E1	27	.	13
<i>Orchis moria</i>	E1	27	.	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	E1	18	20	38
<i>Teucrium chamaedrys</i>	E1	18	40	.
<i>Lotus corniculatus</i>	E1	18	20	50
<i>Buphthalmum salicifolium</i>	E1	9	60	38
<i>Carlina acaulis</i>	E1	9	60	.
<i>Centaurea bracteata</i>	E1	9	.	.
<i>Gentianella pilosa</i>	E1	9	.	.
<i>Carex liparocarpos</i>	E1	9	.	.
<i>Galium verum</i>	E1	9	.	13
<i>Allium senescens</i>	E1	9	.	.
<i>Hieracium pilosella</i>	E1	9	.	.
<i>Centaureum erythrea</i>	E1	9	.	.
<i>Silene italica</i>	E1	9	.	.
<i>Coronilla vaginalis</i>	E1	.	40	25
<i>Pimpinella saxifraga</i>	E1	.	20	.
<i>Stachys recta</i>	E1	.	20	.
<i>Linum catharticum</i>	E1	.	20	13
<i>Orobancha teucrii</i>	E1	.	20	.
<i>Ajuga genevensis</i>	E1	.	20	.

Successive number (Zaporedna številka)		1	2	3
<i>Inula hirta</i>	E1	.	20	.
<i>Prunella grandiflora</i>	E1	.	20	38
<i>Leucanthemum praecox</i>	E1	.	.	25
<i>Centaurea scabiosa</i>	E1	.	.	13
<i>Potentilla pusilla</i>	E1	.	.	13
<i>Linum tenuifolium</i>	E1	.	.	13
<i>Trifolium montanum</i>	E1	.	.	13
<i>Pimpinella nigra</i>	E1	.	.	13
<i>Carex caryophyllea</i>	E1	.	.	13
<i>Cirsium erisithalse</i>	E1	.	.	13
Thero-Brachypodietea				
<i>Koeleria lobata</i>	E1	100	.	.
<i>Artemisia alba</i>	E1	11	.	.
<i>Eryngium amathystinum</i>	E1	18	.	.
<i>Campanula sibirica</i>	E1	18	.	.
<i>Medicago prostrata</i>	E1	9	.	.
<i>Melica ciliata</i>	E1	9	.	.
<i>Bothriochloa ishaemum</i>	E1	9	.	.
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	E1	.	.	13
Elyno-Seslerietea				
<i>Sesleria caerulea</i>	E1	100	100	100
<i>Globularia cordifolia</i>	E1	100	80	88
<i>Carex mucronata</i>	E1	91	100	13
<i>Helianthemum alpestre</i>	E1	45	20	.
<i>Dryas octopetala</i>	E1	27	20	100
<i>Gentiana clusii</i>	E1	9	40	38
<i>Thymus praecox</i> subsp. <i>polytrichus</i>	E1	9	20	.
<i>Aster bellidiastrum</i>	E1	9	20	13
<i>Rhinnathus glacialis</i> (R. <i>aristatus</i>)	E1	9	.	.
<i>Carduus crassifolius</i>	E1	.	60	.
<i>Betonica alopecuroides</i>	E1	.	40	25
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>alpestris</i>	E1	.	40	.
<i>Laserpitium peucedanoides</i>	E1	.	40	13
<i>Leucanthemum heterophyllum</i>	E1	.	20	.
<i>Phyteuma orbiculare</i>	E1	.	20	.
<i>Helianthemum nummularium</i> subsp. <i>grandiflorum</i>	E1	.	20	.
<i>Pinguicula alpina</i>	E1	.	20	.
<i>Carduus carlinaefolius</i>	E1	.	.	25
<i>Galium anisophyllum</i>	E1	.	.	25
<i>Acinos alpinus</i>	E1	.	.	13
<i>Gentiana nivalis</i>	E1	.	.	13
<i>Thesium alpinum</i>	E1	.	.	13
<i>Gentianella anisodonta</i>	E1	.	.	13
<i>Euphrasia salisburgiensis</i>	E1	.	.	13
<i>Polygonum viviparum</i>	E1	.	.	13
<i>Carex sempervirens</i>	E1	.	.	13
<i>Botrychium lunaria</i>	E1	.	.	13
<i>Scabiosa lucida</i>	E1	.	.	13
<i>Koeleria eryostachia</i>	E1	.	.	13
<i>Leucanthemum heterophyllum</i>	E1	.	.	13
<i>Pedicularis elongata</i>	E1	.	.	13
<i>Gentiana utriculosa</i>	E1	.	.	13
<i>Festuca pulchella</i>	E1	.	.	13
Caricetalia davallianae				
<i>Schoenus nigricans</i>	E1	72	.	.
<i>Tofieldia calyculata</i>	E1	9	.	13
<i>Parnassia plustris</i>	E1	.	.	38

Successive number (Zaporedna številka)		1	2	3
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>				
<i>Dactylis glomerata</i>	E1	9	.	.
<i>Prunella vulgaris</i>	E1	9	.	.
<i>Leontodon hispidus</i>	E1	.	.	13
<i>Sisymbrietalia</i>				
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	E1	27	.	.
<i>Reseda lutea</i>	E1	27	.	.
<i>Thlaspietea rotundifolii</i>				
<i>Centaurea dichroantha</i>	E1	100	60	.
<i>Euphorbia kernerii</i>	E1	100	.	63
<i>Gypsophila repens</i>	E1	82	60	.
<i>Matthiola carnica</i>	E1	73	.	.
<i>Hieracium porrifolium</i>	E1	45	80	25
<i>Biscutella laevigata</i>	E1	45	20	25
<i>Hieracium piloselloides</i>	E1	45	.	25
<i>Barssica glabrescens</i>	E1	45	.	.
<i>Dianthus sternbergii</i> (<i>D. monspessulanus</i> subsp. <i>waldsteinii</i>)	E1	45	.	.
<i>Crambe tataria</i>	E1	27	.	.
<i>Achnatherum calamagrostis</i>	E1	18	60	13
<i>Petasites paradoxus</i>	E1	9	20	.
<i>Rumex scutatus</i>	E1	9	.	13
<i>Silene vulgaris</i> subsp. <i>glareosa</i>	E1	9	.	38
<i>Sedum ochroleucum</i>	E1	9	.	.
<i>Alyssum montanum</i>	E1	9	.	.
<i>Equisetum ramosissimum</i>	E1	9	.	.
<i>Aquilegia einseleana</i>	E1	.	100	13
<i>Gymnocarpium robertianum</i>	E1	.	20	.
<i>Aconitum angustifolium</i>	E1	.	20	.
<i>Athamnatha cretensis</i>	E1	.	.	38
<i>Hieracium bifidum</i>	E1	.	.	25
<i>Dianthus sternbergii</i>	E1	.	.	25
<i>Trisetum argenteum</i>	E1	.	.	25
<i>Bupleurum ranunculoides</i> var. <i>canalense</i>	E1	.	.	13
<i>Chondrilla chondrilloides</i>	E1	.	.	13
<i>Crepis jacquinii</i>	E1	.	.	13
<i>Physoplexido comosae-Saxifragion petraeae</i>				
<i>Seseli gouanii</i>	E1	54	40	13
<i>Campanula cespitosa</i>	E1	18	40	38
<i>Spirea decumbens</i>	E1	9	.	.
<i>Paederota bonarota</i>	E1	.	20	.
<i>Potentilletalia caulescentis, Asplenietea trichomanis</i>				
<i>Dianthus sylvestris</i>	E1	9	.	25
<i>Rhamnus pumilus</i>	E1	.	60	.
<i>Potentilla caulescens</i>	E1	.	40	.
<i>Valeriana saxatilis</i>	E1	.	40	12
<i>Primula auricula</i>	E1	.	40	.
<i>Hieracium glaucum</i>	E1	.	20	.
<i>Kernera saxatilis</i>	E1	.	20	.
<i>Carex brachystachys</i>	E1	.	.	50
<i>Saxifraga squarrosa</i>	E1	.	.	27
<i>Valeriana tripteris</i>	E1	.	.	13
<i>Silene quadridentata</i>	E1	.	.	13
<i>Erico-Pinetea</i>				
<i>Erica carnea</i>	E1	100	60	100
<i>Polygala carniolica</i> (<i>P. nicaeensis</i> subsp. <i>forojulensis</i>)	E1	45	.	63
<i>Euphrasia cuspidata</i>	E1	18	40	63
<i>Galium purpureum</i>	E1	18	20	50

Successive number (Zaporedna številka)		1	2	3
<i>Molinia arundinacea</i>	E1	9	40	50
<i>Leontodon incanus</i>	E1	9	60	.
<i>Amelanchier ovalis</i>	E2a	9	60	.
<i>Allium ericetorum</i>	E1	9	20	.
<i>Daphne cneorum</i>	E1	9	.	13
<i>Larix decidua</i>	E1	9	.	.
<i>Genista radiata</i>	E2a	.	80	.
<i>Asperula aristata</i>	E1	.	60	.
<i>Calamagrostis varia</i>	E1	.	60	63
<i>Polygala chamaebuxus</i>	E1	.	40	13
<i>Chamaecytisus purpureus</i>	E1	.	40	.
<i>Aster amellus</i>	E1	.	20	.
<i>Crepis froelichiana</i> s. lat.	E1	.	20	63
<i>Gymnadenia odoratissima</i>	E1	.	20	.
<i>Pinus mugo</i>	E2a	.	20	50
<i>Carex ornithopoda</i>	E1	.	.	100
<i>Pinus sylvestris</i>	E1	.	.	75
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	E2	.	.	63
<i>Epipactis atrorubens</i>	E1	.	.	50
<i>Galium margaritaceum</i>	E1	.	.	38
<i>Thesium rostratum</i>	E1	.	.	25
<i>Picea abies</i>	E2	.	.	13
<i>Carex alba</i>	E1	.	.	13
<i>Knautia ressmannii</i>	E1	.	.	13
<i>Rubus saxatilis</i>	E1	.	.	13
Betulo-Alnetea				
<i>Salix glabra</i>	E2a	9	40	63
<i>Salix appendiculata</i>	E1	.	20	13
Trifolio-Geranietea				
<i>Anthericum ramosum</i>	E1	36	40	.
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	E1	9	40	.
<i>Laserpitium latifolium</i>	E1	.	20	.
<i>Trisetum argenteum</i>	E1	.	20	.
<i>Viol hirta</i>	E1	.	.	13
<i>Polygonatum odoratum</i>	E1	.	.	13
Aremonio-Fagion, Tilio-Acerion, Fagetalia sylvaticae				
<i>Cyclamen purpurascens</i>	E1	.	20	.
<i>Rhamnus fallax</i>	E2a	.	20	.
<i>Lilium martagon</i>	E1	.	.	13
<i>Luzula nivea</i>	E1	.	.	13
<i>Galium aristatum</i>	E1	.	.	13
Quercetalia pubescenti-petraeae				
<i>Juniperus communis</i>	E2	18	.	50
<i>Ostrya carpinifolia</i>	E2	.	40	.
<i>Ostrya carpinifolia</i>	E1	9	40	.
<i>Fraxinus ornus</i>	E2a	.	20	.
<i>Fraxinus ornus</i>	E1	9	60	.
<i>Clematis recta</i>	E1	9	20	.
<i>Sorbus aria</i>	E2a	.	40	.
<i>Mercurialis ovata</i>	E1	.	20	.
<i>Rosa canina</i>	E2a	.	20	.
<i>Carex flacca</i>	E1	.	.	13
<i>Hierochloe australis</i>	E1	.	.	13
<i>Cotoneaster integerrima</i> agg.	E2	.	.	13
Quercu-Fagetea s. lat.				
<i>Serratula tinctoria</i>	E1	9	.	.
<i>Corylus avellana</i>	E2a	.	20	.

Successive number (Zaporedna številka)		1	2	3
<i>Solidago virgaurea</i>	E1	.	.	13
<i>Potentilla erecta</i>	E1	.	.	13
<i>Salicetea purpureae</i>				
<i>Salix eleagnos</i>	E2	9	20	.
<i>Salix purpurea</i>	E2a	.	20	13
Mosses (Mahovi)				
<i>Tortella tortuosa</i>	E0	.	20	25
<i>Cladonia symphycarpa</i>	E0	.	.	38
<i>Thamnotia vermicularis</i>	E0	.	.	13

Legend (Legenda)

1 *Centaureo dichroanthae-Globularietum cordifoliae seslerietosum albicantis*, Feoli Chiapella & Poldini (1993)

2 *Aquilegio einseleanae-Caricetum mucronatae*, this article (ta članek)

3 *Euphrasio cuspidatae-Globularietum cordifoliae* (E. & S. Pignatti 2014, 2016)

LP Livio Poldini

FM Fabrizio Martini

ID Igor Dakskobler

AT Amadej Trnkoczy

ESP Erica & Sandro Pignatti

FITOCENOLOŠKA ANALIZA GOZDNIH SESTOJEV EVROPSKEGA PRAVEGA KOSTANJA (*CASTANEA SATIVA*) V SLOVENSKI ISTRI

PHYTOSOCIOLOGICAL ANALYSIS OF *CASTANEA SATIVA* WOODS IN SLOVENIAN ISTRIA

Igor DAKSKOBLER¹ & Zvone SADAR²

<http://dx.doi.org/10.3986/fbg0074>

IZVLEČEK

Fitocenološka analiza gozdnih sestojev evropskega pravega kostanja (*Castanea sativa*) v Slovenski Istri

Fitocenološko smo analizirali gozdne sestoje v Slovenski Istri, v katerih v drevesni plasti prevladuje pravi kostanj (*Castanea sativa*). Našli smo jih v okolici vasi Puče (med Šmarjami in Koštabono) v porečju Drnice, v povodjih potoka Malinska (med Gradinom in Abitanti, blizu vasi Stara Mandrija) in v povodju potoka Pregon (južno od Pregare pri vaseh Reparec in Tuniši). Na podlagi primerjave s podobnimi kostanjevimi gozdovi na Hrvaškem in v Bosni smo jih uvrstili v asociacijo *Helleboro istriaci-Castaneetum sativae* Medak 2009 in v dve novi subasociaciji: *-ornithogaletosum pyrenaici* in *-ruscetosum aculeati*. Po naših spoznanjih so preučeni sestoji drugotni, pionirski ali degradacijski stadiji na nekoč najbrž bukovih ali hrastovih rastiščih iz asociacij *Ornithogalo pyrenaici-Fagetum*, *Seslerio autumnalis-Fagetum* in *Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae*. Ker pa se pravi kostanj v njih pomlajuje in ohranja več generacij, jih je mogoče vrednotiti tudi kot poseben habitatni in/ali gozdni rastiščni tip, a presojo o tem prepuščamo pristojnim strokovnjakom.

Ključne besede: fitocenologija, sinsistematika, *Helleboro istriaci-Castaneetum sativae*, *Carpinion orientalis*, Istra, Slovenija

ABSTRACT

Phytosociological analysis of *Castanea sativa* woods in Slovenian Istria

In Slovenian Istria we conducted a phytosociological analysis of forest stands with dominating *Castanea sativa* in the tree layer. These forest stands are situated in the vicinity of the village of Puče (between Šmarje and Koštabona) in the Drnica river basin, in the catchment area of the creek Malinska (between Gradin and Abitanti, near the village of Stara Mandrija) and in the catchment area of the creek Pregon (south of Pregara at the villages of Reparec and Tuniši). Based on the comparison with similar sweet chestnut woods in Croatia and Bosnia they were classified into the association *Helleboro istriaci-Castaneetum sativae* Medak 2009 and two new subassociations: *-ornithogaletosum pyrenaici* and *-ruscetosum aculeati*. According to our findings, the studied stands are secondary, pioneer or degradation stages, probably on former beech or oak sites from associations *Ornithogalo pyrenaici-Fagetum*, *Seslerio autumnalis-Fagetum* and *Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae*. However, because *Castanea sativa* regenerates in these stands and persists there for generations, these stands could also be treated as a special habitat and/or forest site type, but this is an assessment best left to the competent experts.

Key words: phytosociology, synsystematics, *Helleboro istriaci-Castaneetum sativae*, *Carpinion orientalis*, Istria, Slovenia

¹ Znanstvenoraziskovalni center SAZU, Biološki inštitut Jovana Hadžija, Regijska raziskovalna enota Tolmin, Brunov drevored 13, SI-5220 Tolmin igor.dakskobler@zrc-sazu.si

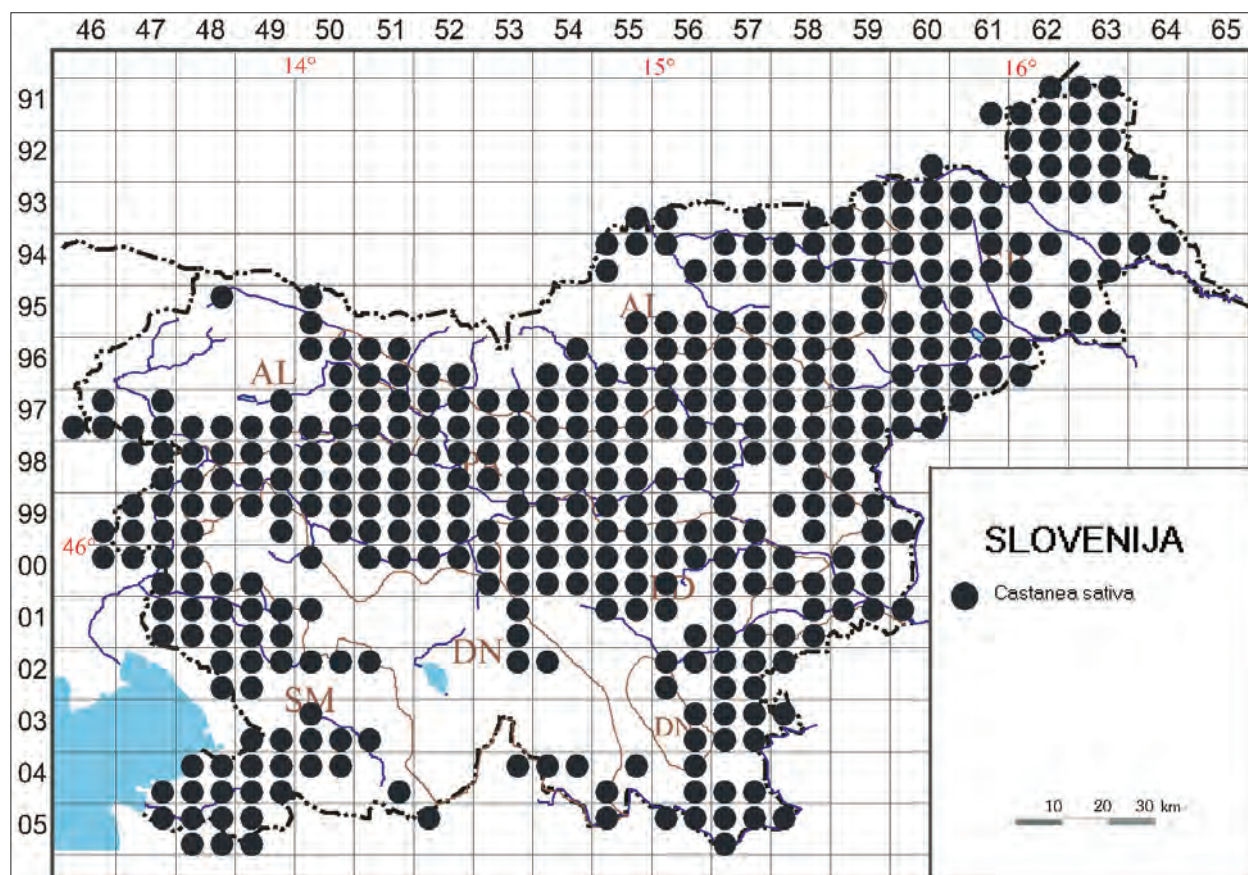
² Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Sežana, Krajevna enota Kozina, Hrpelje, Reška cesta 14, SI-6240 Kozina, zvone.sadar@zgs.gov.si

1 UVOD

Evropski pravi kostanj, tudi domači kostanj (*Castanea sativa*), je jugovzhodnoevropska-jugozahodnoazijska vrsta, značilnica zveze *Quercion robori-sessiliflorae* (AESCHIMANN et al. 2004: 222). Izvira iz Sredozemlja, a se je v tisočletjih s človekovim posredovanjem razširil tudi bolj v notranjost Evrope. K takšnemu širjenju so še posebej prispevali Rimljani (BRUS 2005). Njegovo zdaj znano razširjenost v Sloveniji kaže slika 1.

Tudi zdajšnja prisotnost pravega kostanja v slovenskih gozdovih je precej povezana s človekovimi vplivi, saj so ga marsikje tudi gojili, a potem pogosto te nasade opustili in so se zarasli z okoliško gozdno vegetacijo. M. WRABER (1960) v pregledu gozdne vegetacije Slovenije omenja dve združbi, ki se imenujeta po kostanju: *Querceto-Castanetum submediterraneum* in *Querceto-Castanetum austroalpinum*, pri čemer je omenjeni asociaciji deloma obravnaval že prej (M. WRABER 1954, 1955, 1957, 1958). V pregledu rastlinskih sintaksonov Slovenije (ŠILČ & ČARNI 2012) se po pravem kostanju ime-

nuje le bukova združba *Castaneo-Fagetum sylvaticae*. Združbe, ki jih je M. Wraber označeval z imenom *Querceto-Castanetum*, večinoma obravnavamo znotraj združb hrasta gradna (*Quercus petraea*) ali celo bukve (*Fagus sylvatica*), deloma kot degradacijske stadije in v njih pravi kostanj nima edifikatorske vloge. Po naših spoznanjih, ki smo jih dobili pri dolgoletnih raziskavah gozdne vegetacije zahodnega dela Slovenije, ob upoštevanju monografske obdelave hrastovih in črnogabrovih gozdov v Primorju (ZUPANČIČ 1999), je pravi kostanj pogosta primes v vseh sestojnih plasteh naslednjih hrastovih, belogabrovih in bukovih asociacij (ali subasociacij): *Aristolochio luteae-Quercetum pubescentis castaneetosum*, *Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae*, *Carici umbrosae-Quercetum petraeae*, *Melampyro vulgaris-Quercetum petraeae*, *Seslerio autumnalis-Quercetum cerridis*, *Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum betuli*, *Blechno-Fagetum*, *Castaneo-Fagetum sylvaticae*, *Ornithogalo pyrenaici-Fagetum* in *Seslerio autumnalis-Fage-*



Slika 1: Razširjenost pravega kostanja (*Castanea sativa*) v Sloveniji (podatkovna baza FloVegSi)
Figure 1: Distribution of *Castanea sativa* in Slovenia (FloVegSi database)

tum. Posamično v drevesni, pogosteje pa le v grmovni ali zeliščni plasti se pojavlja tudi v sestojih asociacij *Luzulo albidae-Quercetum petraeae*, *Veratro nigri-Fraxinetum excelsioris*, *Saxifrago petraeae-Tiletum platyphylli*, *Paeonio officinalis-Tiletum platyphylli*, *Seslerio autumnalis-Ostryetum*, *Seslerio albicantis-Ostryetum*, *Seslerio autumnalis-Quercetum pubescentis*, *Lamio orvalae-Fagetum*, *Genisto januensis-Pinetum sylvestris*. Naj-

višje smo ga popisali na grebenu Kolovrata (pod Nagnojem), na nadmorski višini 1170 m, v spodnji grmovni plasti sestoja asociacije *Ranunculo platanifolii-Fagetum*. Pri dolgoletnem delu v gozdovih Slovenske Istre je eden od naju (Zvone Sadar) opazil tudi sestoje, v katerih je pravi kostanj prevladujoča vrsta v drevesni plasti in se v njih tudi pomlajuje. S fitocenološko analizo smo poskušali te sestoje uvrstiti v sintaksonomski sistem.

2 METODE

Fitocenološke popise kostanjevih sestojev v Slovenski Istri smo naredili po srednjeevropski metodi (BRAUN-BLANQUET 1964). Skupno smo naredili 18 popisov in jih vnesli v bazo FloVegSi (T. SELIŠKAR, VREŠ & A. SELIŠKAR 2003). Kombinirane ocene zastiranja in pogostnosti smo pretvorili v ordinalne vrednosti od 1 do 9 (van der MAAREL 1979). Numerične primerjave smo opravili s programom SYN-TAX 2000 (PODANI 2001). Popise smo v analitsko preglednico (Preglednica 1) uredili na podlagi hierarhične klasifikacije. Upoštevali smo rezultate metode kopičenja na podlagi povezovanja (netehtanih) srednjih razdalj “(Unweighted) average linkage” – UPGMA, kjer smo uporabljali Wishartov koeficient podobnosti (similarity ratio). V drugem koraku smo izdelali sintezno tabelo, v kateri smo popise

iz Slovenske Istre primerjali s popisi oz. združbami iz Hrvaške in Bosne. Pri tem smo uporabljali isto metodo hierarhične klasifikacije. Fitocenološke skupine (= skupine diagnostičnih vrst) smo ob upoštevanju številnih avtorjev oblikovali po lastnih merilih. Nomenklturni viri za imena praprotnic in semenk so MARTINČIČ & al. (2007) razen za ime *Molinia arundinacea* Schrank (namesto *M. caerulea* (L.) Moench subsp. *arundinacea* (Schrank) K. Richt.), za imena mahov MARTINČIČ (2003, 2011), za imena sintaksonov pa ŠILC & ČARNI (2012), VUKELIĆ (2012) in DAKSKOBLER, SADAR & ČARNI (2017), razen za ime zveze *Carpinion orientalis* Horvat 1958 in razreda *Quercio-Fagetea* Braun-Blanquet et Vlieger in Vlieger 1937.

3 REZULTATI

3.1 Ekološka oznaka preučениh sestojev

Gozdne sestoje s prevladujočim pravim kostanjem v drevesni plasti smo popisali v treh območjih Slovenske Istre: v povodju Drnice v okolici vasi Puče (v trikotniku med Šmarjami, Koštabono in Krkavčami), v povodju Malinske blizu vasi Stara Mandrija (med Gradinom in Abitanti) in v povodju potoka Pregon (južno od Pregare, pri vaseh Reparec in Tuniši) – slika 2. Nadmorska višina popisanih sestojev je od 260 m do 425 m. Nebečna lega je osojna, največkrat severozahodna, strmina pa od 5° do 30°. Geološka podlaga je eocenski fliš, le ponekod z manjšo primesjo apnenca (BUSER 2009), talni tip so evtrična rjava tla (VIDIĆ et al. 2016). Popisi okoli vasi Puče sodijo še v območje z obalnim submediteranskim podnebjem s srednjo temperaturo najhladnejšega meseca več kot 4 °C in s srednjo temperaturo najtoplejšega meseca več kot 22 °C. Povprečna višina padavin je med 1000 mm in 1200 mm. Popisi v povodjih Malinske in Pregona sodijo že v podnebni tip zale-

dno submediteransko podnebje, kjer je srednja temperatura najhladnejšega meseca že manj kot 4 °C in srednja temperatura najtoplejšega meseca manj kot 22 °C. Povprečna letna višina padavin je že več kot 1200 mm (OGRIN 1996).

3.2 Klasifikacija popisov in uvrstitev preučene združbe v sintaksonomski sistem

Naši popisi so se združevali v dve večji skupini, s tem, da sta dva popisa v levem delu dendrograma nekoliko izstopala (slika 3). Na podlagi hierarhične klasifikacije smo jih uredili v preglednico 1. Ugotovljeni ločeni skupini lahko razlagamo na rangju subasociacij.

Za uvrstitev teh sestojev na rangju asociacije smo naredili primerjavo s podobnimi do zdaj opisanimi združbami v geografsko dovolj bližnjih območjih (MEDAK 2009, 2011, STUPAR et al. 2014) – Preglednica 2 in Slika 3.

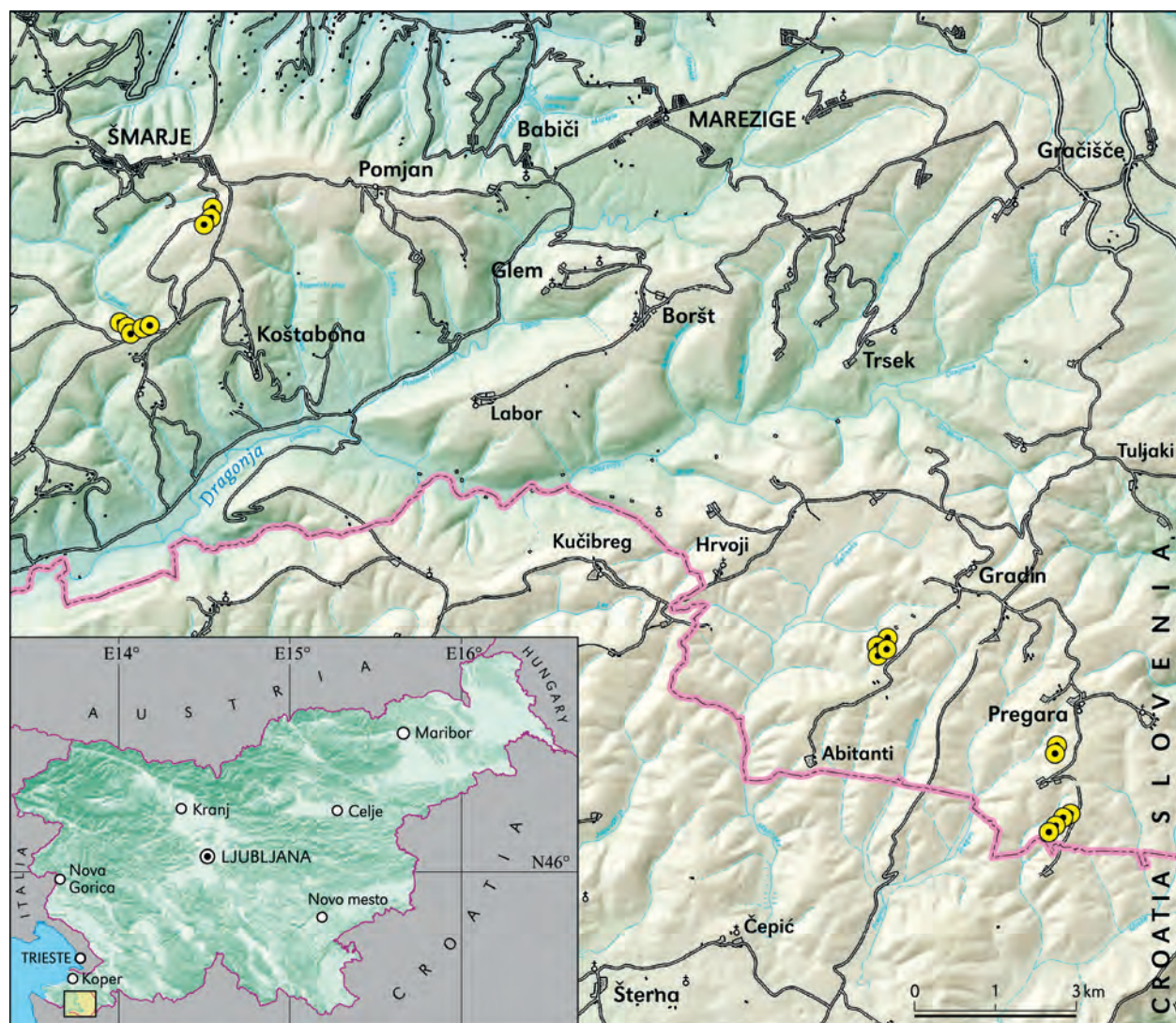
Na podlagi rezultatov te primerjave lahko naše sestoje uvrstimo v asociacijo *Helleboro istriaci-Castaneetum sativae* Medak 2009.

V primerjavi s popisi iz Hrvaške sestoje iz slovenskega dela Istre razlikujejo predvsem vrste *Carex montana* (stalnost 78 %), *Crataegus laevigata* (stalnost 67 %), *Molinia arundinacea* (stalnost 50 %), *Ornithogalum pyrenaicum* (stalnost 54 %), *Quercus petraea* (stalnost 28 %), deloma tudi vrsta *Calamagrostis arundinacea* (stalnost 38 %). Za sestoje iz Hrvaške so razlikovalne vrste *Crataegus transalpinum* (stalnost 55 %) – (vendar je to le varieteta vrste *C. monogyna*, značilna za Kras, Vukelić, in litt.), *Calamintha grandiflora* (stalnost 45 %), *Campanula trachelium* (stalnost 50 %) in deloma tudi vrsta *Acer obtusatum* (stalnost 32 %).

Uvrstitev v sintaksonomski sistem je sledeča:
Quercus-Fagetea Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937
Quercetalia pubescenti-petraeae Klika 1933
Carpinion orientalis Horvat 1958

Helleboro istriaci-Castaneetum sativae Medak 2009

Opravili smo popravek imena, ker v sestojih v slovenskem delu Istre uspeva le takson *Helleborus multifidus* subsp. *istriacus* (sin. *Helleborus odoratus* subsp. *istriacus*) in najbrž tudi primerki iz Hrvaške Istre večinoma pripadajo tej podvrsti (LACZA 1958: 91, ROTTENSTEINER 2014: 786–787, Vukelić, in litt.). VUKELIĆ (2012: 242–243) asociacijo *Helleboro multifidi-Castaneetum* uvršča v zvezo *Quercion pubescenti-petraeae* Br.-Bl. 1932. Po našem mnenju dobra zastopanost vrst kot so *Sesleria autumnalis*, *Carpinus orientalis*, *Ruscus acu-*



Slika 2: Nahajališča kostanjevih gozdov v Slovenski Istri
 Figure 2: Localities of *Castanea sativa* woods in Slovenian Istria

leatus, *Helleborus multifidus* subsp. *istriacus* in *Rubus ulmifolius* ob občasnem pojavljanju vrst *Asparagus acutifolius*, *Sorbus domestica* in *Arum italicum* dopušča uvrstitev te asociacije v zvezo *Carpinion orientalis*.

Seznam diagnostičnih vrst asociacije (*Castanea sativa*, *Helleborus multifidus* subsp. *istriacus*, *Sesleria autumnalis*), smo razširili še na vrsti *Carex flacca* in *C. montana*.

Subasociaciji:

-*ornithogaletosum pyrenaici* subass. nov. nomenklturni tip, *holotypus*, je popis št. 6 v Preglednici 1. Razlikovalnice subasociacij so vrste *Ornithogalum pyrenaicum*, *Salvia glutinosa*, *Calamagrostis arundinaceae*, *Quercus cerris* in *Fagus sylvatica*. V to subasociacijo uvrščamo pionirske

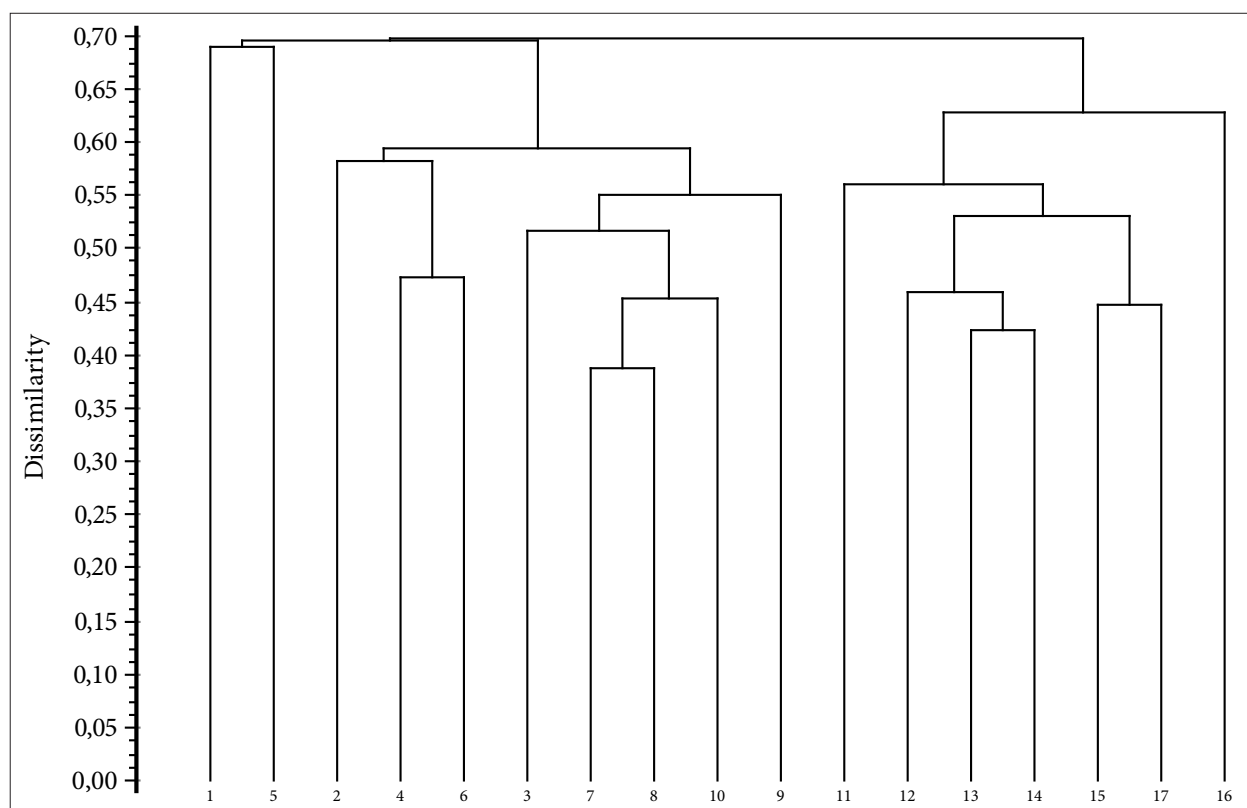
(redkeje degradacijske) stadije na rastiščih asociacije *Ornithogalo-Fagetum sylvaticae*. Popis št. 1 v Preglednici 1 kaže določeno podobnost s sestoji asociacije *Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae*, popis št. 2 v isti preglednici pa s sestoji asociacije *Ornithogalo-Carpinetum betuli*.

-*ruscetosum aculeati* subass. nov., nomenklturni tip, *holotypus*, je popis št. 13 v Preglednici 1. Razlikovalnice subasociacije so vrste *Ruscus aculeatus*, *Sesleria autumnalis* (z velikim srednjim zastiranjem) in *Cornus mas*. V to subasociacijo uvrščamo pionirske (redkeje degradacijske) stadije na rastiščih asociacij *Seslerio autumnalis-Fagetum* in *Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae*.

4 RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI

Popisani sestoji pravega kostanja v Slovenski Istri so po naših spoznanjih večinoma drugotni. Nastali so najbrž na nekdanjih rastiščih bukovih, belogabrovih ali gradnovih gozdov, deloma z zaraščanjem nekdanjih kmetijskih površin. Toda v njih se pravi kostanj pomlajuje

in ohranja več generacij. Močno ga ogroža sušenje zaradi kostanjevega raka, zato je nadaljnji razvoj teh sestojev težko predvideti. V smislu razvrščanja v gozdne rastiščne tipe (KUTNAR et al. 2012) sta dve možnosti:



Slika 3: Dendrogram kostanjevih sestojev iz Slovenske Istre (UPGMA, komplement Wishartovega koeficienta podobnosti)
Figure 3: Dendrogram of relevés with dominating *Castanea sativa* from Slovenian Istria (UPGMA, 1- similarity ratio)

da jih uvrstimo v nov gozdni rastiščni tip: submediteranski kostanjevi gozdovi ali da jih obravnavamo v sklopu gozdnih rastiščnih tipov domnevno izvornih bukovih, gradnovih ali belogabrovih združb.

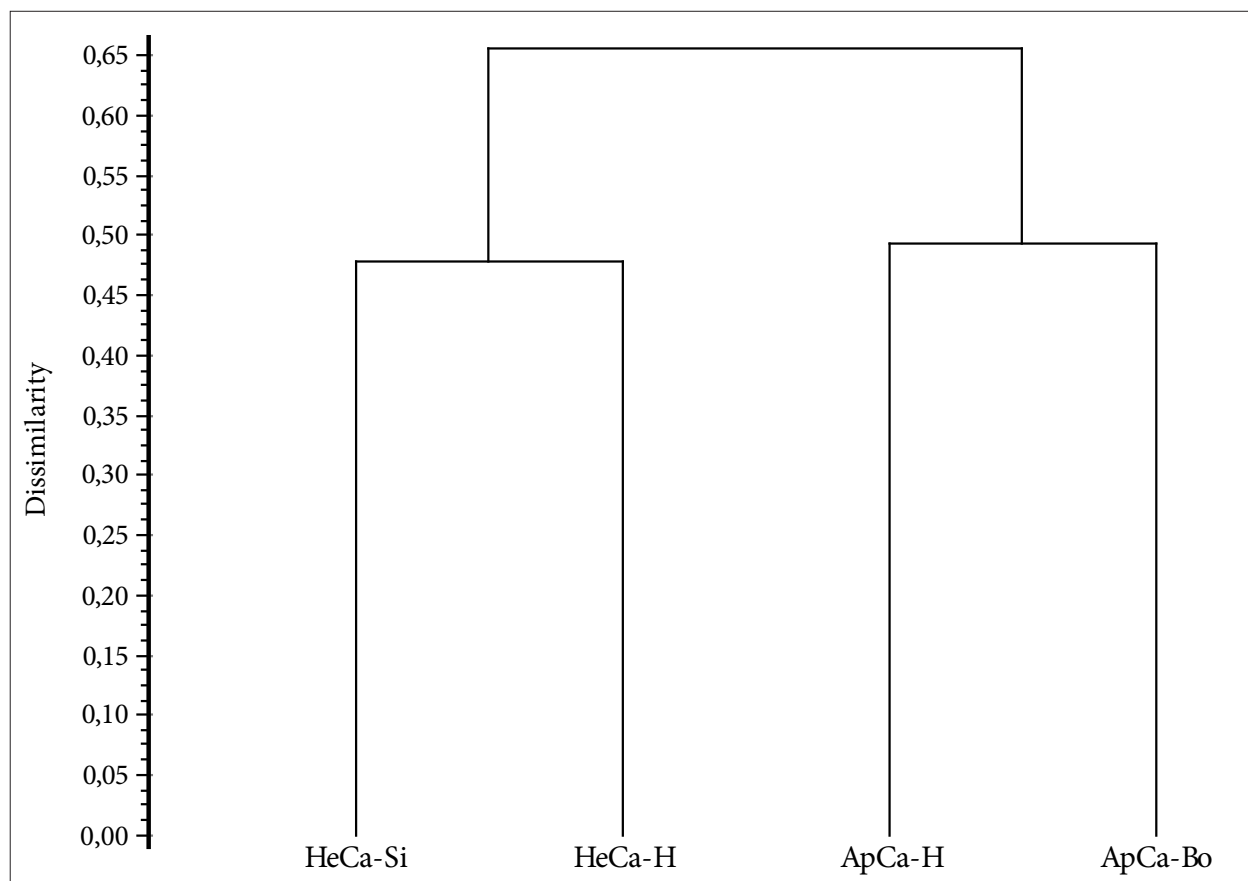
Razmeroma majhne površine so v prid drugi možnosti, razmeroma težavno prepoznavanje izvornih združb (je to bilo bukovje, gradnovje ali belogabrovje) pa v prid prvi možnosti.

Presojo prepuščamo strokovnjakom za to področje na Gozdarskem inštitutu Slovenije in Zavodu za gozdove Slovenije.

V okviru habitatne tipologije (JOGAN et al. 2004) kostanjeve sestoje v Istri lahko obravnavamo kot poseben tip primorsko kostanjeve (41.7424). Njihova go-

spodarska vloga za zdaj ni velika, saj so v njih v glavnem izvajali panjevsko sečnjo, pridobivajo drva in vinogradniško kolje, vendar so ta rastišča primerna tudi za vzgojo kakovostnega lesa manjšinskih drevesnih vrst, še posebej skorša in breka (*Sorbus domestica*, *S. torminalis*) in češnje (*Prunus avium*). Imajo tudi biotopsko vlogo kot rastišča nekaterih zavarovanih rastlin (ANON. 2004): *Ruscus aculeatus*, *Helleborus multifidus* subsp. *istriacus*, *Lilium martagon*, *Cephalanthera longifolia*, *C. damasonium* in *Platanthera chlorantha*.

V popisanih sestojih nismo našli tujerodnih vrst, z izjemo robinije (*Robinia pseudoacacia*). Subspontano (podivjano iz gojitve) se ponekod pojavlja lovor (*Laurus nobilis*).



Slika 4: Dendrogram združb domačega kostanja v jugozahodni Sloveniji, Hrvaški in Bosni (UPGMA, komplement Wishartovega koeficienta podobnosti)

Figure 4: Dendrogram of syntaxa with dominating *Castanea sativa* from Slovenia, Croatia and Bosnia (UPGMA, 1– similarity ratio) Legend (Legend):

HeCa-Si *Helleboro istriaci-Castaneetum sativae*, Slovenska Istra, ta članek, Preglednica 1

HeCa-H *Helleboro multifidi-Castaneetum sativae*, submediteranski del Hrvaške, Istra, otok Cres (MEDAK 2009, 2011, VUKELIĆ 2012),

ApCa-H *Aposerido foetidae-Castaneetum sativae*, Hrvaška, celinski del (MEDAK 2011, VUKELIĆ 2012)

ApCa-Bo *Aposerido foetidae-Castaneetum sativae*, Bosna, STUPAR et al (2014)

5 SUMMARY

Originally native to the Mediterranean, *Castanea sativa* is a southeastern-European-southwestern-Asian species that spread to the interior of Europe with human migrations. The Romans in particular played a major role in its expansion. *Castanea sativa* is distributed across most of the Slovenian territory, but only in the colline, submontane and lower montane belts. The conspectus of vegetation syntaxa of Slovenia (ŠILČ & ČARNI 2012) comprises only one beech community named after this species – *Castaneo-Fagetum sylvaticae*. According to our findings and research published by other authors (ZUPANČIČ 1999) it frequently occurs in the stands of the following associations (or subassociations) in western and southwestern Slovenia: *Aristolochio luteae-Quercetum pubescentis castaneetosum*, *Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae*, *Carici umbrosae-Quercetum petraeae*, *Melampyro vulgati-Quercetum petraeae*, *Seslerio autumnalis-Quercetum cerridis*, *Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum betuli*, *Blechno-Fagetum*, *Castaneo-Fagetum sylvaticae*, *Ornithogalo pyrenaici-Fagetum* and *Seslerio autumnalis-Fagetum*. Its highest recorded locality (and site) was on the ridge of Kolovrat (under Mt. Nagnoj), at 1170 m a.s.l., in the lower shrub layer of the association *Ranunculo platanifolii-Fagetum*. In his many years of practice in the forests of Slovenian Istria one of the authors (Zvone Sadar) came across stands in which *Castanea sativa* dominates in the tree layer and also regenerates in these stands. Their localities are in the Drnica river basin in the vicinity of the village of Puče (in the triangle between Šmarje, Koštabona and Krkavče) in the catchment area of the creek Malinska near the village of Stara Mandrija (between Gradin and Abitanti) and in the catchment area of the creek Pregon (south of Pregara at the villages of

Repavec and Tuniši). With a phytosociological analysis we wanted to classify these stands into a syntaxonomic system. We recorded 18 relevés using the Central-European method and compared them with similar communities previously described in Croatia and Bosnia (*Helleboro multifidi-Castaneetum sativae* and *Aposerido foetidae-Castaneetum sativae*). Based on this comparison we classified these stands into the association *Helleboro istriaci-Castaneetum sativae* Medak 2009. The name of the association was corrected, because the stands in the Slovenian part of Istria comprise only the taxon *Helleborus multifidus* subsp. *istriacus* (syn. *Helleborus odoratus* subsp. *istriacus*). We classified the association *Helleboro istriaci-Castaneetum* into the alliance *Carpinion orientalis*, and not into the alliance *Quercion pubescenti-petraeae*, into which it is classified in Croatia. Two new subassociations were described: *-ornithogalotosum pyrenaici* and *-ruscetosum aculeati*.

According to our findings, the recorded *Castanea sativa* stands in Slovenian Istria are predominantly secondary and likely originate from former sites of beech, hornbeam or sessile oak forests, partly due to the overgrowing of agricultural land. In these stands, *Castanea sativa* regenerates and persists for several generations. So far, their economic role has been insignificant, as they have mainly served as a source of firewood and material for grape stakes, but they could also serve as plantations for high-quality timber production focused on minority tree species (*Sorbus domestica*, *S. torminalis* and *Prunus avium*). As sites of several protected species – *Ruscus aculeatus*, *Helleborus multifidus* subsp. *istriacus*, *Lilium martagon*, *Cephalanthera longifolia*, *C. damasonium* and *Platanthera chlorantha* – they are important also as biotopes.

ZAHVALA

Soavtorji arealne karte (slika 1) so Branko Vreš, Andrej Seliškar, Brane Anderle in Branko Dolinar. Slika 2 je za tisk pripravil Iztok Sajko. Za podatke in literaturo o kostanjevih gozdovih na Hrvaškem se iskreno zahvaljujeva prof. dr. Josu Vukeliću in prof. dr. Andražu

Čarniju. Članek je nastal s finančno podporo Agencije Republike Slovenije za raziskovalno dejavnost (program P1-0236). Angleški prevod izvlečka in povzetka Andreja Šalamon Verbič.

LITERATURA – REFERENCES

AESCHIMANN, D., K. LAUBER, D. M. MOSER & J.-P. THEURILLAT, 2004: *Flora alpina*. Bd. 1: *Lycopodiaceae-Apiaceae*. Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien.

- ANONYMOUS, 2004: *Uredba o zavarovanih prosto živečih rastlinskih vrstah*. Uradni list RS 46/2004.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964: *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 3. Auf., Springer Verlag, Wien-New York.
- BRUS R., 2005: *Dendrologija za gozdarje*. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo.
- BUSER, S., 2009: *Geološka karta Slovenije 1: 250.000. Geological map of Slovenia 1: 250,000*. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- DAKSKOBLER, I., Z. SADAR & A. ČARNI, 2017: *Phytosociological analysis of Quercus cerris woods in the sub-Mediterranean phytogeographical region of Slovenia*. Folia biologica et geologica (Ljubljana) 58 (2): 5-43.
- JOGAN, N., M. KALIGARIČ, I. LESKOVAR, A. SELIŠKAR & J. DOBRAVEC, 2004: *Habitatni tipi Slovenije HTS 2004*. Agencija Republike Slovenije za okolje, Ljubljana.
- KUTNAR, L., Ž. VESELIČ, I. DAKSKOBLER & D. ROBIČ, 2012: *Tipologija gozdnih rastišč Slovenije na podlagi ekoloških in vegetacijskih razmer za potrebe usmerjanja razvoja gozdov*. Gozdarski vestnik (Ljubljana) 70 (4): 195-214.
- LACZA, J. S., 1958: *Ist Helleborus istriacus (Schiffn.) Borb. eine selbstständige Art?* Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu (Sarajevo) 11(1-2): 85-93.
- MAAREL van der, E., 1979: *Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity*. Vegetatio (Den Haag) 39 (2): 97-114.
- MARTINČIČ, A., 2003: *Seznam listnatih mahov (Bryopsida) Slovenije*. Hacquetia (Ljubljana) 2 (1): 91-166.
- MARTINČIČ, A., 2011: *Seznam jetrenjakov (Marchantiophyta) in rogovnjakov (Anthocerotophyta) Slovenije. Annotated Checklist of Slovenian Liverworts (Marchantiophyta) and Hornworts (Anthocerotophyta)*. Scopolia (Ljubljana) 72: 1-38.
- MARTINČIČ, A., T. WRABER, N. JOGAN, A. PODOBNIK, B. TURK, B. VREŠ, V. RAVNIK, B. FRAJMAN, S. STRGULC KRAJŠEK, B. TRČAK, T. BAČIČ, M. A. FISCHER, K. ELER & B. SURINA, 2007: *Mala flora Slovenije. Ključ za določanje praprotnic in semenk*. Četrta, dopolnjena in spremenjena izdaja. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
- MEDAK, J., 2009: *Šumske zajednice i staništa pitomog kestena (Castanea sativa Mill.) u Hrvatskoj*. Doktorska disertacija, Univerzitet u Zagrebu (168 pp.).
- MEDAK, J., 2011: *Šuma pitomog kestena sa prasećim zeljem (Aposeri foetidae-Castanetum sativae ass. nova) u Hrvatskoj*. Šumarski list (Zagreb), posebni broj 135: 5-24.
- OGRIN, D., 1996: *Podnebni tipi v Sloveniji*. Geografski vestnik (Ljubljana) 68: 39-56.
- PODANI, J., 2001: *SYN-TAX 2000. Computer Programs for Data Analysis in Ecology and Systematics*. User's Manual, Budapest.
- ROTTENSTEINER, W. K. (ed.), 2014: *Exkursionsflora für Istrien*. Verlag des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten, Klagenfurt, 1014 pp.
- SELIŠKAR, T., B. VREŠ & A. SELIŠKAR, 2003: *FloVegSi 2.0. Računalniški program za urejanje in analizo bioloških podatkov*. Biološki inštitut ZRC SAZU, Ljubljana.
- STUPAR, V., M. ŠURLAN, R. TRAVAR & R. CVJETIČANIN, 2014: *Phytosociological analysis of mesophilous sweet chestnut forests (Castanea sativa Mill.) near Kostajnica (Bosnia and Herzegovina)*. Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, 24: 25-43.
- ŠILC, U. & A. ČARNI, 2012: *Conspectus of vegetation syntaxa in Slovenia*. Hacquetia (Ljubljana) 11 (1): 113-164.
- VIDIĆ, N. J., T. PRUS, H. GRČMAN, M. ZUPAN, A. LISEC, T. KRALJ, B. VRŠČAJ, J. RUPREHT, M. ŠPORAR, M. SUHADOLC, R. MIHELIČ, R. & F. LOBNIK, 2015: *Tla Slovenije s pedološko karto v merilu 1: 250 000. Soils of Slovenia with soil map 1: 250 000*. European Union & University of Ljubljana, Luxemburg, Ljubljana.
- VUKELIĆ, J., 2012: *Šumska vegetacija Hrvatske*. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Državni zavod za zaštitu prirode. Zagreb.
- WRABER, M., 1954: *Glavne vegetacijske združbe slovenskega krasa s posebnim ozirom na gozdnogospodarske razmere in melioracijske možnosti*. Gozdarski vestnik (Ljubljana) 12: 282-295.
- WRABER, M., 1955: *Domači kostanj v Sloveniji*. Nova proizvodnja (Ljubljana) 6: 61-85, 223-244.
- WRABER, M., 1957: *Orientacijska karta gozdnih rastišč in biotehnični ukrepi za obnovo gozda v Slovenskem Primorju*. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana. (Elaborat, 53 pp.)
- WRABER, M., 1958: *Šumska vegetacija na crvenicama u slovenskom kršu*. Zemljište i biljka (Beograd) 1-3: 47-55.
- WRABER, M., 1960: *Fitocenološka razčlenitev gozdne vegetacije v Sloveniji*. Zbornik ob 150. letnici botaničnega vrta v Ljubljani, Ljubljana, pp. 49-94.
- ZUPANČIČ, M., 1999: *Novosti o gozdno-grmiščni vegetaciji slovenskega submediterana*. Razprave 4. razreda SAZU (Ljubljana) 40 (8): 195-313.



Slika 5: Sestoj subasociacije *Helleboro istriaci-Castaneetum sativae ornithogaletosum pyrenaici* pod vasjo Tuniši. Foto: I. Dakskobler.

Figure 5: Stand of the subassociation *Helleboro istriaci-Castaneetum sativae ornithogaletosum pyrenaici* under the village of Tuniši. Photo: I. Dakskobler.



Slika 6: Sestoj subasociacije *Helleboro istriaci-Castaneetum sativae ruscetosum aculeati* pri vasi Puče (Pihavec nad potokom Piševce). Foto: Z. Sadar.

Figure 6: Stand of the subassociation *Helleboro istriaci-Castaneetum sativae ruscetosum aculeati* near the village of Puče (Pihavec above the rivulet Piševce). Photo: Z. Sadar.

Preglednica 1: *Helleboro istriaci-Castaneetum sativae*, Slovenska Istra
Table 1: *Helleboro istriaci-Castaneetum sativae*, Slovenian Istria

Zaporedna številka popisa (Number of relevé)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
Številka popisa v podatkovni bazi (Database number of relevé)	275335	275621	275337	275623	275624	275626	275625	275336	275338	275622	278238	278232	278233	278234	278235	278236	278237	278239			
Nadmorska višina v m (Altitude in m)	425	410	425	410	390	405	400	420	420	420	325	340	275	275	260	275	240	340			
Lega (Aspect)	NW	SWW	NNW	NW	NW	NW	NW	NW	NNE	NNE	NNW	NW	N	N	NNE	NNW	N	NNW			
Nagib v stopinjah (Slope in degrees)	25	30	25	20	15	20	25	20	10	30	25	20	10	10	10	10	20	5			
Matična podlaga (Parent material)	Fl	Fl	Fl	Fl	Fl	Fl	Fl	Fl	Fl	Fl	Fl	Fl	Fl	Fl	Fl	Fl	Fl	Fl			
Tla (Soil)	Ev	Ev	Ev	Ev	Ev	Ev	Ev	Ev	Ev	Ev	Ev	Ev	Ev	Ev	Ev	Ev	Ev	Ev			
Kamnitost v % (Stoniness in %)	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	1	0	0			
Zastiranje v % (Cover in %)																					
Zgornja drevesna plast (Upper tree layer)	E3b	70	90	80	80	70	80	80	80	80	80	90	80	80	70	80	70	80			
Spodnja drevesna plast (Lower tree layer)	E3a	20	.	5	5	10	5	5	10	10	10	.	10	5	10	10	10	10			
Grmovna plast (Shrub layer)	E2	20	5	25	50	60	50	30	15	40	60	40	20	30	20	30	40	20	20		
Zeliščna plast (Herb layer)	E1	40	15	40	30	30	40	30	30	30	60	20	40	40	50	40	60	90	50		
Mahovna plast (Moss layer)	E0	5	0	2	0	5	5	0	1	5	0	10	1	5	5	5	5	1			
Maksimalni premer dreves (Maximum tree diameter)	cm	50	30	80	90	40	40	60	30	35	40	40	40	40	40	40	40	40			
Maksimalna višnin adreves (Maximum tree height)	m	26	24	25	30	25	25	25	24	25	24	22	22	22	33	22	20	22	18		
Število vrst (Number of species)		40	30	46	28	34	31	37	38	34	40	37	34	33	25	31	28	37	36		
Velikost popisne ploskve (Relevé area)	m ²	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400			
Datum popisa (Date of taking relevé)		4/30/2019	5/17/2019	4/30/2019	5/17/2019	5/17/2019	5/17/2019	5/17/2019	4/30/2019	4/30/2019	5/17/2019	6/11/2019	6/11/2019	6/11/2019	6/11/2019	6/11/2019	6/11/2019	6/11/2019			
Nahajališče (Locality)		Tumiši	Reparac	Tumiši	Stara Mandrija	Stara Mandrija	Stara Mandrija	Stara Mandrija	Tumiši	Tumiši	Reparac	Poljane-Mezastran	Poljane-Mezastran	Pučje-Pihavec	Pučje-Pihavec	Pučje-Pihavec	Pučje-Pihavec	Poljane-Mezastran			
Srednjeevropski kvadrant (Quad- rant)		0549/3	0549/3	0549/3	0549/3	0549/3	0549/3	0549/3	0549/3	0549/3	0548/1	0548/1	0548/1	0548/1	0548/1	0548/1	0548/1	0548/1			
Koordinate GK Y (D-48)	m	411631	411488	411495	409366	409316	409307	409383	411561	411418	411473	401112	401097	400288	400121	400064	400249	400042	401068		
Koordinate GK X (D-48)	m	5032468	5033281	5032345	5034530	5034534	5034479	5034594	5032434	5032282	5033221	5039891	5039773	5038459	5038393	5038457	5038445	5038492	5039727		
Diagnostične vrste asociacije (Diagnostic species of the association)																					
QR <i>Castanea sativa</i>	E3b	3	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	18	100	
QR <i>Castanea sativa</i>	E3a	1	.	.	+	+	.	1	.	+	1	.	.	+	.	+	.	+	9	50	
QR <i>Castanea sativa</i>	E2b	+	.	2	2	2	2	1	1	+	1	+	.	10	56	
QR <i>Castanea sativa</i>	E2a	.	.	2	2	2	.	1	+	5	28	
QR <i>Castanea sativa</i>	E1	+	+	1	1	1	1	1	+	+	1	.	.	+	1	+	+	+	16	89	
QF <i>Carex montana</i>	E1	+	+	3	1	2	1	2	1	2	2	.	+	1	.	.	1	2	14	78	
QP <i>Sesleria autumnalis</i>	E1	+	+	+	2	+	3	1	2	2	2	4	3	12	
<i>Helleborus multifidus</i> subsp. EC <i>istriacus</i> (<i>H. odorus</i> subsp. <i>istriacus</i>)	E1	2	+	.	.	.	+	.	+	.	+	+	+	+	+	.	.	.	10	56	
QP <i>Carex flacca</i>	E1	.	.	+	+	+	+	.	1	+	+	+	.	1	+	10	56

Zaporedna številka popisa (Number of relevé)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Pr.	Fr.	
Razlikovalne vrste subasociaciji (Differential species of the lower units)																						
EC	<i>Ornithogalum pyrenaicum</i>	E1	1	.	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	9	50	
FS	<i>Salvia glutinosa</i>	E1	+	+	+	.	+	+	.	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	8	44	
QP	<i>Quercus cerris</i>	E3b	2	.	r	1	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	r	6	33	
QP	<i>Quercus cerris</i>	E3a	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11	
QP	<i>Quercus cerris</i>	E1	.	.	+	1	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	5	28	
QR	<i>Calamagrostis arundinacea</i>	E1	.	.	+	.	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	6	33	
FS	<i>Fagus sylvatica</i>	E3b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	6	
FS	<i>Fagus sylvatica</i>	E3a	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	2	11	
FS	<i>Fagus sylvatica</i>	E2b	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11	
FS	<i>Fagus sylvatica</i>	E2a	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	17	
FS	<i>Fagus sylvatica</i>	E1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6	
CO	<i>Ruscus aculeatus</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	4	2	1	2	+	2	+	+	9	50
QP	<i>Cornus mas</i>	E3a	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6	
QP	<i>Cornus mas</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	1	+	.	+	.	5	28	
QP	<i>Cornus mas</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	+	4	22
CO	<i>Crapinion orientalis</i>																					
	<i>Carpinus orientalis</i>	E3a	.	.	r	.	.	.	+	+	r	.	.	.	.	.	.	+	.	+	6	33
	<i>Carpinus orientalis</i>	E3a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	6
	<i>Carpinus orientalis</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	5	28
	<i>Carpinus orientalis</i>	E2a	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11
	<i>Carpinus orientalis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	6
	<i>Asparagus acutifolius</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	+	.	3	17
	<i>Arum italicum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	6
	<i>Laurus nobilis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	6
QP	<i>Quercetalia pubescenti-petraeae</i>																					
	<i>Fraxinus ornus</i>	E3b	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	4	22
	<i>Fraxinus ornus</i>	E3a	+	+	.	.	+	+	+	.	+	1	+	+	+	+	1	+	.	.	13	72
	<i>Fraxinus ornus</i>	E2b	1	+	1	+	1	1	.	+	2	2	1	1	+	+	1	+	1	+	16	89
	<i>Fraxinus ornus</i>	E2a	2	1	.	1	1	1	.	1	2	2	.	1	.	.	1	1	1	1	13	72
	<i>Fraxinus ornus</i>	E1	1	.	+	1	1	1	.	1	1	2	+	1	1	1	1	1	1	.	15	83
	<i>Rubus ulmifolius</i>	E2	.	+	.	1	1	1	1	.	.	+	1	.	2	1	1	1	+	+	13	72
	<i>Sorbus torminalis</i>	E3b	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	r	3	17
	<i>Sorbus torminalis</i>	E3a	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	1	.	.	.	.	1	+	6	33
	<i>Sorbus torminalis</i>	E2b	+	.	+	+	+	+	.	+	+	+	.	1	.	.	.	.	+	1	11	61
	<i>Sorbus torminalis</i>	E2a	.	.	.	+	+	.	+	+	+	.	.	1	+	.	.	.	+	+	9	50
	<i>Sorbus torminalis</i>	E1	.	.	r	.	.	+	+	.	.	.	.	1	+	.	+	.	.	1	7	39
	<i>Quercus pubescens</i>	E3b	.	+	.	.	+	+	+	r	.	1	r	.	.	r	.	.	.	r	9	50
	<i>Quercus pubescens</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
	<i>Ostrya carpinifolia</i>	E3b	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	r	+	+	1	.	.	.	.	6	33
	<i>Ostrya carpinifolia</i>	E3a	.	.	.	+	+	+	+	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	7	39
	<i>Ostrya carpinifolia</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11
	<i>Ostrya carpinifolia</i>	E2a	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	3	17
	<i>Lathyrus niger</i>	E1	.	.	+	+	.	+	.	r	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	6	33
	<i>Tamus communis</i>	E1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	r	1	+	.	.	.	.	.	+	6	33
	<i>Melittis melissophyllum</i>	E1	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	+	5	28
	<i>Sorbus domestica</i>	E3b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	+	5	28
	<i>Sorbus domestica</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
	<i>Sorbus domestica</i>	E2a	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11
	<i>Hypericum montanum</i>	E1	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11
	<i>Buglossoides purpureoerulea</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
	<i>Cephalanthera longifolia</i>	E1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
	<i>Tanacetum corymbosum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	6
QR	<i>Quercetalia roboris</i>																					
	<i>Molinia arundinacea</i>	E1	.	.	1	+	1	+	1	.	.	1	.	+	.	.	.	+	+	+	10	56
	<i>Hieracium racemosum</i>	E1	.	.	.	.	.	+	+	+	+	1	.	.	+	.	.	+	1	+	9	50
	<i>Populus tremula</i>	E3b	.	+	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	22
	<i>Populus tremula</i>	E2a	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11
	<i>Populus tremula</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11
	<i>Potentilla erecta</i>	E1	.	.	r	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	22
	<i>Hieracium murorum</i>	E1	.	.	r	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	4	22

Zaporedna številka popisa (Number of relevé)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Pr.	Fr.	
<i>Veronica officinalis</i>	E1	.	.	+	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	4	22
<i>Betonica officinalis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	4	22
<i>Rubus hirtus</i>	E2a	+	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	17
<i>Luzula multiflora</i>	E1	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	3	17
<i>Chamaecytisus supinus</i>	E1	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11
<i>Calluna vulgaris</i>	E1	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Carex pallescens</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Frangula alnus</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Hieracium dollineri</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Luzula campestris</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Potentilla alba</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Betula pendula</i>	E3b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Pteridium aquilinum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	6
<i>Genista tinctoria</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	6
<i>Solidago virgaurea</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	6
EC Erythronio-Carpinion, Aremonio-Fagion																					
<i>Lonicera caprifolium</i>	E2a	+	+	.	.	.	.	.	r	+	+	.	1	1	1	1	1	2	1	12	67
<i>Primula vulgaris</i>	E1	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	+	+	+	+	+	+	9	50
<i>Knautia drymeia</i> subsp. <i>tergestina</i>	E1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	4	22
<i>Lamium orvala</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Crocus vernus</i> subsp. <i>vernus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
TA Tilio-Acerion																					
<i>Juglans regia</i>	E2a	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Juglans regia</i>	E3b	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Juglans regia</i>	E2b	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Acer platanoides</i>	E1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Aruncus dioicus</i>	E1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Circaea intermedia</i>	E1	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Arum maculatum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	6
FS Fagetalia sylvaticae																					
<i>Prunus avium</i>	E3b	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	4	22
<i>Prunus avium</i>	E3a	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Prunus avium</i>	E2b	.	+	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11
<i>Prunus avium</i>	E2a	.	.	+	.	.	1	.	.	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	5	28
<i>Prunus avium</i>	E1	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	+	+	.	+	.	+	.	10	56	
<i>Carpinus betulus</i>	E3b	1	3	.	.	+	.	.	1	.	.	.	+	.	1	.	+	.	.	7	39
<i>Carpinus betulus</i>	E3a	+	1	.	.	.	.	+	1	.	+	.	.	1	+	.	+	+	+	9	50
<i>Carpinus betulus</i>	E2b	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	.	4	22
<i>Carpinus betulus</i>	E2a	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11
<i>Carpinus betulus</i>	E1	+	.	.	+	+	+	.	.	+	+	.	.	+	.	+	.	.	.	8	44
<i>Viola reichenbachiana</i>	E1	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	.	+	+	.	+	8	44
<i>Symphytum tuberosum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	+	+	6	33
<i>Carex sylvatica</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	+	.	5	28
<i>Euphorbia dulcis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	.	+	.	+	.	+	.	5	28
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	4	22
<i>Polygonatum multiflorum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	+	3	17
<i>Cephalanthera damasonium</i>	E1	.	+	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11
<i>Dryopteris filix-mas</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	2	11
<i>Tilia cordata</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Lilium martagon</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Mercurialis perennis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	6
<i>Galeobdolon montanum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	6
<i>Campanula trachelium</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	6
QF Quercu-Fagetea																					
<i>Hedera helix</i>	E3a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	1	+	+	+	.	7	39
<i>Hedera helix</i>	E1	+	.	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	1	1	1	1	1	1	16	89
<i>Crataegus laevigata</i>	E3a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Crataegus laevigata</i>	E2b	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+	1	1	1	1	1	11	61
<i>Crataegus laevigata</i>	E2a	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	5	28
<i>Acer campestre</i>	E3b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	1	6
<i>Acer campestre</i>	E3a	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	3	17

Zaporedna številka popisa (Number of relevé)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Pr.	Fr.	
<i>Acer campestre</i>	E2b	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11
<i>Acer campestre</i>	E2a	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	17
<i>Acer campestre</i>	E1	+	.	.	+	.	.	.	1	+	+	.	.	.	+	+	.	.	7	39	
<i>Corylus avellana</i>	E3a	1	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	4	22
<i>Corylus avellana</i>	E2b	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	+	+	7	39
<i>Corylus avellana</i>	E2a	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	11
<i>Corylus avellana</i>	E1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Clematis vitalba</i>	E3a	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	5	28
<i>Clematis vitalba</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Clematis vitalba</i>	E2a	.	+	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	5	28
<i>Clematis vitalba</i>	E1	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	4	22
<i>Rosa arvensis</i>	E2a	.	.	+	.	.	.	+	r	.	+	.	.	.	.	.	.	+	5	28
<i>Quercus petraea</i>	E3b	3	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	4	22
<i>Quercus petraea</i>	E3a	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Quercus petraea</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Quercus petraea</i>	E1	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	4	22
<i>Anemone nemorosa</i>	E1	2	.	+	.	.	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	4	22
<i>Carex digitata</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	.	.	4	22
<i>Pyrus pyraster</i>	E3a	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Pyrus pyraster</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Pyrus pyraster</i>	E2a	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	17
<i>Pyrus pyraster</i>	E1	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11
<i>Ulmus minor</i>	E3a	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	2	11
<i>Ulmus minor</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	2	11
<i>Ulmus minor</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	3	17
<i>Ulmus minor</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	6
<i>Malus sylvestris</i>	E3a	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Malus sylvestris</i>	E2b	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11
<i>Malus sylvestris</i>	E2a	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11
<i>Malus sylvestris</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11
<i>Viola riviniana</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	2	11
<i>Platanthera chlorantha</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Scilla bifolia</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1	6
RP Rhamno-Prunetea																					
<i>Crataegus monogyna</i>	E3a	.	.	.	+	+	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	5	28
<i>Crataegus monogyna</i>	E2b	1	+	+	+	+	+	1	1	.	+	.	.	+	.	.	+	+	13	72	
<i>Crataegus monogyna</i>	E2a	1	+	+	.	+	.	.	+	.	+	.	1	.	.	.	+	.	9	50	
<i>Crataegus monogyna</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	6
<i>Ligustrum vulgare</i>	E2	+	+	+	+	+	.	+	+	1	2	1	2	.	+	13	72
<i>Cornus sanguinea</i>	E3a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	2	11
<i>Cornus sanguinea</i>	E2b	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+	1	.	.	1	+	.	+	7	39
<i>Cornus sanguinea</i>	E2a	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	7	39
<i>Cornus sanguinea</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	3	17
<i>Juniperus communis</i>	E2	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	.	+	5	28
<i>Rosa agrestis</i>	E2a	.	.	.	+	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	17
<i>Prunus spinosa</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Prunus spinosa</i>	E2a	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Prunus spinosa</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	6
<i>Prunus insititia</i>	E2a	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Rosa gallica</i>	E1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Rosa sp.</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Robinia pseudoacacia</i>	E3b	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
MuA Mulgedio-Aconitetea																					
<i>Athyrium filix-femina</i>	E1	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	3	17
TG Trifolio-Geranietea																					
<i>Vincetoxicum hircundinaria</i>	E1	+	.	+	+	+	+	r	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	9	50
<i>Viola hirta</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	2	11
<i>Campanula rapunculoides</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Thalictrum minus</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Trifolium medium</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
<i>Vicia sp.</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6

Zaporedna številka popisa (Number of relevé)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Pr.	Fr.	
EA	<i>Epilobietea angustifolii</i>																					
	<i>Fragaria vesca</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	4	22
	<i>Geum urbanum</i>	E1	.	.	.	1	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	4	22
	<i>Eupatorium cannabinum</i>	E1	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
	<i>Plantago major</i>	E1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
MA	<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>																					
	<i>Ajuga reptans</i>	E1	+	.	+	.	.	.	r	+	.	+	.	+	.	+	+	+	+	10	56	
	<i>Ranunculus nemorosus</i>	E1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
	<i>Veronica chamaedrys</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
	<i>Colchicum autumnale</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	6
AT	<i>Asplenietea trichomanis</i>																					
	<i>Asplenium trichomanes</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
ML	Mahovi in lišaji (Mosses and lichens)																					
	<i>Fissidens taxifolius</i>	E0	+	+	.	.	+	.	+	.	+	+	1	.	+	1	+	.	+	12	67	
	<i>Atrichum undulatum</i>	E0	.	.	1	+	+	+	1	.	+	+	+	.	1	.	9	50
	<i>Anomodon viticulosus</i>	E0	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11
	<i>Ctenidium molluscum</i>	E0	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	2	11
	<i>Isoetecium alopecuroides</i>	E0	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	2	11
	<i>Homalothecium lutescens</i>	E0	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
	<i>Tortella tortuosa</i>	E0	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
	<i>Schistidium apocarpum</i>	E0	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6
	<i>Anomodon attenuatus</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1	6
	<i>Hypnum cupressiforme</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	6
	<i>Thuidium tamariscinum</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	6

Legenda - Legend

Fl Fliš - Flysch

Ev Evtrična rjava tla - Eutric brown soil

Pr. Prezenca - Število popisov, v katerih se pojavlja vrsta (Number of relevés in which the species is presented)

Fr. Frekvenca v % - Frequency in %

Preglednica 2: Sintezna tabela združb s prevladujočo vrsto *Castanea sativa* (Slovenija, Hrvaška, Bosna)
Table 2: Synoptic table of communities with dominant *Castanea sativa* (Slovenia, Croatia, Bosnia)

Zaporedna številka (Successive number)		1	2	3	4
Avtor (Author)		IDZS	JM	JM	VS
Oznaka sintaksonov (Sign for syntaxa)		HeCa-Si	HeCa-H	ApCa-H	ApCa-Bo
Število popisov (Number of relevés)		18	22	85	20
<i>Carpinion orientalis</i>					
<i>Sesleria autumnalis</i>	E1	67	86	.	.
<i>Helleborus multifidus</i> subsp. <i>istriacus</i>	E1	56	91	.	.
<i>Ruscus aculeatus</i>	E2a	50	23	.	10
<i>Carpinus orientalis</i>	E3	33	17	.	.
<i>Carpinus orientalis</i>	E2	33	32	.	.
<i>Carpinus orientalis</i>	E1	6	.	.	.
<i>Knautia drymeia</i> subsp. <i>tergestina</i>	E1	22	5	11	.
<i>Asparagus acutifolius</i>	E2a	17	.	.	.
<i>Arum italicum</i>	E1	6	23	.	.
<i>Laurus nobilis</i>	E1	6	.	.	.
<i>Rosa sempervirens</i>	E2a	.	50	.	.
<i>Quercetalia pubescenti-petraeae</i>					
<i>Fraxinus ornus</i>	E3	72	45	11	.
<i>Fraxinus ornus</i>	E2	94	82	51	80
<i>Fraxinus ornus</i>	E1	83	14	.	75
<i>Sorbus torminalis</i>	E3	45	14	11	0
<i>Sorbus torminalis</i>	E2	72	50	41	95
<i>Sorbus torminalis</i>	E1	39	0	.	65
<i>Carex flacca</i>	E1	56	14	.	.
<i>Ostrya carpinifolia</i>	E3	56	32	.	.
<i>Quercus pubescens</i>	E3	50	45	.	.
<i>Quercus pubescens</i>	E1	6	.	.	.
<i>Cornus mas</i>	E3	6	.	.	.
<i>Cornus mas</i>	E2	39	55	.	.
<i>Quercus cerris</i>	E3	39	50	.	.
<i>Quercus cerris</i>	E1	28	18	.	.
<i>Lathyrus niger</i>	E1	33	18	18	.
<i>Tamus communis</i>	E1	33	64	25	.
<i>Melittis melissophyllum</i>	E1	28	50	15	.
<i>Ostrya carpinifolia</i>	E2	28	18	.	.
<i>Sorbus domestica</i>	E3	22	5	.	.
<i>Sorbus domestica</i>	E2	17	23	.	.
<i>Hypericum montanum</i>	E1	11	9	5	.
<i>Buglossoides purpureoacerulea</i>	E1	6	14	.	.
<i>Tanacetum corymbosum</i>	E1	6	23	2	.
<i>Acer obtusatum</i>	E3	.	14	.	.
<i>Acer obtusatum</i>	E2	.	32	5	15
<i>Acer obtusatum</i>	E1	.	.	.	15
<i>Potentilla micrantha</i>	E1	.	18	39	50
<i>Asparagus tenuifolius</i>	E1	.	9	.	.
<i>Viola alba</i>	E1	.	9	.	.
<i>Convallaria majalis</i>	E1	.	5	13	.
<i>Campanula persicifolia</i>	E1	.	.	5	.
<i>Tilia tomentosa</i>	E2	.	.	.	35
<i>Quercetalia roboris</i>					
<i>Castanea sativa</i>	E3	100	100	100	100
<i>Castanea sativa</i>	E2	58	55	72	100
<i>Castanea sativa</i>	E1	89	86	78	100
<i>Hieracium racemosum</i>	E1	50	59	.	.
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	E1	33	.	.	.
<i>Quercus petraea</i>	E3	28	.	48	50
<i>Quercus petraea</i>	E2	6	.	14	25
<i>Quercus petraea</i>	E1	22	.	29	55
<i>Betonica officinalis</i>	E1	22	14	.	.
<i>Hieracium murorum</i>	E1	22	45	9	10
<i>Populus tremula</i>	E3	22	.	2	.

Zaporedna številka (Successive number)		1	2	3	4
<i>Populus tremula</i>	E2	11	14	.	.
<i>Populus tremula</i>	E1	11	.	.	.
<i>Potentilla erecta</i>	E1	22	14	8	5
<i>Veronica officinalis</i>	E1	22	32	26	.
<i>Luzula multiflora</i>	E1	17	.	.	.
<i>Rubus hirtus</i>	E2a	17	14	89	100
<i>Chamaecytisus supinus</i>	E1	11	.	.	.
<i>Genista tinctoria</i>	E1	6	18	18	25
<i>Betula pendula</i>	E3	6	.	23	.
<i>Calluna vulgaris</i>	E1	6	.	.	.
<i>Carex pallescens</i>	E1	6	.	.	.
<i>Frangula alnus</i>	E2	6	.	3	.
<i>Luzula campestris</i>	E1	6	.	.	.
<i>Potentilla alba</i>	E1	6	.	.	.
<i>Pteridium aquilinum</i>	E1	6	68	68	85
<i>Luzula pilosa</i>	E1	.	23	14	.
<i>Melampyrum pratense</i>	E1	.	23	13	10
<i>Serratula tinctoria</i>	E1	.	23	14	.
<i>Gentiana asclepiadea</i>	E1	.	18	35	15
<i>Hieracium sabaudum</i>	E1	.	18	.	.
<i>Luzula forsteri</i>	E1	.	14	9	5
<i>Lathyrus linifolius</i>	E1	.	9	5	.
<i>Hieracium umbellatum</i>	E1	.	5	.	.
<i>Luzula luzuloides</i>	E1	.	.	13	15
<i>Genista germanica</i>	E1	.	.	2	.
<i>Lembotropis nigricans</i>	E2	.	.	2	5
Erythronio-Carpinion					
<i>Lonicera caprifolium</i>	E2a	67	54	6	.
<i>Ornithogalum pyrenaicum</i>	E1	50	.	.	.
<i>Primula vulgaris</i>	E1	50	50	55	.
<i>Crocus vernus</i> subsp. <i>vernus</i>	E1	6	.	.	.
<i>Epimedium alpinum</i>	E1	.	18	27	.
Aremonio-Fagion					
<i>Lamium orvala</i>	E1	6	23	34	.
<i>Aposeris foetida</i>	E1	.	18	75	.
<i>Aremonia agrimonoides</i>	E1	.	14	21	.
<i>Calamintha grandiflora</i>	E1	.	45	.	.
<i>Cyclamen purpurascens</i>	E1	.	18	9	10
<i>Ruscus hypoglossum</i>	E2	.	.	33	.
Tilio-Acerion					
<i>Juglans regia</i>	E2	11	.	.	.
<i>Acer platanoides</i>	E1	6	5	.	.
<i>Arum maculatum</i>	E1	6	.	.	.
<i>Aruncus dioicus</i>	E1	6	.	.	.
<i>Circaea intermedia</i>	E1	6	.	.	.
<i>Juglans regia</i>	E3b	6	.	.	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	E3	.	.	40	5
<i>Acer pseudoplatanus</i>	E2	.	14	.	30
<i>Acer pseudoplatanus</i>	E1	.	5	.	35
<i>Senecio nemorensis</i>	E1	.	.	12	.
<i>Ulmus glabra</i>	E2	.	.	.	10
<i>Polystichum setiferum</i>	E1	.	.	.	20
Fagetalia sylvaticae					
<i>Carpinus betulus</i>	E3	67	36	54	.
<i>Carpinus betulus</i>	E2	33	45	65	40
<i>Carpinus betulus</i>	E1	44	5	9	.
<i>Prunus avium</i>	E3	28	73	35	.
<i>Prunus avium</i>	E2	39	64	59	25
<i>Prunus avium</i>	E1	56	14	14	.
<i>Salvia glutinosa</i>	E1	44	77	31	5
<i>Viola reichenbachiana</i>	E1	44	.	54	20
<i>Symphytum tuberosum</i>	E1	33	14	38	15

Zaporedna številka (Successive number)		1	2	3	4
<i>Carex sylvatica</i>	E1	28	23	54	.
<i>Euphorbia dulcis</i>	E1	28	18	25	.
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	E1	22	23	22	.
<i>Fagus sylvatica</i>	E3	11	.	72	45
<i>Fagus sylvatica</i>	E2	22	5	63	95
<i>Fagus sylvatica</i>	E1	6	.	29	55
<i>Polygonatum multiflorum</i>	E1	17	.	36	.
<i>Cephalanthera damasonium</i>	E1	11	5	.	.
<i>Dryopteris filix-mas</i>	E1	11	.	52	15
<i>Campanula trachelium</i>	E1	6	50	21	.
<i>Galeobdolon montanum</i>	E1	6	.	24	.
<i>Lilium martagon</i>	E1	6	9	.	.
<i>Mercurialis perennis</i>	E1	6	.	.	.
<i>Tilia cordata</i>	E3	.	14	.	.
<i>Tilia cordata</i>	E2	6	14	5	.
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	E1	.	50	14	.
<i>Sanicula europaea</i>	E1	.	45	33	.
<i>Melica nutans</i>	E1	.	23	5	.
<i>Circaea lutetiana</i>	E1	.	18	78	15
<i>Daphne mezereum</i>	E1	.	14	11	.
<i>Scrophularia nodosa</i>	E1	.	14	37	.
<i>Mycelis muralis</i>	E1	.	9	47	15
<i>Polygonatum verticillatum</i>	E1	.	9	.	.
<i>Heracleum sphondylium</i>	E1	.	5	.	.
<i>Pulmonaria officinalis</i>	E1	.	.	36	.
<i>Cardamine bulbifera</i>	E1	.	.	33	10
<i>Asarum europaeum</i>	E1	.	.	26	.
<i>Galium odoratum</i>	E1	.	.	24	.
<i>Festuca drymeia</i>	E1	.	.	20	.
<i>Lathyrus vernus</i>	E1	.	.	19	.
<i>Epilobium montanum</i>	E1	.	.	8	.
<i>Prenanthes purpurea</i>	E1	.	.	8	.
<i>Sambucus nigra</i>	E2	.	.	.	15
Quercus-Fagetea					
<i>Hedera helix</i>	E3	39	.	.	.
<i>Hedera helix</i>	E1	89	95	31	.
<i>Carex montana</i>	E1	78	.	.	.
<i>Crataegus laevigata</i>	E2	67	.	.	15
<i>Crataegus laevigata</i>	E3a	6	.	.	.
<i>Corylus avellana</i>	E3	22	.	.	.
<i>Corylus avellana</i>	E2	45	77	59	65
<i>Corylus avellana</i>	E1	6	.	.	.
<i>Acer campestre</i>	E3	22	27	12	5
<i>Acer campestre</i>	E2	24	64	42	15
<i>Acer campestre</i>	E1	39	.	.	.
<i>Clematis vitalba</i>	E3	28	.	.	.
<i>Clematis vitalba</i>	E2	33	55	.	.
<i>Clematis vitalba</i>	E1	22	.	.	.
<i>Rosa arvensis</i>	E2	28	45	18	5
<i>Anemone nemorosa</i>	E1	22	27	46	25
<i>Carex digitata</i>	E1	22	14	6	.
<i>Pyrus pyraster</i>	E3	6	.	.	.
<i>Pyrus pyraster</i>	E2	22	9	25	40
<i>Pyrus pyraster</i>	E1	11	.	.	.
<i>Ulmus minor</i>	E3	11	14	.	.
<i>Ulmus minor</i>	E2	22	9	.	.
<i>Ulmus minor</i>	E1	6	5	.	.
<i>Malus sylvestris</i>	E3	6	.	.	.
<i>Malus sylvestris</i>	E2	17	9	23	.
<i>Malus sylvestris</i>	E1	11	.	.	.
<i>Viola riviniana</i>	E1	11	.	.	.
<i>Solidago virgaurea</i>	E1	6	32	8	.

Zaporedna številka (Successive number)		1	2	3	4
<i>Cephalanthera longifolia</i>	E1	6	14	20	.
<i>Platanthera chlorantha</i>	E1	6	.	.	.
<i>Scilla bifolia</i>	E1	6	.	.	.
<i>Festuca heterophylla</i>	E1	.	41	8	10
<i>Platanthera bifolia</i>	E1	.	27	3	.
<i>Veronica montana</i>	E1	.	23	.	.
<i>Melica uniflora</i>	E1	.	18	.	.
<i>Galium sylvaticum</i>	E1	.	14	23	.
<i>Cruciata glabra</i>	E1	.	9	8	.
<i>Moehringia trinervia</i>	E1	.	9	34	.
<i>Stellaria holostea</i>	E1	.	9	16	.
<i>Lonicera xylosteum</i>	E2	.	9	.	.
<i>Ilex aquifolium</i>	E2	.	5	.	.
<i>Viburnum opulus</i>	E2	.	.	21	.
<i>Carex pilosa</i>	E1	.	.	8	10
<i>Galium schultesii</i>	E1	.	.	.	10
Alnetea glutinosae					
<i>Hypericum androsaemum</i>	E1	.	.	14	.
<i>Hypericum humifusum</i>	E1	.	.	2	.
<i>Carex brizoides</i>	E1	.	.	.	10
Erico-Pinetea					
<i>Molinia arundinacea</i>	E1	56	.	.	.
<i>Chamaecytisus hirsutus</i>	E2	.	14	7	.
<i>Carex ornithopoda</i>	E1	.	.	.	10
Rhamno-Prunetea					
<i>Crataegus monogyna</i>	E3	28	.	.	.
<i>Crataegus monogyna</i>	E2	81	55	59	45
<i>Crataegus monogyna</i>	E1	6	.	.	.
<i>Cornus sanguinea</i>	E3	11	.	.	.
<i>Cornus sanguinea</i>	E2	72	59	43	10
<i>Cornus sanguinea</i>	E1	17	.	.	.
<i>Ligustrum vulgare</i>	E2	72	41	35	.
<i>Rubus ulmifolius</i>	E2	72	41	.	.
<i>Juniperus communis</i>	E2	28	23	8	.
<i>Rosa agrestis</i>	E2a	17	.	.	.
<i>Prunus spinosa</i>	E2	11	41	.	.
<i>Prunus spinosa</i>	E1	6	.	.	.
<i>Prunus insititia</i>	E2a	6	.	.	.
<i>Robinia pseudoacacia</i>	E3b	6	9	.	.
<i>Rosa sp.</i>	E2a	6	.	.	.
<i>Crataegus transalpinum</i>	E2	.	55	.	.
<i>Euonymus europaea</i>	E2	.	9	6	.
<i>Viburnum lantana</i>	E2	.	.	6	.
Trifolio-Geranietea					
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	E1	50	23	.	.
<i>Viola hirta</i>	E1	11	50	.	.
<i>Campanula rapunculoides</i>	E1	6	.	.	.
<i>Rosa gallica</i>	E1	6	.	.	.
<i>Thalictrum minus</i>	E1	6	.	.	.
<i>Trifolium medium</i>	E1	6	.	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	E1	.	27	11	.
<i>Clinopodium vulgare</i>	E1	.	18	22	15
<i>Peucedanum cervaria</i>	E1	.	18	.	.
<i>Fragaria moschata</i>	E1	.	9	.	.
<i>Polygonatum odoratum</i>	E1	.	9	.	.
Epilobietea angustifolii					
<i>Fragaria vesca</i>	E1	22	55	18	10
<i>Eupatorium cannabinum</i>	E1	6	.	.	.
<i>Vicia sp.</i>	E1	6	.	.	.
<i>Stachys sylvatica</i>	E1	.	9	.	.
<i>Phytolacca americana</i>	E1	.	.	8	.
<i>Galeopsis pubescens</i>	E1	.	.	.	25

Zaporedna številka (Successive number)		1	2	3	4
Stellarietea mediae, Galio-Urticetea					
<i>Geum urbanum</i>	E1	22	36	20	.
<i>Galeopsis tetrahit</i>	E1	.	.	54	.
<i>Stellaria media</i>	E1	.	.	.	5
<i>Erigeron annuus</i>	E1	.	.	.	5
Molinio-Arrhenatheretea					
<i>Ajuga reptans</i>	E1	56	18	20	15
<i>Veronica chamaedrys</i>	E1	6	32	23	40
<i>Colchicum autumnale</i>	E1	6	.	.	.
<i>Plantago major</i>	E1	6	.	.	.
<i>Ranunculus nemorosus</i>	E1	6	.	.	.
<i>Prunella vulgaris</i>	E1	.	23	14	5
<i>Galium mollugo</i>	E1	.	9	.	5
<i>Dactylis glomerata</i>	E1	.	.	.	10
Asplenieta trichomanis					
<i>Athyrium filix-femina</i>	E1	17	.	52	25
<i>Asplenium trichomanes</i>	E1	6	.	.	.
<i>Hieracium dollineri</i>	E1	6	.	.	.
<i>Polypodium vulgare</i>	E1	.	.	7	.
Mahovi in lišaji (Mosses and lichens)					
<i>Fissidens taxifolius</i>	E0	67	.	.	.
<i>Atrichum undulatum</i>	E0	50	.	.	.
<i>Anomodon viticulosus</i>	E0	11	.	.	.
<i>Ctenidium molluscum</i>	E0	11	.	.	.
<i>Isoetes macrospora</i>	E0	11	.	.	.
<i>Anomodon attenuatus</i>	E0	6	.	.	.
<i>Homalothecium lutescens</i>	E0	6	.	.	.
<i>Hypnum cupressiforme</i>	E0	6	.	.	.
<i>Schistidium apocarpum</i>	E0	6	.	.	.
<i>Thuidium tamariscinum</i>	E0	6	.	.	.
<i>Tortella tortuosa</i>	E0	6	.	.	.
<i>Polytrichum commune</i>	E0	.	23	3	.
<i>Leucobryum glaucum</i>	E0	.	18	2	.
<i>Polytrichum formosum</i>	E0	.	.	.	15

Legenda (Legend)

ID Igor Dakskobler

ZS Zvone Sadar

JM Jasne Medak

VS Vladimir Stupar

 HeCa-Si *Helleboro istriaci-Castaneetum sativae*, JZ Slovenija / SW Slovenia

 HeCa-H *Helleboro multifidi-Castaneetum sativae*, Hrvaška / Croatia

 ApCa-H *Aposerido foetidae-Castaneetum sativae*, Hrvaška / Croatia

 ApCa-Bo *Aposerido foetidae-Castaneetum sativae*, Bosna / Bosnia

THLASPI SYLVESTRE JORD. (= *T. CAERULESCENS* J. & C. PRESL),
DOPOLNJENA VEDNOST O RAZŠIRJENOSTI IN RASTIŠČIH
REDKE VRSTE V FLORI SLOVENIJE

THLASPI SYLVESTRE JORD. (= *T. CAERULESCENS* J. & C. PRESL),
UPDATE ON THE LOCALITIES AND SITES OF A RARE SPECIES
IN THE FLORA OF SLOVENIA

Igor DAKSKOBLER¹, Marija SKOK², Gabrijel SELJAK³, Jože LANGO⁴ & Martina BAČIČ⁵

Članek posvečamo spominu prof. dr. Toneta Wraberja ob 10. letnici smrti.

<http://dx.doi.org/10.3986/fbg0075>

IZVLEČEK

Thlaspi sylvestre Jord. (= *T. caerulescens* J. & C. Presl), dopolnjena vednost o razširjenosti in rastiščih redke vrste v flori Slovenije

V Čepovanski dolini (Čepovan, zaselek Šulgi), na severovzhodnem robu Banjške planote v vasi Grudnica (občina Tolmin) in pri vasi Sveto v južnem delu te planote smo našli nova nahajališča vrste *Thlaspi sylvestre* (*T. caerulescens*), ki dopolnjujejo njeno do zdaj znano razširjenost v Sloveniji (Srednji Lokovec, Vrata), in popisali njena rastišča. Raste na travnikih in pašnikih v okolici človeških bivališč, v mejicah, na cestnih brežinah, na gozdnem robu in v svetlem pionirskem gozdu. Njene najbolj pogoste spremljevalke so vrste *Galium mollugo* agg. (*G. album*), *Cruciata glabra*, *Rumex acetosa*, *Ranunculus acris*, *Taraxacum* sect. *Ruderalia* in *Veronica chamaedrys*. Najpogosteje raste v združbah iz razreda *Molinio-Arrhenatheretea*. Potrjujemo domnevo Toneta Wraberja, da ta vrsta v Sloveniji ni samonikla in da se je na Banjšice in tudi v Grudnico in Čepovansko dolino priselila s človekovo pomočjo (vojaškimi transporti med prvo svetovno vojno).

Ključne besede: fitogeografija, fitocenologija, *Thlaspi caerulescens*, *florula castrensis*, Čepovanska dolina, Grudnica, Banjšice, Slovenija

ABSTRACT

Thlaspi sylvestre Jord. (= *T. caerulescens* J. & C. Presl), update on the localities and sites of a rare species in the flora of Slovenia

In the Čepovan Valley (Čepovan, hamlet Šulgi), on the northwestern rim of the Banjšice Plateau in the villages of Grudnica (in the Tolmin municipality) and near Sveto to the south of the plateau, we found new localities of *Thlaspi sylvestre* (*T. caerulescens*), which complement the existing data on the distribution of this species in Slovenia (Srednji Lokovec, Vrata), and surveyed its sites. *Thlaspi sylvestre* grows on meadows and pastures in the vicinity of human settlements, in hedges, on road banks, on the forest edge and in an open pioneer forest. Its most common companions are *Galium mollugo* agg. (*G. album*), *Cruciata glabra*, *Rumex acetosa*, *Ranunculus acris*, *Taraxacum* sect. *Ruderalia* and *Veronica chamaedrys*. *Thlaspi sylvestre* most frequently occurs in the communities from the class *Molinio-Arrhenatheretea*. Our findings confirm Tone Wraber's assumption that it is not indigenous to Slovenia, and was introduced to the Banjšice Plateau as well as to Grudnica and the Čepovan Valley with human assistance (military transport during World War I).

Key words: phytogeography, phytosociology, *Thlaspi caerulescens*, *florula castrensis*, Čepovan Valley, Grudnica, Banjšice, Slovenia

¹ Znanstvenoraziskovalni center SAZU, Biološki inštitut Jovana Hadžija, Regijska raziskovalna enota Tolmin, Brunov drevored 13, SI-5220 Tolmin igor.dakskobler@zrc-sazu.si

² Ul. 30. divizije 13c, SI-5000 Nova Gorica, marickaskok@gmail.com

³ Kromberška cesta 8, SI-5000 Nova Gorica, gabrijel_seljak@t-2.net

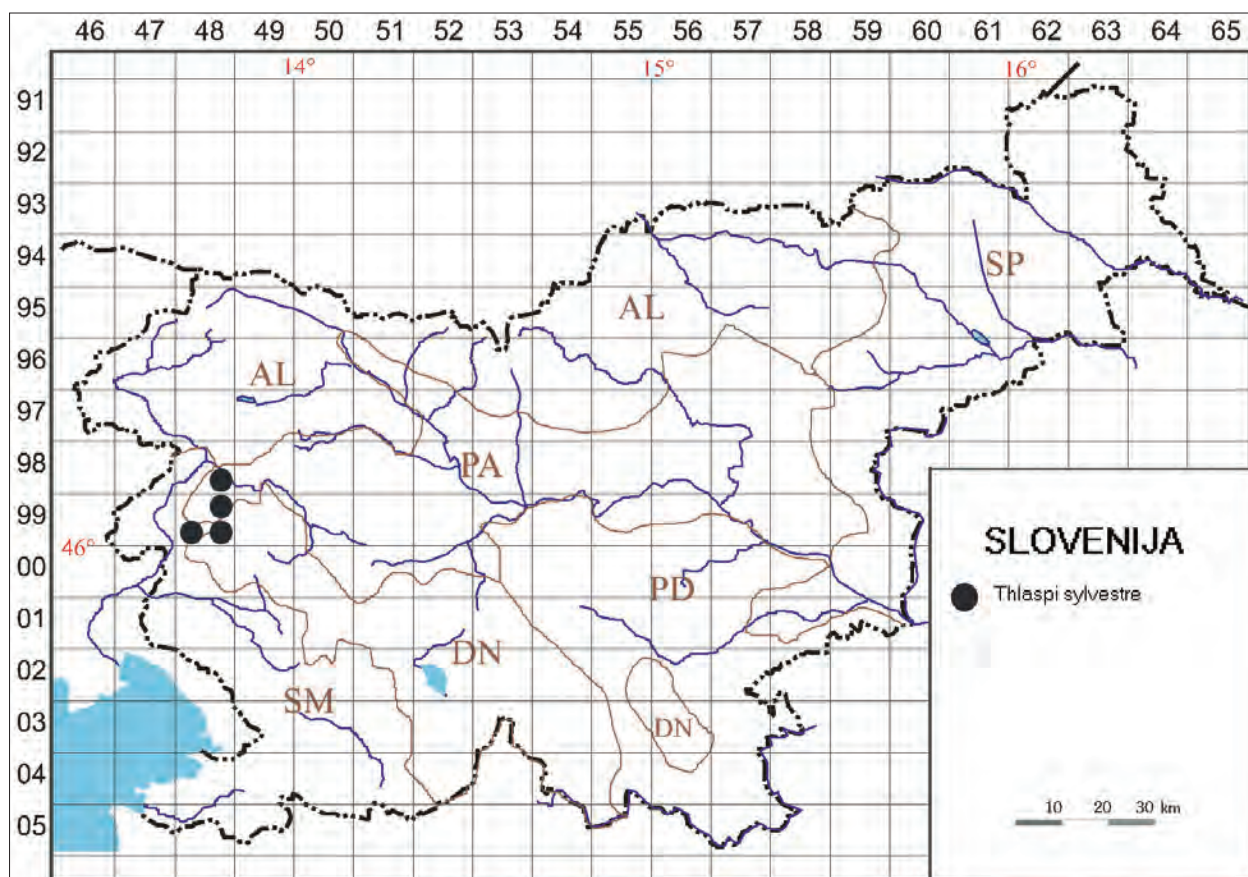
⁴ Istrskega odreda 8, SI-6310 Izola, joze.lango@gmail.com

⁵ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, martina.bacic@bf.uni-lj.si

1 UVOD

Gozdni mošnjak (*Thlaspi sylvestre*, v novejših florah *T. caerulescens*), je evropska vrsta montanskega, subalpinskega in alpinskega pasu, značilnica gorskih gojenih travnikov iz zveze *Trisetum-Polygonum bistortae* (AESCHIMANN & al. 2004a: 572). Zemljevid njegove razširjenosti v Sloveniji so objavili JOGAN & al. (2001: 381). Navajajo ga za kvadranta 9948/2 in 9948/4, kar se nanaša na Srednji Lokovec na Banjški planoti. Tam je to vrsto odkril K. Zirnich l. 1942. Najdbo sta objavila COHRS (1953: 93) in MEZZENA (1986: 162), nahajališče pa potrdili T. Wraber, Tinka Bačič in Sabina Wraber, 20. 5. 2001 (WRABER 2005: 5-6). Gozdni mošnjak so našli pod cerkvijo v Srednjem Lokovcu na travnikih v vrtači na severni in tudi na južni strani ceste iz Čepovana proti Banjšicam, nedaleč od kmetije Kovač (vsa ta nahajališča so v kvadrantu 9948/4). V Wraberjevi knjižnici v Botaničnem vrtu v Ljubljani smo v rokopi-

snih beležnicah našli zapiske o tej ekskurziji, tudi z dvema florističnima popisoma na dveh nahajališčih v okolici omenjene kmetije. Ker so ta nahajališča zelo odmaknjena od doslej znanih nahajališč v Srednji Evropi je WRABER (ibid.) domneval, da niso samonikla in so posledica vojaških transportov v zaledju Soške doline med 1. svetovno vojno. Novo nahajališče tega mošnjaka je šest let pozneje našel Rafko Terpin pri domačiji Gruden v zaselku Vrata (Čepovan) blizu meje med občinama Tolmin in Nova Gorica, skoraj na koncu suhe Čepovanske doline, ko se ta prelomi proti dolini Idrijce (TERPIN & DAKSKOBLER 2009). V zadnjih letih smo prišli do novih spoznanj o razširjenosti gozdnega mošnjaka tako v Čepovski dolini kot na Banjšicah in v kratkem članku bomo opisali nova nahajališča in s fitocenološko tabelo prikazali značilnosti njenih rastišč.



Slika 1: Razširjenost vrste *Thlaspi sylvestre* (*T. caerulescens*) v Sloveniji
Figure 1: Distribution of *Thlaspi sylvestre* (*T. caerulescens*) in Slovenia

2 METODE

Floristične in fitocenološke popise na rastiščih gozdnega mošnjaka smo naredili po ustaljenih srednjeevropskih metodah (EHRENDORFER & HAMANN 1965, JALAS & SUOMINEN 1967, BRAUN-BLANQUET 1964) in jih vnesli v bazo podatkov FloVegSi (T. SELIŠKAR, VREŠ & A. SELIŠKAR 2003). To aplikacijo smo uporabili tudi pri pripravi arealne karte (slika 1). Popise v preglednici 1 smo uredili z metodo kopičenja na podlagi povezovanja (netehtanih) srednjih razdalj – “(Unweighted) average linkage clustering” – UPGMA, ob uporabi Wishartovega koeficienta podobnosti (similarity ratio). Kombinirane ocene zastiranja in pogostnosti smo pretvorili v števila (1–9) – van der MAAREL (1979). Nume-

rične primerjave smo izdelali s programskim paketom SYN-TAX (PODANI 2001). Rastline smo v skupine diagnostičnih vrst uvrstili na podlagi dela Flora alpina (AESCHIMANN et al. 2004a,b). Nomenklaturni vir za imena praprotnic in semenjk je Mala flora Slovenije (MARTINČIČ et al. 2007). Nomenklaturni vir za imena mahov je MARTINČIČ (2003). Nomenklatura vira za imena sintaksonov sta THEURILLAT (2004) in ŠILC & ČARNI (2012). Geografske koordinate popisov so določene po slovenskem geografskem koordinatnem sistemu D 48 (conca 5) po Besselovem elipsoidu in z Gauss-Krügerjevo projekcijo.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Nova nahajališča vrste *Thlaspi sylvestre* v Čepovanski dolini in na Banjšicah

9848/4 (UTM 33TVM00) Slovenija: Primorska, Banjšice, Grudnica (občina Tolmin), gojeni travniki, pašniki, brežine in mejice pri Grudnu, 820–860 m nm. v. Leg. & det. Marija Skok in Jože Lango, 9. 4. 2019, fotografije Jožeta Langa (pri Grudnu je to vrsto že leta 2018 opazila Marija Skok, določitev potrdil Gabrijel Seljak - <http://galerija.foto-narava.com/displayimage.php?pos=-109862>; <http://galerija.foto-narava.com/displayimage.php?pos=-116030>), popisi nahajališč I. Dakskobler

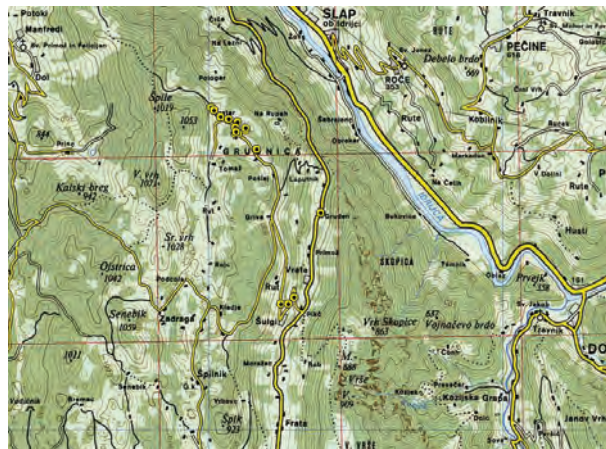
17. 4. 2019 in 19. 3. 2020; Grudnica, cestne brežine, robovi travnikov in pašnikov med Grudnom in Tratarjem, vse do Marijine kapelice nad Tratarjem, ob gozdni cesti proti Tolminskemu Lomu (Širokemu), 850–870 m nm. v. Leg. & det. I. Dakskobler, 17. 4. 2019, herbarij LJS; Grudnica, Dovškar, negojen travnik nad cesto proti Grudnu, 840 m nm. v., det. I. Dakskobler, 19. 3. 2020, avtorjeve fotografije.

9948/2 (UTM 33TVM00) Slovenija: Primorska, Čepovan, ob cesti Vrata–zaselek Šulgi, cestna brežina, 600 m nm. v.; zaselek Šulgi, negojen travnik nad cesto, 630 m nm. v.; brežina nad cesto nad zaselkom Šulgi proti zaselku Griva, 650 m nm. v. Det. I. Dakskobler, 19. 3. 2020, avtorjeve fotografije.

9948/3 (UTM 33TUL99) Slovenija: Primorska, Banjšice, Bate, Sveto, v bližini ceste (na levi strani), ki vodi proti vasi Podlaka, okoli 710–725 m nm. v., dve nahajališči, drugo je približno 300 m v

severovzhodni smeri oddaljeno od prvega, robovi mejic s prevladujočo črno jelšo in robovi travnikov. Leg. & det. G. Seljak & M. Skok, 2. 4. in 6. 4. 2020, fotografije avtorjev.

Če upoštevamo, da so do zdaj znana nahajališča v Srednjem Lokovcu (po rokopisni beležnici Toneta Wraberja) vsa v kvadrantu 9949/4, so nahajališča pri zaselku Šulgi (slika 2) v novem kvadrantu, prav tako sta v novem kvadrantu nahajališči pri vasi Sveto (slika 3) in do zdaj znana nahajališča v Sloveniji so v štirih kvadrantih srednjeevropskega kartiranja flore (slika 1).



Slika 2: Nahajališča vrste *Thlaspi sylvestre* v Čepovanski dolini in v Grudnici (Atlas Slovenije, 3. izdaja, Mladinska knjiga, Ljubljana 1: 50 000)

Figure 2: Localities of *Thlaspi sylvestre* in the Čepovan Valley and at Grudnica (Atlas Slovenije, 3th edition, Mladinska knjiga, Ljubljana, 1: 50 000)

3.2 Oznaka rastišč vrste *Thlaspi sylvestre* v Sloveniji

V preglednici 1 smo uredili 25 fitocenoloških popisov na travnikih, pašnikih, na brežinah in v mejicah v Vratih, pri zaselku Šulgi (oboje Čepovan), v Grudnici (pri Grudnu, Tratarju in Dovškarju), pri vasi Sveto in v Srednjem Lokovcu (dva naša popisa in dva floristična popisa T. Wraberja iz njegove rokopisne beležnice, ocene zastiranja in pogostnosti smo dodali sami na podlagi poznavanja tamkajšnjih travišč in profesorjevih opomb). Popise smo v preglednico 1 uredili na podlagi rezultatov hierarhične klasifikacije (slika 4). V levem delu dendrograma so popisi gozdne združbe (p11) in mejic (p18, 19, 21, 22, 24), ostalo so v glavnem popisi travniških združb. V preglednici 1 smo popise mejic in gozda predstavili v njen desni del.

Iz preglednice 1 je razvidno, da gozdni mošnjak na Banjšicah in v Čepovanski dolini raste predvsem na apnenčasti podlagi, ponekod s primesjo dolomita in laporovca, na rendzinah, evtričnih in rjavih pokarbo-natnih tleh. Travniki so lahko negnojani in še košeni (v takih primerih na njih prevladujejo značilnice razredov *Molinio-Arrhenatheretea* in *Festuco-Brometea*, s

tem da je več prvih kot drugih) – večina izmed popisov 10–19 v preglednici 1, še večkrat pa v rabi kot pašniki, zato so precej pogoste spremljevalne vrste tudi nekatere značilnice razredov *Stellarietea mediae* in *Galio-Urticetea* (popisi 1–4 in 8–9 v preglednici 1). Travniki (pašniki) v okolici domačije Gruden so bili zgodaj spomladi leta 2020 močno gnojani z gnojnico. Negnojen in vrstno bolj bogat je travnik pri Dovškarju (popis 18 v preglednici 1), pri katerem pa smo za zdaj popisali le spomladanski videz. Vendar gozdni mošnjak ne raste le na travnikih in pašnikih, temveč tudi na gozdnih robovih (popisa 5 in 6 v preglednici 1), v mejicah črne jelše (*Alnus glutinosa*), češnje (*Prunus avium*) in rešeljke (*P. mahaleb*) – *Pruno mahalebi-Alnetum glutinosae* nom. prov. (popisi 20–24 v preglednici 1) in celo v svetlem, odprtem pionirskem gozdu – popis 25 v preglednici 1 (podobne pionirske sestoje v Čepovanski dolini uvrščamo v drugotno asociacijo *Lamio orvalae-Tilietum platyphylli* — Dakskobler, 2020, v pripravi), torej tudi skupaj z nekaterimi v glavnem gozdnimi vrstami, značilnicami zvez *Erythronio-Carpinion*, *Aremonio-Fagion* in *Tilio-Acerion*, reda *Fagetalia sylvaticae* in razreda *Quercio-Fagetea*.



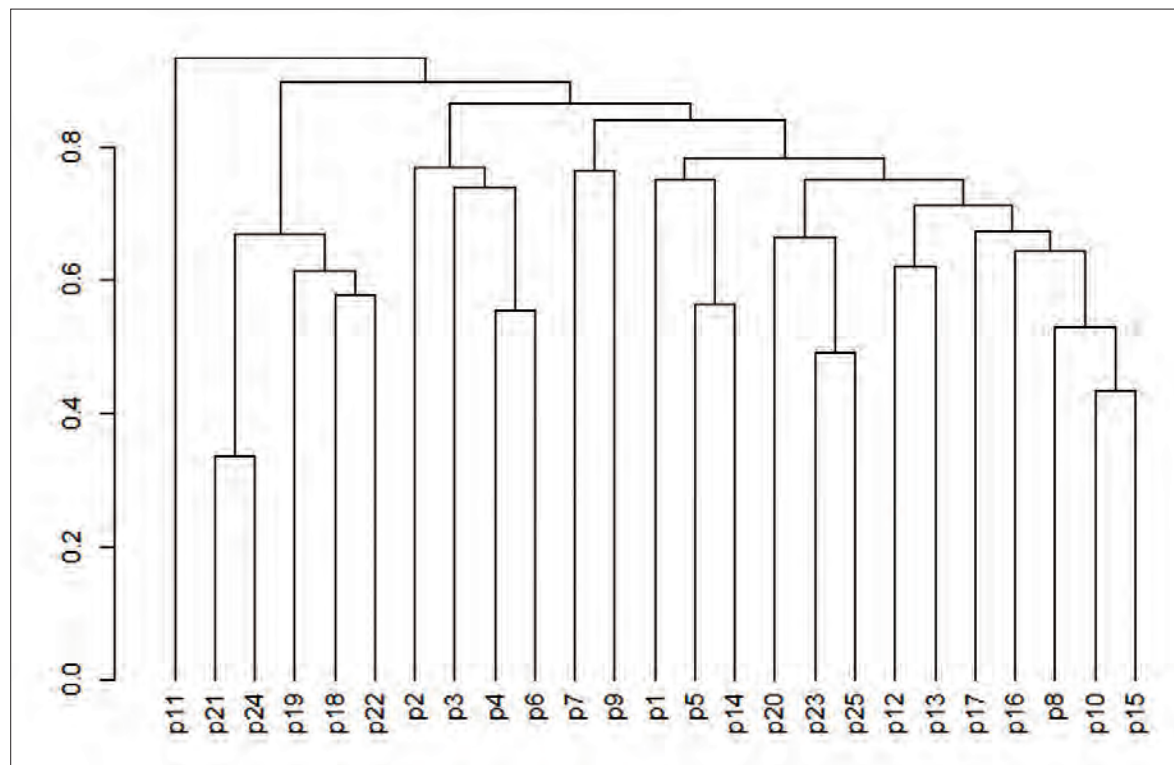
Slika 3: Nahajališča vrste *Thlaspi sylvestre* na Banjšicah pri vasi Sveto ((GEOPEdia, http://www.geopedia.si/#T105_x499072_y112072_s9_b2, priredba G. Seljak)

Figure 3: Localities of *Thlaspi sylvestre* on the Banjšice plateau, near the village of Sveto (GEOPEdia, http://www.geopedia.si/#T105_x499072_y112072_s9_b2, arranged by G. Seljak)

Na obeh nahajališčih pri Svetem se gozdni mošnjak pojavlja v razmeroma skromni populaciji, predvsem ob robu travnikov (popisi 10–12 v preglednici 1) in vzdolž mejic s prevladujočo črno jelšo (*Alnus glutinosa*) – popisi (20–24 v preglednici 1). Očitno mu bolj ustreza nekaj več sence in vlage, saj so rastline na čistini na splošno manjše in z manj cvetovi v socvetju. Travniki ob teh mejicah so nekateri bolj suhi (združba iz razreda *Festuco-Brometea*), nekateri pa so tudi na bolj globokih tleh (združba iz razreda *Molinio-Arhenatheretea*). V ozkih mejicah, ki so morda tudi meje med parcelami, v najvišji sestojni plasti prevladuje črna jelša, ponekod ji je skoraj enakovredna češnja (*Prunus avium*). V drevesni plasti ponekod uspevata tudi rešeljika in enovrati glog (*Crataegus monogyna*), ki je pogost tudi v zgornji grmovni plasti, poleg njega tudi navadna trdoleska (*Euonymus europaea*) in ponekod črni bezeg (*Sambucus nigra*) in kranjska kozja češnja (*Rhamnus fallax*). V spodnji grmovni plasti je najbolj pogosta malina (*Rubus idaeus*). Zeliščna plast teh mejic se razlikuje v odvisnosti od talnih razmer, a skoraj vedno sta prisotni vrsti *Fragaria vesca* in *Crocus vernus* subsp. *vernus*. Na nekoliko bolj

vlažnih tleh sta lahko prevladujoči vrsti *Colchicum autumnale* in *Ornithogalum pyrenaicum*, na nekoliko bolj suhih tleh pa vrsti *Carex montana* in *Convallaria majalis*. V preučeni združbah (travnikih in mejicah) pri Svetem smo našli tudi dve vrsti iz rdečega seznama (ANON. 2002), *Muscari botryoides* (zelo redko) *Asphodelus albus*.

Skupna značilnost vseh do zdaj znanih nahajališč je, da so v bližini prometnic in človeških bivališč in v območjih v neposrednem frontnem zaledju med prvo svetovno vojno, s pogosto prisotnostjo vojaških skupin in njihovih taborišč. To potrjuje Wraberjevo domnevo o nesamoniklosti te vrste pri nas. Čeprav gozdni mošnjak v Sloveniji uspeva predvsem na karbonatni podlagi, med tem ko so drugod navadno njegova rastišča na silikatni in mešani silikatno-karbonatni podlagi (AESCHIMANN, *ibid.*; FISCHER & al. 2008: 654), so tla pogosto vsaj srednje globoka in razmeroma dobro založena s hranili. Njegovo širjenje tudi na gozdne robove, tja, kjer je še dovolj svetlobe, kaže na prilagodljivost te rastline in sposobnost, da osvoji tudi zanj netipična rastišča. Število opaženih primerkov pri zaselku Šulgi, še bolj pa v Grudnici, a tudi v Srednjem Lokovcu je



Slika 4: Dendrogram 25 popisov z vrsto *Thlaspi sylvestre* v Srednjem Lokovcu, Čepovanu, Grudnici in Svetem (UPGMA, similarity ratio)

Figure 4: Dendrogram of 25 relevés with *Thlaspi sylvestre* in Srednji Lokovec, Čepovan, Grudnica and Sveto (UPGMA, similarity ratio)

veliko, zato je povsem očitno, da se je ta vrsta, čeprav je verjetno na Banjšicah in v Čepovanski dolini šele malo

več kot 100 let, tu že povsem udomačila in se bo zagotovo ohranila tudi v prihodnje.

4 ZAKLJUČKI

Vrsta *Thlaspi sylvestre* (*T. caerulescens*) se je v Sloveniji skoraj zagotovo naselila med 1. svetovno vojno, kot posledica vojaških transportov. Tudi nova nahajališča v Grudnici in v Čepovanski dolini potrjujejo domnevo T. Wraberja o njeni nesamoniklosti, saj so v krajih, kjer je bilo veliko vojaških transportov in ob cesti, ki se celo imenuje Borojevičeva cesta (in je bila torej zgrajena v času te vojne). Razširila se je na travnike in pašnike v okolici domačij, ponekod na rastiščih, ki so vsaj v nekaterih lastnostih (predvsem talnih) podobne tistim, ki jih ima na svojih naravnih nahajališčih, a tudi, kar velja predvsem za nova nahajališča pri vasi Sveto na Banjšicah, na robove mejic s črno jelšo (*Alnus glutinosa*) in češnjo (*Prunus avium*). Najpogostejše vrste, s katerimi smo jo do zdaj popisali, so *Galium mollugo* agg. (*G. album*), *Cruciata glabra*, *Rumex acetosa*, *Ranunculus acris*, *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, *Veronica chamae-*

drys, *Anthoxanthum odoratum*, *Crocus vernus* subsp. *vernus*, *Achillea millefolium*, *Centaurea jacea*, *Dactylis glomerata*, *Fragaria vesca*, *Helleborus odorus*, *Luzula campestris*, *Ranunculus bulbosus*, *Corydalis cava* in *Poa pratensis*. Gozdni mošnjak je izrazito zgodaj cvetoča rastlina (cveteti začne že meseca marca) in jo v pozno pomladansko-poletnem videzu travnikov zelo težko še opazimo in prepoznamo. Ker pogosto raste na pašnikih, fitocenološki popisi v optimalni fazi travniških združb niso mogoči. Na nahajališčih gozdnega mošnjaka pri Grudni v Grudnici smo našli tudi vrsto *Gagea arvensis* – det. M. Skok in J. Lango, 9. 4. 2019 (OBLAK & BAČIČ 2020), ki pa je tako v Grudnici kot drugod v zahodni Sloveniji zelo redka. Morda je tudi ta v glavnem nižinska vrsta na tem montanskem nahajališču (860 m nm. v.) povezana z vojaškimi transporti med prvo svetovno vojno.

5 SUMMARY

Thlaspi sylvestre, in recent floras also *T. caerulescens*, is a European species of the montane, subalpine and alpine belts, a character species of cultivated meadows from the alliance *Trisetum-Polygonion bistortae* (AESCHIMANN & al. 2004a: 572). It was almost certainly introduced to Slovenia through military transport during World War I (T. WRABER 2005). Until now, it has been reported for Srednji Lokovec and Vrata at Čepovan (T. WRABER, *ibid.*, TERPIN & DAKSKOBLER 2009). In the course of our research in 2019 and 2020 we found it also in Grudnica (at Dovškar, Gruden and Tratar homesteads) at 820 to 870 m a.s.l., in the Čepovan Valley along Borojevič road from Vrata towards Grudnica and Lokovec, under and at the hamlet of Šulgi at 600–650 m a.s.l., and at the village Sveto in the southeastern part of the Banjšice plateau, near the road between the villages Sveto and Podlaka at 710–725 m a.s.l. These new localities also confirm T. Wraber's assumption that it must have been introduced to this area from elsewhere, as they are situated in places that suffered heavy military traffic during World War I. *Thlaspi sylvestre* spread to meadows and pastures around homesteads, occasionally also to sites similar to those in its natural localities (in particular in terms

of soil conditions) as well as to hedges of *Alnus glutinosa* and *Prunus avium*, such as in the new localities at the village Sveto. The most common species identified as its companions are *Galium mollugo* agg. (*G. album*), *Cruciata glabra*, *Rumex acetosa*, *Ranunculus acris*, *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, *Veronica chamaedrys*, *Anthoxanthum odoratum*, *Crocus vernus* subsp. *vernus*, *Achillea millefolium*, *Centaurea jacea*, *Dactylis glomerata*, *Fragaria vesca*, *Helleborus odorus*, *Luzula campestris*, *Ranunculus bulbosus*, *Corydalis cava* and *Poa pratensis*. *Thlaspi sylvestre* is a distinctly early flowering plant (it flowers already in March) and can barely be noticed and identified among other plants in late spring-summer meadows. Because it is common on pastures, it is impossible to make relevés at the optimal stage of meadow communities. On the localities of *Thlaspi sylvestre* at Gruden in Grudnica we also identified *Gagea arvensis* – det. M. Skok and J. Lango, 9. 4. 2019 (OBLAK & BAČIČ 2020), which is very rare both at Grudnica and in western Slovenia in general. It is possible that this predominantly lowland species was also introduced to this montane locality (860 m a.s.l.) through military transport that took place during World War I.

ZAHVALA

Zahvaljujemo se dedičem pokojnega prof. dr. Toneta Wraberja, ki so omogočili hrambo njegove strokovne rokopisne zapuščine v Botaničnem vrtu Univerze v Ljubljani, in vodji te ustanove, dr. Jožetu Bavconu, za možnost njenega preučevanja. Doc. dr. Andrej Roz-

man nam je prijazno pomagal pri izdelavi slike 4. Članek je nastal s finančno podporo Agencije Republike Slovenije za raziskovalno dejavnost (program P1-0236). Angleški prevod izvlečka in povzetka Andreja Šalamon Verbič.

LITERATURA – REFERENCES

- AESCHIMANN, D. K., K. LAUBER, D. M. MOSER & J.-P. THEURILLAT, 2004a: *Flora alpina*. Band 1: *Lycopodiaceae-Apiaceae*. Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien
- AESCHIMANN, D., K. LAUBER, D. M. MOSER & J.-P. THEURILLAT, 2004b: *Flora alpina*. Band 2: *Gentianaceae-Orchidaceae*. Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien.
- ANONYMOUS, 2002: *Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam*. Uradni list RS 82/2002.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964: *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 3. Auf., Springer Verlag, Wien-New York.
- COHRS, A., 1953: *Beiträge zur Flora des nordadriatischen Küstenlandes*. Feddes Repert. 56 (1): 66-96.
- EHRENDORFER, F. & U. HAMANN, 1965: *Vorschläge zu einer floristischen Kartierung von Mitteleuropa*. Ber. Deutsch. Bot. Ges. (Berlin-Stuttgart) 78: 35-50.
- FISCHER M. A., W. ADLER & K. OSWALD, 2008: *Exkursionsflora von Österreich, Liechtenstein und Südtirol*. Land Oberösterreich, Biologiezentrum der OÖ Landesmuseen, Linz.
- JALAS, J. & J. SUOMINEN, 1967: *Mapping the distribution of European vascular plants*. Memoranda Soc. pro Fauna Flora Fennica (Helsinki) 43: 60-72.
- JOGAN, N., T. BAČIČ, B. FRAJMAN, I. LESKOVAR, D. NAGLIČ, A. PODOBNIK, B. ROZMAN, S. STRGULC-KRAJŠEK & B. TRČAK, 2001: *Gradivo za Atlas flore Slovenije*. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju.
- MAAREL van der, E., 1979: *Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity*. Vegetatio (Den Haag) 39 (2): 97-114.
- MARTINČIČ, A., 2003: *Seznam listnatih mahov (Bryopsida) Slovenije*. Hacquetia (Ljubljana) 2 (1): 91-166.
- MARTINČIČ, A., T. WRABER, N. JOGAN, A. PODOBNIK, B. TURK, B. VREŠ, V. RAVNIK, B. FRAJMAN, S. STRGULC KRAJŠEK, B. TRČAK, T. BAČIČ, M. A. FISCHER, K. ELER & B. SURINA, 2007: *Mala flora Slovenije. Ključ za določanje praprotnic in semenk*. Četrta, dopolnjena in spremenjena izdaja. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana.
- MEZZENA, R., 1986: *L'erbario di Carlo Zirnich (Ziri)*. Atti Mus. civ. Stor. nat. Trieste (Trieste) 38 (1): 1-519.
- OBLAK, L. & T. BAČIČ, 2020: *Gagea arvensis* (Pers.) Dumort. Notulae ad floram Sloveniae. Hladnikia 45: 76-81.
- PODANI, J., 2001: *SYN-TAX 2000. Computer Programs for Data Analysis in Ecology and Systematics*. User's Manual, Budapest.
- SELIŠKAR, T., B. VREŠ & A. SELIŠKAR, 2003: *FloVegSi 2.0. Računalniški program za urejanje in analizo bioloških podatkov*. Biološki inštitut ZRC SAZU, Ljubljana.
- ŠILC, U. & A. ČARNI, 2012: *Conspectus of vegetation syntaxa in Slovenia*. Hacquetia (Ljubljana) 11 (1): 113-164.
- TERPIN, R. & I. DAKSKOBLER, 2009: *Thlaspi sylvestre* Jord. (= *T. caerulescens* J. & C. Presl). Notulae ad floram Sloveniae 96. Hladnikia (Ljubljana) 24: 54-57.
- THEURILLAT J.-P., 2004: *Pflanzensoziologisches System*. In: Aeschimann, D., K. Lauber, D. M. Moser & J. P. Theurillat: *Flora Alpina 3: Register*. Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien pp. 301-313.
- WRABER, T., 2005: *O verjetni nesamoniklosti nekaterih semenk, primerov za florulo castrensis, v flori Slovenije*. Hladnikia (Ljubljana) 18: 3-10.



Slika 5: Gozdni mošnjak (*Thlaspi sylvestre*, sin. *T. caerulescens*), pri Grudnu v Grudnici. Foto: J. Lango.
Photo 5: *Thlaspi sylvestre* (*T. caerulescens*) at Gruden in Grudnica. Photo: J. Lango.



Slika 6: Pašniki pri Grudnu v Grudnici, rastišče gozdnega mošnjaka (*Thlaspi sylvestre*). Foto: M. Skok.
Figure 6: Pastures at Gruden in Grudnica, site of *Thlaspi sylvestre*. Photo: M. Skok.



Slika 7: Pešnik pri Grudnu v Grudnici, detajl travniške združbe z gozdnim mošnjakom (*Thlaspi sylvestre*). Foto: I. Dakskobler.
Figure 7: Pasture at Gruden in Grudnica detail of meadow community with *Thlaspi sylvestre*. Photo: I. Dakskobler.



Slika 8: Rob sestojja asociacije *Lamio orvalae-Tilietum platyphylli* pri Grudnu v Grudnici. Foto: I. Dakskobler.
Figure 8: Edge of the stand of the association *Lamio orvalae-Tilietum platyphylli* at Gruden in Grudnica. Photo: I. Dakskobler.



Slika 9: Travnik pri zaselku Šulgi (Čepovan). Foto: I. Dakskobler.
Figure 9: Meadow at Šulgi in Čepovan. Photo: I. Dakskobler.



Slika 10: Gozdni rob pri zaselku Šulgi (Čepovan). Foto: I. Dakskobler.
Figure 10: Forest edge at Šulgi in Čepovan. Photo: I. Dakskobler.



Slika 11: Srednji Lokovec, pašniki z vrsto *Thlaspi sylvestre*. Foto: I. Dakskobler.
Figure 11: Srednji Lokovec, pastures with *Thlaspi sylvestre*. Photo: I. Dakskobler.



Slika 12: Mejice pri Svetem. Foto: M. Skok.
Figure 12: Hedges at Sveto. Photo: M. Skok.



Slika 13: Mejica s češnjo (*Prunus avium*) in črno jelšo (*Alnus glutinosa*) pri Svetem. Foto: I. Dakskobler.
Figure 13: Hedge with *Prunus avium* and *Alnus glutinosa* at Sveto. Photo: I. Dakskobler.



Slika 14: Detajl travniške združbe ob meji pri Svetem (*Muscari botryoides* in *Thlaspi sylvestre*). Foto: I. Dakskobler.
Figure 14: Detail of meadow community at Sveto (*Muscari botryoides* and *Thlaspi sylvestre*). Photo: I. Dakskobler.



Slika 15: Gozdni mošnjak (*Thlaspi sylvestre*, sin. *T. caerulescens*), pri Svetem. Foto: G. Seljak.
Photo 15: *Thlaspi sylvestre* (*T. caerulescens*) near Sveto. Photo: G. Seljak.

Preglednica 1: Združbe z vrsto *Thlaspi sylvestre* (*T. caerulescens*) na Banjšicah in v Čepovanski dolini
Table 1: Communities with *Thlaspi sylvestre* (*T. caerulescens*) on the Banjšice plateau and in the Čepovan Valley

Zaporedna številka popisa (Number of relevé)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Številka popisa v podatkovni bazi (Database number of relevé)	275283	275284	275340	275342	279159	279162	218533	275341	280247
Avtor (Author)	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID	ID
Nadmorska višina v m (Altitude in m)	850	850	850	850	598	650	556	860	860
Lega (Aspect)	N	N	E	NE	NEE	E	NW	E	NW
Nagib v stopinjah (Slope in degrees)	5	5	25	5	20	15	10	15	5
Matična podlaga (Parent material)	AL	AL	AL	AL	D	DA	DA	AL	ALR
Tla (Soil)	Ev	Rj	Re	Ev	Re	Re	re	Ev	Rj
Kamnitost v % (Stoniness in %)	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Zastiranje drevesne plasti v % (Cover of shrub layer in %)	E3	.	.	.	.	.	.	.	.
Zastiranje grmovne plasti v % (Cover of shrub layer in %)	E2	.	.	.	20	5	.	.	.
Zastiranje zeliščne plasti v % (Cover of herb layer in %)	E1	80	80	80	90	50	70	80	95
Zastiranje mahovne plasti v % (Cover of moss layer in %)	.	.	.	.	30	.	.	.	.
Število vrst (Number of species)	11	10	10	11	32	32	35	29	21
Velikost popisne ploskve (Relevé area)	m ²	10	20	20	20	100	100	50	20
Datum popisa (Date of taking relevé)	4/17/2019	4/17/2019	4/17/2019	4/17/2019	3/19/2020	3/19/2020	4/28/2008	4/17/2019	4/22/2020
Nahajališče (Locality)	Grudnica-Tratar	Grudnica-Tratar	Grudnica-Gruden	Grudnica-Gruden	Čepovan-Šulgi	Čepovan-Šulgi	Vrata-Gruden	Grudnica-Gruden	Grudnica-Gruden
Srednjeevropski kvadrant (Quadrant)	9848/4	9848/4	9848/4	9848/4	9948/2	9948/2	9848/4	9848/4	9848/4
Koordinate GK Y (D-48)	m	406732	406820	406910	406922	407515	407365	407819	406894
Koordinate GK X (D-48)	m	5108427	5108402	5108262	5108247	5106457	5106386	5107363	5108241
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>									
<i>Thlaspi sylvestre</i> (<i>T. caerulescens</i>)	E1	1	1	1	1	1	1	3	2
<i>Galium mollugo</i> agg. (<i>G. album</i>)	E1	+	+	+	+	+	1	1	.
<i>Rumex acetosa</i>	E1	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Veronica chamaedrys</i>	E1	.	.	.	+	+	1	+	.
<i>Ranunculus acris</i>	E1	.	.	.	.	+	1	1	.
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	E1	.	.	.	.	.	+	+	1
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	E1	.	.	.	.	+	1	+	.
<i>Dactylis glomerata</i>	E1	.	.	.	.	1	1	.	+
<i>Achillea millefolium</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Centaurea jacea</i>	E1	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Poa pratensis</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Anthriscus sylvestris</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Plantago lanceolata</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Muscari botryoides</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lathyrus pratensis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Leontodon hispidus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Angelica sylvestris</i>	E1	.	.	.	+	1	.	.	.
<i>Tragopogon pratensis</i> subsp. <i>orientalis</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Pimpinella major</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.

Zaporedna številka popisa (Number of relevé)		1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Vicia cracca</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Alopecurus pratensis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Ajuga reptans</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium pratense</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Helictotrichon pubescens</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carum carvi</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crepis biennis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cardaminopsis halleri</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus sardous</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Primula elatior</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Primula x digenea</i>	E1	.	.	.	.	.	.	r	.	.
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca rubra</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bellis perennis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cardamine pratensis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium holosteoides</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scorzoneroides autumnalis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica serpyllifolia</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campanula patula</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crocus albiflorus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Knautia arvensis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leucanthemum ircutianum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Allium scorodoprasum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Colchicum autumnale</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Festuco-Brometea										
<i>Ranunculus bulbosus</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	1
<i>Brachypodium rupestre</i>	E1	.	.	.	.	+	2	.	.	.
<i>Carex caryophylla</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Carex montana</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arabis hirsuta</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ajuga genevensis</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	+	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Thymus praecox</i>	E1	+	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Sanguisorba minor</i> agg. (<i>S. muricata</i>)	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Plantago media</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alchemilla</i> spp. (inc. <i>A. crinita</i>)	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campanula rapunculid</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Salvia pratensis</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Peucedanum oreoselinum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thlaspi praecox</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bupthalmum salicifolium</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Bromopsis erecta</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scabiosa triandra</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pimpinella saxifraga</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Allium carinatum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium erisithales</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia verrucosa</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium bauhinii</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Knautia illyrica</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Saxifraga granulata</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carlina acaulis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygala comosa</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Medicago lupulina</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asphodelus albus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Nardion strictae										
<i>Luzula campestris</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	+	1
<i>Phyteuma zahlbruckneri</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viola canina</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Mulgedio-Aconitetea										
<i>Silene dioica</i>	E1	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Senecio ovatus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veratrum album</i>	E1	.	+	.	.	.	.	.	.	.

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Pr.	Fr.
.	+	2	8
.	.	.	+	2	8
.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	8
.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	8
.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	8
.	.	.	+	.	+	2	8
.	+	.	+	2	8
.	+	+	.	2	8
.	1	4
.	1	4
.	1	4
.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4
.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4
.	.	.	+	1	4
.	.	.	+	1	4
.	.	.	+	1	4
.	.	.	+	1	4
.	.	.	+	1	4
.	.	.	.	+	1	4
.	+	1	4
.	+	1	4
.	+	1	4
.	+	.	.	.	1	4
.	2	.	.	1	4
.	.	1	+	+	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	9	36
1	+	+	.	.	.	+	.	1	.	7	28
.	+	.	.	.	+	.	+	+	6	24
1	2	2	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	.	.	6	24
.	.	+	+	+	.	.	+	1	+	.	.	.	.	.	.	6	24
.	+	.	+	+	.	5	20
.	+	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	5	20
.	.	.	+	.	.	.	+	4	16
.	.	.	+	.	+	.	+	4	16
.	.	+	+	.	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	4	16
.	.	.	+	.	+	3	12
.	+	+	.	3	12
.	.	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	3	12
1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	12
.	.	+	.	+	+	3	12
.	+	2	8
.	+	+	2	8
.	+	+	2	8
.	+	+	2	8
.	+	.	.	.	2	8
.	+	+	2	8
.	1	4
.	.	+	1	4
.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4
.	.	.	+	1	4
.	+	1	4
.	+	1	4
.	1	4
.	r	.	.	1	4
.	2	2	1	.	1	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	9	36
+	+	+	1	+	.	.	.	5	20
.	+	+	.	.	3	12
.	+	+	3	12
.	+	1	.	2	8
.	1	4

Zaporedna številka popisa (Number of relevé)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Trifolio-Geranietea										
<i>Viola hirta</i>	E1	.	.	+	.	.	+	.	+	+
<i>Silene nutans</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Clinopodium vulgare</i>	E1	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arabis turrita</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Valeriana wallrothii</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lilium carnolicum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Campanula rapunculoides</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Digitalis grandiflora</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Verbascum lanatum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Stellarietea media										
<i>Cardamine hirsuta</i>	E1	+	.	+	.	.	+	.	+	+
<i>Stellaria media</i>	E1	+	.	.	.	+	.	.	+	+
<i>Erigeron annuus</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Veronica arvensis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Veronica hederifolia</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Viola arvensis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Narcissus pseudonarcissus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Galio-Urticetea										
<i>Geum urbanum</i>	E1	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Silene latifolia</i> subsp. <i>alba</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	E1	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Lapsana communis</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Aegopodium podagraria</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Artemisia vulgaris</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lamium maculatum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Epilobietea angustifolii										
<i>Fragaria vesca</i>	E1	.	.	.	.	1	1	.	.	.
<i>Tussilago farfara</i>	E1	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stachys sylvatica</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Koelerio-Corynephoretea										
<i>Sedum sexangulare</i>	E1	+	.	.	.	.	.	1	+	.
<i>Cardaminopsis arenosa</i>	E1	.	.	.	.	1	.	+	.	.
<i>Saxifraga tridactylites</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Cerastium brachypetalum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Asplenietea trichomanis										
<i>Asplenium trichomanes</i>	E1	+	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Polypodium vulgare</i>	E1	.	.	.	+	.	+	.	.	.
<i>Sedum maximum</i>	E1	.	.	.	+	.	.	.	+	.
<i>Sedum hispanicum</i>	E1	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asplenium ruta-muraria</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Cystopteris fragilis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Sedum album</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium tomentosum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sambuco-Salicion capreae										
<i>Rubus idaeus</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Malus domestica</i>	E3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sorbus aucuparia</i>	E3a	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sambucus racemosa</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhamno-Prunetea										
<i>Crataegus monogyna</i>	E2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euonymus europaea</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euonymus europaea</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rosa canina</i> agg.	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Berberis vulgaris</i>	E2a	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Viburnum lantana</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ligustrum vulgare</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Alnetea glutinosea										
<i>Alnus glutinosa</i>	E3	.	.	.	.	.	.	.	.	.

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Pr.	Fr.
.	+	.	.	+	6	24
.	+	+	3	12
.	+	2	8
.	.	.	+	+	2	8
.	+	.	.	.	+	2	8
.	+	+	.	.	2	8
.	1	4
.	+	1	4
.	+	1	4
.	+	1	4
.	5	20
.	1	5	20
.	+	+	+	+	5	20
.	.	.	+	+	3	12
.	1	4
.	1	4
.	1	4
.	+	1	4
.	1	.	1	1	+	5	20
.	+	+	2	8
.	1	4
.	1	4
.	1	.	.	.	1	4
.	+	.	.	.	1	4
.	+	.	.	.	1	4
1	+	1	2	1	1	2	1	10	40
.	1	4
.	+	.	.	1	4
.	.	.	+	+	5	20
.	.	.	.	+	3	12
.	.	.	.	+	.	.	+	3	12
.	.	.	.	+	1	4
.	+	1	4
.	+	4	16
.	2	8
.	2	8
.	1	4
.	1	4
.	1	4
.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4
.	+	1	4
.	1	1	1	1	1	.	5	20
.	r	.	.	.	1	4
.	+	.	1	4
.	+	1	4
.	+	1	1	1	1	.	5	20
.	2	2	.	.	.	.	2	8
.	1	1	.	.	2	8
.	1	1	.	.	2	8
.	1	4
.	+	.	.	.	1	4
.	+	.	.	1	4
.	+	.	.	1	4
.	5	20
.	2	3	3	4	4	.	5	20

Zaporedna številka popisa (Number of relevé)		1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Alnus glutinosa</i>	E2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Erythronio-Carpinion										
<i>Crocus vernus</i> subsp. <i>vernus</i>	E1	.	+	.	.	.	.	.	+	2
<i>Helleborus odorus</i>	E1	.	1	.	.	1	+	1	+	1
<i>Ornithogalum pyrenaicum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Primula vulgaris</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Galanthus nivalis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Aremonio-Fagion										
<i>Knautia drymeia</i>	E1	.	.	+	.	.	+	.	.	.
<i>Lamium orvala</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Cardamine enneaphyllos</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Rhamnus fallax</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium nodosum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Anemone trifolia</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cyclamen purpurascens</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tilio-Acerion										
<i>Corydalis solida</i>	E1	+	+	+	+	+	.	1	+	.
<i>Geranium robertianum</i>	E1	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Isopyrum thalictroides</i>	E1	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euonymus latifolia</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Tilia platyphyllos</i>	E3b	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer platanoides</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer platanoides</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Adoxa moschatellina</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aruncus dioicus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fagetalia sylvaticae										
<i>Corydalis cava</i>	E1	.	.	+	+	2	1	+	+	+
<i>Myosotis sylvatica</i> agg.	E1	.	.	+	.	1	+	1	+	1
<i>Heracleum sphondylium</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Prunus avium</i>	E3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus avium</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonatum multiflorum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campanula trachelium</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cardamine bulbifera</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	+	2
<i>Cardamine pentaphyllos</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Lathyrus vernus</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Mercurialis perennis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Galeobdolon flavidum</i>	E1	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Fraxinus excelsior</i>	E3b	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus excelsior</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sambucus nigra</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium laevigatum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carpinus betulus</i>	E2a	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Fagus sylvatica</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fagus sylvatica</i>	E2a	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Asarum europaeum</i> subsp. <i>caucasicum</i>	E1	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Tilia cordata</i>	E3b	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tilia cordata</i>	E2a	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Paris quadrifolia</i>	E1	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Pulmonaria officinalis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Symphytum tuberosum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Scrophularia nodosa</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Daphne mezereum</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia dulcis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Laburnum alpinum</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Mycelis muralis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Quercetalia pubescenti-petraeae										
<i>Primula veris</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Convallaria majalis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus mahaleb</i>	E3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus mahaleb</i>	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus ornus</i>	E2a	.	.	.	.	2	.	.	.	.

Zaporedna številka popisa (Number of relevé)		1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Ostrya carpinifolia</i>	E2a	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Ostrya carpinifolia</i>	E3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aristolochia lutea</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sorbus aria</i> (<i>Aria edulis</i>)	E2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Quercetalia roboris										
<i>Betonica officinalis</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla alba</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Quercio-Fagetea										
<i>Cruciata glabra</i>	E1	.	.	+	+	.	1	+	1	.
<i>Anemone nemorosa</i>	E1	.	+	.	.	.	.	1	.	1
<i>Hedera helix</i>	E1	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Clematis vitalba</i>	E2a	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Rubus caesius</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Corylus avellana</i>	E2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Corylus avellana</i>	E2a	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Anemone ranunculoides</i>	E1	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Festuca heterophylla</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viola riviniana</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Erico-Pinetea										
<i>Molinia caerulea</i> subsp. <i>arundinacea</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vaccinio-Piceetea										
<i>Luzula luzuloides</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oxalis acetosella</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Saxifraga cuneifolia</i>	E1	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Hieracium murorum</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Maianthemum bifolium</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Picea abies</i>	E3a	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Solidago virgaurea</i>	E1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mahovi (Mosses)										
<i>Homalothecium lutescens</i>	E0	.	.	.	.	3	1	.	.	.
<i>Anomodon viticulosus</i>	E0	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ctenidium molluscum</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Isoetium alopecuroides</i>	E0	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Legenda (Legend)

ID Igor Dakskobler

TW Tone Wraber

TB Tinka Bačić

A Apnenec - Limestone

D Dolomit - Dolomite

L Laporovec - Marlstone

Re Rendzina - Rendzina

Rj Rjava pokarbonatna tla - Calcareous brown soil

Ev Evtrična rjava tla - Eutric brown soil

Pr. Prezenca - Število popisov, v katerih se pojavlja vrsta (Number of relevés in which the species is presented)

Fr. Frekvenca v % - Frequency in %

PCR PRIMERS COMPARISONS FOR A SUCCESSFUL *TUBER* SPP. DNA REGION AMPLIFICATION IN ROUTINE IDENTIFICATIONS

PRIMERJAVA PCR ZAČETNIH OLIGONUKLEOTIDOV ZA USPEŠNO POMNOŽEVANJE DNA REGIJE *TUBER* SPP. PRI RUTINSKI IDENTIFIKACIJI

Tina UNUK NAHBERGER¹, Hojka KRAIGHER¹ & Tine GREBENC¹

<http://dx.doi.org/10.3986/fbg0076>

ABSTRACT

PCR primers comparisons for a successful *Tuber* spp. DNA region amplification in routine identifications

Since late 20th century DNA sequencing became the method of choice method in precision species identification. The ITS region is one of the official fungal barcoding DNA markers, although in some cases sequencing of the ITS region may, due to misidentification, mislabeling or nomenclature errors in public databases, lead to incorrect or insufficient identification, as is currently a case in the genus *Tuber*. The aim of this study was to test, which ITS primer pairs are most appropriate and optimal for *Tuber* species DNA region amplification. Thereby we (1) compared amplification success for different *Tuber* species using fungal specific primer pair ITS1f and ITS4 and (2) compared amplification success using different ITS primer pair combinations in amplifying DNA region an example species *Tuber aestivum*. Based on results, *Tuber aestivum* was one of the most reluctant *Tuber* species in this study and in most cases failed to amplify with the above primer pair. After comparing different ITS primer pairs, we conclude that the primer pair ITS5 and ITS7 is the most appropriate primer pair for amplification DNA region of *T. aestivum* as it resulted in high amplification success from ectomycorrhizal root tips. Based on sequences, gained from public databases, we found that ITS1f and ITS6 primers have a mismatch in one base pair compared to the target sequence of *Tuber aestivum*, thus resulting in poor or no amplification success. Although primer pair ITS5 and ITS7 in our study was proven to be the most appropriate primer pair in amplifying DNA region *Tuber aestivum* species, further analysis about appropriateness of it for a general barcoding and identification of ectomycorrhiza in complex community samples is needed.

IZVLEČEK

Primerjava PCR začetnih oligonukleotidov za uspešno pomnoževanje DNA regije *Tuber* spp. pri rutinski identifikaciji

Od konca 20. stoletja je določanje nukleotidnega zaporedja DNA postalo ena izmed pogosteje uporabljenih metod za določanje vrst. ITS regija je edna izmed uradnih glivnih DNA markerjev, čeprav lahko določanje nukleotidnega zaporedja le-te, v nekaterih primerih, predvsem zaradi napačne določitve, označevanja oziroma napak v nomenklaturi v javnih bazah podatkov, privede do napačne oziroma natančne določitve vrst, kar je trenutno težava pri določitvi vrst iz rodu *Tuber*. Namen te študije je bil testirati kateri pari ITS začetnih oligonukleotidov so najbolj primerni in optimalni za pomnoževanje DNA regij gliv iz rodu *Tuber*. S tem namenom smo v študiji (1) primerjali uspešnost pomnoževanja DNA regije različnih vrst iz rodu *Tuber*, z uporabo glivno specifičnih začetnih oligonukleotidov ITS1f in ITS4 ter hkrati (2) primerjali uspešnost pomnoževanja DNA regije vrste *Tuber aestivum* z uporabo različnih ITS začetnih oligonukleotidov. Na podlagi rezultatov ugotavljamo, da je vrsta *T. aestivum* izmed vseh analiziranih gliv iz rodu *Tuber*, bila najtežavnejša vrsta v naši študiji, saj je v večini primerov pomnoževanje DNA regije te vrste z uporabo glivno specifičnih začetnih oligonukleotidov ITS1f in ITS4 bilo neuspešno. Po primerjavi uspešnosti pomnoževanja z različnimi ITS začetnimi oligonukleotidi ugotavljamo, da sta bila v naši študiji ITS začetna oligonukleotida ITS5 in ITS7 najprimernejša za pomnoževanje DNA regije vrste *T. aestivum*, saj je bila uspešnost pomnoževanja iz ektomikoriznih vršičkov v tem primeru največja. Na podlagi *T. aestivum* nukleotidnih zaporedij pridobljenih iz javnih podatkovnih baz ugotavljamo, da je za začetna oligonukleotida ITS1f in ITS6 značilno

¹ Slovenian Forestry Institute, Večna pot 2, 1000 Ljubljana
Correspondence: Tina Unuk Nahberger, tina.unuk@gozdis.si,
Hojka Kraigher, hojka.kraigher@gozdis.si,
Tine Grebenc, tine.grebenc@gozdis.si

Keywords: *Tuber* spp., ITS region, PCR amplification, ITS primers

neujemanje s tarčnim nukleotidnim zaporedjem (*T. aestivum*) v enem baznem paru, kar se lahko odraža bodisi v slabšem pomnoževalnem uspehu ali v nepomnoževanju na splošno. Kljub temu, da v naši študiji ugotavljamo, da sta začetna oligonukleotida ITS5 in ITS7 najprimernejša za pomnoževanje DNA regije glive *T. aestivum*, so potrebne nadaljnje analize, s katerimi bi potrdili splošno primernost omenjenega para ITS5/ITS7 za pomnoževanje DNA regije ne samo vrst iz rodu *Tuber*, temveč za določanje ektomikoričnih glivnih združb na splošno.

Ključne besede: *Tuber* spp., ITS regija, PCR pomnoževanje, ITS začetni oligonukleotidi

1. INTRODUCTION

Functioning of forest ecosystems depends on the interactions between roots of vascular plants and mycorrhizal fungi, which's central role is capturing and retranslocation of soil nutrients and water, and consequently sustaining above-ground vegetation (SMITH & READ, 2008). Association between mycorrhizal fungi and vascular plants is one of the key players in soil ecology (DAHLBERG, 2001; ALLEN et al., 2002). Besides the importance of mycorrhizal fungi for functioning and nutrient transport in forest ecosystems, at least 400 mycorrhizal fungal species produce edible sporocarps (fungi) thus representing an important ecosystem service with a high economic interest (BOA, 2004; BAKKER et al., 2019). Among edible fungi, truffles are the most appreciated and expensive (AMICUCCI et al., 1998; BOHANNON, 2009). Truffles are ectomycorrhizal fungi, belonging to the genus *Tuber*. There are at least 180 known species of truffles (BONITO et al., 2010; GRYNDLER et al., 2011), with new being described frequently (MILENKOVIĆ et al., 2016; GRUPE et al. 2018), for this reason there is a high interest for their timely and accurate identification.

DNA based methods have in recent decades become a critical research tool in fungal taxonomy, as DNA sequencing in many cases represents the most reliable tool for unequivocal species identification (KANG et al., 2010). Since early 1990 the internal transcribed spacer (ITS) region had been among most frequently sequenced genetic markers for identification of fungi (WHITE et al., 1990) and for analyzing composition and dynamics of ectomycorrhizal communities (GARDES et al., 1991; KRAIGHER et al., 1995; HORTON & BRUNS, 2001; BEGEROW et al., 2010; SCHOCH et al., 2012). The ITS region is a molecular marker with high

power for species-level identification. Due to its widespread use and ease to amplify it, it was selected as one of official fungal barcoding DNA markers (RAJA et al., 2017). The average size of the ITS region in fungi is about 550 base-pairs, but may vary considerably among lineages (FEIBELMAN et al., 1994; SCHOCH et al., 2012). The ITS region is composed of the two variable spacers, namely ITS1 spacer and ITS2 spacer, and of a highly conserved 5.8S ribosomal gene (WHITE et al., 1990). The ITS region molecular marker shows high probability of correct identification at the species level for a broad group of fungi, except in some highly specific genera where its separating power is low (SCHOCH et al., 2012) or in cases where an intraspecific ITS region variation may lead to fail in a species identification (LINDER et al., 2011; CHEN et al., 2016; LI et al., 2013). For the genus *Tuber* the current identification based on BLAST analysis of the ITS region sequences (ALTSCHUL et al. 1990) may be challenging, due to species misidentification, mislabeling or nomenclature errors in the public databases, and due to insufficiently representation of some taxa in databases (TRAPPE 2004; HALASZ et al., 2005; IOTTI et al., 2007). The tendency the *Tuber* ITS region amplification went in direction of designing and using species-specific ITS primer-pairs that may not give satisfactory amplification results over all species in the genus. Thereby, the aim of this study was to estimate an efficient universal fungal ITS primer pair (ITS 1f, ITS4; *sensu* GARDES & BRUNS, 1993) to amplify DNA from various *Tuber* species. In species where these primers did not yield sufficient amplification, other available ITS primer pair combinations were tested, both on sporocarps' and ectomycorrhizas' isolated DNA samples.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1 Biological material

Sporocarps for testing (Table 1) were selected from the collection at the Slovenian Forestry Institute and several other collections, so as to represent most frequently collected morphological *Tuber* species (GREBENC et al. 2010). For testing the amplification from ectomycorrhizal samples, *Tuber aestivum* root tips from pot-planted and inoculated silver fir seedlings were used (UNUK NAHBERGER et al., 2020; in prep.). In total, 38 sporocarps were tested in the first step, and 113 ectomycorrhizal roots of *T. aestivum* on silver fir were tested in the second step. Ectomycorrhizal root tips were randomly chosen from silver fir root systems. The identity of *T. aestivum* ectomycorrhiza was confirmed following the methodology and identification key of Agerer (AGERER, 1987-2012).

2.2 DNA extraction

DNA from sporocarps and from ectomycorrhiza was extracted using DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen, Hilden, Germany) protocol, following manufacturer's instructions.

2.3 PCR amplification

Amplifications were performed in GeneAmp PCR System 9700 (Applied Biosystems, USA) in a total volume 25 µl of the PCR amplification mixture, with volume of extracted DNA 1 ng/µl. The PCR reactions with the pairs of the barcoding primers ITS1f/ITS4 were performed as reported in Sulzbacher et al. (2016). The PCR reactions with the pairs of primers ITS5/ITS7, ITS5/ITS6 (Bertini et al., 1999) were performed using the protocol by Bertini et al. (1999). Based on the test of the barcoding primer (ITS1f/ITS4) with DNA extracts from sporocarps, the primer pairs ITS1f/ITS4, ITS1f/ITS2, ITS5/ITS6 and ITS5/ITS7 were used in amplifying sporocarps' DNA samples that fail to amplify in the barcoding test. The same selection of primers was also used in ectomycorrhizal DNA amplification from *Tuber aestivum* root tips. All PCR reactions were performed five times on all samples to demonstrate the optimality of individual primer pair for amplification.

2.4 Sequencing

PCR products were run on 1.5% agarose gels in 0.5x TBE buffer and visualized with Gel Doc EQ System, PC (Biorad, USA). Amplified DNA fragments were cut out of agarose gels and purified with innuPREP DOUBLEpure Kit (Analytik Jena AG, Jena, Germany) following manufacturer's instructions. Purified DNA fragments were sequenced at a commercial sequencing laboratory (Macrogen Inc., Seoul, South Korea). Samples were sequenced in both directions either with the pairs of primers ITS1f/ITS4 (WHITE et al., 1990; GARDES & BRUNS, 1993) ITS1f/ITS2 or ITS5/ITS7 (BERTINI et al., 1999). The obtained sequences were processed in Geneious version 11.1.4 (<https://www.geneious.com>, KEARSE et al., 2012). Nucleotide base calls with an error probability greater than 5% were trimmed from read ends to improve read quality, while reads were assembled into contigs at 90% base pair similarity. BLASTN algorithm from NCBI website (National Center for Biotechnology Information; <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) was used to assess the similarity of obtained ITS sequences to sequences in GenBank.

2.5 Primers annealing position and mismatch analysis

Sequences with amplified complete ITS region molecular marker, including partial 18S rRNA gene, complete ITS1, 5.8S rRNA and ITS2 genes, and partial 28S rRNA gene, were obtained from GenBank database at the National Centre for Biotechnology (NCBI). Sequences from the database and our newly obtained sequences were analyzed with Geneious version 11.1.4. For alignment, MAFFT alignment program as plugin available for Geneious was used. ITS primers mismatches and annealing position with *Tuber aestivum* sequences from GenBank database were analyzed in Geneious, where all forward and reversed primers were tested with maximum mismatches set at 5 base pairs.

3. RESULTS

All available *Tuber* collections except *T. aestivum* and one collection of *T. mesentericum* yielded sufficient amplification with a fungal barcoding primer pair ITS 1f and ITS4 (Table 1) for downstream applications (e.g. Sanger DNA sequencing) without additional steps. For collections that failed amplification with a fungal barcoding primer pair ITS 1f and ITS4 a further selection of primers for amplification of the partial or complete ITS region of fungi primer pairs ITS1f/ITS4, ITS1f/ITS2, ITS5/ITS6 and ITS5/ITS7 were used to amplify DNA from sporocarps and *T. aestivum* ectomycorrhiza.

As *T. aestivum* showed to be the most difficult one for amplifying with the ITS1f and ITS4 primer pair, further analyzes using different primer pairs were conducted to find the most appropriate and optimal primer pair for amplification of this species.

Based on all together 113 tested *T. aestivum* morphotypes, 27 *Tuber* morphotypes were successfully amplified and sequenced using primer pair ITS1f/ITS4, 61 morphotypes were amplified and sequenced using primer pair ITS5/ITS7 and 25 morphotypes using primer pair ITS1f/ITS2, while primer pair ITS5/ITS6 completely failed in amplification of *T. aestivum*

Table 1: Collections with name, herbarium code, GenBank accession number and reference for each *Tuber* sporocarp samples used for testing the ITS1f and ITS4 barcoding primer pair. + amplification yielded enough DNA for downstream applications, (+) amplification was successful but weak, - amplification failed. MA Fungi – The Herbarium at the Real Jardín Botánico, Madrid, Spain; MES – personal collection of Matthew E. Smith, USA; MS – personal collection of Marcelo Sulzbacher, Brazil; FHS – collection of the Institute for Multidisciplinary Research in Belgrade, Serbia; AP – personal collection of Andrej Piltaver, Slovenia.

Morphological species name	Herbarium code	GenBank accession number	Amplification with ITS1f & ITS4	Reference
<i>Tuber aestivum</i> Vittad.	MA Fungi 54693	FM205622	(+)	GREBENC et al. 2010
<i>Tuber aestivum</i> Vittad.	TUBAES/270211		-	this study
<i>Tuber aestivum</i> Vittad.	TUBAES/060811A		-	this study
<i>Tuber aestivum</i> Vittad.	TUBAES/180812A		(+)	this study
<i>Tuber aestivum</i> Vittad.	TUBAES/060714A		(+)	this study
<i>Tuber aestivum</i> Vittad.	TUBAES/251014B		-	this study
<i>Tuber anniae</i> W.Colgan & Trappe	TUBsp/241013A		+	this study
<i>Tuber borchii</i> Vittad.	TUBBOR/100108	FM205630	+	MARJANOVIĆ et al. 2010
<i>Tuber brumale</i> Vittad.	TUBBRU/150309	FN433128	+	GREBENC et al. 2010
<i>Tuber brumale</i> var. <i>moschatum</i> (Bull.) Hall, Buchanan, Wang & Cole	TUBBRUfoMOS/250109A	FN433130	+	GREBENC et al. 2010
<i>Tuber excavatum</i> Vittad.	TUBEXC/070309G	FN433148	+	GREBENC et al. 2010
<i>Tuber excavatum</i> Vittad.	TUBEXC/110812A		+	this study
<i>Tuber floridanum</i> Grupe, Sulzbacher & M.E. Sm.	MES654 (Holotype)	MF611781	+	GRUPE et al. 2018
<i>Tuber floridanum</i> Grupe, Sulzbacher & M.E. Sm.	MS475	MF611782	+	GRUPE et al. 2018
<i>Tuber foetidum</i> Vittad.	FHS-Tmes	FM205704	+	MARJANOVIĆ et al. 2010
<i>Tuber fulgens</i> Quél.	TUBFUL/221008	FN433154	+	GREBENC et al. 2010
<i>Tuber fulgens</i> Quél.	TUBFUL/041008B	FN433150	+	GREBENC et al. 2010
<i>Tuber himalayense</i> B.C. Zhang & Minter	AP-T71	FM205589	+	this study
<i>Tuber indicum</i> Cooke & Masee	AP-T50A	FM205590	+	this study
<i>Tuber macrosporum</i> Vittad.	FHS-455	FM205663	+	MARJANOVIĆ et al. 2010
<i>Tuber macrosporum</i> Vittad.	FHS-449	FM205664	+	MARJANOVIĆ et al. 2010
<i>Tuber maculatum</i> Vittad.	MA Fungi 57008	FM205560	+	GREBENC et al. 2010
<i>Tuber maculatum</i> Vittad.	FHS-399	FM205644	+	MARJANOVIĆ et al. 2010
<i>Tuber maculatum</i> Vittad.	FHS-426	FM205645	+	MARJANOVIĆ et al. 2010
<i>Tuber magnatum</i> Pico	TUBMAG/141207	FM205633	+	MARJANOVIĆ et al. 2010

<i>Tuber magnatum</i> Pico	FHS-465	FM205651	+	MARJANOVIĆ et al. 2010
<i>Tuber mesentericum</i> Vittad.	TUBMES/060811A		-	this study
<i>Tuber mesentericum</i> Vittad.	TUBMES/020912		(+)	this study
<i>Tuber mesentericum</i> Vittad.	TUBMES/110114B		+	this study
<i>Tuber oligospermum</i> (Tul. & C. Tul.) Trappe	FHS-XX13	FM205683	+	MARJANOVIĆ et al. 2010
<i>Tuber oligospermum</i> (Tul. & C. Tul.) Trappe	MA Fungi 39553A	FM205505	+	GREBENC et al. 2010
<i>Tuber petrophilum</i> Milenković	BEO 20600	HG810883	+	MILENKOVIĆ et al. 2016
<i>Tuber petrophilum</i> Milenković	BEO 20601	HG810884	+	MILENKOVIĆ et al. 2016
<i>Tuber rufum</i> Pollini	TUBRUF/070911B		+	this study
<i>Tuber rufum</i> fo. <i>nitidum</i> (Vittad.) Montecchi & Lazzari	FHS-XX1	FM205677	+	MARJANOVIĆ et al. 2010
<i>Tuber rufum</i> fo. <i>apiculatum</i> E. Fisch	FHS-353	FM205669	+	MARJANOVIĆ et al. 2010
<i>Tuber rufum</i> fo. <i>ferrugineum</i> (Vittad.) Montecchi & Lazzari	TUBRUFvarFER/041008	FN433160	+	GREBENC et al. 2010
<i>Tuber rufum</i> fo. <i>lucidum</i> (Bonnet) Montecchi & Lazzari	FHS-471	FM205665	+	MARJANOVIĆ et al. 2010
<i>Tuber rufum</i> Pollini	TUBRUFvarRUF/070908B	FN433168	+	GREBENC et al. 2010

root tips. Primers pairs showed different concentration of amplified DNA as shown in Figure 1 for selected representative samples. Primer pair ITS5/ITS7 showed the strongest intensities on the agarose gel for most of amplified DNA. Ectomycorrhizal DNA was in most cases difficult to amplify with primers pairs ITS1f/ITS4, ITS1f/ITS2 or with ITS5/ITS6 yielding low or no amplification at all.

3.1 Primers annealing position and mismatch analysis

From the GenBank database, sequences with partial 18S rRNA gene, complete ITS1 spacer, 5.8S rRNA gene, ITS2 spacer and partial 28S rRNA gene sequence, were downloaded and analyzed for primers annealing position and nucleotide mismatches. Primers pairs ITS1f/

ITS2, ITS1f/ITS4, ITS5/ITS6 and ITS5/ITS7 were included in analysis. The alignment of used sequences, showed that ITS1f primer is located 14 nucleotides upstream ITS5 primer, where several sequences of suitable lengths, showed on ITS1f primer mismatch on the 12th primer nucleotide, with oligo base A and target base G. For primer ITS5 no mismatches were observed. The primers ITS4 and ITS6 are located 35 nucleotides and 8 nucleotides upstream regarding primer ITS7. With the primer ITS2, only complete internal transcribed spacer 1 can be amplified, as it is located in 5.8S rRNA gene. The primer ITS6 had also a mismatch on the 5th primer nucleotide, with oligo base G and target base A, which was confirmed for 42 of 45 analyzed sequences. The amplification product obtained by using the primer pair ITS1f/ITS2 is the smallest, while the product obtained by using the primer pair ITS5/ITS7 is the biggest PCR fragment.

4. DISCUSSION

Due to its variability in length and nucleotide sequence among different fungi, the internal transcribed spacer (ITS) region has been frequently reported as a convenient target region for species delimitation in fungi and molecular identification of ectomycorrhizal fungi (GARDES & BRUNS, 1993; SIMON et al., 1992; HENRION et al. 1994; LANFRANCO et al., 1993; AMICUCCI et al., 1998; BERTINI et al., 1999, BENUCCI et al., 2011a). Although its broad usefulness for many taxa, repeated fails in amplification with universal barcoding ITS primers were reported

for some. Besides technical reasons, such as interference of inhibitors in PCR, or a non-optimal PCR protocols, BERTINI et al. (1999) suggested that most often, the problem lies in the primer sequences, as they in their study confirmed a significant interference of high base pair coupling degree with the annealing efficiency.

A fungal barcoding primer pair ITS1f and ITS4 in our study amplified most of the *Tuber* species selected among European, North American and Asian species, with an exception of a broadly distributed European

species *T. aestivum*. This primer pair repeatedly failed to amplify both *T. aestivum* DNA extracted from sporocarps and from ectomycorrhiza, suggesting a negative influence of the primer mismatch in the ITS1f primer sequence as a potential cause of its uselessness in sporocarp and ectomycorrhiza barcoding. Similar

lack of amplification was also seen in other primer pair combinations. Primer pair ITS5/ITS6 was not an appropriate primer pair in our study, since the *T. aestivum* amplification using this specific primer pair was not successful. ITS6 primer also showed a mismatch between oligo and target base in comparison to

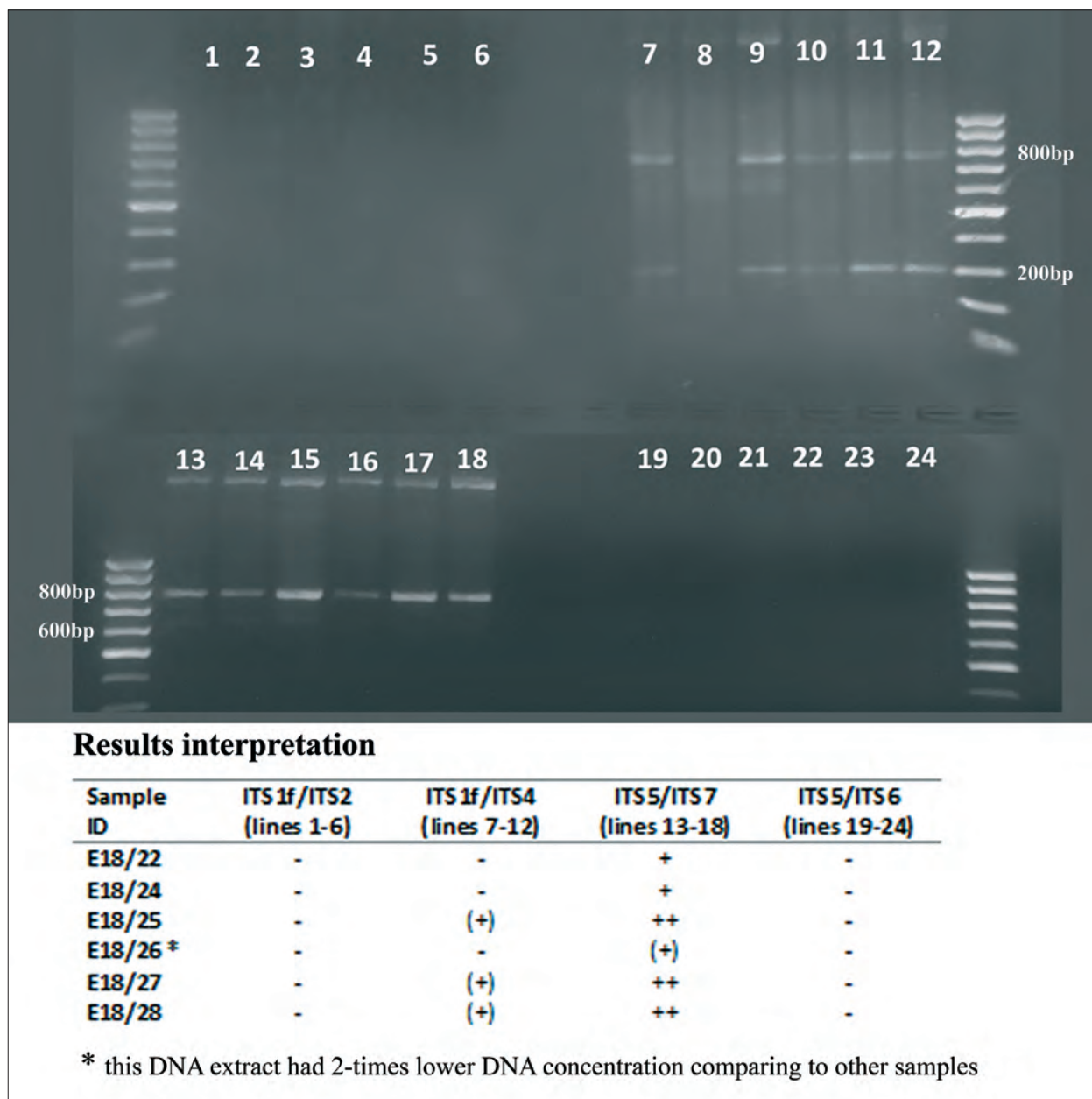


Figure 1. Partial or complete ITS region amplification success in representative DNA extracts from *Tuber aestivum* ectomycorrhiza. Primer pairs for partial ITS amplification ITS1f/ITS2 (lines 1-6), the fungal ITS barcoding primer pair ITS1f/ITS4 (lines 7-12), and two alternative primer pairs ITS5/ITS7 (lines 13-18) and ITS5/ITS6 (lines 19-24) were used. Amplified ITS regions obtained with different primers pairs were evaluated and grouped based on intensities of bands (concentrations of DNA after amplification) in: ++ strong intensity; + moderate intensity, (+) weak intensity, and - unsuccessful amplification of the ITS region.

Tuber spp. annealing site sequence, as we have shown in the primers mismatch analysis. *T. aestivum* amplification using primer pair ITS1f/ITS2 also resulted in poor, or no amplification, despite shorter sequences which, such as in primer pair ITS1f/ITS2, should be amplified easier and with better success. Also, in primer pair ITS1f/ITS2 we assume primer mismatch in ITS1f to be the reason for poor amplification outcome. As previously reported by BERTINI et al. (1999), less efficient amplification using primer pairs ITS1f/ITS4, ITS1f/ITS2 or ITS5/ITS6 can also be a result of primer to primer interaction, which may have a significant effect on annealing and finally on amplification efficiency of the PCR reaction run under the same reaction conditions.

On the other hand, the primer pair ITS5/ITS7 successfully amplified DNA of *T. aestivum* DNA both from clean sporocarps and from over 70% of all mixed DNA samples of ectomycorrhizal roots. The primer pair ITS5/ITS7 was already reported to be suitable for PCR amplification of *Tuber* species, as allowed amplification even at low DNA quality and concentration (in our study in case of sample E18/26). The primer ITS5 was suggested to be more appropriate than the ITS1 primer, as it forms less nucleotide interactions (BERTINI et al., 1999).

In general, designing and optimization of the most efficient pairs of primers for *Tuber* species detection and characterization is of high interest for many biotechnological applications. Appropriate molecular techniques, as is in this case the use of appropriate primers pairs, are very important in the food industry (STROJNIK et al. 2020, ŠIŠKOVIČ et al. 2020), in the *in vitro* propagation of mycelia to verify presence of truffles of high economic, or in testing and certifying natural truffle-grounds and truffle plantations (AMICUCCI et al., 1998, BENUCCI et al. 2011b). Moreover, the use of appropriate pairs of primers for *Tuber* species is important also in analyzing ectomycorrhizal biodiversity in forest ecosystems (UNUK et al. 2019; UNUK NAHBERGER et al. 2020; in prep), since only by amplification of all species present a realistic estimation of the ectomycorrhizal species diversity itself can be gained.

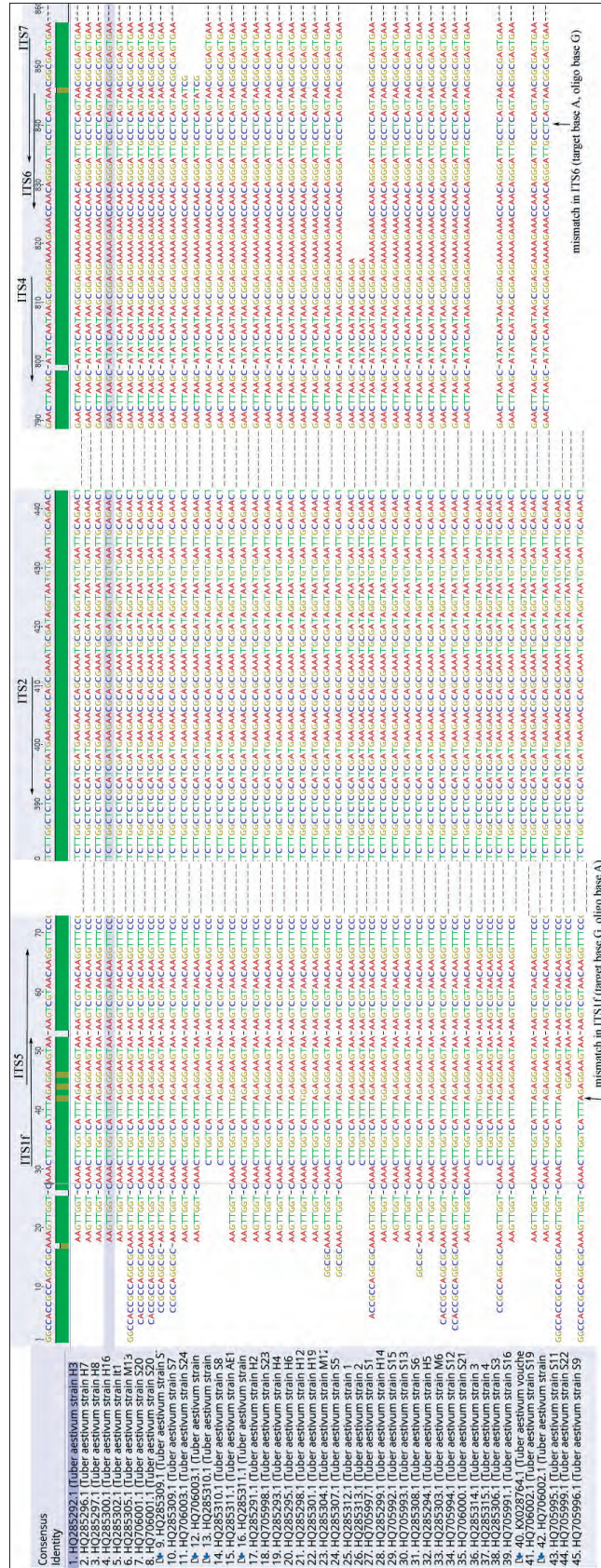


Figure 2: Schematic view of the complete ITS region in fungi, with marked mismatching positions for individual primers in *Tuber aestivum* sequence.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was funded by the Young Researcher Scheme (Slovenian Research Agency) for Tina Unuk and co-financed by The Research Programme P4-0107 Forest Biology, Ecology, and Technology (Slovenian Research Agency), a basic research project J4-1766 “Methodological approaches in genome-based diversity and ecological plasticity study of truffles from their natural distribution areas” (Slovenian Research Agency), bilateral cooperation with Montenegro (BI-ME/18-20-017) and

Bosnia and Herzegovina (BI-BA/19-20-027), and the LIFE GENMON project (LIFE ENV/SI/000148). We would also like to thank to dr. Maria P. Martín and dr. Žaklina Marjanović for access to their Institutional herbaria (MA-Fungi and FHS, respectively) and to prof. Matthew E. Smith, dr. Marcelo Sulzbacher, and dr. Andrej Piltaver, for contributing samples or DNA sequences for this study.

REFERENCES

- ALLEN, M.F., LANSING, J., ALLEN, E.B. 2002: *The Role of Mycorrhizal Fungi in the Composition and Dynamics of Plant Communities: A Scaling Issue*. In: ESSER K., LÜTTGE U., BEYSCHLAG W., HELLOWIG F. (eds) *Progress in Botany. Progress in Botany (Genetics — Physiology — Systematics — Ecology)*, vol 63. Springer, Berlin, Heidelberg
- AGERER, R., 1987-2012: *Colour Atlas of Ectomycorrhizae*. 1st-12th ed. Einhorn-Verlag, Schwäbisch Gmünd, Germany.
- ALTSCHUL, S. F., GISH, W., MILLER, W., MYERS, E. W., LIPMAN, D. J., 1990: *Basic local alignment search tool*. *Journal of molecular biology* 215(3), 403-410. DOI: 10.1016/S0022-2836(05)80360-2
- AMICUCCI, A., ZAMBONELLI, A., GIOMARO, G., POTENZA, L., STOCCHI, V., 1998: *Identification of ectomycorrhizal fungi of the genus Tuber by species-specific ITS primers*. *Molecular Ecology* 7: 273–277. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294X.1998.00357.x>
- BAKKER, M. R., 1999: *Fine root parameters as indicators of sustainability of forest ecosystems*. *Forest Ecology and Management* 122: 7–16. DOI: 10.1016/S0378-1127(99)00028-6
- BEGEROW, D., NILSSON, H., UNTERSEHER, M., MAIER, W., 2010: *Current state and perspectives of fungal DNA barcoding and rapid identification procedures*. *Applied Microbiology and Biotechnology* 87: 99–108. <https://doi.org/10.1007/s00253-010-2585-4>.
- BENUCCI, G. M. N., RAGGI, L., ALBERTINI, E., GREBENC, T., BENCIVENGA, M., FALCINELLI, M., DI MASSIMO, G., 2011a: *Ectomycorrhizal communities in a productive Tuber aestivum Vittad. orchard: composition, host influence and species replacement*. *FEMS microbiology ecology* 76(1), 170-184. DOI: 10.1111/j.1574-6941.2010.01039.x
- BENUCCI, G.M.N., RAGGI, L., DI MASSIMO, G., BACIARELLI-FALINI, L., BENCIVENGA, M., FALCINELLI, M., ALBERTINI, E., 2011b: *Species-specific primers for the identification of the ectomycorrhizal fungus Tuber acrosporum Vittad.* *Molecular diagnostics and DNA taxonomy* 11: 378-381. DOI: 10.1111/j.1755-0998.2010.02915.x
- BERTINI, L., AMICUCCI, A., AGOSTINI, D., POLIDORI, E., POTENZA, L., GUIDI, C., STOCCHI, V., 1999: *A new pair of primers designed for amplification of the ITS region in Tuber species*. *FEMS Microbiology Letters* 173(1): 239-245. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1999.tb13508.x>
- BOA, E. R., 2004: *Wild edible fungi: a global overview of their use and importance to people* (No. 17). Food & Agriculture Organization of the United Nations, FAO, Rome.
- BOHANNON, J., 2009: *Rooting Around the Truffle Genome*. *Science* 323 (5917): 1006-1007. DOI: 10.1126/science.323.5917.1006
- BONITO, G.M., GRYGANSKI, A.P., TRAPPE, J.M., VILGLYS R., 2010: *A global meta-analysis of Tuber ITS rDNA sequences: species diversity, host associations and long-distance dispersal*. *Molecular Ecology* 19: 4994-5008. Doi: 10.1111/j.1365-294X.2010.04855.x
- CHEN, W., KOIDE, R. T., ADAMS, T. S., DEFOREST, J. L., CHENG, L., 2016: *Root morphology and mycorrhizal symbioses together shape nutrient foraging strategies of temperate trees*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(31): 8741–8746. DOI: 10.1073/pnas.1601006113.
- DAHLBERG, A., 2001: *Community ecology of ectomycorrhizal fungi: an advancing interdisciplinary field*. *New Phytologist* 150: 555-562. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2001.00142.x>

- FEIBELMAN, T., BAYMAN, W., CIBULA, W.G., 1994: *Length variation in the internal transcribed spacer of ribosomal DNA in Chanterelles*. Mycological Research 98(6): 614–618. [https://doi.org/10.1016/S0953-7562\(09\)80407-3](https://doi.org/10.1016/S0953-7562(09)80407-3).
- GARDES, M., BRUNS, T. D., 1993: *ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes – application to the identification of mycorrhizae and rusts*. Molecular Ecology 2: 113–118.
- GARDES, M., WHITE, T.J., FORTIN, J.A., BRUNS, T.D., TAYLOR, J.W., 1991: *Identification of indigenous and introduced symbiotic fungi in ectomycorrhizae by amplification of nuclear and mitochondrial ribosomal DNA*. Canadian Journal of Botany 69(1): 180–190. <https://doi.org/10.1139/b91-026>
- GREBENC, T., BAJC, M., KRAIGHER, H., 2010: *Poledenodobne migracije mikoriznih rastlin in glivnih partnerjev v simbiozi : primer rodu Tuber*. Les: revija za lesno gospodarstvo 62(5): 149–154
- GRUPE, A. C., SULZBACHER, M. A., GREBENC, T., HEALY, R., BONITO, G., SMITH, M. E., 2018: *Tuber brennemanii and Tuber floridanum: two new Tuber species are among the most commonly detected ectomycorrhizal taxa within commercial pecan (Carya illinoensis) orchards*. Mycologia 110(4): 780–790. DOI: 10.1080/00275514.2018.1490121.
- GRYNDLER, M., HRŠELOVÁ, H., SOUKUPOVÁ, L., STREIBLOVÁ, E., VALDA, S., BOROVÍČKA, J., GRYNDLEROVÁ, H., GAŽO, J., MIKO, M., 2011: *Detection of summer truffle (Tuber aestivum Vittad.) in ectomycorrhizae and in soil using specific primers*. FEMS Microbiology Letters 318: 84– 89. doi:10.1111/j.1574-6968.2011.02243.x
- HALÁSZ, K., BRATEK, Z., SZEGŐ, D., SZABOLCS, R., RACZ, I., LASZTITY, D., TRAPPE, J.M., 2005: *Tests of species concepts of the small, white, European group of Tuber spp. based on morphology and rDNA ITS sequences with special reference to Tuber rapaeodorum*. Mycological Progress 4: 281–290. <https://doi.org/10.1007/s11557-006-0132-6>.
- HENRION, B., CHEVALIER, G., MARTIN, F., 1994: *Typing truffle species by PCR amplification of the ribosomal DNA spacers*. Mycological Research 98: 37–43. DOI: 10.1016/S0953-7562(09)80333-X
- HORTON, T., BRUNS, T., 2001: *The molecular revolution in ectomycorrhizal ecology: Peeking into the black-box*. Molecular Ecology 10(8): 1855–1871. DOI: 10.1046/j.0962-1083.2001.01333.x
- IOTTI, M., AMICUCCI, A., BONITO, G., BONUSO, E., STOCCHI, V., ZAMBONELLI, A., 2007: *Selection of a set of specific primers for the identification of Tuber rufum: a truffle species with high genetic variability*. FEMS Microbiology Letters 277(2): 223–231. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2007.00963.x>
- KANG, S., MANSFIELD, M. A., PARK, B., GEISER, D. M., IVORS, K. L., COFFEY, M. D., GRÜNWARD, N. J., MARTIN, F. N., LÉVESQUE, C. A., BLAIR, J. E., 2010: *The promise and pitfalls of sequence-based identification of plantpathogenic fungi and oomycetes*. Phytopathology 100:732–737. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-100-8-0732>
- KEARSE, M., R. MOIR, A. WILSON, S. STONES-HAVAS, M. CHEUNG, S. STURROCK, S. BUXTON, ET AL. 2012. Geneious Basic: An integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data. Bioinformatics 28(12): 1647–1649. <https://academic.oup.com/bioinformatics/article-lookup/doi/10.1093/bioinformatics/bts199>.
- KRAIGHER, H., AGERER, R., JAVORNIK, B. 1995: *Ectomycorrhizae of Lactarius lignyotus on Norway spruce, characterized by anatomical and molecular tools*. Mycorrhiza 5: 175–180. <https://doi.org/10.1007/BF00203334>
- LANFRANCO, L., WYSS, P., MÁRZACHÍ, C., BONFANTE, P., 1993: *DNA probes for identification of the ectomycorrhizal fungus Tuber magnatum Pico*. FEMS Microbiology Letters 114(3): 245–251, <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1993.tb06581.x>
- LI, Y., JIAO, L., YAO, Y.-J., 2013: *Non-concerted ITS evolution in fungi, as revealed from the important medicinal fungus Ophiocordyceps sinensis*. Molecular Phylogenetics and Evolution 68(2): 373–379. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2013.04.010>.
- LINDER, C.R., MOORE, L.A., JACKSON, R.B., 2011: *A universal molecular method for identifying underground plant parts to species*. Molecular Ecology, 9(10): 1549–1559. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294x.2000.01034.x>
- MARJANOVIĆ, Ž., GREBENC, T., MARKOVIĆ, M., GLIŠIĆ, A., MILENKOVIĆ, M. 2010: *Molecular diversity and ecological specificity and molecular diversity of truffles (genus Tuber) originating from mid-west of the Balkan Peninsula*. Sydowia 62(1): 67–87.
- MILENKOVIĆ, M., GREBENC, T., MARKOVIĆ, M., IVANČEVIĆ, B., 2016: *Tuber petrophilum, a new truffle species from Serbia*. Mycotaxon 130(4): 1141–1152. DOI: 10.5248/130.1141.
- RAJA, H. A., MILLER, A. N., PEARCE, C. J., OBERLIES, N. H., 2017: *Fungal Identification Using Molecular Tools: A Primer for the Natural Products Research Community*. Journal of Natural Products 80(3): 756–770. DOI: 10.1021/acs.jnatprod.6b01085.
- SCHOCH, C.L., SEIFERT, K.A., HUHDORF, S., ROBERT, V., SPOUGE, J.L., LEVESQUE, C.A., CHEN, W., 2012: *Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for Fungi*. Proceedings of the National Academy of Sciences 109(16): 6241–6246; DOI: 10.1073/pnas.1117018109.

- SIMON, L., LALONDE, M., BRUNS, T.D., 1992: *Specific amplification of 18S fungal ribosomal genes from vesicular-arbuscular endomycorrhizal fungi colonizing roots*. Applied and Environmental Microbiology 58: 291–295. DOI: 0099-2240/92/010291-05\$02.00/0
- SMITH, S.E., READ, D. 2008: *Mycorrhizal symbiosis* (3rd edition). Academic Press, 800 pp.
- ŠIŠKOVIČ, N., STROJNIK, L., GREBENC, T., VIDRIH, R., OGRINC, N., 2020: *Differentiation between species and geographical origin of fresh and freeze-dried truffles according to their aromatic profile*. Molecules (under review).
- STROJNIK, L., GREBENC, T., OGRINC, N., 2020: *Species and geographic variability in truffle aromas*. Food and Chemical Toxicology (under review).
- SULZBACHER, M. A., GREBENC, T., CABRAL, T. S., GIACHINI, A. J., GOTO, B. T., SMITH, M. E., BASEIA, I. G., 2016: *Restingomyces*, a new sequestrate genus from the Brazilian Atlantic rainforest that is phylogenetically related to early-diverging taxa in Trappeaceae (Phallales). Mycologia 108(5): 954-966. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3852/15-265>
- TRAPPE, J.M., 2004: *The ways of herbaria: a cautionary note for users of herbarium collections*. Inoculum 55: 3-4.
- UNUK NAHBERGER, T., KRAIGHER, H., GREBENC, T., 2020: *Influence of spore inoculums and earthworms on root biomass and morphology and quality assessment of with Tuber eastivum silver fir (Abies alba Mill.) inoculated seedlings*. (in prep.)
- UNUK, T., MARTINOVIĆ, T., FINŽGAR, D., ŠIBANC, N., GREBENC, T., KRAIGHER, H., 2019: *Root-associated fungal communities from two phenologically contrasting silver fir (Abies alba Mill.) groups of trees*. Frontiers in plant science, 10: 214. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00214>
- WHITE, T.J., BRUNS, T., LEE, S., TAYLOR, J., 1990: *Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics*. PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications 18: 315–322. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-372180-8.50042-1>.

SYNTAXONOMIC PROBLEM OF ILLYRIAN (DINARIC) FIR-BEECH FORESTS

(*ABIETI-FAGETUM DINARICUM (ILLYRICUM) S. LAT.*)

SINTAKSONOMSKI PROBLEM ILIRSKIH (DINARSKIH) JELOVO-BUKOVIH GOZDOV

(*ABIETI-FAGETUM DINARICUM (ILLYRICUM) S. LAT.*)

Mitja ZUPANČIČ¹

<http://dx.doi.org/10.3986/fbg0077>

ABSTRACT

Syntaxonomic problem of Illyrian (Dinaric) fir-beech forests (Abieti-Fagetum dinaricum (illyricum) s. lat.)

For the analysis of the syntaxonomic problem of Illyrian fir-beech forests (*Abieti-Fagetum dinaricum (illyricum) s. lat.*), we selected the most important authors or researchers of these forests in the Dinaric mountains of the Central Balkan Peninsula and Slovenia. These authors are Blečić, Fukarek, Glavač, I. Horvat, Pelcer, Puncer, Stefanović and Tregubov. The analysis revealed floristic and ecological similarities and differences of Illyrian fir-beech forests. They can be classified into a single association *Rhamno fallaci-Fagetum*.

Key words: *Abieti-Fagetum s. lat. = Rhamno fallaci-Fagetum* nom. nov., phytocoenology, Dinaric mountains, Balkan peninsular, Slovenia.

IZVLEČEK

Sintaksonomski problem ilirskih (dinarskih) jelovo-bukovih gozdov

(*Abieti-Fagetum dinaricum (illyricum) s. lat.*)

Za analizo sintaksonomskega problema ilirskih jelovo-bukovih gozdov (*Abieti-Fagetum dinaricum (illyricum) s. lat.*) smo izbrali najpomembnejše avtorje oz. raziskovalce teh gozdov v dinarskem gorstvu osrednjega Balkanskega polotoka in Slovenije. Ti avtorji so Blečić, Fukarek, Glavač, I. Horvat, Pelcer, Puncer, Stefanović in Tregubov. Analiza je pokazala floristične in ekološke podobnosti in različnosti ilirskih jelovo-bukovih gozdov. Mogoče jih je uvrstiti v enotno združbo *Rhamno fallaci-Fagetum*.

Ključne besede: *Abieti-Fagetum s. lat. = Rhamno fallaci-Fagetum* nom. nov., fitocenologija, Dinaridi, Balkanski polotok, Slovenija.

¹ SAZU, Novi trg 3, 1000 LJUBLJANA

INTRODUCTION

Illyrian fir-beech forests are among the most common beech forests of the Dinaric mountains. In addition to their wide distribution, they are also economically interesting because high quality beech and fir thrive in them. The base is mostly carbonate but additionally includes non-carbonate (silicate) neutral to moderately acidic rocks of various geological ages. The soils are brown carbonate eutric to dystic or even non-carbonate neutral to acidic (pH in H₂O = 5–7.5 pH in KCl = 4–7). We are thus talking about poorly basophilic to acidic beech forest. It has so far been defined as basophilic beech community. Illyrian fir-beech forest in the Dinaric mountains constructs the montane vegetation belt in all compass exposures (“climax”), and it can also extend into the altimontane belt in warm exposures and in rare cold positions, it can extend into the upper layer of the submontane belt.

Illyrian fir-beech forest is interesting in terms of floristic diversity, especially due to the presence of southeast European-Illyrian (Illyrian, Illyroid) species, which are some of the characteristic species of the Illyrian beech forest alliance of *Aremonio-Fagion*. In terms of their prevalence, they are classified into four categories (on the example of BORHIDI, 1963), ranging from narrower (specific) to wide (southeast European) phytogeographic distribution. The following species are in the first category, with narrow distribution: *Aremonia agrimonoides*, *Calamintha grandiflora*, *Cardamine kitaibelii*, *C. trifolia*, *C. waldsteinii*, *Epimedium alpinum*,

Hacquetia epipactis, *Homogyne sylvestris*, *Lamium orvala*, *Omphalodes verna*, *Rhamnus fallax*, *Ruscus hypoglossum*, *Scopolia carniolica*, *Scrophularia scopolii* and *Vicia oroboides*. In the second category, with a slightly wider distribution, are: *Aposeris foetida*, *Cardamine enneaphyllos*, *Euphorbia carniolica*, *Helleborus niger* and *Knautia drymeia* subsp. *drymeia*. The third category, with wide distribution, consists of: *Cyclamen purpurascens*, *Erythronium dens-canis*, *Euonymus verrucosa*, *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia* and *Stellaria montana*. In the fourth category, with very wide distribution, are: *Astrantia major*, *Daphne laureola*, *Doronicum austriacum*, *D. columnae*, *Helleborus odoratus*, *Primula vulgaris*, *Saxifraga rotundifolia* and *Tamus communis*.

According to the synsystematic classification of species in Illyrian fir-beech associations, the most numerous are from the order *Fagetalia* s. lat., in which we have included rarely represented species from the order *Prunetalia* and class *Quercu-Fagetea*. A similar number of species are from the class *Vaccinio-Piceetea*. The specific humidity of the habitat is indicated by species from the class *Betulo-Adenostyletea* s. lat. or *Mulgedio-Aconitetea* s. lat. with suitable participation. Of note is the group of species of the order *Quercetalia pubescens* s. lat., which in some lower syntaxonomic units – subassociations, variants or forms – indicate warmer conditions.

The number of species mentioned above by synsystematic unit varies by author and by region.

ANALYSIS OF THE ASSOCIATION *ABIETI-FAGETUM DINARICUM (ILLYRICUM)* S. LAT. IN THE DINARIC MOUNTAINS

For the analysis of Illyrian fir-beech communities, we selected the works of authors who have focused most on the appearance of Illyrian fir-beech communities in the Central Balkan Peninsula and in Slovenia, in which the tree species *Abies alba* and *Fagus sylvatica* dominate. These are the works of HORVAT (1974), TREGUBOV (1957) and PUNCER (1980), PUNCER, WOTJERSKI & ZUPANČIČ (1974), FUKAREK (1958), FUKAREK & STEFANOVIĆ (1958), BLEČIĆ (1958) and the tables and manuscripts of Glavač and Pelcer from the synthesis tables of HORVAT et al. (1974: 423–425).

The analysis is based on the Central European (Zurich-Montpellier, Braun-Blanquet) method. A synthesis table with thirteen or twenty syntaxa (Puncer's section 6 includes eight syntaxa – sub-associations) presents Illyrian fir-beech communities of southwest

Croatia, the Delnice and Plješevica areas in Croatia, the Peručica area and Grmeč planina in Bosnia, the Piva area in Montenegro (the entire Central Balkan Peninsula) and the Snežnik and Kočevsko areas in Slovenia.

The basic characteristics of Illyrian fir-beech communities are summarized according to Tregubov, supplemented by Puncer; these are: *Aremonia agrimonoides*, *Calamintha grandiflora*, *Cardamine trifolia* and *Rhamnus fallax*. The former characteristic species *Abies alba* has been classified as a differential species, in contrast to other beech syntaxa (*Fagetum* s. lat.). The results of comparisons showed that in the southwest part of Croatia, Kočevsko and partly on Snežnik, all characteristic and differential species are represented, in the area of Peručica and Piva there is no characteristic

species *Cardamine trifolia* and in the area of Plješevica and Grmeč planina there is no characteristic species *Calamintha grandiflora*. The differential species *Abies alba* appears in all syntaxa - with the note that it is present only in the shrub layer in the Piva area. It is evident that the most pronounced “Illyrian” characteristic species *Cardamine trifolia* and *Calamintha grandiflora* disappear towards the southeast of the Central Balkan Peninsula, and thus also the optimal development of Illyrian fir-beech communities.

It is similar with the diagnostic species of the Illyrian association of beech forests *Aremonio-Fagion* and other “Illyrian” species, which we have divided into four categories, as already mentioned in the introductory chapter (see p. 240). Their largest representation is in southeast Croatia and in the Delnice area and in Kočevsko in Slovenia (see Table 2). Their low representation on Snežnik is hard to understand. It may be explained by the intensity of work of the inventory taker and the time of the inventory, especially late autumn or early spring. However, the situation may be caused by different ecological conditions in areas that are less favourable for the growth of some species. It should be noted, though, that the disappearance of “Illyrian” species is also accompanied by a modest representation of other species of the *Fageta-lia* order and of the *Vaccinio-Piceetea* class, as well as others, in comparison with the previously mentioned areas (see Table 2). The disappearance of some “Illyrian”, as well as other species, is expected in the central area of the Illyrian floral province in view of perhaps slightly different or less similar ecological conditions than in other phytogeographical areas, e.g., in Slovenia or Croatia. It often happens that they are more numerous and more frequent in the extreme areas of their distribution. This occurs with “Illyrian” species on the north-western margins of the Illyrian floral province in Slovenia and Croatia, which is richer in “Illyrian” or southeast European “Illyrian” species. We must again note that these gaps may depend on how the inventory taker works.

It is appropriate to mention even more recent phytocenological research on Illyrian-Dinar fir-beech forests, which are mostly based on classical studies of the aforementioned authors (Blečić, Fukarek, Galvač, I. Horvat, Pelcer, Puncer, Tregubov). Basically, they confirm or more or less complement the results of the aforementioned researchers. Recent research includes publications by the Croatian researcher VUKELIĆ (2012), which summarizes the results of previous Croatian phytocenologists (I. HORVAT 1938, I. HORVAT, GLAVAČ & ELLENBERG 1974, GLAVAČ 1974, TRINAJSTIĆ 1992, BERTOVIĆ, CESTAR & PELCER 1966) and adds his

own unpublished research (41 relevés). VUKELIĆ (2012) accepts and supports the naming of fir-beech forests in Croatia according to the Slovene proposal *Omphalodo-Fagetum*. It is evident from his synthesis chart with eight analytical tables that, in our opinion, all four characteristic species are represented in the *Omphalodo-Fagetum* association in Croatia: *Aremonia agrimonoides*, *Rhamnus fallax*, *Cardamine trifolia* and *Calamintha grandiflora*, together with the regional differential species *Omphalodes verna* and the differential species of the association *Abies alba* selected by Tregubov, supplemented by Puncer, and finally we confirmed them for the newly named Illyrian-Dinaric fir-beech association *Rhamno fallaci-Fagetum*. The weakest is the area of Lička Plješevica, which does not have the species *Calamintha grandiflora* and *Omphalodes verna*. In his synoptic table, VUKELIĆ (2012) proposes a slightly different selection of the characteristic species of the association, the alliance *Aremonio-Fagion* and the southeast European-Illyrian (Illyroid) species, which he chose solely on the basis of comparisons in the area of Croatia. The Vukelić synoptic table clearly indicates that all eight analytical tables (VUKELIĆ 2012: 155–158 with columns 9–16) convincingly correspond to the common Illyrian-Dinaric fir-beech association *Rhamno fallaci-Fagetum*.

TRINAJSTIĆ (1970, 1972) persists in the primary research of HORVAT (1938), in which Horvat classified the Illyrian-Dinaric fir-beech forest as a sub-association of the southern Croatian beech forest *Fagetum croaticum australe abietetosum* Horvat 1938. According to the new Codices (1976, 1986, 2000) this syntaxon name is invalid. In both of TRINAJSTIĆ's (1970, 1972) tables, all the characteristic and differential species of the association and local differential species that we envisaged for the newly named association *Rhamno fallaci-Fagetum* are represented. This is also evident from Vukelić's synthesis table (2012: 155–158, column 13), which takes into account Trinajstić's analytical table with relevés from Mala Kapela.

TRINAJSTIĆ (2008) and TRINAJSTIĆ et al. (2009) later followed the Code (2000) and combined the first designation of the Illyrian-Dinaric fir-beech forest according to TREGUBOV (1941) *Fago-Abietetum*. He corrected the association with new characteristic and differential species and excluded the sub-association with the species *Omphalodes verna*, thus creating a new nomenclature of the syntaxon, *Fago-Abietetum* Tregubov 1941 corr. Trinajstić 2007. The table contains many species of the Illyrian alliance *Aremonio-Fagion*, or southeast European-Illyrian species, including our characteristic species for the association *Rhamno fallaci-Fagetum*: *Aremonia agrimonoides*, *Calamintha gran-*

diflora and *Rhamnus fallax*, and the association *Abies alba* and the regional differential species *Omphalodes verna*. The characteristic and differential species of the syntaxon *Fago-Abietetum* are generally widespread species in beech forests - not only in the Illyrian floral province but also in others (e.g., Central European province). The question arises as to whether the name of the association is valid. According to the Code (2000), the name *Fago-Abietetum* or *Abieti-Fagetum* is not used. In any case, Trinajstić's syntaxon *Fago-Abietetum* belongs to the syntaxon *Rhamno fallaci-Fagetum*, in a slightly truncated form; the composition is not optimal.

SURINA (2001, 2002) studied fir-beech forests in the Trnovski gozd plateau and found, as had PUNCER (1979) before him, that the characteristic species *Rhamnus fallax* and *Calamintha grandiflora* and the local differential species *Omphalodes verna* are rarer. PUNCER (1979) even indicated the possibility of a new syntaxon *Abieti-Fagetum praealpino-dinaricum* Puncer 1979 mscr. SURINA (2001, 2002, SURINA & DAKSKOBLEK 2013) solved the problem of the »intermediate« fir-beech association between the pre-alpine and Dinaric regions with two geographic variants, namely *Omphalodo-Fagetum* (Tregubov 1957 corr. Puncer 1980) Marinček et al. 1993 var. geogr. *Saxifraga cuneiflora*

Surina 2001 and *Omphalodo-Fagetum* (Tregubov 1957 corr. Puncer 1980) Marinček et al. 1993 var. geogr. *Calamintha grandiflora* Surina 2001. He retained all Tregubov's characteristic species or Puncer's supplemented version, which today we state as the newly designated association *Rhamno fallaci-Fagetum* with the difference that we classify the species *Omphalodes verna* as a regional differential species and the species *Abies alba* as the association differential species.

The association *Omphalodo-Fagetum* contains a large number of subassociations, which, in relation to ecological conditions, are more or less various (thermophytes, lithophytes, acidophytes etc.), so KOŠIR (2010) provisionally proposed that some subassociations be given the higher syntaxonomic status of association, with an essential change in the dominant tree species – instead of the species *Fagus sylvatica* the species *Abies alba*. He thus proposes the following associations: *Sorbo ariae-Abietetum* Košir 2010 nom. inv., *Clematido-Abieteum* Košir 2010 nom. inv., *Homogyne sylvestris-Abietetum* Košir 2010 nom. inv. and *Lycopodium-Abietetum* Košir 2010 nom. inv. The scientific description is incomplete, so we think the new designation is invalid. Floristic composition of this Košir's syntax still allow to be included into the association *Omphalodo-Fagetum*.

Table 1: Number of species in syntaxonomic units

Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Author	Ht	Ht	Ht	Tr	Tr	Pu	Gl	Tr	Tr	Bl	F-S	Pe	Tr
Region			JZH	Sn	Sn	Ko	De	Sn	Sn	Pi	Pe	Pl	Gr
Country	HR	HR	HR	SL	SL	SL	HR	SL	SL	ČG	BIH	HR	BIH
Number of relevés	15	32	6	20	15	109	12	10	20	12	17	17	20
Southeast European-Illyrian species													
Category I	12	12	10	7	5	12	8	4	5	3	5	4	3
Category II	2	5	4	1	1	5	4	0	1	2	2	4	0
Category III	3	1	0	1	1	4	3	3	1	1	1	2	0
Category IV	4	6	3	2	0	4	4	1	0	4	3	2	4
TOTAL - Σ	21	24	17	11	7	25	19	8	7	10	11	12	7
AREMONIO-FAGION	11	11	10	6	5	11	8	4	5	3	4	4	3
FAGETALIA	39	60	50	26	20	49	35	12	20	35	42	36	34
BETULO-ADENOSTI.	7	13	12	4	4	11	5	2	5	9	13	7	10
QUERCETALIA PUBES.	0	7	4	0	1	5	2	0	1	2	3	3	1
VACCINIO-PICEETEA	14	21	16	10	21	41	9	9	23	16	16	9	13
QUERCETALIA ROB.-PUBESCENTIS	1	3	2	0	0	3	2	1	0	4	3	2	0
CARPINETALIA	0	0	0	0	0	9	0	0	0	1	0	0	0
No. of species in tables - Σ Σ	82	128	101	51	53	143	72	32	56	77	88	69	65
Place by no. of species:	5 th	2 nd	3 rd	12 th	11 th	1 st	7 th	13 th	10 th	6 th	4 th	8 th	9 th

NOTES:

JZH = Southwest Croatia, Sn = Snežnik, Ko = Kočevsko, De = Delnice, Pi = Piva, Pe = Peručica, Pl = Plješevica, Gr = Grmeč
Ht= HORVAT, Tr = TREGUBOV, Pu = PUNCER, Gl = GLAVAČ, Bl = BLEČIĆ, F-S = FUKAREK-STEVANVIČ, Pe = PELCER

HR = Croatia, SL = Slovenia, ČG = Montenegro, BIH = Bosnia & Herzegovina

Tables 1 and 2 show exemplarily that all syntaxa presented can be classified in the broadest sense into Illyrian fir-beech forests, into *Abieti-Fagetum* s. lat. (*Abieti-Fagetum dinaricum* = *Omphalodo-Fagetum* in Slovenia and southwestern Croatia, *Abieti-Fagetum illyricum* in Bosnia and Herzegovina, *Fagetum illyricum (croaticum) australe abietetosum* in Croatia, and *Fagetum sylvaticae* (“*montenegrinum*”) *abietetosum* in Montenegro) but with specific differences in respect to their phytogeographic position or in terms of the representation of southeast European-Illyrian species. We therefore have several syntaxonomic options: (i) to adhere strictly to the rules of the Code or (ii) to formulate geographical variants beyond the Code, but which will not be scientifically recognized. The syntaxonomic solution has been indicated in Table II.

We see the syntaxonomic solution of Illyrian fir-beech forests primarily in terms of four southeast European-Illyrian species: *Aremonia agrimonoides*, *Rhamnus fallax*, *Calamintha grandiflora* and *Cardamine trifolia*. There are some possibilities of dividing Illyrian fir-beech forests according to their phytogeographic position into geographical variants. They are not officially recognized in the Code but the possibility is allowable because of the clearly defined phytogeographic area of the syntaxa or associations. Several variants are possible:

1. We reintroduce the older nomenclature of *Abieti-Fagetum*. For the characteristic and differential species of the association, we accept the already familiar diagnostic species of Tregubov or Puncer (see page 240), as shown in Table 2. The basic association (macro-association) is then divided into geographical variants with differential species corresponding to their phytogeographic area (position), as follows: *Abieti-Fagetum* (Tregubov 1957) var. geogr. *Omphalodes verna* var. geogr. nova for the area of Slovenia and southwestern Croatia;

- *Abieti-Fagetum* (Tregubov 1957) var. geogr. *Calamintha grandiflora* var. geogr. nova for the area of Slovenia (partially Snežnik), Croatia (Delnice), Bosnia (Peručica) and Montenegro (Piva);
- *Abieti-Fagetum* (Tregubov 1957) var. geogr. *Aremonia agrimonoides* var. geogr. nova for the area of Croatia (Plješevica) and Bosnia (Grmeč).

2. The possibility of dividing Illyrian fir-beech forests into three independent associations, as follows, is less convincing:

- *Omphalodo-Fagetum* (Tregubov 1957) Marinček et al. 1993 (Slovenia, southwest Croatia);
- *Calamintho-Fagetum* (Tregubov 1957) ass. nova. (partially for the areas of Snežnik in Slovenia, Croatia – Delnice, Bosnia – Peručice and Montenegro – Piva);

- *Aremonio-Fagetum* (Tregubov 1957) ass. nova. s str. (Croatia – Plješevica, Bosnia – Grmeč planina).

The characteristic species *Omphalodes verna* would be indisputably dominant for the association *Omphalodo-Fagetum* in an association with relative differential species *Ruscus hypoglossum*, *Epimedium alpinum*, *Knautia drymeia* subsp. *drymeia* and *Stellaria montana*.

Less convincing is the characteristic species *Calamintha grandiflora* for the association *Calamintho-Fagetum*. It also appears in the association *Omphalodo-Fagetum*. An Illyrian fir-beech stand in Montenegro (Piva) is interesting, in which three southeast European-Illyrian species appear as relative differential species: *Scrophularia scopolii*, *Astrantia major* and *Doronicum columnae*. Most convincing is *Scrophularia scopolii* (east European-west Asian species), whose area of distribution is also the south-eastern part of the central Balkan peninsular, here and there also in the Slovene Alps. We classify there the species *Doronicum columnae*, which is also in Illyrian fir-beech stands in the area of Grmeč planina in Bosnia.

Only the characteristic species *Aremonia agrimonoides* appears in Illyrian fir-beech associations in Plješevica (Croatia) and Grmeč planina (Bosnia), although generally widespread in all three syntaxa. On Grmeč planina in Bosnia, the southeast European-Illyrian species *Doronicum columnae* also appears in addition to it. The association *Aremonio-Fagetum* s. lat. is not a special syntaxon only for the mentioned region but has a wider extent.

None of these three associations have their own explicit characteristic or differential species that would unconditionally indicate or confirm their independence. All three associations could be understood as relative associations of phytogeographical origin at a higher synsystematic level than the geographical variant, which is not recognized in the Code.

In the first two cases, we tried to resolve the position of all three phytogeographically conditioned associations with higher synsystematic association ranking, but this is not satisfactory or correct.

For Slovenia, we partially resolved the systematic position of Illyrian fir-beech forest, or its designation, with a sufficiently recognizable regional characteristic species *Omphalodes verna*, although it is not only present in the Illyrian fir-beech association, but also in other Illyrian beech forests of Slovenia. We have adopted four characteristic species of southeast European-Illyrian origin: *Aremonia agrimonoides*, *Calamintha grandiflora*, *Cardamine trifolia* and *Rhamnus fallax*, according to Tregubov (1957), and left out his characteristic species – *Cardamine enneaphyllos* and *Prenan-*

thes purpurea – because of their generally widespread nature in many forest syntaxa.

Analytical Table 2 shows that these characteristic species are present in Illyrian fir-beech associations of the Central Balkan Peninsula and Slovenia. All are represented in some phytocoenoses, in others only a few, but not less than three of the four characteristic species, all with the differential species *Abies alba*. A comparison between Illyrian fir-beech associations of the Central Balkan Peninsula and Slovenia shows that these phytocoenoses combine the aforementioned characteristic and differential species. We believe that these syntaxa can be combined into a single syntaxon, *Rhamno fallaci-Fagetum* nov. nom.

Possible and most suitable is probably:

Possibility 3: to change the syntaxonomic nomenclature and introduce a new common name for Illyrian fir-beech forests according to the relatively widespread southeast Illyrian species in the Illyrian floral province, *Rhamnus fallax*, thus *Rhamno fallaci-Fagetum*. It is evident from Table 2 that the species *Rhamnus fallax* is present in all associations (syntaxa) of Illyrian fir-beech forests.

***Rhamno fallaci-Fagetum* (Tregubov 1957) nom. nov. hoc. loco**

Basionym: *Abieti-Fagetum dinaricum* Tregubov 1957 (Art. 34 a)

Synonyms: *Fagetum croaticum australe abietetosum* Horvat 1938, (ICPN Ar. 34a) (HORVAT 1938)

Fagetum illyricum (= *croaticum*) *australe abietetosum* Horvat (ICPN Art. 34a) (HORVAT, GLAVAČ & ELLENBERG 1974).

Abieti-Fagetum dinaricum Tregubov 1957 (ICPN Art. 34a) (TREGUBOV et al. 1957)

Abieti-Fagetum illyricum Fukarek (ICPN Art. 34a) (FUKAREK 1958).

Fagetum sylvaticae montenegrii abietetosum Blečić 1958 (ICPN Art. 34a) (BLEČIĆ 1958).

Inc.: *Omphalodo-Fagetum* (Tregubov 1957) Marinček et al. 1993.

Characteristic species: *Aremonia agrimonoides*, *Calamintha grandiflora*, *Cardamine trifolia* and *Rhamnus fallax*.

Differential species: *Abies alba*.

Nomenclature type: Tregubov (1957: 32–34, relevé 13) Lectotypus hoc loco (MARINČEK et al. 1993).

Despite the new name of the association, the problem remains of geographical variants, which run from the northwest of Slovenia to the southeast of the central region of the Balkan Peninsula. This is mainly due to differences indicated by the following southeast European-Illyrian species: the most widespread species *Aremonia agrimonoides*, the central widespread species *Calamintha grandiflora*, the northwest widespread species *Omphalodes verna*, and the southeast widespread species *Doronicum columnae* and *Scrophularia scopolii*. There are also differences in the richness of the flora, in particular species of the Illyrian alliance *Aremonio-Fagion* and the order *Fagetalia*, partly also of the class *Vaccinio-Piceetea* (Table 1). We abandoned the breakdown of the *Rhamno fallaci-Fagetum* association into geographical variants and only emphasized floristic development from optimal northwest to more modest southeast syntaxa.

CONCLUSION

We propose the adoption of a new name for the Illyrian fir-beech forest association *Rhamno fallaci-Fagetum*, which covers all phytocoenoses described by Horvat, Tregubov, Fukarek, Blečić and their followers Glavač, Pelcer, Puncer (et Wojterski & Zupančič), Stefanović etc. The new name for the *Rhamno fallaci-Fagetum* association would solve the syntaxonomic problem of Illyrian fir-beech forests, which are more or less floristically harmonized with each other in terms of diagnostic species, such as characteristic species, species of the Illyrian alliance *Aremonio-Fagion* or other southeast European-Illyrian species. The number of plant species declines towards the southeast of the area of Illyrian fir-beech forests, which is probably not only a matter of slightly dif-

ferent ecological conditions but also of the intensity and timing of the inventory by the researcher. Subjective relations must not be neglected. The problem of two different researchers making an inventory is clearly seen in Slovenia (Table 2). If we were to repeat today the research of Illyrian fir-beech forests in the same areas of the plots studied, we would probably get a slightly different floristic image of the phytocoenosis. Newer and more optimal research may reveal the presence of other species. It would be important to discover the presence of new southeast European-Illyrian and Balkan species, which would enable a justifiable division of the association *Rhamno fallaci-Fagetum* into geographical variants or even independent associations.

POVZETEK

Uvod

Ilirski jelovo-bukovi gozdovi so med najbolj razširjenimi bukovimi gozdovi dinarskega gorstva. Poleg velike razširjenosti so tudi gospodarsko zanimivi, saj v njih uspeva kakovosten bukov in jelov les. Večinoma poraščajo karbonatne, poleg teh pa tudi nekarbonatne (silikatne) nevtralnno do zmerno kisle kamnine različnih geoloških starosti. Tla so rjava karbonatna evtrična do distrična ali celo nekarbonatna, nevtralna do kislja (pH v H₂O = 5–7,5 pH v KCl = 4–7). Govorimo o slabo bazičnem do kislem bukovem gozdu. Doslej smo ga opredeljevali kot bazičen bukov gozd. Ilirski jelovo-bukov gozd gradi v Dinaridih montanski vegetacijski pas v vseh nebesnih legah („klimaks“), seže lahko tudi v altimontanski pas na toplih legah, v redkih hladnih legah pa v zgornjo plast submontanskega pasu.

Ilirski jelovo-bukov gozd je zanimiv glede na floristično pisanost, zlasti zaradi prisotnosti jugovzhodnoevropsko-ilirskih (ilirskih, ilirskoidnih) vrst, ki so nekatere značilnice ilirske zveze bukovih gozdov *Aremonio-Fagion*. Glede na njihovo razširjenost jih uvrščamo v štiri kategorije (po zgledu BORHIDIJA, 1963), in sicer od ožje (specifične) do široke (jugovzhodnoevropske) fitogeografske razširjenosti. V prvo kategorijo z ozko razširjenostjo uvrščamo naslednje vrste: *Aremonia agrimonoides*, *Calamintha grandiflora*, *Cardamine kitabelii*, *C. trifolia*, *C. waldsteinii*, *Epimedium alpinum*, *Hacquetia epipactis*, *Homogyne sylvestris*, *Lamium orvala*, *Omphalodes verna*, *Rhamnus fallax*, *Ruscus hypoglossum*, *Scopolia carniolica*, *Scrophularia scopolii* in *Vicia oroboides*. V drugi kategoriji z nekoliko širšo razširjenostjo so: *Aposeris foetida*, *Cardamine enneaphylos*, *Euphorbia carniolica*, *Helleborus niger* in *Knautia drymeia* subsp. *drymeia*. Tretjo kategorijo s široko razširjenostjo sestavljajo: *Cyclamen purpurascens*, *Erythronium dens-canis*, *Euonymus verrucosa*, *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia* in *Stellaria montana*. V četrti kategoriji z zelo široko razširjenostjo so: *Astrantia major*, *Daphne laureola*, *Doronicum austriacum*, *D. columnae*, *Helleborus odoratus*, *Primula vulgaris*, *Saxifraga rotundifolia* in *Tamus communis*.

Glede na sinsistematsko razvrstitev vrst v ilirskih jelovo-bukovih združbah so najštevilčnejše iz reda *Fagetalia* s. lat., v katerega smo uvrstili redko zastopane vrste iz reda *Prunetalia* in razreda *Quercio-Fagetea*. Podobno število vrst je tudi iz razreda *Vaccinio-Piceetea*. Določeno vlažnost rastišča nakazujejo vrste iz razreda *Betulo-Adenostyletea* s. lat. oz. *Mulgedio-Aconitetea* s. lat. s primerno udeležbo. Omembe vredna je še skupina vrst reda *Quercetalia pubescens* s. lat., ki v nekate-

rih nižjih sintaksonomskih enotah – subasociacijah, variantah ali formah – nakazujejo toplejše razmere.

Število zgoraj omenjenih vrst po sinsistematskih enotah je glede na avtorje in območja različno.

Analiza asociacije *Abieti-Fagetum dinaricum (illyricum)* s. lat. v dinarskem pogorju

Za analizo ilirskih jelovo-bukovih združb smo izbrali dela avtorjev, ki so se najbolj posvetila pojavljanju ilirskih jelovo-bukovih združb na osrednjem Balkanskem polotoku in v Sloveniji, kjer dominirata drevesni vrsti *Abies alba* in *Fagus sylvatica*. To so dela HORVATA (1974), TREGUBOVA (1957) in PUNCERJA (1980), PUNCER, WOJTERSKI & ZUPANČIČ (1974), FUKAREKA (1958), FUKAREK & STEFANOVIČ (1958), BLEČIČA (1958) ter tabele v rokopisu GLAVAČA in PELCERJA iz sintetične tabele HORVATA et al. (1974: 423–425).

Analiza temelji na srednjeevropski (züriško-montpellijski, Braun-Blanquetovi) metodi. Sintezna tabela s trinajstimi oziroma dvajsetimi sintaksoni (v Puncerjevem razdelku 6 je zajetih osem sintaksonov – subasociacij) nam predstavlja ilirsko jelovo-bukove združbe jugozahodne Hrvaške, območje Delnic in Plješevice na Hrvaškem, območje Peručice in Grmeč planine v Bosni, območje Pive v Črni gori (vse osrednji Balkanski polotok) ter območje Snežnika in Kočevske v Sloveniji.

Osnovne značilnice ilirskih jelovo-bukovih združb smo povzeli po Tregubovu z dopolnilom Puncerja; te so: *Aremonia agrimonoides*, *Calamintha grandiflora*, *Cardamine trifolia* in *Rhamnus fallax*. Dosedanje značilnico *Abies alba* pa smo uvrstili kot razlikovalnico nasproti drugim bukovim sintaksonom (*Fagetum* s. lat.). Rezultati primerjav so pokazali, da so na jugozahodnem območju Hrvaške, Kočevskem in delno na Snežniku zastopane vse značilnice in razlikovalnica, v območju Peručice in Pive ni značilnice *Cardamine trifolia* ter v območju Plješevice in Grmeč planine ni značilnice *Calamintha grandiflora*. V vseh sintaksonih je razlikovalnica *Abies alba* – s pripombo, da je na območju Pive prisotna le v grmovni plasti. Razvidno je, da proti jugovzhodu osrednjega Balkanskega polotoka umanjkata najbolj izraziti “ilirski” značilnici *Cardamine trifolia* in *Calamintha grandiflora*, s tem pa optimalni razvoj ilirskih jelovo-bukovih združb.

Podobno je tudi z diagnostičnimi vrstami ilirske zveze bukovih gozdov *Aremonio-Fagion* in drugimi “ilirskimi” vrstami, ki smo jih razdelili v štiri kategorije, kot smo že navedli v uvodnem poglavju (glej str. 245).

Njihova največja zastopanost je v jugovzhodni Hrvaški in na območju Delnic ter na Kočevskem v Sloveniji (glej Tabelo 2). Nerazumljiva je njihova majhna zastopanost na Snežniku. To si lahko razlagamo z intenzivnostjo popisovalčevega dela in časa popisovanja zlasti v pozni jeseni ali zgodnji pomladi. Lahko pa stanju botrujejo različne ekološke razmere na območjih, ki so manj ugodna za rast nekaterih vrst. Vendar moramo opozoriti, da umanjkanju "ilirskih" vrst sledi tudi skromna zastopanost drugih vrst reda *Fagetalia* in rzedra *Vaccinio-Piceetea* v primerjavi s prej omenjenimi območji, in tudi drugimi (glej Tabelo 2). Umanjkanje nekaterih "ilirskih" vrst, pa tudi drugih, v osrednjem območju ilirske florne province je pričakovano glede na morda nekoliko drugačne ali manj podobne ekološke razmere kot v drugih fitogeografskih območjih, npr. v Sloveniji ali Hrvaški. Večkrat se dogaja, da so na skrajnemu območju svoje razširjenosti številčnejše in pogostejše. To se pri "ilirskih" vrstah dogaja na severozahodnem obrobju ilirske florne province v Sloveniji in na Hrvaškem, ki je bogatejša z "ilirskimi" oz. jugovzhodnoevropsko-ilirskimi vrstami. Ponovno moramo opozoriti, da so te vrzeli lahko odvisne od načina dela popisovalcev.

Ustrezno je, da omenimo še novejšo fitocenološko raziskavo o ilirsko-dinarskih jelovo-bukovih gozdovih, ki pa večinoma temeljijo na klasičnih raziskavah prej omenjenih avtorjev (Blečić, Fukarek, Galvač, I. Horvat, Pelcer, Puncer, Tregubov). V osnovi potrjujejo ali bolj ali manj dopolnjujejo rezultate prej omenjenih raziskovalcev. Med najnovejše raziskave uvrščamo objave hrvaškega raziskovalca VUKELIĆA (2012), ki povzema rezultate predhodnih hrvaških fitocenologov (I. HORVAT 1938, I. HORVAT, GLAVAČ & ELLENBERG 1974, GLAVAČ 1974, TRINAJSTIĆ 1992, BERTOVIĆ, CESTAR & PELCER 1966) in dodaja svoje neobjavljene raziskave (41 popisov). VUKELIĆ (2012) sprejema in podpira poimenovanje jelovo-bukovih gozdov na Hrvaškem po slovenskem predlogu *Omphalodo-Fagetum*. Iz njegove sintezne tabele z osmimi analitičnimi tabelami je razvidno, da so v asociaciji *Omphalodo-Fagetum* na Hrvaškem po našem mnenju zastopane vse štiri značilnice: *Aremonia agrimonoides*, *Rhamnus fallax*, *Cardamine trifolia* in *Calamintha grandiflora* ter regionalna razlikovalnica *Omphalodes verna* in razlikovalnica asociacije *Abies alba*, ki jih je izbral Tregubov, dopolnil Puncer, dokončno pa smo jih potrdili za novo imenovano ilirsko-dinarsko jelovo-bukovo združbo *Rhamno fallaci-Fagetum*. Najšibkejšje je območje Ličke Plješevice, ki nima vrst *Calamintha grandiflora* in *Omphalodes verna*. VUKELIĆ (2012) sicer v svoji sintezni tabeli predlaga nekoliko drugačen izbor značilnic asociacije, zveze *Aremonio-Fagion* in jugovzhodnoevropsko-ilirskih

(ilirskoidnih) vrst, ki pa jih je izbral izključno na podlagi primerjanj na območju Hrvaške. Sinteza tabele VUKELIĆA jasno kaže, da vseh osem analitičnih tabel (VUKELIĆ 2012: 155–158 s stolpci 9–16) preprečljivo ustreza skupni ilirsko-dinarski jelovo-bukovi asociaciji *Rhamno fallaci-Fagetum*.

TRINAJSTIĆ (1970, 1972) vztraja pri primarnih HORVATOVIH (1938) raziskavah, v katerih je Horvat ilirsko-dinarski jelovo-bukov gozd uvrstil kot subasociacijo južnohrvaškega bukovega gozda *Fagetum croaticum australe abietetosum* Horvat 1938. Po novih Kodeksih (1976, 1986, 2000) je to ime sintaksona neveljavno. V obeh TRINAJSTIĆEVIH (1970, 1972) tabelah so zastopane vse značilnice, razlikovalnica asociacije in lokalna raziskovalnica, ki smo jih predvideli za novo imenovano asociacijo *Rhamno fallaci-Fagetum*. To je razvidno tudi iz sintezne tabele VUKELIĆA (2012: 155–158, stolpec 13), ki upošteva analitično tabelo Trinajstića s popisi z Male Kapele.

Pozneje je TRINAJSTIĆ (2008) s sodelavci (2009) sledil Kodeksu (2000) in se pridružil prvemu poimenovanju ilirsko-dinarskega jelovo-bukovega gozda po TREGUBOVU (1941) *Fago-Abietetum*. Asociacijo je korigiral z novimi značilnicami in razlikovalnicami in izločil subasociacijo z vrsto *Omphalodes verna*, tako je nastala nova nomenklatura sintaksona *Fago-Abietetum* Tregubov 1941 corr. Trinajstić 2007. V tabeli so številne vrste ilirske zveze *Aremonio-Fagion* oz. jugovzhodnoevropsko-ilirske vrste, med njimi tudi naše značilnice za asociacijo *Rhamno fallaci-Fagetum*: *Aremonia agrimonoides*, *Calamintha grandiflora* in *Rhamnus fallax* ter razlikovalnica asociacije *Abies alba* in lokalna razlikovalnica *Omphalodes verna*. Značilnice in razlikovalnice sintaksona *Fago-Abietetum* so splošno razširjene vrste v bukovih gozdovih – ne le v ilirski florni provinci, temveč tudi v drugih (npr. srednjeevropski provinci). Pojavlja se vprašanje ali je ime asociacije veljavno (validno). Po Kodeksu (2000) se imena *Fago-Abietetum* ali *Abieti-Fagetum* ne uporablja. Vsekakor Trinajstićev sintakson *Fago-Abietetum* pripada sintaksonu *Rhamno fallaci-Fagetum* v nekoliko okrnjeni obliki; sestoj ni optimalen.

SURINA (2001, 2002) je preučeval jelovo-bukov gozd v Trnovskem gozdu in ugotovil, kot pred njim PUNCER (1979), da so tam značilnici *Rhamnus fallax* in *Calamintha grandiflora* ter lokalna razlikovalnica *Omphalodes verna* bolj redke. PUNCER (1979) je celo nakazal možnost novega sintaksona *Abieti-Fagetum praealpino-dinaricum* Puncer 1979 mscr. SURINA (2001, 2002, SURINA & DAKSKOBLER 2013) je rešil problem »vmesne« jelovo-bukove združbe med predalpskim in dinarskim območjem z dvema geografskima variantama, in sicer *Omphalodo-Fagetum* (Tregubov 1957 corr.

Puncer 1980) Marinček et al. 1993 var. geogr. *Saxifraga cuneifloia* Surina 2001 in *Omphalodo-Fagetum* (Tregubov 1957 corr. Puncer 1980) Marinček et al. 1993 var. geogr. *Calamintha grandiflora* Surina 2001. Obdržal je vse značilnice Tregubova oziroma dopolnjene Puncerjeve, ki jih danes navajamo za novo imenovano asociacijo *Rhamno fallaci-Fagetum* z razliko, da vrsto *Omphalodes verna* uvrščamo kot regionalno razlikovalnico, vrsto *Abies alba* pa kot asociacijsko razlikovalnico.

Asociacija *Omphalodo-Fagetum* vsebuje veliko subasocij, ki so glede na ekološke razmere bolj ali manj raznovrstne (toploljubna, skalovita, kisloljubna ipd.), zato je KOŠIR (2010) provizorčno predlagal, da dobijo nekatere subasociacije višji sintaksonomski status asociacije z bistveno spremembo vodilne drevesne vrste – namesto vrste *Fagus sylvatica* vrsto *Abies alba*. Tako predlaga naslednje asociacije: *Sorbo ariae-Abietetum* Košir 2010 nom. inv., *Clematido-Abietetum* Košir 2010 nom. inv., *Homogyne sylvestris-Abietetum* Košir 2010 nom. inv. in *Lycopodio-Abietetum* Košir 2010 nom. inv. Znanstveni opis ni dorečen, zato menimo, da je novo poimenovanje neveljavno (invalidno). Floristične razlike ostanejo enake kot pri veljavno (validno) opisanih subasociacijah v sklopu asociacije *Omphalodo-Fagetum*, torej je splošna floristična podoba omenjenih sintaksonov ostala enaka kot v matičnem sintaksonu *Omphalodo-Fagetum*.

Tabeli 1 in 2 nam nazorno prikazujeta, da lahko vse tu predstavljene sintaksone v najširšem smislu uvrščamo v ilirske jelovo-bukove gozdove, v invalidni sintaksom *Abieti-Fagetum* s. lat. (*Abieti-Fagetum dinaricum* = *Omphalodo-Fagetum* v Sloveniji in jugozahodni Hrvaški, *Abieti-Fagetum illyricum* v Bosni in Hercegovini, *Fagetum illyricum (croaticum) australe abietetosum* na Hrvaškem in *Fagetum sylvaticae* ("montenegrinum") *abietetosum* v Črni gori), vendar z določenimi razlikami glede na njihov fitogeografski položaj oz. glede na zastopanost jugovzhodnoevropsko-ilirskih vrst. Zato imamo več sintaksonomskih možnosti: (i) da se natančno držimo pravil Kodeksa, ali (ii) da mimo Kodeksa izoblikujemo geografske variante, ki pa ne bodo znanstveno priznane. V Tabeli 2 smo sintaksonomsko rešitev nakazali.

Sintaksonomsko rešitev ilirskih jelovo-bukovih gozdov vidimo predvsem v štirih jugovzhodnoevropsko-ilirskih vrstah: *Aremonia agrimonoides*, *Rhamnus fallax*, *Calamintha grandiflora* in *Cardamine trifolia*. Nekaj možnosti je, da členimo ilirske jelovo-bukove gozdove glede na njihov fitogeografski položaj z geografskimi variantami, ki sicer v Kodeksu niso uradno priznane, vendar je dopustna možnost zaradi jasne opredelitve fitogeografskega območja sintaksona oz. združbe. Možnih je več variant:

1. Ponovno uvedemo starejšo nomenklaturu *Abieti-Fagetum*. Za značilnice in razlikovalnice združbe sprejmemo že znane diagnostične vrste Tregubova oz. Puncerja (glej stran 245), kot je prikazano v Tabeli 2. Osnovno asociacijo (makroasociacijo) nato delimo na geografske variante z razlikovalnicami, ki ustrezajo njihovem fitogeografskemu območju (položaju), in sicer:

- *Abieti-Fagetum* (Tregubov 1957) var. geogr. *Omphalodes verna* var. geogr. nova za območje Slovenije in jugozahodne Hrvaške;
- *Abieti-Fagetum* (Tregubov 1957) var. geogr. *Calamintha grandiflora* var. geogr. nova za območje Slovenije (delno Snežnik), Hrvaške (Delnice), Bosne (Peručica) in Črne gore (Piva);
- *Abieti-Fagetum* (Tregubov 1957) var. geogr. *Aremonia agrimonoides* var. geogr. nova za območje Hrvaške (Plješevica) in Bosne (Grmeč).

2. Manj prepričljiva je možnost, da ilirske jelovo-bukove gozdove delimo v tri samostojne asociacije, in sicer:

- *Omphalodo-Fagetum* (Tregubov 1957) Marinček et al. 1993 (Slovenija, jugozahodna Hrvaška);
- *Calamintho-Fagetum* (Tregubov 1957) ass. nova. (delno za območje Snežnika v Sloveniji, Hrvaške – Delnice, Bosne – Peručice in Črne gore – Pive);
- *Aremonio-Fagetum* (Tregubov 1957) ass. nova. s str. (Hrvaška – Plješevica, Bosna – Grmeč planina).

Za asociacijo *Omphalodo-Fagetum* bi bila nesporno dominantna značilnica *Omphalodes verna* v družbi z relativnimi razlikovalnicami *Ruscus hypoglossum*, *Epimedium alpinum*, *Knautia drymeia* subsp. *drymeia* in *Stellaria montana*.

Manj prepričljiva je značilnica *Calamintha grandiflora* za združbo *Calamintho-Fagetum*, ki se pojavlja tudi v družbi *Omphalodo-Fagetum*. Zanimiv je ilirski jelovo-bukov sestoj v Črni gori (Piva), kjer se pojavljajo tri jugovzhodnoevropsko-ilirske vrste kot relativne razlikovalnice *Scrophularia scopolii*, *Astrantia major* in *Doronicum columnae*. Najbolj prepričljiva je *Scrophularia scopolii* (vzhodnoevropsko-zahodnoazijska vrsta), katere areal je tudi jugovzhodni del osrednjega Balkanskega polotoka, tu in tam je tudi v Alpah Slovenije. Sem uvrščamo vrsto *Doronicum columnae*, ki pa je tudi v ilirskih jelovo-bukovih sestojih v območju Grmeč planine v Bosni.

V ilirsko jelovo-bukovih združbah na Plješevici (Hrvaška) in Grmeč planini (Bosna) se pojavlja samo značilnica *Aremonia agrimonoides*, sicer splošno razširjena v vseh treh sintaksonih. Na Grmeč planini v Bosni se poleg nje pojavlja še jugovzhodnoevropsko-ilirska vrsta *Doronicum columnae*. Združba *Aremonio-Fagetum* s. lat. ni poseben sintakson le za omenjeno območje, pač pa ima širši obseg.

Vse tri našete asociacije nimajo svojih izrazitih značilnic ali razlikovalnic, ki bi brezpogojno nakazovale ali potrjevale njihovo samostojnost. Vse tri asociacije bi lahko razumeli kot relativne združbe fitogeografskega porekla na višji sinsistematski stopnji, kot je geografska varianta, ki v Kodeksu ni priznana.

V prvih dveh primerih smo skušali rešiti položaj vseh treh fitogeografsko pogojenih združb z višjim sinsistematskim rangom asociacije, kar pa ni zadovoljivo in korektno.

Za Slovenijo smo parcialno reševali sinsistematski položaj ilirskega jelovo-bukovega gozda oziroma njegovega poimenovanja z dovolj prepoznavno območno (regionalno) značilno vrsto *Omphalodes verna*, ki pa ni zastopana samo v ilirski jelovo-bukovi združbi, temveč tudi v drugih ilirskih bukovih gozdovih Slovenije. Sprejeli smo štiri značilnice jugovzhodnoevropsko-ilirskega porekla: *Aremonia agrimonoides*, *Calamintha grandiflora*, *Cardamine trifolia* in *Rhamnus fallax*, po TREGUBOVU (1957), in opustili njegovi značilnici – *Cardamine enneaphyllos* in *Prenanthes purpurea* – zaradi njune splošne razširjenosti v mnogih gozdnih sintaksonih.

Analitična Tabela 2 nam kaže, da so našete značilnice prisotne v ilirskih jelovo-bukovih združbah osrednjega Balkanskega polotoka in Slovenije. V nekaterih fitocenozah so zastopane vse, v drugih le nekatere, vendar ne manj kot tri od štirih značilnic in vse z razlikovalnico *Abies alba*. Primerjava med ilirskimi jelovo-bukovimi združbami osrednjega Balkanskega polotoka in Slovenije kaže, da te fitocenoze združujejo prej omenjene značilnice in razlikovalnica. Menimo, da je mogoče omenjene sintaksone združiti v enoten sintakson *Rhamno fallaci-Fagetum* nov. nom.

Mogoča in najbolj ustrezna je verjetno:

3. možnost, da spremenimo sintaksonomsko nomenklaturu in uvedemo novo skupno ime za ilirske jelovo-bukove gozdove po razmeroma v ilirski florni provinci široko razširjeni jugovzhodnoevropsko-ilirski vrsti *Rhamnus fallax*, torej *Rhamno fallaci-Fagetum*. Iz Tabele 2 je razvidno, da je vrsta *Rhamnus fallax* prisotna v vseh združbah (sintaksonih) ilirskih jelovo-bukovih gozdov.

***Rhamno fallaci-Fagetum* (Tregubov 1957) nom. nov. hoc. loco**

Basionim: *Abieti-Fagetum dinaricum* Tregubov 1957 (Art. 34 a)

Sinonim: *Fagetum croaticum australe abietetosum* Horvat 1938, (ICPN Art. 34a) (HORVAT 1938)

Fagetum illyricum (= *croaticum*) *australe abietetosum* Horvat (ICPN Art.) 34a) (HORVAT, GLAVAČ & ELLENBERG 1974).

Abieti-Fagetum dinaricum Tregubov 1957 (ICPN Art. 34a) (TREGUBOV et al. 1957)

Abieti-Fagetum illyricum Fukarek (ICPN Art. 34a) (FUKAREK 1958).

Fagetum sylvaticae montenegrii abietetosum Blečić 1958 (ICPN Art. 34a) (BLEČIČ 1958).

Inc.: *Omphalodo-Fagetum* (Tregubov 1957) MARINČEK et al. 1993.

Značilnice so: *Aremonia agrimonoides*, *Calamintha grandiflora*, *Cardamine trifolia* in *Rhamnus fallax*.

Razlikovalnica je: *Abies alba*.

Nomenklaturni tip: Tregubov (1957: 32–34, popis 13) Lectotypus hoc loco (MARINČEK et al. 1993).

Kljub novemu poimenovanju asociacije ostaja problem geografskih variant, ki se nizajo od severozahoda Slovenije do jugovzhoda osrednjega območja Balkanskega polotoka. Tu gre predvsem za razlike, ki jih kažejo naslednje jugovzhodnoevropsko-ilirske vrste: najširše razširjena vrsta *Aremonia agrimonoides*, osrednje razširjena vrsta *Calamintha grandiflora*, severozahodno razširjena vrsta *Omphalodes verna* ter jugovzhodno razširjeni vrsti *Doronicum columnae* in *Scrophularia scopolii*. Razlike so še v bogastvu flore, zlasti vrst ilirske zveze *Aremonio-Fagion* in reda *Fagetalia*, deloma tudi razreda *Vaccinio-Piceetea* (Tabela 1). Opustili smo razčlenjevanje asociacije *Rhamno fallaci-Fagetum* na geografske variante in le poudarili floristično razvitost od optimalnega severozahodnega do skromnejšega jugovzhodnega sintaksona.

Sklep

Predlagamo, da se sprejme novo poimenovanje združbe ilirskih jelovo-bukovih gozdov *Rhamno fallaci-Fagetum*, ki zajame vse dosedanje opisane tovrstne fitocenoze Horvata, Tregubova, Fukareka, Blečića in njihove sledilce Glavača, Pelcerja, Puncerja (et Wojterskega & Zupančiča), Stefanovića idr. Z novim poimenovanjem asociacije *Rhamno fallaci-Fagetum* bi bil rešen sintaksonomski problem ilirskih jelovo-bukovih gozdov, ki se med seboj floristično bolj ali manj usklajujejo glede diagnostičnih vrst, kot so značilnice, vrste ilirske zveze *Aremonio-Fagion* ali druge jugovzhodnoevropsko-ilirske vrste. Število rastlinskih vrst upada proti jugovzhodu območja ilirskih jelovo-bukovih gozdov, kar verjetno ni le vprašanje nekoliko drugačnih ekoloških razmer, temveč tudi intenzivnost in izbire časa popisovanja raziskovalca. Subjektivnih razmer ne smemo zemariti. Problem popisovanja dveh raziskovalcev se razločno vidi na območju Slovenije (Tabela 2). Če bi danes ponovili raziskave ilirskih jelovo-bukovih goz-

dov na istih območjih oz. raziskovanih ploskvah, bi verjetno dobili nekoliko drugačno floristično podobo fitocenoz. Novejše in optimalnejše raziskave bi morda odkrile prisotnost še drugih vrst. Pomembno bi bilo

odkritje prisotnosti novih jugovzhodno-evropskoilirskih in balkanskih vrst, kar bi omogočalo upravičeno razlikovanje asociacije *Rhamno fallici-Fagetum* na geografske variante ali celo na samostojne asociacije.

ACKNOWLEDGEMENT

We are grateful to anonymous reviewer for reviewing the manuscript, supplementing it and for welcome suggestions; Dr. Branko Vreš for producing the phyto-

coenological tables and Ana Batič for technical processing of the manuscript.

LITERATURE

- BARKMAN, J.J., J. MORAVEC & S. RAUSCHERT, 1976, 1986: *Code of phytosociological nomenclature*. Vegetation (The Hague) 32 (3): 131-185; 67 (3): 145-197.
- BLEČIĆ, V., 1958: *Vegetation des forêts et celle des rochers et des eboulis dans la vallée de la rivière (Monte-Negro)*. Glas. Prir. muz. 11. Beograd.
- BORHIDI, A., 1963: *Die Zönologie des Verbandes Fagion illyricum*. Acta Botanica Academiae scientiarum Hungaricae (Budapest) 9: 259-297.
- FUKAREK, P., 1958: *Der Urwalgebiet „Peručica“ in Bosnien und seine Vegetationsverhältnisse*. (Sarajevo) 2: 88-146.
- FUKAREK, P., & V. STEFANOVIĆ, (1958): *Prašuma Peručica*. Radovi poljoprivredno šumarskog fakulteta univerziteta u Sarajevu (B. Šumarstvo), 3 (3), 93-145. Sarajevo.
- HORVAT, I., 1938: *Biljnoscioška istraživanja šuma u Hrvatskoj*. Glasnik za šumske pokuse (Zagreb) 6: 127-279.
- HORVAT, I., V. GLAVIČ & H. ELLENBERG, 1974: *Vegetation Südosteuropas*. Geobotanica selecta, Jena.
- KOŠIR, Ž. 2010: *Lastnosti gozdnih združb kot osnova za gospodarjenje po meri narave*. Zveza gozdarskih društev Slovenije. Gozdarska založba, Ljubljana, 288 pp.
- MARINČEK, L., L. MUCINA, M. ZUPANČIČ, L. POLDINI, I. DAKSOBLER & M. ACCETTO, 1992 (1993): *Nomenklatorische revision der Illirschen Buchenwälder (Verband Aremonio-Fagion)*. Studia botanica (Trieste) 12: 121-13.
- PUNCER, I., T. WOJTERSKI & M. ZUPANČIČ, 1974: *Der Urwald Kočevski Rog in Slowenien (Jugoslawien)*. Fragm. Flor. Geobot. (Krakow) 20: 41-87.
- PUNCER, I., 1979: *Ekološke in floristične značilnosti združbe Abieti-Fagetum na Trnovskem gozdu*. V: RAUŠ, Dj. (ur.): Drugi kongres ekologa Jugoslavije II. Savez društva ekologa Jugoslavije. (Zagreb): 125-138.
- PUNCER, I., 1980: *Dinarski jelovo-bukovi gozdovi na Kočevskem*. Razprave IV. razr. SAZU (Ljubljana) 27 (6): 401-561 + tabele.
- SURINA, B., 2001: *Fitocenološke raziskave jelovo-bukovega gozda (Omphalodo-Fagetum s. lat.) v zahodnem delu ilirske florne province. Magistrska naloga*. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 98 str. + priloge.
- SURINA, B., 2002: *Phytogeographical differentiation in the Dinaric fir-beech forest (Omphalodo-Fagetum s. lat.) of the western part of the Illyrian floral province*. Acta Botanica Croatica 61 (2): 145-178.
- SURINA, B., I. DAKSOBLER, 2013. *Phytosociology and ecology of the Dinaric fir-beech forests (Omphalodo-Fagetum) at the north-western part of the illyrian floral province (NW Dinaric Alps)*. Hacquetia 12 (1): 11-85.
- TREGUBOV, V., 1941: *Les forêts vierges montagnardes des Alpes Dinariques. Masiv de Klekovatcha-Guermetch*. Etude Botanique et Forestière, These doctorat. Montpellier, Causse, Graille et Castelana 118 + 305.
- TREGUBOV, V. (ur.) & M. ČOKL (ur.) 1954: *Prebiralni gozdovi na Snežniku*. Inšt. gozd. les. Slov. Strokovna in znanstvena dela 4, Ljubljana.
- TRINAJSTIĆ, I., 1970: *Prilog poznavanja šumske vegetacije prašumskeg rezervata "Čorkova uvala" u Hrvatskoj ANU BiH (Sarajevo)*. Posebna izdaja 15, Odjeli prirodi i matem. nauka 4. 125-130 + tabela.
- TRINAJSTIĆ, I., 1972: *O rezultatima komparativnih istraživanja florističnog sastava prašumskih i gospodarskih sestojima zajednice Fagetum croaticum abietetosum Ht. u Hrvatskoj*. Šumski list (Zagreb) 9-10: 334-347.

- TRINAJSTIĆ, I., 2008. *Biljne zajednice Republike Hrvatske. Plant communities of Croatia*. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb.
- TRINAJSTIĆ, I., FRANJIČ, J. & ŠKVORC, Ž., 2009: *The nomenclatural and syntaxonomic analysis of the Dinaric beech and fir forest (Fago-Abietetum Tregubov 1941 corr. Trinajstić 2007)*. In: Matić, S., Anič. I. (eds.): Zbornik radova znanstvenog skupa Prašumski ekosustavi dinarskoga krša i prirodno gospodarjenje šumama u Hrvatskoj. Zagreb, pp. 101–113.
- VUKELIĆ, J. 2012: *Šumska vegetacija Hrvatske*. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Državni zavod za zaštitu prirode. Zagreb, 403 str.
- WEBER, H.E., J. MORAVEC & J.P. THEURILLAT, 2000: *International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition*. Journal of Vegetation Science (Uppsala) 11 (5): 739-768.

Table 2: Synoptic table of fir - beech forests of the central Balkan peninsula and Slovenia
Tabela 2: Sintezna tabela jelovo-bukovih gozdov osrednjega Balkanskega polotoka in Slovenije

Successive Number - Zaporedna številka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Author of Table - Avtor tabele	Ht	Ht	Ht	Tr	Tr	Pu	Gl	Tr	Tr	Bl	FS	Pe	Tr	
Place of relevés - Kraj popisov			JZ HR	Snežnik	Snežnik	Kočevsko	Delnice	Snežnik	Snežnik	Piva	Peručica	Plješevica	Grmeč	
Number of relevés - Število popisov	15	32	6	20	15	109	12	10	20	12	17	17	20	
Country - Država	HR	HR	HR	SI	SI	SI	HR	SI	SI	ČG	BH	HR	BH	
AREMONIO-FAGETUM nom. nov.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
F1 <i>Aremonia agrimonoides</i> (L.) DC.	III	5	5	5	5	3	4-5	5	5	3	5	5	4	5
F1 <i>Rhamnus fallax</i> Boiss.	II	2	5	3	4	1	1-5	5	4	4	3	2	3	4
F1 <i>Cardamine trifolia</i> L.	III	2	5	4	5	5	4-5	5	3	5			2	2
F1 <i>Calamintha grandiflora</i> (L.) Moench	III	3	5	4	4	5	3-5	5	3	2	4	1		
DIFFERENTIAL SPECIES IN CONTRAST TO FAGETUM s.lat. - RAZLIKOVALNICA NASPROTI FAGETUM s.lat.														
VP <i>Abies alba</i> Mill.	I	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	5
VP <i>Abies alba</i> Mill.	II	5	5	4	3	4	4-5	5	2	3	4	4	5	5
VP <i>Abies alba</i> Mill.	III	4	5	5	5	5	4-5	5	5	5	-	5	5	3
LOCAL DIFFERENTIAL SPECIES - LOKALNE RAZLIKOVALNICE														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
F1 <i>Omphalodes verna</i> Moench	III	2	4	5	3	4	4-5							
A <i>Doronicum columnae</i> Ten.	III										1		1	
F1 <i>Scrophularia scopolii</i> Hoppe	III										2			
SOUTHEAST-EUROPEAN ILLYRIAN SPECIES 1 st CATEGORY JUGOVZHODNOEVROPSKO-ILIRSKE VRSTE 1. KATEGORIJE														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
F1 <i>Aremonia agrimonoides</i> (L.) DC.	III	5	5	5	5	3	4-5	5	5	3	5	5	4	5
F1 <i>Rhamnus fallax</i> Boiss.	II	2	5	3	4	1	1-5	5	4	4	3	2	3	4
F1 <i>Cardamine trifolia</i> L.	III	2	5	4	5	5	4-5	5	3	5			2	2
F1 <i>Calamintha grandiflora</i> (L.) Moench	III	3	5	4	4	5	3-5	5	3	2	4	1		
F1 <i>Omphalodes verna</i> Moench	III	2	4	5	3	4	4-5							
VP <i>Homogyne sylvestris</i> (Scop.) Cass.	III	2	1		2		2-4	1		5				
F1 <i>Lamium orvala</i> L.	III		4	2	1		1-5					1		
F1 <i>Hacquetia epipactis</i> (Scop.) DC.	III	1	3				2-3						1	
F1 <i>Vicia oroboides</i> Wulf.	III	1	1	1			1					1		
F1 <i>Cardamine kitaibelii</i> Becherer	III	4	1	2			1-2							
F1 <i>Cardamine waldsteinii</i> Dyer	III	3		2			2	2						
F1 <i>Scopolia carniolica</i> Jacq.	III		2				1-5	3						
F1 <i>Ruscus hypoglossum</i> L.	III	2	1	1										
F1 <i>Scrophularia scopolii</i> Hoppe	III										2			
F1 <i>Epimedium alpinum</i> L.	III	1												
2 nd CATEGORY - 2. KATEGORIJE														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
F1 <i>Cardamine enneaphyllos</i> (L.) Crantz	III	5	4	3	2	1	2-5	5		4	4	3	1	
VP <i>Aposeris foetida</i> (L.) Less.	III	1	1	1			1-4	3				1	1	
F1 <i>Euphorbia carniolica</i> Jacq.	III		1	2			1-3	3						
F2 <i>Helleborus niger</i> L.	III		1	1			1-2	1						
F2 <i>Knautia drymeia</i> Heuff. subsp. <i>drymeia</i>	III		1				1							
3 rd CATEGORY - 3. KATEGORIJE														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
F2 <i>Cyclamen purpurascens</i> Mill.	III	2	4	2	5	3	2-5	2	5	5			1	
Q <i>Euonymus verrucosa</i> Scop.	II	1	1				2-4	1	3				1	

Succesive Number - Zaporedna številka		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Q <i>Fraxinus ornus</i> L.	I	1	1				2-4	1	3					
F2 <i>Stellaria montana</i> Pierrat	III						1-5							
VP <i>Erythronium dens-canis</i> L.	III										2			
Q <i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	I											1		
4 th CATEGORY - 4. KATEGORIJE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
F2 <i>Daphne laureola</i> L.	III	1	3		4		1-5	4	4			2	1	1
VP <i>Saxifraga rotundifolia</i> L.	III	1	1	1				1			2	3	1	2
A <i>Doronicum austriacum</i> Jacq.	III	1	1	1	1		2-4					1		2
F2 <i>Tamus communis</i> L.	III	1	1				1	1						
C <i>Primula vulgaris</i> Huds.	III		2				1-4		1					
F2 <i>Helleborus odoratus</i> W. & K. ex Willd.	III		1	3							1			
A <i>Doronicum columnae</i> Ten.	III										1			1
A <i>Astrantia major</i> L.	III										1			
F2 FAGETALIA s.lat.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Fagus sylvatica</i> L.	I	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<i>Fagus sylvatica</i> L.	II	5	4	5	2	1	5	5	1	1	-	2	5	5
<i>Fagus sylvatica</i> L.	III	4	4	5	3	1	1-4	5	2	2	-	4	3	4
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	III	5	5	4	5	4	2-5	4	4	2	5	5	5	5
<i>Lonicera alpigena</i> L.	II	3	5	3	2	2	2-3	1	4	3	4	2	4	5
<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dum.	III	5	5	5	5	5	4-5	3	5	4	3	5	5	5
<i>Paris quadrifolia</i> L.	III	5	5	4	3	2	3-4	4	1	4	2	3	4	5
<i>Prenanthes purpurea</i> L.	III	3	5	3	4	3	3-5	5	4	5	5	3	5	5
<i>Sanicula europaea</i> L.	III	5	5	4	5	2	2-5	4	3	2	5	5	5	5
<i>Ulmus glabra</i> Huds.	I	-	1	-	3	1	1-4	2	2	1	-	1	2	1
<i>Ulmus glabra</i> Huds.	II	-	2	-	3	1	2-4	2	2	2	1	-	1	2
<i>Ulmus glabra</i> Huds.	III	1	1	1	3	2	1-3	5	1	2	-	2	1	-
<i>Anemone nemorosa</i> L.	III	5	5	5	2	2	2-5	5		3	5	2	1	4
<i>Epilobium montanum</i> L.	III	1	3	4	1	1	2-4	1		2	3	4	4	1
<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) Ehrend. & Polatschek ^{*1}	III	2	5	4	4	4	4-5	5	4	3	5	2	3	4
<i>Viola reichenbachiana</i> Jordan ex Boreau	III	5	4	5	4	3	2-5	1		2	5	3	4	4
<i>Carex sylvatica</i> Huds.	III	3	5	5	5	3	4-5	5		1		1	4	4
<i>Polystichum aculeatum</i> (L.) Roth	III	4	5	4		1	4-5	5			3	2	3	1
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	I	1	4	4	2	3	2-5	4	4	3	4	3	4	1
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	II	3	5	4	5	2	2-5	3	-	1	-	2	4	4
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	III	-	4	3	5	3	2-5	5	3	3	-	-	1	-
<i>Actaea spicata</i> L.	III	2	4	2	3	2	2-4	4		2		4		2
<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.	III	5	5	3	4		3-5	5			5	4	5	5
<i>Daphne mezereum</i> L.	II	2	5	3			5	5			2	2	2	2
<i>Festuca altissima</i> All.	III	2	3	3	4		2-5	4	4	5		5		1
<i>Hordelymus europaeus</i> (L.) C.O. Harz	III	2	1	1	4	1	1-4				2	2	4	2
<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.	III	1	4	1	4		1-4	3		1		1	2	2
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.	III	1	3	1	2	2	2-5	3				3	1	
<i>Geranium robertianum</i> L.	III	3	3	3			2-5	2		2	3	5		4
<i>Salvia glutinosa</i> L.	III		4	2	1		2-5	4			1	1	2	2
<i>Symphytum tuberosum</i> L.	III	2	1	4			2-3				4	3	2	4
<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crantz	III	4	3	4			2-5				4	4	2	3
<i>Carex digitata</i> L.	III		3	1	2	2	2-5	2	3	2				
<i>Corylus avellana</i> L.	II	1	4		2	3	1-5	3				3	1	
<i>Mercurialis perennis</i> L.	II	2	5		2		1-5	3					1	1
<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	III	2	1	1			1-4				4	1	1	2
<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.	III	1	1	1	1						2		3	2
<i>Lilium martagon</i> L.	III	2	3	3				1			2	3		1
<i>Lonicera xylosteum</i> L.	II		2	1			2-5	2			3	2		1
<i>Neottia nidus-avis</i> (L.) L.C. Rich.	III	2	2	1	2					2	1			
<i>Phyteuma spicatum</i> L.	III		2	1			1-2	3		2		2		1
<i>Prunus avium</i> L.	II		4	4				4			3	3	2	2
<i>Arum maculatum</i> L.	III	1	2	1			1				1	1		

Succesive Number - Zaporedna številka		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Asarum europaeum</i> L.* ²	III		4	1			2-5				3	3		3
<i>Euphorbia dulcis</i> L.	III	1	1	2	2							2	1	
<i>Melica nutans</i> L.	III	1	1	1		1	1					1		
<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.	III		2	1			2-3				1	2	1	
<i>Allium ursinum</i> L.	III		1	2								1		1
<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz	III		1	1			2					2	1	
<i>Euonymus latifolia</i> (L.) Mill.	II	2	1	1			1					2		
<i>Ranunculus lanuginosus</i> L.	III	1	1	2							3		1	
<i>Rosa arvensis</i> Huds.	II		4	2			1	v						1
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	III		2	2			1-5					1	1	
<i>Acer obtusatum</i> W. & K. ex Willd.	I	-	-				1						1	
<i>Acer obtusatum</i> W. & K. ex Willd.	II	-	-				3						1	
<i>Acer obtusatum</i> W. & K. ex Willd.	III	1	1				-						1	
<i>Galium sylvaticum</i> L. (incl. <i>G. laevigatum</i> L.)	III		1					2			3	2		
<i>Hepatica nobilis</i> Schreber	III		1				2	1			4			
<i>Anemone ranunculoides</i> L.	III	1	3	1										
<i>Campanula trachelium</i> L.	III		1				2							
<i>Clematis vitalba</i> L.	II		2				2-4	1						
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	I		-	1								-		
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	II		2	1								1		
<i>Glechoma hirsuta</i> Waldst. & Kit.	III		1									3	1	
<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.	III		1	2							1			
<i>Phyllitis scolopendrium</i> (L.) Newm.	III			2			1-3							2
<i>Carex pilosa</i> Scop.	III	1	1											
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	II		1				2							
<i>Ilex aquifolium</i> L.	II		1				1							
<i>Scilla bifolia</i> L.	III			1							1			
<i>Viburnum lantana</i> L.	II		1				1							
<i>Pyrus pyraeaster</i> (L.) Burgsd.	II		1											
Q QUERCETALIA PUBESCENTIS s.lat.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Euonymus verrucosa</i> Scop.	II	1	1				2-4	1	3					1
<i>Acer platanoides</i> L.	I		1	1				-				3	2	2
<i>Acer platanoides</i> L.	II		1	-				-				-	-	-
<i>Acer platanoides</i> L.	III		1	1				1				3	-	-
<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz	II		1			1	2	1		1				1
<i>Cephalanthera rubra</i> (L.) Rich.	III		1	1								1	1	
<i>Cephalanthera longifolia</i> (L.) Fritsch	III						2				2			
<i>Fraxinus ornus</i> L.	I	1	1				2-4	1	3					
<i>Potentilla micrantha</i> Ramond ex DC.	III		1	1										
<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz	II		1	1										
<i>Acer campestre</i> L.	I	1	1				2							
<i>Camptothecium lutescens</i> (Hedw.) Schimp.	IV						1-3							
<i>Laserpitium latifolium</i> L.	III						1							
<i>Melittis melissophyllum</i> L.	III										2			
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	I												1	
C CARPINETALIA s.lat.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Primula vulgaris</i> Huds.	III		2				1-4	1						
<i>Carpinus betulus</i> L.	I		1											
<i>Galanthus nivalis</i> L.	III			1										
<i>Betonica officinalis</i> L.	III						1							
<i>Cornus sanguinea</i> L.	II						2							
<i>Oryzopsis virescens</i> (Trin.) G.Beck	III						1-2							
<i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehrend. (= <i>Galium vernum</i> Scop.)	III						2							
<i>Ilex aquifolium</i> L.	II						1							
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	II						2							
<i>Stellaria holostea</i> L.	III						2				2			
<i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Liebl.	I								1					
<i>Rosa arvensis</i> Huds.	II						2							

Succesive Number - Zaporedna številka		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
A	BETULO-ADENOSTYLETEA s.lat. / MULGEDIO-ACONITETEA s.lat.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	III	4	5	4	5	4		5	4	4	5	4	4	5
	<i>Rubus idaeus</i> L.	II		4	3	4	4		4	4	4	2	2	3	4
	<i>Cirsium erisithales</i> (Jacq.) Scop.	III		4	1	2		2-3	2		2	3		1	1
	<i>Myosotis sylvatica</i> Ehrh. ex Hoffm.	III	2	1	1		1		1			1	1		3
	<i>Milium effusum</i> L.	III	1	1	1			1			1	1	2		
	<i>Doronicum austriacum</i> Jacq.	III	1	1	1	1		2-4				1			2
	<i>Senecio nemorensis</i> L.	III	3	5	2				5			2	4		4
	<i>Aconitum vulparia</i> Rchb.* ³	III		1	1		1					1	1		2
	<i>Adenostyles alliariae</i> (Gouan) A. Kerner	III	1	1	2							3	1		2
	<i>Veratrum album</i> L.	III	2	1	2						1	2			
	<i>Circaea lutetiana</i> L.	III		5	1		1-5					1			
	<i>Corydalis solida</i> (L.) Sw. (= <i>Corydalis bulbosa</i> (L. emend. Mill.) DC.)	III	1	1	1							2			
	<i>Aruncus dioicus</i> (Walter) Fernald	III		1							1	1			
	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	III				4	4			3					
	<i>Adoxa moschatellina</i> L.	III									2	1			
	<i>Cicerbita alpina</i> (L.) Wallr.	III										2			3
	<i>Doronicum columnae</i> Ten.	III									1				1
	<i>Polygonatum verticillatum</i> (L.) All.	III					1-5			1					
	<i>Ranunculus platanifolius</i> L.	III		1											1
	<i>Cardamine impatiens</i> L.	III					1								
	<i>Chrysosplenium alternifolium</i> L.	III					4								
	<i>Geum urbanum</i> L.	III					1-2								
	<i>Glechoma hirsuta</i> Waldst. & Kit.	III					1								
	<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	III					4								
	<i>Astrantia major</i> L.	III									1				
	<i>Senecio rupestris</i> Waldst. & Kit.	III			2										
RP	QUERCETALIA ROBORIS-PETRAEAE s.lat.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	<i>Polypodium vulgare</i> L.	III	1	2			1-4	1			1	2	1		
	<i>Veronica officinalis</i> L.	III		1	2		2		2		3	2			
	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	III		1			2-4	1							
	<i>Veronica chamaedrys</i> L.	III			1						1	2			
	<i>Betula pendula</i> Roth	I									1				
	<i>Populus tremula</i> L.	I												1	
VP	VACCINIO-PICEETEA s.lat.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	<i>Abies alba</i> Mill.	I	5	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	5	
	<i>Abies alba</i> Mill.	II	5	5	4	3	4	5	5	2	3	4	4	5	5
	<i>Abies alba</i> Mill.	III	4	5	5	5	5	4-5	5	5	-	5	5	3	
	<i>Oxalis acetosella</i> L.	III	5	5	5	5	5	5	5	3	5	1	5	4	5
	<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	I	2	2	1	4	4	1-3		2	4	-	5	4	5
	<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	II	-	2	2	2	5	3-5		3	4	1	4	2	5
	<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	III	-	1	1	1	2	1-4		-	2	-	3	2	2
	<i>Gentiana asclepiadea</i> L.	III	1	4	2	2	2	2-5	2		2	1	2		2
	<i>Hieracium murorum</i> L.	III	1	1		2	4	2	1	2	2	1			4
	<i>Lonicera nigra</i> L.	II	1	3	2	4	5	1-4			4	4	2		5
	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	III	1	2	2		5	2-4			3	3	3	2	4
	<i>Veronica urticifolia</i> Jacq.	III	4	1	2				1		2	3	1	3	4
	<i>Galium rotundifolium</i> L.	III	3	3	1			2-4	1			3	2	4	4
	<i>Rosa pendulina</i> L.	II	2			3	4	1-5		4	4	4	2		3
	<i>Orthilia secunda</i> (L.) House	III		1			1	2		3	2	2	3		
	<i>Saxifraga rotundifolia</i> L.	III	1	1	1				1		2	3	1	2	
	<i>Polystichum lonchitis</i> (L.) Roth	III	1	1	1			1-5			1	3		1	
	<i>Aposeris foetida</i> (L.) Less.	III	1	1	1			1-4	3			1	1		
	<i>Solidago virgaurea</i> L.	III		3		2	2-5	1		1			2	1	
	<i>Homogyne sylvestris</i> (Scop.) Cass.	III	2	1		2		2-4	1		5				

Succesive Number - Zaporedna številka		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Carex alba</i> Scop.	III		1		1	4	3		2	2				
<i>Laserpitium krapfii</i> Crantz	III	1	1	2				1			2	2		
<i>Luzula sylvatica</i> (Huds.) Gaud.	III	2	1	1			3-5			1		2		
<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt	III	2	3				2-3		2				1	3
<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray* ⁴	III		1	1		5	2-4			2				
<i>Luzula luzulina</i> (Vill.) Dalla Torre & Sarnth.	III		1	1			1					3		2
<i>Ctenidium molluscum</i> (Hedw.) Mitten (= <i>Hypnum molluscum</i>)	IV				5	3			5	5				
<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy & Wilm.	III		1	1				1				2		
<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	III		1	1			1-5				2			
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> (Hedw.) Warnst.	IV				1	5	1-5			3				
<i>Huperzia selago</i> (L.) Bernh. ex Schrank & Mart.	III					5	2-5			1				
<i>Lycopodium annotinum</i> L.	III					5	1-4			1				
<i>Monotropa hypopitys</i> L.	III		1	1							2			
<i>Rhytidiadelphus loreus</i> (Hedw.) Warnst.	IV					4	1-4			2				
<i>Bazzania trilobata</i> (L.) Gray	IV					1	1-3							
<i>Blechnum spicant</i> (L.) Roth	III					1	1							
<i>Clematis alpina</i> (L.) Mill.	II						2			2				
<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newm.	III					1				2				
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.	III										2	1		
<i>Valeriana tripteris</i> L.	III					2				3				
<i>Adenostyles glabra</i> (Mill.) DC.	III						5							
<i>Dicranum polysetum</i> Sw.	IV						2							
<i>Dicranum scoparium</i> (L.) Hedw.	IV						1-5							
<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P. Fuchs	III						1-2							
<i>Goodyera repens</i> (L.) R. Br.	III						1-5							
<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) B. S. G.	IV						1-5							
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	IV						1-2							
<i>Leucobryum glaucum</i> (Hedw.) Aongstr.	IV						2							
<i>Mnium orthorrhynchium</i> Brid. (= <i>Atrichum tenellum</i>)	IV						2-3							
<i>Mnium spinosum</i> (Voit) Schwaegr.	IV						1-2							
<i>Peltigera aphthosa</i> (L.) Willd. (incl. <i>P. leucophlebia</i>)	IV						1-5							
<i>Plagiochila asplenioides</i> (L.) Dum. var. <i>major</i>	IV						2							
<i>Plagiothecium neglectum</i> Mönk. (= <i>Plagiothecium nemorale</i>)	IV						1-3							
<i>Polytrichum formosum</i> Hedw.	IV						2-4							
<i>Erythronium dens-canis</i> L.	III										2			

Legende - Legenda:

F1 = Aremonio-Fagion

Ht = Horvat

Tr = Tregubov

Pu = Puncer

Gl = Glavač

Bl = Blečić

FS = Fukarek & Stefanović

Pe = Pelcer

JZ HR = Southwest Croatia - Jugozahodna Hrvatska

HR = Croatia - Hrvatska

SI = Slovenia - Slovenija

ČG = Montenegro - Črna Gora

BH = Bosnia and Herzegovina - Bosna in Hercegovina

Nomenclature according to Martinčič et al. 2007 - Nomenklatura po Martinčič et al. 2007:

*¹ *Galeobdolon montanum*, alternatively/lahko tudi *G. flavidum**² *Asarum europaeum* ssp. *europaeum* and/in *Asarum europaeum* ssp. *caucasicum**³ *Aconitum lycoctonum* subsp. *vulparia* or/ali *Aconitum lycoctonum* subsp. *lycoctonum* or/ali *Aconitum lycoctonum* subsp. *ranunculoides**⁴ alternatively/lahko tudi *Dryopteris expansa*

RUTIN IN KVERCETIN V MOKI IZ NAVADNE IN TATARSKE AJDE

RUTIN AND QUERCETIN IN COMMON BUCKWHEAT AND TARTARY BUCKWHEAT FLOUR

Blanka VOMBERGAR¹

<http://dx.doi.org/10.3986/fbg0078>

ABSTRACT

Rutin and quercetin in common buckwheat and Tartary buckwheat flour

Samples of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) and Tartary buckwheat (*F. tataricum* Gaertn.) were used in milling, sieving and analysing experiments. Rutin and quercetin were analysed in buckwheat samples, in milling and sieving fractions and after the contact of flour particles with water, to simulate conditions in dough. The concentration of rutin in Tartary buckwheat was 1.17–1.75% in dry matter, while it was only 0.003% in dry matter of common buckwheat. Thus it is in Tartary buckwheat in this case 400 times more rutin in comparison to common buckwheat. In buckwheat dough with the time after mixing flour and water, the concentration of rutin diminished, the time needed was different in common and Tartary buckwheat dough, and quercetin appeared instead. Immediately after the direct contact of flour particles of common and Tartary buckwheat with water the rutin concentration changed from 11.7 to 0.79 mg/100 g dry matter (DM), and quercetin appeared (5.7 mg/100 g DM), in comparison in initial flour the concentration of quercetin was only 0.6 mg/100 g DM. In common buckwheat dough the apparent concentration of rutin changed from initial 0.0258 mg/g to 0.0263 mg/g DM, and after one hour after the beginning of contact of flour with water rutin concentration changed to only 0.0005 mg/g DM).

Keywords: common buckwheat, Tartary buckwheat, flavonoids, rutin, quercetin, milling, dough

IZVLEČEK

Rutin in kvercetin v moki iz navadne in tatarske ajde

Raziskovali smo vzorce navadne ajde (*Fagopyrum esculentum* Moench) in tatarske ajde (*F. tataricum* Gaertn.). Vzorce smo mleli, presejavali, pripravljali testo (mešanica moke in vode) ter izmerili vsebnost rutina in kvercetina. Tatarska ajda ima bistveno višjo vsebnost rutina kot navadna ajda. Vsebnost rutina v raziskovani tatarski ajdi je 1,17–1,75 % v suhi snovi (SS), v navadni ajdi 'siva' pa le 0,003 %. V tatarski ajdovi moki smo izmerili okoli 400x več rutina kot v navadni ajdovi moki. Pri neposrednem stiku ajdove moke z vodo težko najdemo vzporednice med tatarsko ajdo in navadno ajdo in dogajanji v povezavi z rutinom v testu. Koncentracija rutina v testu se po določenem času (različen čas pri navadni in tatarski ajdi – 5 minut do 2 uri) močno zniža, pojavi se kvercetin. Pri neposrednem stiku moke z vodo se vsebnost rutina v tatarski ajdovi moki močno zniža že po prvih 5 minutah delovanja (z 11,7 na 0,79 mg/100 g SS), pojavi pa se kvercetin (5,7 mg/100 g SS), v vzorcu moke ga je le 0,6 mg/100 g SS. Pri neposrednem stiku moke iz navadne ajde z vodo vsebnost rutina v moki (vzorec S) naraste v prvi uri z začetnih 0,0258 mg/g na 0,0263 mg/g SS (v začetnem času nekoliko manj enakomerno), v drugi uri stika moke in vode pa koncentracija rutina močno pade (na 0,0005 mg/g SS).

Ključne besede: navadna ajda, tatarska ajda, flavonoidi, rutin, kvercetin, mletje, testo

¹ Education Centre Piramida Maribor, SI-2000 Maribor, Slovenia, E-mail address of author: blanka.vombergar@guest.arnes.si

UVOD

Vsebnost rutina in drugih polifenolnih spojin v ajdi je ena od pomembnih izhodišč za uporabo ajde v zdravi prehrani. O prisotnosti rutina v ajdi je več objav, nekatere so že iz sredine prejšnjega stoletja (COUCH in sod., 1946), veliko pa tudi izpred 25 in več let. O pomembnih količinah rutina in drugih polifenolov poroča več avtorjev (LUTHAR, 1992a; KREFT in LUTHAR, 1993; KREFT in sod., 1994; KIM in sod., 2001; KREFT in sod., 2006, KIM in sod., 2008; BONAFACCIA in sod., 2009; STOJILKOVSKI in sod., 2013). Vsebnost rutina je v ajdi bistveno višja kot v žitih (ZHAO in sod., 2001).

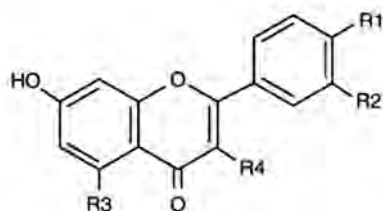
Fenolne spojine so kemijsko raznolika skupina spojin. V rastlinah poznamo okoli 10000 različnih fenolnih spojin (TAIZ in ZEIGER, 2006). Fenolne spojine so sekundarni metaboliti, ki so prisotni v rastlinah in nastanejo iz primarnih metabolitov. Sestajene so iz aromatskega obroča, v naravi so običajne spojine z več hidroksilnimi skupinami, zato jih imenujemo tudi polifenoli.

Izgradnja fenolnih spojin poteka po različnih biokemijskih poteh. Fenolne spojine imajo pomembno vlogo tako v rastlinskem svetu kot v prehrani ljudi. Z izgradnjo antioksidativnih zaščitnih snovi se rastline ščitijo pred napadi virusov, bakterij in rastlinojedih organizmov ter pred sončnimi žarki, ki lahko sprožajo nastanek prostih radikalov. Rastline vsebujejo različne fenolne spojine.

V rastlinah je vsebnost fenolnih spojin odvisna od vrste rastline, kultivarja, deloma od rastišča (sestava in hranila v zemlji), podnebnih razmer (temperature, svetlobe, količine padavin), agrotehničnih dejavnikov ter od načina predelave (HÄKKINEN in sod., 1999).

Flavonoidi so skupine sekundarnih metabolitov v rastlinah, ki se jim v zadnjem času posveča mnogo pozornosti zaradi njihovega potencialnega antioksidativnega, antimikrobnega, antivirusnega, antivnetnega, antialergijskega in antikancerogenega delovanja (GRIFFITH in sod., 1944; ARIMA in sod., 2002; KAWA in sod., 2003; RUSSO in sod., 2004; ANTHONI in sod., 2008). Njihova uporaba se širi v medicino, farmacijo, kozmetiko in tudi v prehrano (BIAN in sod., 2004; LEE in sod., 2005; ANTHONI in sod., 2008; VOGRIČIČ in sod., 2010; COSTANTINI in sod., 2014; MERENDINO in sod., 2014; LUKŠIČ in sod., 2016a,b). Žal pa je uporaba nekaterih omejena zaradi njihove nizke topnosti in stabilnosti tako v lipofilnih kot v vodnih medijih. Zato se raziskujejo različne metode njihove boljše dostopnosti (ANTHONI in sod., 2008).

Flavonoide razvrščamo v več skupin, v skupini flavonolov so rutin, kemferol in kvercetin. Flavonoidi so najštevilčnejša skupina fenolnih spojin. Do sedaj je znanih okoli 5000 različnih spojin (ABRAM, 2000; TAIZ in ZEIGER, 2006). Različni flavonoidi se razlikujejo po substitucijah C obroča in oksidacijski stopnji heterocikličnega C₃ obroča, pa tudi po substitucijah obročev A in B. Flavonoidi so v naravi običajno glikozilirani, kar pomeni, da imajo na obroč vezane različne sladkorje, monosaharide (glukoza, galaktoza, arabinoza, ramnoza), disaharide (rutinoza), ali pa tudi daljše verige. Največkrat je sladkor vezan na C₃ atom, lahko pa tudi na C₅ ali C₇ atom. Hidroksilne skupine in sladkorji, vezani na osnovni flavonoidni ogljikov skelet, povečujejo topnost flavonoidov v vodi (BOHM, 1998; HEIM in sod., 2002; TEIZ in ZEIGER, 2006)



Slika 1: Struktura v naravi prisotnih flavonoidov s prikazom številčenja na aromatskih obročih (kvercetin: R1, R2, R3 so OH; rutin je glikozid kvercetina, na R4 je disaharid rutinoza)

Vir: Rahman in sod. 1989. *Carcinogenesis*, 10: 1833-1839.

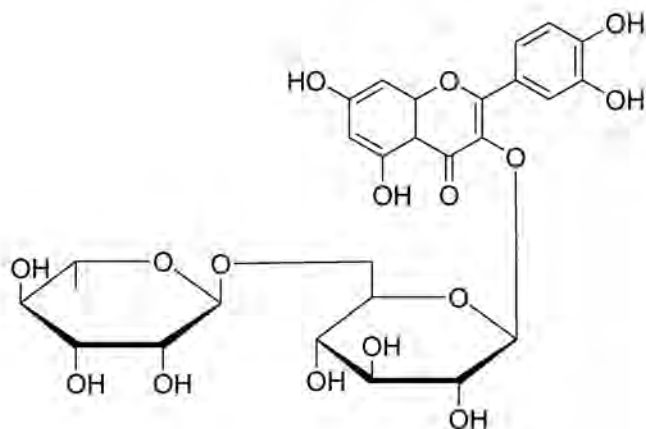
www.chiro.org/nutrition/FULL/querc-fig1.jpg in bio.ijs.si/Katedra/starenovice04.html (6. sept. 2009)

Figure 1: Structure of naturally occurring flavonoids showing numbering of ring atoms (in quercetin R1, R2 and R3 are all OH; rutin is glycoside of quercetin in which R4 is the disaccharide). Rahman et al. 1989. *Carcinogenesis*, 10: 1833-1839.

www.chiro.org/nutrition/FULL/querc-fig1.jpg and bio.ijs.si/Katedra/starenovice04.html (Sept. 6th, 2009)

Rutin ($C_{27}H_{30}O_{16}$) je flavonoid, spada med flavonole. Rutin je kvercetin-3-rutinozid. Je v vodi topni glikozid z dobro raziskanimi lastnostmi (BRIGGS in

sod., 2004). Na osnovno strukturo flavona s 15 C atomi je vezan disaharid rutinoza (ramnoza in glukoza) (slika 1 in 2). Sladkor je vezan na C_3 atom.



Slika 2: Rutin $C_{27}H_{30}O_{16}$ (organska struktura)

Vir: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/63/Rutin.png/180px-Rutin.png> (6. sept. 2009)

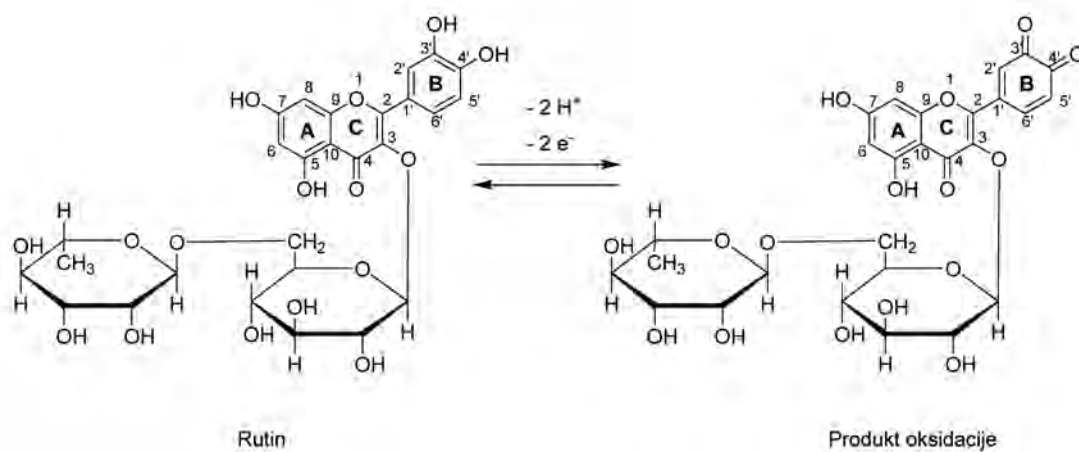
Figure 2: Rutin $C_{27}H_{30}O_{16}$ (organic structure)

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/63/Rutin.png/180px-Rutin.png> (Sept. 6th, 2009)

Rutin je produkt izgradnje višjih rastlin, ki rastline štiti pred UV sevanjem (GABERŠČIK in sod., 2002; ROZEMA in sod., 2002). Njegovo prisotnost lahko potrdimo v mnogih rastlinah, a le malo rastlin je pomembno uporabnih v prehrani ljudi. Ekološki faktorji, kot je

UV sevanje, lahko pomembno vplivajo na vsebnost rutina v rastlinah (KREFT in sod., 2002; REGVAR in sod., 2012).

Pri oksidaciji rutina nastaja sprememba na aromatskem obroču B, na poziciji C_3' in C_4' (slika 3).



Slika 3: Oksidacija rutina

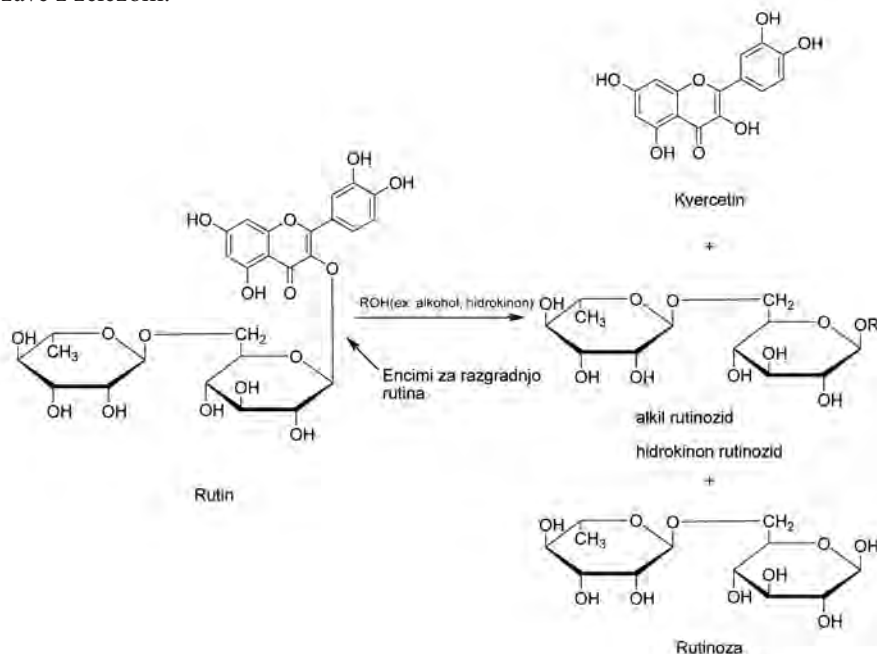
Vir: <http://www.scielo.br/img/revistas/jbchs/v19n8/a21sc01.jpg> (6. sept. 2009)

Figure 3: Rutin oxidation

<http://www.scielo.br/img/revistas/jbchs/v19n8/a21sc01.jpg> (Sept. 6th, 2009)

Rutin je flavonoid z antioksidativnimi učinki. Rutin in njegov aglikon kvercetin imata antioksidativne učinke *in vitro* in *in vivo*. Vstopata lahko neposredno v redoks reakcije ali pa delujeta posredno preko kelatne povezave z železom.

Z encimi, ki razgrajujejo rutin, se le-ta pretvori v kvercetin in rutinozo (slika 4).



Slika 4: Model razgradnje rutina z rutin degradirajočimi encimi v prisotnosti alkohola in fenolnih snovi (Vir: Yasuda, 2007)
Figure 4: The reaction model of RDEs in the presence of alcohol and phenolic compound (Yasuda, 2007)

Kvercetin ($C_{15}H_{10}O_7$) je flavonoid, ki prav tako kot rutin spada v skupino flavonolov. Ima obliko aglikona. Z vezavo monosaharida ramnoze kot R_4 na C_3 atom

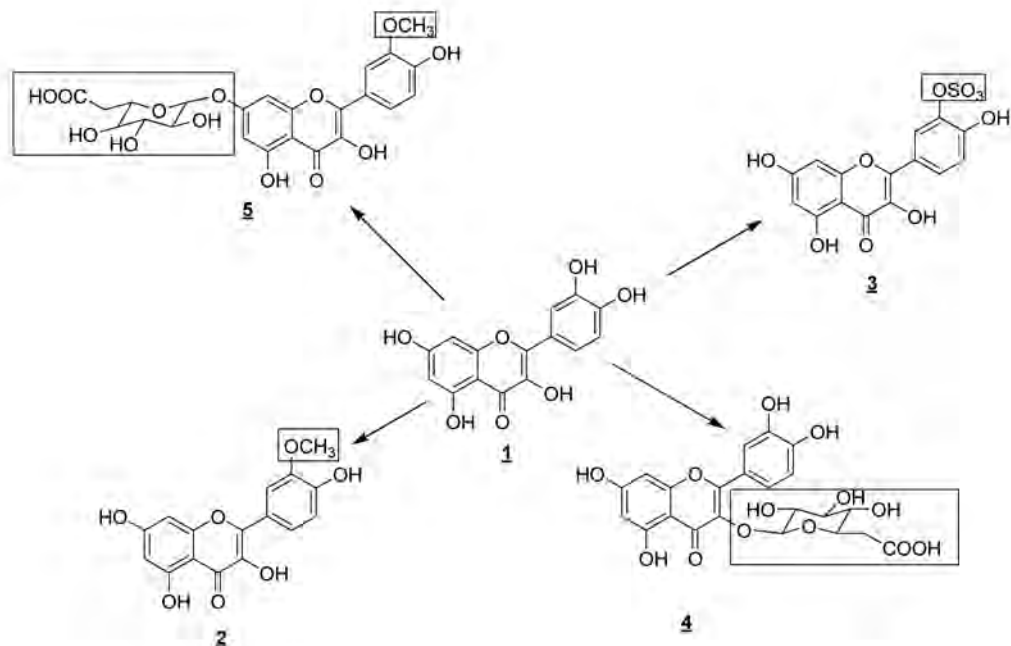
nastane kvercitrin, z vezavo disaharida rutinoze na C_3 atom (kot R_4) pa rutin (slika 1 in 5).



Slika 5: Kemijska struktura kvercetina (3,3',4',5,7-pentahidroksi-flavon).
Vir: <http://www.39kf.com/uploadfiles/image/15864/TXT-2008122814106920.gif> (17. jan. 2010)
Figure 5: Chemical structure of quercetin (3,3',4',5,7-pentahidroksi-flavon)
<http://www.39kf.com/uploadfiles/image/15864/TXT-2008122814106920.gif> (Jan. 17th, 2010)

Tudi kvercetin se v nadaljnjih procesih razgrajuje oziroma iz njega nastajajo različni metaboliti, na primer

3'O-metilkvercetin, kvercetin-3'-O-sulfat, kvercetin-3'-glukuronid, 3'O-metilkvercetin-7-glukuronid (slika 6).



Slika 6: Kvercetin (1) in različni metaboliti; (2)=3'O metilkvercetin; (3)=kvercetin-3'-O-sulfat; (4)=kvercetin-3'-glukuronid in (5)=3'O-metilkvercetin-7-glukuronid

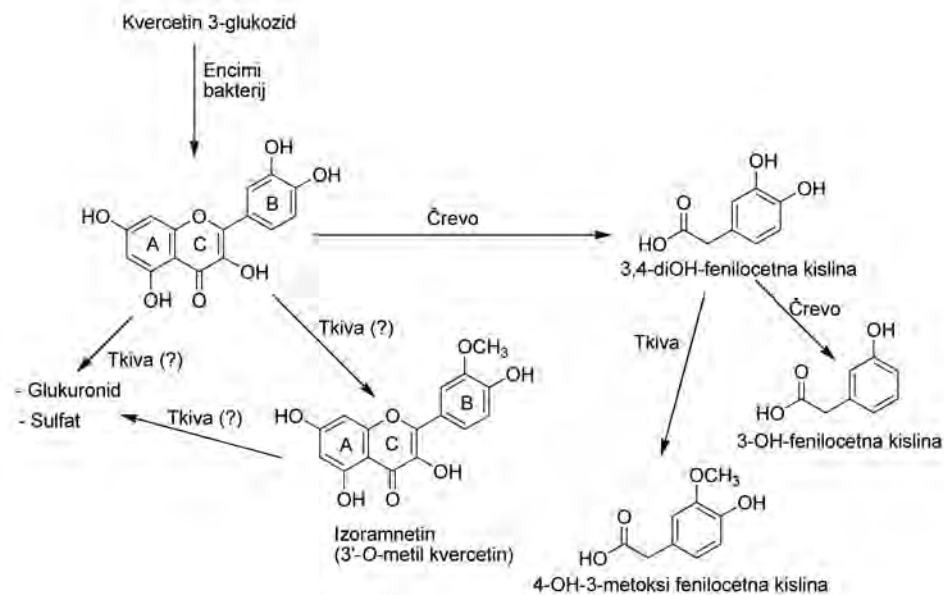
Vir: <http://www.39kf.com/uploadfiles/image/15854/TXT-20081228133649559.gif> (17. jan. 2010)

Figure 6: Quercetin (1) and various metabolites; (2)=3'O methylquercetin; (3)=quercetin-3'-O-sulphate; (4)=quercetin-3'-glucuronide and (5)=3'O-methylquercetin-7-glucuronide

<http://www.39kf.com/uploadfiles/image/15854/TXT-20081228133649559.gif> (Jan. 17th, 2010)

Kvercetin se v tkivih ob različnih vplivih razgrajuje v biokemijskih reakcijah. Slika 7 prikazuje razgra-

dnjo kvercetina v črevesju in v tkivih (COSTA in sod., 2008).



Slika 7: Model razgradnje kvercetina v črevesju in v tkivih (Vir: Costa in sod., 2008)

Figure 7: Model of quercetin degradation in colon and tissues (Costa et al., 2008)

RUTIN V AJDI

Rutin je glavni flavonoid v ajdi (VOMBERGAR, 2010; VOMBERGAR in LUTHAR, 2018). Zrnje ajde, kakor tudi različni deli rastline, vsebujejo flavonoide, različne fenole in tanine. Ajda je vir rutina, kvercetina, vsebuje tudi kemferol-3-rutinozid, fagopiritol, pa tudi flavonol-3-glikozid v sledovih (OHSAVA in TSUTSUMI, 1995; OOMAH in MAZZA, 1996; WATANABE, 1998; DIETRYCH-SZOSTAC in OLESZEK, 1999; PARK in sod., 2000; STEADMAN in sod., 2000; HOLASOVÁ in sod., 2002; SUZUKI in sod., 2002; PAULÍČKOVÁ in sod., 2004; KREFT in sod., 2006; BRUNORI in VÉGVÁRI, 2007; DANILA in sod., 2007; JIANG in sod., 2007; LIU in sod., 2008).

Med vrstami in sortami ajd obstajajo razlike v vsebnosti rutina (preglednica 1 in 2). Različni kultivarji ajde imajo lahko različno vsebnost rutina. O tem so poročali že OHSAVA in TSUTSUMI (1995), KITABAYASHI in sod. (1995) in GHIMERY in sod. (2009). Vsebnost rutina je odvisna od genotipa ajde, razvojnih faz, rastnih razmer, vremenskih razmer ter leta žetve. Različne vrste ajde lahko vsebujejo različno količino rutina, ta pa se lahko razlikuje tudi med leti žetve, geografskimi območji itd.

Prav tako pa lahko tudi različni deli rastlin vsebujejo različno količino rutina (KREFT in sod., 1999). Tatarska ajda vsebuje več rutina kot navadna ajda (SUZUKI in sod., 2002; FABJAN in sod., 2003; LIN, 2004; ASAMI in sod., 2007; FABJAN, 2007; VOMBERGAR, 2010).

Največ rutina je pri ajdi v socvetjih ter v steblih in listih (HAGELS, 1999a; KREFT in sod., 1999; PARK B. J. in sod., 2004). V semenih je manj rutina kot v listih, seveda pa se rutin nahaja tudi v zrnju, v ajdovih mokah, v temnejših več kot v svetlejših (preglednica 1 in 2). Vsebnost rutina variira tako v rastlinah kot v semenih, odvisna pa je od genotipa ter tudi od rastnih razmer. Spremljanje 7 kultivarjev navadne ajde na 12 lokacijah in 7 kultivarjev tatarske ajde posejane na 10 lokacijah je pokazalo, da ima tatarska ajda višjo vsebnost rutina v vseh delih rastline (cvetovih, listih, steblih, koreninah in semenih) kakor navadna ajda (BRIGGS in sod., 2004). V vzorcih navadne ajde so določili 0,058 g rutina/100 g zrn, v vzorcih tatarske ajde pa več kot 100-krat več (1,834–1,972 g rutina/100 g zrn). Različni kultivarji tatarske ajde se v vsebnosti rutina med seboj skoraj niso razlikovali. O razliki v vsebnosti rutina med navadno in tatarsko ajdo ter razliki v vsebnosti rutina pri različnih vzorcih tatarske ajde poroča tudi več drugih avtorjev (FABJAN in sod., 2003; PARK B.J. in sod., 2004; SUZUKI in sod., 2004; ASAMI in sod., 2007; FABJAN, 2007; BRUNORI in VÉGVÁRI, 2007; GHIMERAY in sod., 2009). Primerjava vsebnosti rutina v semenih tatarske ajde v 7 različnih geografskih regijah pokaže

najvišjo vsebnost rutina v tatarski ajdi v Butanu, sledi Slovenija (2139,7 mg/100 g oz. 1938,2 mg/100 g), v vseh ostalih regijah je vsebnost rutina nižja (1199,4–1511,5 mg/100 g) (PARK B.J. in sod., 2004). O vsebnosti rutina v zrnju v 28 navadnih ajdah in 3 tatarskih ajdah poročata tudi BRUNORI in VÉGVÁRI (2007) in ugotavljata veliko variabilnost v vsebnosti rutina med vzorci navadnih ajd, ki so rasle v različnih geografskih legah (na planoti Sila v Kalabriji in v gorskem predelu Pollino). Po pričakovanju so tudi v tem primeru večje razlike v vsebnosti rutina med navadno in tatarsko ajdo, saj jih tatarska ajda vsebuje več. SUZUKI in sod. (2004) so preučevali vsebnost rutina v moki 14 kultivarjev navadnih ajd na Japonskem ter ugotovili 0,064–0,337 mg/100 g rutina v vzorcih mok. Vsebnost rutina je lahko v različnih kultivarjih različna, razlika je lahko tudi za petkratno vrednost. 5 kultivarjev ajde, od 14-ih preiskovanih, ima vsebnost rutina nad 0,3 mg/100 g moke. ASAMI in sod. (2007) so preučevali vsebnost rutina in kvercetina v 12 vzorcih navadne ajde in v 3 vzorcih tatarske ajde. Vsebnost rutina v vzorcih mok iz navadne ajde je 7,5–22,5 mg/100 g, vsebnost rutina v vzorcih mok iz tatarske ajde pa je okoli stokrat višja. Vsebnost kvercetina v 12 vzorcih navadne ajde je nizka (okoli 1 mg/100 g moke), medtem ko je v vzorcih tatarske ajde okoli stokrat višja. Razmerje med rutinom in kvercetinom je v obeh ajdah (navadni in tatarski ajdi) približno enako v korist rutina. DIETRYCH-SZOSTAK in OLESZEK (1999) sta izolirala 6 flavonoidov v zrnih navadne ajde – rutin, orientin, viteksin, kvercetin, izoviteksin in izoorientin, od tega rutin in izoviteksin v olušenih zrnih, vseh šest pa v luščinah. Vsebnost rutina je prav tako najvišja v luščinah ajde 'luba' 79,98 mg rutina/100 g, najnižja pa v sorti 'emka' 46,1 mg rutina/100 g. Vsebnost kvercetina je v vseh vzorcih le v sledovih, od 7 mg kvercetina/100 g v sorti 'hruszovska' do najmanj 0,71 mg kvercetina/100 g v sorti 'luba'. DIETRYCH-SZOSTAK (2004) poroča, da so podobne rezultate o vsebnosti kvercetina v ajdi 'la Harpe' (0,6 mg/100 g) dobili tudi QUETTIER-DELEU in sodelavci (2000). OOMAH in MAZZA (1996) sta že leta 1996 raziskovala in objavila rezultate o vsebnosti rutina v luščinah kultivarjev navadne ajde iz Kanade (50,5–97,4 mg/100 g) ter v olušenih zrnih (le 4,2–51,1 mg rutina/100 g). WATANABE in sod. (1997) pa poročajo o več flavonoidih (rutin – 4,3 mg/100 g, kvercetin, viteksin, izoviteksin, celo hiperin – 5 mg/100 g) v japonski ajdi 'iwate zairai'.

Rutin se nalaga v luščinah navadne ajde (0,8–4,4 g/kg). Koncentracija rutina v kaši je nizka (0,2–0,3 g/kg), nekoliko višja pa v otrobih (0,7–0,8 g/kg) (STEADMAN in sod. 2001b). Vsebnost rutina v tatarski ajdi je bistve-

no višja, v kaši tatarske ajde ga je kar 81 g/kg. V navadni in tatarski ajdi so določili le manjše količine kvercetina. GHIMERAY in sod. (2009) so primerjali vsebnost rutina v navadni in tatarski ajdi. Razlike v vsebnosti rutina v zrnih so očitne (rutin: navadna ajda 76 mg rutina/100 g, tatarska ajda 1197 mg rutina/100 g).

Vsebnost rutina v mlevskih frakcijah ajde so ugotavljali že KREFT in sod. (1999), HUNG in MORITA (2008) in drugi. KREFT in sodelavci (1999) ugotavljajo, da je v moki vsebnost rutina nizka (19–168 mg/kg), nekoliko višja pa je v frakciji otrobov (131–476 mg/kg). Rezultati nakazujejo možnost uporabe delov ajde kot prehransko dopnilo za višji vnos flavonoidov. O dobri prehranski vrednosti ajde v povezavi z vsebnostjo fenolnih spojin poroča več avtorjev (KREFT, 1994; BIAN in sod., 2004; LIN, 2004; PAVLIČKOVA in sod., 2005; KREFT, 2013; YANG, 2014; COSTANTINI in sod., 2014; MERENDINO in sod., 2014; GOLOB in sod., 2015).

ŠKRABANJA in sod. (2004) ter BONAFACCIA in sod. (2003a, 2003b) ugotavljajo, da se frakcije zrn navadne ajde med seboj zelo razlikujejo po vsebnosti primarnih in sekundarnih metabolitov.

Antioksidativna aktivnost različnih flavonoidov je različna (TOREL, 1986; DIETRYCH-SZOSTAK, 2004). Antioksidativna aktivnost rutina in kvercetina je višja kot antioksidativna aktivnost orientina (luteolin glikozida) in izorientina (izomera orientina). Antioksidativna aktivnost viteksina in izoviteksina pa je še nižja. Antioksidativna aktivnost je najvišja pri kvercetinu, sledi rutin, izorientin, orientin, izoviteksin, najnižja je pri viteksinu.

Že od sredine prejšnjega stoletja, posebej pa v zadnjem obdobju je opravljenih več raziskav in tudi objavljenih veliko rezultatov o pozitivnih lastnostih ajde na zdravje ljudi in živali (GRIFFITH in sod., 1944; ARIMA in sod., 2002; KAWA in sod., 2003; RUSSO in sod., 2004; ANTHONI in sod., 2008; WIESLANDER in sod., 2011 in 2012). Fenolne spojine v ajdi delujejo antioksidativno. HOLASOVÁ in sod. (2002) ugotavljajo, da najvišji del antioksidativne aktivnosti prispevajo v metanolu topne sestavine, to so fenolne spojine (3-flavanoli, flavonoli in fenolne kisline), medtem ko lipofilne komponente (tokoferoli, karotenoidi) ne prispevajo značilno k antioksidativni aktivnosti ajde. TOSHIKAZU in sod. (2007) so v raziskavah o vsebnosti polifenolnih spojin v dveh sortah navadne ajde in dveh sortah tatarske ajde v zrnih dokazali prisotnost rutina, epikatehina in epikatehingalata. Vsebnost rutina v zrnih navadne ajde je med 12,2 in 13,6 mg/100 g ter epikatehina 15,6–20,2 mg/100 g, odvisno od sorte. Prispevek epikatehinov k antioksidativni aktivnosti v navadni ajdi je 11–13 %, rutin pa okoli 2 %. Ugotavljajo, da so očitno prisotne še druge neznane antioksidativne spojine v navadni ajdi. V tatarski ajdi so

dokazali prisotnost rutina, kvercitrina in kvercetina in sicer 1808,7–1853,8 mg/100 g rutina, ki prispeva 85–90 % k celotni antioksidativni aktivnosti. Rutin je torej glavni antioksidant v tatarski ajdi (TOSHIKAZU in sod., 2007). Vsebnost rutina v posameznih delih ajde in povezave z antioksidativno aktivnostjo so ugotavljali tudi PAULÍČKOVÁ in sod. (2004). Najvišjo antioksidativno aktivnost kažejo listi (faktor zaščite 4,1), sledijo oluščena zrna (2,6), semena (2,2), luščine in slama pa imajo nižjo antioksidativno aktivnost (pod 1,5). JIANG in sod. (2007) so preučevali vsebnost flavonoidov in rutina v navadni ajdi (*F. esculentum*), tatarski ajdi (*F. tataricum*) in ajdi *F. homotropicum* ter njihovo antioksidativno kapaciteto. Skupaj so preučili 11 vzorcev. Vsebnost rutina in flavonoidov se je značilno razlikovala med vrstami in je bila pri navadni ajdi 0,02 % rutina in 0,04 % flavonoidov, pri *F. homotropicum* 0,10 % rutina in 0,35 % flavonoidov ter pri tatarski ajdi 1,67 % rutina in 2,04 % flavonoidov. Antioksidativna aktivnost je najvišja pri tatarski ajdi in najnižja pri navadni ajdi. Raziskava kaže pomembno vlogo rutina in flavonoidov v antioksidativni aktivnosti ajdovih zrn. O prisotnosti pomembnih antioksidantov in antioksidativni aktivnosti več poljščin, med drugimi tudi ajde, poroča tudi ALVAREZ-JUBETE (2010), o antioksidativni aktivnosti nekaterih sestavin v tatarski ajdi pa tudi ZHOU in sodelavci (2015).

Antioksidativna aktivnost v temni ajdovi moki se zmanjšuje s toplotno obdelavo (200 °C 10 minut), ne pa tudi pri ekstrudiranju (170 °C ~10 sekund) (ŠENSOY in sod., 2006). Pomembno je določiti učinke posameznih tehnologij oziroma tehnoloških procesov na antioksidativno aktivnost, da bi v izdelkih čim bolj ohranili antioksidativno aktivne sestavine ter izbrali najbolj optimalne procese, ki bi čim manj vplivali na zmanjševanje antioksidativne aktivnosti celokupnih fenolov.

Ajda ima visoko vsebnost rutina v semenih, listih, socvetjih in kotiledonih. Različne raziskave kažejo različne vzorce akumulacije rutina v različnih fazah rasti, pa tudi spremembe koncentracije rutina med zorenjem ajde. Tatarska ajda ima od 30 do 150-krat višjo koncentracijo rutina kot navadna ajda (YASUDA in sod., 1994; SUZUKI in sod., 2002), ima pa tudi zelo močno glukozidazno aktivnost zaradi aktivnega encima flavonol 3-glukozidaze, ki razgradi rutin (SUZUKI in sod., 2002). Encim deluje kot katalizator pri hidrolizi rutina v kvercetin. Predpostavlja se, da rutin in encim v procesu zorenja ajde varujeta seme pred UV sevanjem, lahko pa imata tudi druge fiziološke učinke za njegovo razgradnjo (SUZUKI in sod., 2005b).

KREFT in sod. (2006) poročajo o vsebnosti 115,9–181,9 mg rutina/kg suhe snovi v zrnju navadnih ajd 'darina', 'darja' in 'siva II'. Vsebnost rutina v toplotno obdelani ajdi (kaši) je bistveno nižja kot v surovi ajdi.

Pregl. 1: Vsebnost rutina in kvercetina v zrnju navadne in tatarske ajde po podatkih več avtorjev
Table 1: Rutin and quercetin content in common and tartary buckwheat grains according to results of different research studies

Vzorec	Vrsta ajde	Vsebnost rutina	Vrsta ajde	Vsebnost rutina	Reference
zrnje	Navadna ajda	76 mg/100 g	Tatarska ajda	1197 mg/100 g	GHIMERAY in sod. (2009)
zrnje	Navadna ajda	20 mg/100 g	Tatarska ajda	20 mg/100 g	JIANG in sod. (2007)
zrnje	Navadna ajda	12,2–13,6 mg/100 g SS	Tatarska ajda	1808–1853 mg/100 g SS	MORISHITA in sod. (2007)
zrnje	Navadna ajda 'darja', 'siva'	272–341 mg/kg SS		272–341 mg/kg SS	FABJAN (2007)
zrnje	Navadna ajda 'da- rina', 'siva', 'darja'	115–181 mg/kg SS			KREFT in sod. (2006)
zrnje	Navadna ajda	17,2–17,7 mg/100 g SS			LEE in sod. (2004)
zrnje	Navadna ajda iz Kanade	44,2–51,1 mg/100 g			OOMAH in MAZZA (1996)
zrnje			Tatarska ajda	1,83–1,97 g/100 g	BRIGGS in sod. (2004)
zrnje			Tatarska ajda – različne sorte	1,19–2,91 %	YU in LI (2007)
zrnje			Tatarska ajda – 7 vrst	0,869–1,334 %	YAN in sod. 2004
zrnje			Tatarska ajda	14698 mg/kg SS	PARK in sod. (2004)
zrnje			Tatarska ajda	11994–21397 mg/kg SS	SUZUKI in sod. (2005c)
zrnje			Tatarska ajda	8684–13341 mg/kg SS	CHAI in sod. (2004)

Pregl. 2: Vsebnost rutina in kvercetina v polizdelkih in izdelkih iz navadne in tatarske ajde
Table 2: Rutin and quercetin content in common buckwheat products and tartary buckwheat products

Vrsta ajde	Vzorec	Vsebnost rutina	Vsebnost kvercetina	Reference
Navadna ajda	-fina moka	0,155 g/kg SS	0,002 g/kg SS	STEADMAN in sod. (2001b)
Navadna ajda 'siva'	svetla moka temna moka	19 mg/kg SS 168 mg/kg SS		KREFT in sod. (1999)
Navadna ajda	moka	380–1010 mg/kg SS		QIAN in sod. (1999)
Navadna ajda	moka	98 mg/kg		QUETTIER-DELEU in sod. (2000)
Navadne ajde 'siva', 'darja'	moka	305–322 mg/kg SS	0	FABJAN (2007)
Navadna ajda	moka iz zrnja	10–20 mg/100 g	cca. 1 mg/100 g	ASAMI in sod. 2007
Navadna ajda	svetla moka	19–168 mg/kg SS		ŠKRABANJA in sod. (2004)
Navadna ajda	svetla moka	112,8 mg/kg SS		KREFT in sod. (2006)
Navadna ajda	temna groba moka	57–77 mg/kg SS		ŠKRABANJA in sod. (2004)
Navadna ajda	temna moka	218 mg/kg		Kreft in sod. (2006)
Tatarska ajda Lux01	moka	6315 mg/kg SS	0	FABJAN (2007)
Tatarska ajda Lux05	moka	5049 mg/kg SS	0	FABJAN (2007)
Tatarska ajda	moka	30000 mg/kg		MUKASA in sod. (2009)
Tatarska ajda	moka iz zrnja	1200 mg/100 g	cca. 1 mg/100 g	ASAMI in sod. (2007)
Tatarska ajda	moka	20421 mg/kg SS		SOON-MI in sod. (2006)
Tatarska ajda iz Luksemburga	testo 2 – 600min	5371–4779 mg/kg SS	6503–7087 mg/kg SS	FABJAN (2007)
Tatarska ajda	moka in voda (pod 100min)	5000 mg/kg		MUKASA in sod. (2009)
Tatarska ajda (Luksemburg)	kruh	sledovi	4,99 mg/g	GERM in sod. (2009)

Toplotno obdelana kaša vsebuje 87,9 mg rutina/kg SS, surova ajdova kaša pa bistveno več in sicer 230,1 mg rutina/kg SS. Svetla ajdova moka iz notranjosti zrn ima nižjo vsebnost rutina (112,8 mg/kg SS) kot temnejša moka iz bolj zunanjih plasti zrn (218,5 mg/kg SS).

Vsebnost rutina v svežih testeninah (ajdovih rezancih) je višja (78,4 mg/kg SS) kot v sušenih testeninah (67,6 mg/kg SS). Dejansko nižjo količino rutina v testeninah povezujejo z možno aktivnostjo encima flavonol-3-glukozidaza. Encim je bil najprej izoliran v tatarski

ajdi (YASUDA in NAKAGAVA, 1994; Suzuki in sod., 2002), a kasneje je bila njegova prisotnost potrjena tudi v zrnju navadne ajde, predvsem v testi (SUZUKI in sod., 2002). Encim flavonol-3-glukozidaza, ki omogoča spreminjanje rutina v kvercetin, ni enakomerno razporejen v delih zrna ajde, ampak je predvsem v testi. Na aktivnost tega encima lahko vplivajo druge sestavine ajdovega zrna, zlasti na primer tanini, pa tudi polifenolne spojine, ki lahko zavirajo dejavnost encimov. Encimi, ki razgrajujejo rutin, so lahko razgrajeni v proteolitskih procesih, ki jih prav tako lahko sproži namakanje zrn ajde ali njihovih delov v vodi.

Pomemben, a še ne do konca raziskan, je hidrotérmični vpliv na zrnje ajde. Vpliv toplotne obdelave in obdelave z vodo lahko pomembno vpliva na znižanje koncentracije rutina v ajdi (KREFT in sod., 2006). Ena od možnih razlag je, da se rutin v povezavi z dodano vodo ali ob toplotni obdelavi razgradi ali spremeni v druge spojine na tak način, da postane netopen v topilu. S toplotno obdelavo nastajajo kemijske spremembe v hrani. Pomembno je razumeti vpliv fizikalno kemijskih procesov na fenolne spojine, saj so za končne izdelke iz ajde, ki jih uživamo, nujno potrebni različni fizikalni, kemijski in biološki postopki. Vpliv hidrotérmičnih postopkov pri uporabi tatarske ajde je preučevala tudi LUKŠIČ (2016a).

YASUDA (2001) ugotavlja, da zrna tatarske ajde vsebujejo veliko količino rutina, pa tudi encimov, ki razgrajujejo rutin. Ugotavlja, da se rutin ob dodatku vode v moko hitro razgradi v kvercetin. Encimi, ki razgrajujejo rutin, pa se ob parjenju tatarske moke skoraj popolnoma inaktivirajo (99,9 %), zato se iz take moke lahko pridobijo rezanci z visoko vsebnostjo rutina (100 mg/100 g vzorca).

Mnogo ajdovih jedi se pripravlja z mešanjem ajdove moke in vode (KREFT, 1994 in 2003). Testo, ki ga običajno uporabljamo za kruh, pecivo ali testenine, lahko počiva določen čas, da razvije ustrezno teksturo in tehnološke lastnosti. Pri pripravi mešanic med moko in vodo (na primer za palačinke) je potrebno namakanje moke v vodi celo daljši čas (nekaj ur), da se pridobi ustrezna viskoznost in druge lastnosti. O vsebnosti rutina v kruhu in testeninah poroča več avtorjev (VOGRINČIČ in sod., 2010 in 2013; COSTANTINI in sod., 2014; MERENDINO in sod., 2014).

Uporaba tatarske ajdove moke kot vir rutina je omejena zaradi encimske razgradnje rutina v procesu priprave testa, kar povzroči tudi grenak okus (LI in sod., 2008). Da bi ugotovili potencialno inaktivacijo encimov, ki razgrajujejo rutin in povzročijo znižanje vsebnosti rutina v izdelkih pa tudi spremembo barve med pripravo testa, so preučili različne predhodne obdelave ajde (segrevanje, parjenje, kuhanje, ekstrudiranje). Pri parjenju (120 sekund), kuhanju (90 sekund) in ekstrudiranju (pri 140 °C) se zadrži več kot 85 % rutina, grenak okus pa izgine. Pri toplotni obdelavi s suhim zrakom (140 °C 9 minut), pa tudi pri segrevanju z mikrovalovi, se vsebnost rutina ne znižuje, grenak okus pa ostaja. Posebne razmere nastajajo tudi pri fermentaciji, ki je potreben tehnološki postopek pri izdelavi določenih izdelkov. Vpliv fermentacije na rutin in druge polifenole, delovanje encimov, povezave z pH in drugimi faktorji so preučevali HAN in sodelavci (2002) ter KRAHL in sodelavci (2008). Raziskave so tudi o interakcijah med beljakovinami in flavonoidi (Arts in sod., 2002), lastnostih škroba v ajdi (ŠKRABANJA in KREFT, 1994 in 1998; ŠKRABANJA in sod., 2001; KREFT in ŠKRABANJA, 2002; GREGORI in KREFT, 2012; GAO in sod., 2016).

MATERIAL IN METODE DELA

Material

Preučevali smo dva vzorca ajde, vzorec navadne ajde (*F. esculentum* Moench) – cv. 'siva' iz Slovenije (vzorec S) in vzorec tatarske ajde (*F. tataricum* Gaertn.) iz Nemčije, izvor Luksemburg (vzorec T3). Vzorec navadne ajde smo pridobili v obliki zrnja, vzorec tatarske ajde pa v obliki moke. Moka je bila zmleta v Sloveniji, izmlevnost 42 % (vzorec T3).

Za določanje vsebnosti rutina in kvercetina v navadni ajdi smo vzorec zrnja navadne ajde (vzorec S) oluščili in zmleli na mlin Udy-Tecator (Landskrona, Švedska) s sitom 0,7 mm, tako da smo pridobili moko, zmleto iz celega zrnja. Za določanje rutina in kverceti-

na v tatarski ajdi smo uporabili vzorec moke tatarske ajde (vzorec T3).

Priprava vzorcev navadne ajde (vzorec S) za HPLC analize

Zrnje navadne ajde cv. 'siva' smo oluščili in zmleli na mlinu Udy-Tecator (Landskrona, Švedska) skozi sito velikosti 0,7 mm in dobili moko iz celega zrnja. Po 5 g vzorca smo dali v stekleno čašo ter dodali po 8 mL destilirane vode, mešali 20 sekund in na ta način pripravili testo. Testo smo pokrili in pustili stati pri 20 ± 1 °C 0,5 ure, 1, 2, 3, 6, 12 oziroma 24 ur. Vzorce smo nato

zamrznili pri $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Po dokončni zamrznitvi smo vzorce liofilizirali. V nadaljevanju smo opravili analize rutina in kvercetina v vzorcih s HPLC.

Priprava vzorcev testa iz moke tatarske ajde (vzorec T3) za HPLC analize

Iz tatarske ajdove moke in vode smo zamesili testo. Okoli 250 g vzorca smo zamesili z 200 mL destilirane vode in na ta način pripravili testo. Testo smo pokrili in pustili stati pri $20 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 0,08 ure (5 minut), 0,5 ure, 1 uro in 24 ur. Testo smo po določenem času (0,08 ure, 0,5 ure, 1 uri ter po 24 urah) stika moke z vodo zamrznili pri $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Po dokončni zamrznitvi smo vzorce liofilizirali. Nato smo opravili analize rutina in kvercetina v vzorcih s HPLC analizo.

HPLC analize

Tekočinska kromatografija visoke ločljivosti (HPLC) je separacijska tehnika, ki temelji na porazdelitvi vzorca med tekočo mobilno fazo in stacionarno fazo.

HPLC analize I

Analizirali smo vzorce testa iz moke navadne ajde S. Ekstrakcijo in analize HPLC smo opravili na Biotehniški fakulteti v Ljubljani, Oddelek za agronomijo po metodi Kreft, Fabjan in Yasumoto (2006).

Vzorce moke in testa (250 mg) smo ekstrahirali s 5 mL raztopine metanol/voda (80:20) pri sobni temperaturi s stresanjem (30 minut), nato smo vzorce centrifugirali 15 minut pri 3300 obr/min. Vzeli smo 2,6 mL supernatanta in iz njega pod nižanim tlakom odstra-

nili topilo. Ostanek smo raztopili v 100 μL 80 % metanola za HPLC analize.

Pogoji:

Mobilna faza: topilo A: acetonitril in metanol (1:2) in topilo B: 0,75 % aq. fosforna kislina, gradient 60 minut (10 minut 100 % B, 20 minut 60 % A in 40 % B, 20 minut 100 % A in 0 % B, 10 minut 100 % B).

Detekcija: 380 nm

HPLC analize II

Analizirali smo vzorce moke iz tatarske ajde iz Nemčije (vzorec T3). Ekstrakcijo in HPLC analize vzorcev smo opravili na Slovaški kmetijski fakulteti v Nitri (Slovaška).

Ekstrakcija:

Liofiliziranim vzorcem (1g vsakega vzorca) smo dodali 25 mL organskega topila (80 % metanol, HPLC grade; Sigma-Aldrich Corporation, St. Louis, ZDA) in stresali na stresalniku pri sobni temperaturi 8 ur pri 250 tresljajih na minuto. Po 8-ih urah smo homogenat (raztopino z vzorcem) filtrirali preko filter papirja (130 g/m^2 , Filtrak, Thermalbad Wiesenbad, Nemčija). Bistri filtrat smo analizirali. Ekstraktov nismo razredčili, glede na pričakovano koncentracijo pa se je razlikovala količina v HPLC injiciranega vzorca (10 μL oz. 20 μL).

Pogoji:

Mobilna faza: topilo A: acetonitril in topilo B: 0,1 % fosforna kislina (4:6), gradient 10 minut (prve 3 minute 40 % topilo A in 60 % topilo B; nato 5 minut 5 % topilo A in 95 % topilo B, nato 2 minuti 5 % topilo A in 95 % topilo B).

Pretok: 1 mL/min

Detekcija: 365 nm

Retenzijski čas: rutin – 3 minute, kvercetin – 5,6 minut

REZULTATI

HPLC analiza rutina in kvercetina v moki in v testu iz navadne ajde (vzorec S)

S HPLC smo analizirali koncentracijo rutina in kvercetina v moki in v testu (pripravljenem iz navadne ajdove moke in vode). Najvišja vsebnost rutina, okoli 26 $\mu\text{g/g}$ SS vzorca, se pojavi v testu po 0,5 h oziroma po eni uri stika moke in vode. Po dveh urah počivanja testa je v testu le še okoli 3,8 $\mu\text{g/g}$ rutina (v SS). Pred namakanjem moke v vodi nismo ugotovili kvercetina. Po enournem stiku moke in vode se pojavi kvercetin v

testu, maksimalno vrednost pa doseže po 2 urah in sicer okoli 2,5 μg kvercetina/g SS. Kvercetin je predvidoma rezultat razgradnje rutina v testu. Po 24-urnem počivanju testa so v testu le še sledovi rutina (0,54 μg rutina/g SS), nastane pa 2,3 $\mu\text{g/g}$ SS kvercetina.

Ajdova moka (vzorec S), vključena v raziskavo, je vsebovala $25,8 \pm 1,4\text{ } \mu\text{g}$ rutina/g SS vzorca; kvercetin ni bil prisoten niti v sledovih.

Koncentracije rutina in kvercetina v ajdovi moki in v testu iz navadne ajde 'siva' v odvisnosti od časa so prikazani v preglednici 3 in na sliki 8.

Pregl. 3: Koncentracije rutina in kvercetina v moki in v testu iz navadne ajde (vzorec S) v odvisnosti od časa počivanja testa

Table 3: Rutin and quercetin concentrations in common buckwheat flour and in buckwheat dough (sample S) as a function of dough resting time

Vzorec S (navadna ajda 'siva')	Testo			
Čas stika moke in vode do merjenja (h)	Rutin ($\mu\text{g/g SS}$)	SD	Kvercetin ($\mu\text{g/g SS}$)	SD
0	25,8	1,40	PMD	-
0,5	25,39	1,61	0,10	0,01
1	26,32	1,96	0,71	0,36
2	3,75	0,53	2,50	0,18
3	3,21	0,68	2,14	0,17
6	2,56	0,18	1,61	0,18
12	2,50	0,19	1,71	0,25
24	0,54	0,46	2,25	0,61

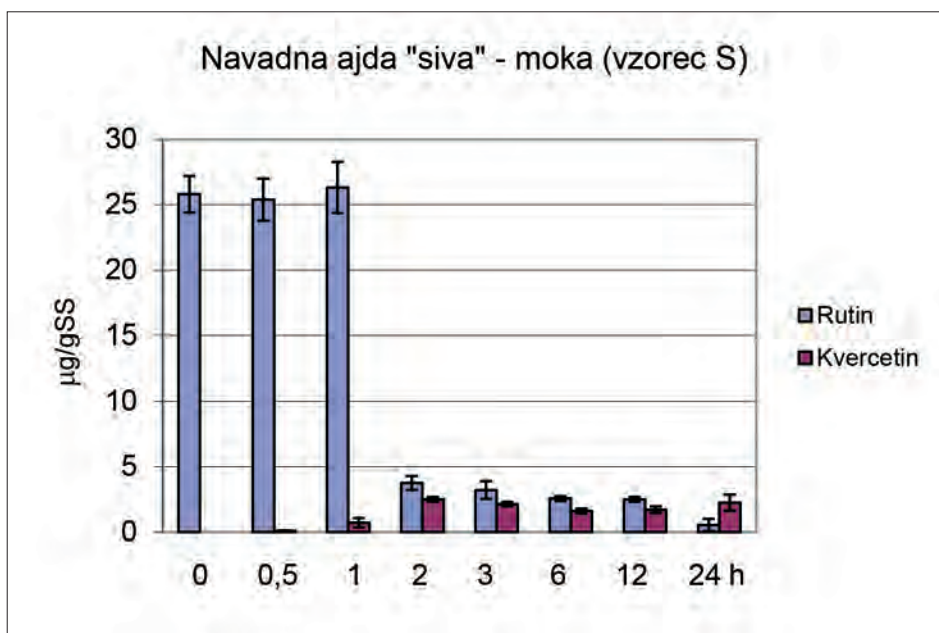
n = 3

S - navadna ajda iz Slovenije; moka, testo

PMD - pod mejo določljivosti

SD - standardni odklon

SS - suha snov



Slika 8: Rutin in kvercetin ekstrahirana iz moke (vzorec S) in iz testa navadne ajde v 24-urnem počivanju testa

Figure 8: Rutin and quercetin extracted from common buckwheat flour and from flour dough in the 24-hour period of dough resting (sample S)

HPLC analiza rutina in kvercetina v moki in v testu iz tatarske ajde (vzorec T3)

S HPLC smo analizirali vsebnost flavonoidov (rutina in kvercetina) v moki in v testu, pripravljenem iz tatarske ajdove moke (vzorec T3) in vode.

Tatarska ajdova moka (vzorec T3), vključena v raziskavo, je vsebovala $11,67 \pm 0,09$ mg rutina/g SS moke, v moki je v bilo $0,63 \pm 0,03$ mg kvercetina/g SS moke.

Vsebnost rutina pri stiku moke in vode že po 5 minutah močno pade ($0,79 \pm 0,01$ mg/g SS, po 24 urah pa

v testu iz moke rutina nismo določili. V testu iz ajdove moke kvercetin po 5 minutah stika moke z vodo naraste na $5,65 \pm 0,01$ mg kvercetina/g SS. Kvercetin je predvidoma rezultat razgradnje rutina v testu. Po 24-urnem počivanju testa iz ajdove moke je rutin pod mejo določljivosti, nastane pa okoli 5 mg kvercetina/g SS.

Koncentracije rutina in kvercetina v ajdovi moki in testu iz tatarske ajde (T3) v odvisnosti od časa so prikazane v preglednici 4 in na sliki 9.

Pregl. 4: Koncentracija rutina in kvercetina v moki in v testu iz tatarske ajdove moke (vzorec T3) v odvisnosti od časa počivanja testa

Table 4: Rutin and quercetin concentrations in Tartary buckwheat flour and buckwheat flour dough (sample T3) in the 24-hour period of dough resting

Tatarska ajda (vzorec T3)	Testo			
Čas stika moke in vode do merjenja (h)	Rutin (mg/g SS)	SD	Kvercetin (mg/g SS)	SD
0	11,67	0,09	0,63	0,03
0,08	0,79	0,01	5,65	0,01
0,5	0,63	0,05	5,68	0,04
1	PMD	-	5,66	0,03
24	PMD	-	5,21	0,01

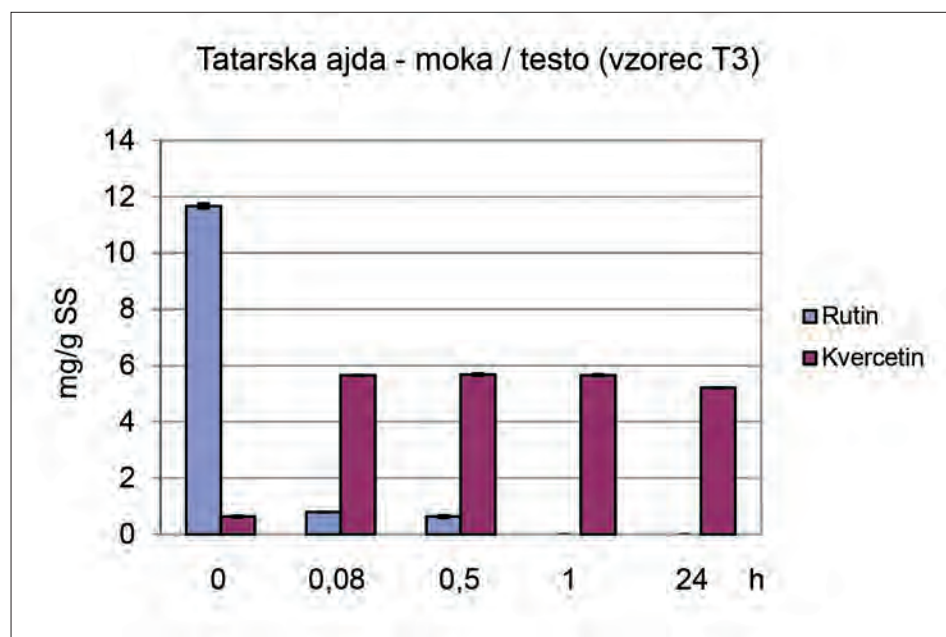
n = 3

T3 - tatarska ajda iz Nemčije (izvor Luksemburg) - moka, testo

PMD - pod mejo določljivosti

SD - standardni odklon

SS - suha snov



Slika 9: Rutin in kvercetin ekstrahirana iz moke ter iz testa tatarske ajde (vzorec T3) v 24-urnem počivanju testa

Figure 9: Rutin and quercetin extracted from Tartary buckwheat flour and buckwheat flour dough in the 24-hour period of dough resting (sample T3)

RAZPRAVA

Več avtorjev ugotavlja, da v tatarski ajdi prevladuje biflavonoid rutin, poleg njega pa tudi kvercetin in kvercitrin. K antioksidativni aktivnosti v tatarski ajdi rutin prispeva kar 85–90 % (MORISHITA in sod., 2007; LIU in ZHU, 2007). Naši rezultati o vsebnosti rutina v preiskovanem vzorcu tatarske ajde (T3: moka 1,17 % rutina/SS) kažejo, da rutin obsega pomembno količino flavonoidov v tatarski ajdi. Rezultati predhodnih raz-

skav o vsebnosti flavonoidov v mlevskih frakcijah dveh vzorcev tatarskih ajd T1 in T2 so v približno v istem številčnem območju 0,24–4,47 % flavonoidov (VOMBERGAR, 2010; VOMBERGAR in LUTHAR, 2018; VOMBERGAR in sod., 2020). Različni vzorci ajd se po vsebnosti flavonoidov, tudi rutina, že dokazano med seboj razlikujejo. Različni avtorji v neodvisnih raziskavah ugotavljajo razlike v vsebnosti flavonoidov, predvsem ru-

tina, tudi pri različnih vzorcih navadnih ajd (OOMAH in MAZZA, 1996; MICHALOVÁ in sod., 2001; ÖRSCHLÄGER in sod., 2004; SUZUKI in sod., 2004; YAN in sod., 2004; KREFT in sod., 2006; FABJAN, 2007; MORISHITA in sod., 2007; YU in LI, 2008). Z navedenimi rezultati se ugotavlja, da je vsebnost flavonoidov (predvsem rutina) v raziskovanih vzorcih povezana z vrsto ajde. V naši predhodni raziskavi smo ugotovili, da imata 2 vzorca tatarskih ajd bistveno višjo vsebnost flavonoidov kot navadna ajda 'darja' D 0,015–0,055 % v mlevskih frakcijah mok, otrobov in luščin (VOMBERGAR, 2010; VOMBERGAR in sod., 2018; VOMBERGAR in sod., 2020). V tej raziskavi je imel preučevani vzorec tatarske ajde T3 v bistveno višjo vsebnost rutina kot vzorec navadne ajde 'siva' S (vzorec T3: 1,17–1,75 %, vzorec S: 0,0026 % rutina). Podobne trditve o višji vsebnosti flavonoidov (predvsem rutina) v tatarski ajdi kot v navadni ajdi so objavili tudi FABJAN in sod. (2003), BRIGGS in sod. (2004), ASAMI in sod. (2007), FABJAN (2007), JIANG in sod. (2007), YU in LI (2008) in drugi. Naša raziskava je pokazala, da je v preiskovanem vzorcu tatarska ajde T3 bistveno višja vsebnost rutina kot v navadni ajdi 'siva' S (okoli 400-krat višja). Vsi ti rezultati kažejo na bistveno višjo vsebnost flavonoidov in rutina v tatarski ajdi v primerjavi z navadno ajdo (preglednica 5). Hipotezo, da bo vsebnost rutina v tatarski ajdi višja kot v navadni ajdi smo potrdili (preglednica 5).

Pregl. 5: Rutin and kvercetin v preiskovanih vzorcih mok navadne (vzorec S) in tatarske ajde (vzorec T3)

Table 5: Rutin and quercetin content in common buckwheat (sample S) and Tartary buckwheat (sample T3)

Vzorec moke	Rutin %/SS	Kvercetin %/SS
Navadna ajda (S)	0,0026	PMD
Tatarska ajda (T3)	1,1670	0,063

S - moka iz navadne ajde 'siva'

T3 - moka iz tatarske ajde

PMD - pod mejo določljivosti

Različni načini mletja ajde, uporaba različnih mlinov, ter pridobivanje mlevskih frakcij z različno granulacijo, vplivajo na količino in hitrost ekstrakcije polifenolov v ajdi. Tudi v naši raziskavi nismo uporabili istih metod in tehnik mletja pri preučevanih vzorcih. Velikost delcev v mlevskih frakcijah je pomembna lastnost moke. Manjši delci ustvarjajo večjo kontaktno površino, zato je tudi delovanje encimov lahko drugačno. Delovanje encimov v finih mokah z drobnimi delci je lahko večje. Polifenoli so vključeni v mnoge celične komponente. Njihova ekstrakcija v raztopino je zaradi njihove različne dostopnosti različna.

SUZUKI in sod. (2002) in YASUDA (2001 in 2007) ugotavljajo, da je encim flavonol-3-glukozidaza po-

memben za razgradnjo rutina v ajdi ob določenih pogojih. Encim flavonol-3-glukozidaza je v ajdovem semenu v testi in v kotiledonih. Količinsko več je encima v kotiledonih, a aktivnejši je encim iz teste (SUZUKI in sod., 2002). Rutin se razgrajuje z encimatskimi procesi v kvercetin. Ugotovljena je tudi korelacija med vsebnostjo rutina v ajdovi moki ter koncentracijo v vodi topnih kislin (SUZUKI in sod., 2004). MUKASA in sod. (2009) ugotavljajo tudi, da se rutin v moki okroglaste oluščene tatarske ajde hitro razgradi ob stiku z vodo, to pa se ne zgodi ob namakanju celih zrn. Predpostavlja, da se to zgodi zaradi strukturne izolacije med rutinom in encimi, ki rutin razgrajujejo v oluščeni zrnih.

Obstajajo tudi drugi načini razgradnje rutina, na primer oksidacija rutina (slika 3), ter več biokemijskih reakcij, v katerih se kvercetin spreminja v druge metabolite (slika 6 in 7). To delno razloži tudi reakcije flavonoidov v testu ob stiku moke z vodo (VOMBERGAR, 2010; VOMBERGAR in LUTHAR, 2018). Več raziskav je bilo opravljenih, da bi ugotovili vpliv termične in hidrotermične obdelave (segrevanja s suhim zrakom, parjenja, kuhanja, ekstrudiranja, itd.) ajdovih zrn in moke na vsebnost rutina. V vseh primerih se rutin razgrajuje, večinoma v kvercetin. Encimi, ki razgrajujejo rutin, pa se lahko tudi popolnoma inaktivirajo. Različni encimi med toplotno obdelavo različno vplivajo na razgradnjo rutina. Parjenje, kuhanje, ekstrudiranje zadržijo del rutina, pomembno pa je lahko izginotje grenkega okusa (PAULÍČKOVÁ in sod., 2004). MUKASA in sod. (2009) so ugotovili, da večina rutina ostaja v zrnih, ki se kuhajo eno uro. Obsežnejša toplotna obdelava lahko vpliva na razpad flavonoidov, torej tudi rutina (DIETRYCH-SZOSTAK in OLESZEK, 1999). Praženje, to je obdelava s suhim vročim zrakom, ne vpliva na antioksidativno aktivnost svetlih in temnih ajdovih mok (ŞENSOY in sod., 2006).

Povezav o medsebojnem delovanju škroba in rutina nismo zasledili. Obstaja možnost, da bi škrob s svojo specifično zgradbo (ajdov škrob je bogat z amilozo) vplival na interakcije z flavonoli, tudi z rutinom, a v praksi o tem ni zapisov. Zgradba škroba v ajdi je značilno vrstno specifična. Obstajajo pa interakcije med škrobom ter maščobami in beljakovinami v ajdi.

Pri ugotavljanju vsebnosti rutina v preučevanih vzorcih tatarske in navadne ajdove moke (vzorci T3 in S) v stiku z vodo smo naleteli pričakovano na nekatere podobne trende, kot so bili ugotovljeni v naši raziskavi flavonoidov v moki iz tatarske in navadne ajde v stiku z vodo (VOMBERGAR, 2010; VOMBERGAR in LUTHAR, 2018; VOMBERGAR in sod., 2020). Flavonoidi so v vzorcih vseh mlevskih frakcijah po 5-ih minutah stika z vodo narastli v primerjavi z vsebnostjo v moki (tudi za 2 do 2,5-krat), po naglem porastu v prvih nekaj minu-

tah pa se je njihova vsebnost močno znižala. Postopno padanje koncentracije flavonoidov (v obdobju 0,08–24 h) se je razlikovalo med vzorci, med mlevskimi frakcijami in med ponovitvami, a znižanje koncentracije flavonoidov se pojavi v vseh testih po 24-ih urah. Ugotovljeno je bilo, da je koncentracija flavonoidov v vseh testih po 24-urnem počivanju testa nižja kot v prvih 5-ih minutah po pripravi testa. Naše sedanje raziskave vsebnosti rutina v navadni in tatarski ajdovi moki ob stiku moke z vodo kažeta nekatere podobne vzorce obnašanja.

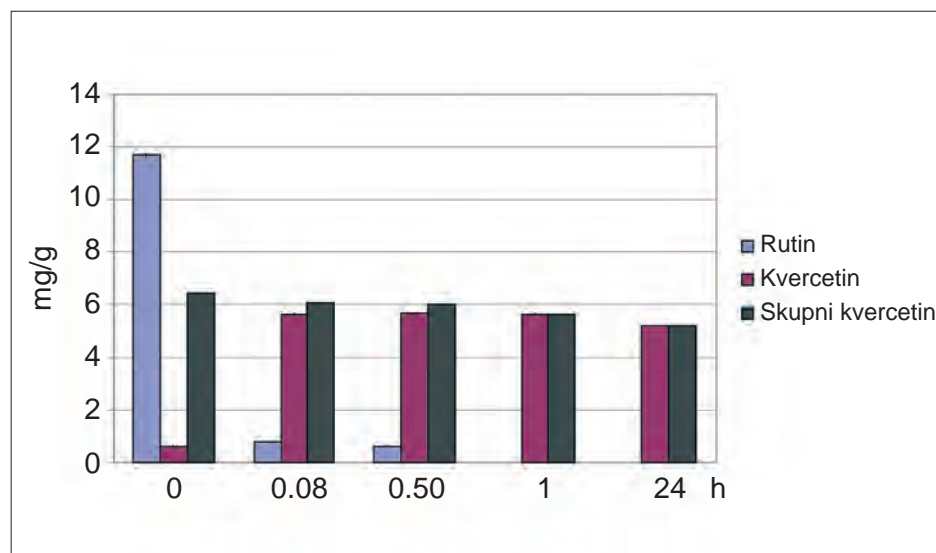
Dosedanje raziskovanje je tudi pokazalo, da je vsebnost rutina v zmesi mlevske frakcije zrn ajde in vode rezultanta dveh procesov. Na eni strani je to izločanje rutina iz struktur zrna in njegovo raztapljanje v tekočini. Drugi proces je sproščanje encimov, ki razgrajujejo rutin. Predvsem aktiven encim je predvidoma encim flavonol-3-glukozidaza, ki razgrajuje rutin in znižuje vsebnost rutina med pripravo testa. Preučevanja, kaj se dogaja z rutinom v moki med procesom stika z vodo pri pripravi testa, še niso dokončna. Prav tako se še raziskuje pojav nastanka kvercetina v teh procesih kot možnega produkta razgradnje rutina.

Hipotezo, da ob stiku ajdove moke z vodo (simulacija tehnološkega postopka priprave testa) potekajo biokemijski procesi, ki vplivajo na nekatere sestavine v testu (predvsem na flavonoide – rutin, kvercetin), smo potrdili.

Vsebnost rutina v moki iz navadne ajde 'siva' je bila v naši raziskavi 25,8 $\mu\text{g/g}$ SS. Najvišja vsebnost ru-

tina (26,3 $\mu\text{g/g}$ SS) se pojavi v testu iz navadne ajdove moke po 1 uri stika moke z vodo. Pri tatarski ajdi T3 pa je najvišja vsebnost rutina v moki, ki še ni v stiku z vodo 11,7 mg/g SS. Že po 5-ih minutah stika moke iz tatarske ajde z vodo pa vsebnost rutina močno pade pod 1 mg/g SS, pojavi pa se kvercetin (skoraj 6 mg/g SS). To pomeni približno enako antioksidativno učinkovitost, kot je začetna vrednost v tatarski ajdi, saj ima kvercetin nižjo molekulsko maso in nima disaharida rutinoze (tako kot rutin). Podobne rezultate so dobili tudi YASUDA in sod. (1992), saj se je tudi v njihovi raziskavi večina rutina v moki iz semen tatarske ajde ob dodatku vode zelo hitro razgradila na kvercetin. Predpostavljajo, da so razgradnjo rutina povzročili encimi, ki so prisotni v beljakovinsko bogati testi tatarske ajde. Testa se ob mletju poškoduje, dodatek vode pa povzroči neposreden dostop vode do rutina v testi.

Možno je, da v navadni ajdi v prvih minutah stika moke z vodo del rutina, ki je prisoten v moki, počasneje prehaja iz celičnih struktur ali še ni prešel iz celičnih struktur zrna. Dokler rutin še ne preide v vodno raztopino, ga ni možno ekstrahirati niti s toplimi (metanol/voda) niti razgraditi z encimi. Prav zaradi tega je ekstrahirani rutin v določenem času rezultat dveh različnih procesov v namočeni moki in sicer sproščenega rutina iz delcev moke (celičnih struktur zrna) ter razgradnje rutina. Znižanje koncentracije rutina (pri navadni ajdi med prvo in drugo uro stika moke z vodo, pri tatarski ajdi pa v nekaj minutah) je verjetno povezano s tem, da se največje spremembe v delcih moke



Slika 10: Rutin in kvercetin v moki in v testu iz tatarske ajde. Celokupni kvercetin je izračunan kot vsota koncentracije kvercetina in kvercetinskega dela rutinske molekule.

Figure 10: Rutin and quercetin concentration in Tartary buckwheat flour and dough made from flour and water. Total quercetin is calculated as the sum of quercetin concentration and the quercetin part of the rutin molecule.

dogajajo prav v tem določenem obdobju ter da deluje encim, ki razgrajuje rutin v taki koncentraciji, da lahko izjemno hitro razgradi večino že prisotnega rutina. Koncentracija preostalega rutina se počasi znižuje v obdobju 24 ur (slika 8 in 9). Rutin se ne razgradi popolnoma. V testu ostane tudi po 24-ih urah nekaj rutina. Razlog, da majhna količina rutina ostaja v testu, bi lahko bila razgradnja ali inaktivacija encimov, ki sodelujejo pri razgradnji rutina. Druga možnost je, da v testu ni dovolj velike količine encimov s to funkcijsko sposobnostjo, kar je razlog za manj učinkovito razgradnjo rutina in/ali kvercetin še po nekaj urah počivanja testa. Med razgradnjo rutina se pojavi kvercetin v testu, ki ima prav tako antioksidativne lastnosti. Spremembe koncentracije rutina in kvercetin v testu, oziroma vodnem mediju iz moke in vode, so pomembne za oceno dietnega vnosa rutina in kvercetin ter za izbiro najboljših razmer v tehnološkem procesu, da ohranimo vsebnost flavonoidov v živilih in jedeh.

V začetku poskusa (v prvih 30-ih minutah stika moke z vodo) nismo zaznali kvercetin v vzorcu navadne ajde 'sive', to pa ne velja za tatarsko ajdo, kjer se majhna količina kvercetin pojavi v moki, močno pa naraste v prvih minutah stika moke z vodo in maksimum doseže v pol ure. Kvercetin se ugotovi po eni uri počivanja testa tudi v navadni ajdi (okoli 1 µg/g SS) in doseže maksimalno vrednost po dveh urah (okoli 2,5 µg/g SS). To nakazuje, da je kvercetin v testu rezultat razgradnje rutina. Relativno majhne koncentracije kvercetin, ki se pojavijo med razpadom rutina, kažejo na možnost nadaljnje poti razpada rutina v druge produkte, ne samo v kvercetin.

Poraja se vprašanje, zakaj se rutin ne razgradi v zrnju rastline med zorenjem ali med počasnim sušenjem. Možna razlaga je, da so rutin in encimi, ki sodelujejo pri razgradnji, razporejeni v različnih delih zrna. Po mnenju SUZUKIJA in sod. (2002) je encim rutin-3-glukozidaza lociran v glavnem v testu, njegov substrat (rutin) pa v embriju. V vsakem primeru se zgodi, da mletje ajdovih zrn delno uniči celično strukturo in pripravi podlago, da lahko rutin in encimi vstopajo v vodni medij. Rutin postane dostopen za proces razgradnje. ÖLSCHLÄGER in sod. (2004) ugotavljajo, da je akumulacija različnih fenolnih spojin neodvisna druga od druge ter da je biosinteza ločeno regulirana v zrnih in luščinah. Več flavonolov ugotavljajo v luščinah, več flavanolov pa v oluščinih semenih. Tudi to so lahko razlogi za različno obnašanje fenolnih spojin v naših mlevskih frakcijah.

Primerjave koncentracij flavonoidov ob pripravi testa, v stiku moke z vodo (VOMBERGAR, 2010; VOM-

BERGAR in LUTHAR, 2018) ter koncentracij rutina in kvercetin v testih kažejo nekatere podobnosti. Ker pa gre za kompleksne biokemijske procese ter možno prisotnost tudi drugih flavonoidov, taninov in fenolnih spojin, je težko iskati vzporednice in delati primerjave. Na koncentracijo celokupnih flavonoidov, kakor tudi na koncentracijo rutina in kvercetin v mokah in testih vplivajo različni faktorji ter potencialne interakcije. Med njimi pomembnejši faktorji so začetne koncentracije omenjenih spojin in njihove lokacije v zrnju, prisotnost in aktivnost encimov, ki razgrajujejo različne flavonoide ali vzpodbudijo druge biokemijske reakcije, ki imajo za posledico razgradnjo posameznih flavonoidov, prisotnost drugih polifenolov in taninov, ki lahko inhibirajo dejavnost encimov, temperaturo in pH medija. Pomembna je tudi hitrost začetne aktivacije encimov. V navadni ajdi je aktivacija encimov, ki razgrajujejo rutin, počasnejša, predvidoma zaradi manjše količine encimov ali pa so encimi slabše aktivni.

V predhodni raziskavi je vsebnost flavonoidov v mlevskih frakcijah raziskovanih vzorcev ob stiku z vodo narasla, nato pa je koncentracija flavonoidov postopoma padala (VOMBERGAR, 2010; VOMBERGAR in LUTHAR, 2018). S spektrofotometričnimi analizami smo ugotovili, da vsebnost flavonoidov v testu naraste večinoma v prvih 30 minutah stika moke z vodo, enako velja tudi za frakcijo otrobov in luščin (VOMBERGAR, 2010; VOMBERGAR in LUTHAR, 2018). S HPLC analizami pa smo v tej raziskavi ugotovili, da koncentracija rutina v testu navadne ajde tudi naraste ob stiku moke z vodo, kar se zgodi v nekaj minutah do dveh urah. Stik tatarske ajdove moke z vodo povzroči hiter razpad rutina v testu, nastaja pa kvercetin. V časovnem obdobju 24-ih ur ugotavljamo postopno padanje koncentracije rutina, nastaja pa kvercetin v koncentracijah, ki so s pretvorno konstanto 2,02 (FABJAN, 2007) za preračunavanje kvercetin v rutin glede na molekularno maso (rutin 610,52 g/mol; kvercetin 302,236 g/mol) primerljive (slika 10).

Med hidrotermično obdelavo (npr. kuhanje kaše) pride do pomembnih interakcij med polifenoli in beljakovinami, kar vpliva tudi na prebavljivost beljakovin v tankem črevesu (ŠKRABANJA in sod., 2000). Beljakovine, ki vplivajo na vsebnost rutina, so tudi encimi, npr. rutin-3-glukozidaza in flavonoid-3-O-glukoziltransferaza (YASUDA, 2001; SUZUKI in sod., 2005a). Delovanje encimov v rastlinah, v ajdovih ekstraktih ali v procesu predelave ajde pa je lahko različno. Raznolikost polifenolnih spojin lahko vpliva tudi na različno aktivnost encimov.

SKLEPI

Tatarska ajda ima bistveno višjo vsebnost rutina kot navadna ajda. Vsebnost rutina v tatarski ajdi T3 je 1,17–1,75 % v SS, v navadni ajdi 'siva' pa le 0,003 %. V tatarski ajdovi moki smo izmerili okoli 400x več rutina kot v navadni ajdovi moki. Rezultati so primerljivi z rezultati drugih avtorjev.

Pri neposrednem stiku ajdove moke z vodo težko najdemo vzporednice med tatarsko ajdo in navadno ajdo in dogajanja v povezavi z rutinom v testu. Koncentracija rutina v testu se po določenem času (različen čas pri navadni in tatarski ajdi – 5 minut do 2 uri) močno zniža, pojavi se kvercetin. Ugotavljamo, da kljub burni začetni reakciji razgradnje rutina v testih, rutin ne razpade popolnoma, ampak se ga minimalna količina ohrani v testu tudi po 24 urah. Vsebnost

kvercetina v testu je po 24 urah višja kot vsebnost rutina.

Pri neposrednem stiku moke z vodo se vsebnost rutina v tatarski ajdovi moki močno zniža že po prvih 5 minutah delovanja (z 11,7 na 0,79 mg/100 g SS), pojavi pa se kvercetin (5,7 mg/100 g SS), v vzorcu moke ga je le 0,6 mg/100 g SS.

Pri neposrednem stiku moke iz navadne ajde z vodo vsebnost rutina v moki (vzorec S) naraste v prvi uri iz začetnih 0,0258 mg/g na 0,0263 mg/g SS (v začetnem času nekoliko manj enakomerno), v drugi uri stika moke in vode pa močno pade (0,0005 mg/g SS). Že v prvih 30 minutah smo ugotovili manjše koncentracije kvercetina, ki v osnovni moki brez dodane vode niso bile ugotovljene.

ZAHVALA

Projekt L4-9305, »Lokalno pridelana ajda kot surovina za proizvodnjo kakovostnih živil«; s sofinanciranjem Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije je sofinancirala Javna agencija za raz-

iskovalno dejavnost Republike Slovenije iz državnega proračuna. Avtorica se za sodelovanje in nasvete zahvaljuje dr. Maji Vogrinčič in dr. Ivanu Kreftu.

LITERATURA – REFERENCES

- ABRAM, V., 2000: *Antioksidativno delovanje flavonoidov*. V: Žlender B. & L. Gašperlin (ur.): *Antioksidanti v živilstvu*. 20. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož 26. in 27. oktober 2000. Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo (Ljubljana): 23–32 str.
- ALVAREZ-JUBETE, L., E. K. WIJNGAARD, E. K. ARENDT & E. GALLAGER, 2010: *Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa, buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking*. *Food Chemistry (Amsterdam)* 119(2): 770–778. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.032>
- ANTHONI, J., F. LIONNETON, J. M. WIERUSZESKI, J. MAGDALOU, J. M. ENGASSER, L. CHEBIL, C. HUMEAU & M. GHOU, 2008: *Investigation of enzymatic oligomerization of rutin*. *Rasayan Journal of Chemistry (Amsterdam)* 4: 718–731.
- ARIMA, H., H. ASHID & G. DANNO, 2002: *Rutin – enhanced antibacterial activities of flavonoids against Bacillus cereus and Salmonella enteritidis*. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry (Oxford)* 66(5): 1009–1014. <http://dx.doi.org/10.1271/bbb.66.1009>
- ARTS, M. J. T. J., G. R. M. M. HAENEN, L. C. WILMS, S. A. J. N. BATSTRA, C. G. M. HEIJNEN, H. P. VOSS & A. BAST, 2002: *Interactions between flavonoids and proteins: effect on the total antioxidant capacity*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry (München)* 50 (5): 1184–1187. <https://doi.org/10.1021/jf010855a>
- ASAMI, Y., R. ARAI, R. LIN, Y. HONDA, T. SUZUKI & K. IKEDA, 2007: *Analysis of components and textural characteristics of various buckwheat cultivars*. *Fagopyrum (Ljubljana)* 24: 41–48.
- BIAN, J., F. SHAN, Z. TIAN, G. XU, R. LIN, X. CHUNSHENG, D. YALI & J. MINGJIE, 2004: *Study on new health foods of Tartary buckwheat*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceeding of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 714–718.
- BOHM, B. 1998. *Introduction to Flavonoids*. Volume 2. Chemistry and Biochemistry of Organic Natural Products. Amsterdam, Harwood Academic Publishers: 503 str.

- BONAFACCIA, G., L. GAMBELLI, N. FABJAN & I. KREFT, 2003a: *Trace elements in flour and bran from common and Tartary buckwheat*. Food Chemistry (Amsterdam) 83(1): 1–5. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00228-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00228-0)
- BONAFACCIA, G., M. MAROCCHINI & I. KREFT, 2003b: *Composition and technological properties of the flour and bran from common and Tartary buckwheat*. Food Chemistry (Amsterdam) 80(1): 9–15. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00228-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00228-5)
- BONAFACCIA, G., F. MACCATI & V. GALLI, 2009: *Dietary fiber and phenolic compounds in common and tartary buckwheat*. In: Park C. H. & I. Kreft (Eds.): *Development and Utilization of Buckwheat as medicinal natural products*. ISBS–International Symposium of Buckwheat Sprouts. (Bongpyoung, IBRA), pp. 16–19.
- BRIGGS, C. J., C. CAMPBELL, G. PIERCE & P. JIANG, 2004: *Bioflavonoid analysis and antioxidant properties of tartary buckwheat accessions*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceeding of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 593–597.
- BRUNORI, A. & G. VÉGVÁRI, 2007: *Rutin content of the grain of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench and *Fagopyrum tataricum* Gaertn.) varieties grown in southern Italy*. Acta Agronomica Hungarica (Budapest) 55(3): 265–272. <https://doi.org/10.1556/AAgr.55.2007.3.1>
- CHAI, Y., B. FENG, Y. G. HU, J. GAO & X. GAO, 2004: *Analysis on the variation of rutin content in different buckwheat genotypes*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceeding of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 688–691.
- CHRUNGOO, N. K., N. DEVADASAN, I. KREFT & M. GREGORI, 2013: *Identification and characterization of granule bound starch synthase (GBSS-I) from common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench)*. Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology (Chennai) 22(3): 269–276. <https://doi.org/10.1007/s13562-012-0153-y>
- COSTA E. M. M. B., F. C. PIMENTA, W. C. LUZ & V. DE OLIVEIRA, 2008: *Selection of filamentous fungi of the *Beauveria* genus able to metabolize quercetin like mammalian cells*. Brazilian Journal of Microbiology 39(2): 405–408. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3768382/>
- COSTANTINI, L., L. LUKŠIČ, R. MOLINARI, I. KREFT, G. BONAFACCIA, L. MANZI & N. MERENDINO, 2014: *Development of gluten-free bread using Tartary buckwheat and chia flour rich in flavonoids and omega-3 fatty acids as ingredients*. Food Chemistry (Amsterdam) 165: 232–240. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.095>
- COUCH, J. F., J. NAGHSKI & C. F. KREWSON, 1946: *Buckwheat as a source of rutin*. Science (Washington) 103(2668): 197–198. <https://doi.org/10.1126/science.103.2668.197>
- DANILOVA, A. M., A. KOTANI, H. HAKAMATA & F. KUSU, 2007: *Determination of rutin, catechin, epicatechin, and epicatechingallate in buckwheat *Fagopyrum esculentum* Moench by micro-high-performance liquid chromatography with electrochemical detection*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 55: 1139–1143. <https://doi.org/10.1021/jf062815i>
- DIETRYCH-SZOSTAK, D. & W. OLESZEK, 1999: *Effect of processing on the flavonoid content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) grain*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 47(10): 4384–4387. <https://doi.org/10.1021/jf990121m>
- DIETRYCH-SZOSTAK, D., 2004: *Flavonoids in hulls of different varieties of buckwheat and their antioxidant activity*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceeding of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 621–625.
- FABJAN, N., J. RODE, I. J. KOŠIR, Z. WANG, Z. ZHANG & I. KREFT, 2003: *Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) as a source of dietary rutin and quercitrin*. Journal of Agriculture and Food Chemistry (München) 51(22): 6452–6455. <https://doi.org/10.1021/jf034543e>
- FABJAN, N., 2007: *Zel in zrnje tatarske ajde kot vir flavonoidov*. Biotehniška fakulteta. Oddelek za agronomijo. Univerza v Ljubljani. Ljubljana. (Doktorska disertacija, 104 str.).
- GABERŠČIK, A., M. VONČINA, T. TROŠT, M. GERM & L. O. BJÖRN, 2002: *Growth and production of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) treated with reduced, ambient and enhanced UV-B radiation*. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology (Amsterdam) 66(1): 30–36. [https://doi.org/10.1016/S1011-1344\(01\)00272-X](https://doi.org/10.1016/S1011-1344(01)00272-X)
- GADŽO, D., M. DJIKIĆ, T. GAVRIĆ & I. KREFT, 2009: *Comparison of phenolic composition of buckwheat sprouts and young plants*. In: Park C. H. & I. Kreft (Eds.): *Development and Utilization of Buckwheat Sprouts as medicinal natural products*. ISBS–Symposium of Buckwheat Sprouts. (Bongpyoung, IBRA), pp. 60–65.
- GAO, J., I. KREFT, G. CHAO, Y. WANG, W. LIU, L. WANG, P. WANG, X. GAO & B. FENG, 2016: *Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) starch, a side product in functional food production, as a potential source of retrograded starch*. Food Chemistry (Amsterdam) 190: 552–558. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.122>

- GERM, M., A. VOLLMANNOVA, M. TIMORACKA, S. MELICHACOVA, V. STIBILJ, M. VOGRINČIČ & I. KREFT, 2009: *Antioxidative substances of Tartary buckwheat sprouts and impact of Se and Zn on the sprout development*. In: Park C. H. & I. Kreft (Eds.): *Development and Utilization of Buckwheat Sprouts as medicinal natural products*. ISBS – International Symposium of Buckwheat Sprouts. (Bongpyoung, IBRA), pp. 46–53.
- GERM, M., B. BREZNIK, N. DOLINAR, I. KREFT & A. GABERŠČIK, 2013: *The combined effect of water limitation and UV-B radiation on common and Tartary buckwheat*. *Cereal Research Communications* (Budapest) 41(1): 97–105. <https://doi.org/10.1556/CRC.2012.0031>
- GHIMERAY, A. K., P. SHARMA & X. BRIATIA, 2009: *Phenolic content and free radical scavenging activity of seed, seedling and sprout of buckwheat*. In: Park C. H. & I. Kreft (Eds.): *Development and Utilization of Buckwheat Sprouts as medicinal natural products*. ISBS – International Symposium of Buckwheat Sprouts. (Bongpyoung, IBRA), pp. 41–45.
- GOLOB, A., V. STIBILJ, I. KREFT & M. GERM, 2015: *The feasibility of using Tartary buckwheat as a Se-containing food material*. *Journal of Chemistry (Hindawi)* Article ID 246042: 1–4. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/246042>
- GREGORI, M. & I. KREFT, 2012: *Breakable starch granules in a low-amylose buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) mutant*. *International journal of food, agriculture & environment – JFAE* (Helsinki) 10(2): 258–262.
- GRIFFITH, J. Q., J. F. COUCH & A. LINDAUER, 1944: *Effect of rutin on increased capillary fragility in man*. *Proceedings of Society for Experimental Biology and Medicine* (Hoboken) 55: 228–229.
- HAGELS, H., 1999a: *Fagopyrum esculentum Moench. Chemical review*. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani* (Ljubljana) 73: 29–38.
- HAGELS, H., 1999b: *Fagopyrum esculentum Moench. Medical review*. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani* (Ljubljana) 73: 315–329.
- HÄKKINEN, S. H., S. O. KÄRENLAMPI, I. M. HEINONEN, H. M. MYKKÄNEN & A. R. TÖRRÖNEN, 1999: *Content of the flavonols quercetin, myricetin and kaempferol in 25 edible berries*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (München) 47(6): 2274–2279. <https://doi.org/10.1021/jf9811065>
- HAN, M., Y. I. CHANG, S. J. LEE, J. M. PARK & B. K. KWON, 2005: *Stability of rutin by pH and enzymes during fermentation of buckwheat gochujang*. IFT Annual Meeting. (New Orleans).
- HEIM, K. E., A. R. TAGLIAFERRO & D. J. BOBILYA, 2002: *Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships*. *The Journal of Nutrition and Biochemistry* (Hoboken) 13(10): 572–584. [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(02\)00208-5](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(02)00208-5)
- HOLASOVÁ, M., V. FIDLEROVÁ, H. SMRCINOVÁ, M. ORSAK, J. LACHMAN & S. VAVREINOVÁ, 2002: *Buckwheat - the source of antioxidant activity in functional foods*. *Food Research International* (Hoboken) 35(2-3): 207–211. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00185-5](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00185-5)
- HUNG, P. V. & N. MORITA, 2008: *Distribution of phenolic compounds in the graded flours milled from whole buckwheat grains and their antioxidant capacities*. *Food Chemistry* (Amsterdam) 109(2): 325–331. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.12.060>
- IKEDA, K., 2002: *Buckwheat composition, chemistry, and processing*. *Advances in Food and Nutrition Research* (Amsterdam) 44: 395–434. [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(02\)44008-9](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(02)44008-9)
- IKEDA, K. & S. IKEDA, 2003: *Buckwheat in Japan*. In: Kreft I., K. J. Chang, Y. S. Choi & C. H. Park (Eds.): *Ethnobotany of Buckwheat*. Jinsol Publishing Co. (Seoul), pp. 54–69.
- IKEDA, K., S. IKEDA, I. KREFT & R. LIN, 2012: *Utilization of Tartary buckwheat*. *Fagopyrum* (Ljubljana) 29: 27–30.
- JIANG, P., F. BURCZYNSKI, C. CAMPBELL, G. PIERCE, J. A. AUSTRIA & C. J. BRIGGS, 2007: *Rutin and flavonoid contents in three buckwheat species Fagopyrum esculentum, F. tataricum and F. homotropicum and their protective effects against lipid peroxidation*. *Food Research International* (Hoboken) 40(3): 356–364. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.10.009>
- KALINOVÁ, J. & E. DADÁKOVÁ, 2004: *Varietal differences of rutin in common buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) determined by micellar electrokinetic capillary chromatography*. In: *Advances in Buckwheat research*. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 719–722.
- KAWA, J.M., C.G. TAYLOR & R. PRZYBYLSKI, 2003: *Buckwheat concentrate reduces serum glucose in streptozotocin-diabetic rats*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (München) 51(25): 7287–7291. <https://doi.org/10.1021/jf0302153>
- Kemijska struktura kvercetina (3,3',4',5,7-pentahidroksi-flavon). <http://www.39kf.com/uploadfiles/image/15864/TXT-2008122814106920.gif> (17.1.2010)

- KIM, Y. S. & J. G. KIM, 2001: *Studies on the rutin content and fatty acid composition in buckwheat sprouts*. In: *Advances in Buckwheat Research II*. The proceeding of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chunchon, IBRA), pp. 561–563.
- KIM, S. J., I. S. M. ZAIDUL, T. SUZUKI, Y. MUKASA, N. HASHIMOTO, S. TAKIGAWA, T. NODA, C. MATSUURA-ENDO & H. YAMAUCHI, 2008: *Comparison of phenolic compositions between common and Tartary buckwheat (Fagopyrum) sprouts*. Food Chemistry (Amsterdam) 110: 814–820. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.050>
- KITABAYASHI, H., A. UJIHARA, T. HIROSE & M. MINAMI, 1995: *On the genotypic differences for rutin content in tartary buckwheat Fagopyrum tataricum Gaertn.* Breeding Science (Tokyo) 45: 189–194. <https://doi.org/10.1270/jsbbs1951.45.189>
- KRAHL, M., W. BACK, M. ZAZNKOW & S. KREISZ, 2008: *Determination of optimised malting conditions for the enrichment of rutin, vitexin and orientin in common buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench)*. Journal of the Institute of Brewing (Hoboken) 114: 294–299. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2008.tb00772.x>
- KREFT, I. & Z. LUTHAR, 1993: *Sekundarni metaboliti ječmena, ajde in šentjanževke kot možne protivirusne učinkovine*. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani – Agronomija (Ljubljana) 61: 29–32.
- KREFT, I., 1994: *Traditional buckwheat food in Europe*. Bulletin of the Research Institute for Food Science (Kyoto) 57: 1–8.
- KREFT, I., G. BONAFACCIA & A. ŽIGO, 1994: *Secondary metabolites of buckwheat and their importance in human nutrition*. Prehranbeno-tehnološka i biotehnološka revija (Zagreb) 32(4): 195–197.
- KREFT, I., 1995: Ajda. Ljubljana.
- KREFT, S., M. KNAPP & I. KREFT, 1999: *Extraction of rutin from buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) seeds and determination by capillary electrophoresis*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 47(11): 4649–4652. <https://doi.org/10.1021/jf990186p>
- KREFT, S. & M. KREFT, 2000: *Localization and morphology of the buckwheat embryo*. Fagopyrum (Ljubljana) 17: 15–19.
- KREFT, I., 2001: *Buckwheat research, past, present and future perspectives – 20 years of internationality coordinated research*. In: *Advances in Buckwheat Research I*. The proceeding of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chunchon, IBRA), pp. 361–366.
- KREFT, S., B. ŠTRUKELJ, A. GABERŠČIK & I. KREFT, 2002: *Rutin in buckwheat herbs grown at different UV-B radiation levels: comparison of two UV spectrophotometric and an HPLC method*. Journal of Experimental Botany (Oxford) 53(375): 1801–1804. <https://doi.org/10.1093/jxb/erf032>
- KREFT, I., 2003: *Buckwheat in Slovenia*. In: Kreft I., J. K. Chang, Y. S. Choi & C. H. Park (Eds.): *Ethnobotany of Buckwheat*. Jinsol Publishing Co. (Seoul), pp. 91–115.
- KREFT, I., N. FABJAN & K. YASUMOTO, 2006. *Rutin content in buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) food materials and products*. Food Chemistry (Amsterdam) 98(3): 508–512. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.081>
- KREFT, I., 2013: *Buckwheat research from genetics to nutrition*. Fagopyrum (Ljubljana) 30: 3–7.
- KREFT, I., Š. MECHORA, M. GERM & V. STIBILJ, 2013: *Impact of selenium on mitochondrial activity in young Tartary buckwheat plants*. Plant physiology and biochemistry (Amsterdam) 63: 196–199. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.11.027>
- KREFT, S., D. JANEŠ & I. KREFT, 2013: *The content of fagopyrin and polyphenols in common and Tartary buckwheat sprouts*. Acta Pharmaceutica (Zagreb) 63(4): 553–560. <https://doi.org/10.2478/acph-2013-0031>
- KREFT, I., B. VOMBERGAR, P. PONGRAC, C. H. PARK, K. IKEDA, S. IKEDA, A. VOLLMANNOVÁ, K. DZIEDZIC, G. WIESLANDER, D. NORBÄCK, V. ŠKRABANJA, I. PRAVST, A. GOLOB, L. LUKŠIČ, G. BONAFACCIA, N. K. CHRUNGOO, M. ZHOU, K. VOGEL-MIKUŠ, M. REGVAR, A. GABERŠČIK & M. GERM, 2016a: *Coordinated buckwheat research: genetics, environment, structure and function*. In: The 13th international symposium on buckwheat. (Korea), pp. 29–37.
- KREFT, I., G. WIESLANDER & B. VOMBERGAR, 2016b: *Bioactive flavonoids in buckwheat grain and green parts*. In: Zhou M. & I. Kreft (Eds.): *Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat*. Academic Press is an imprint of Elsevier (London), pp. 161–167.
- KREFT, M., 2016: *Buckwheat phenolic metabolites in health and disease*. Nutrition Research Reviews (Cambridge) 29(1): 30–39. <https://doi.org/10.1017/S0954422415000190>
- Kvercetin in različni metaboliti. <http://www.39kf.com/uploadfiles/image/15854/TXT-20081228133649559.gif> (17.1.2010)
- LEE, M. H., J. S. LEE & T. H. LEE, 2004: *Germination of buckwheat grain: Effects on minerals, rutin, tannins and colour*. In: *Advances in Buckwheat research*. Proceedings the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 50–54.

- LEE, S. J., S. J. KIM, M. S. HAN & K. S. CHANG, 2005: *Changes of rutin in quercetin in commercial Gochujang prepared with buckwheat flour during fermentation*. Journal of Korean Society of Food Science and Nutrition (Busan) 34(4): 509–512. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2005.34.4.509>
- LI, D., X. LI, X. DING & K. H. PARK, 2008: *A process for preventing enzymatic degradation of rutin in tartary buckwheat (Fagopyrum tataricum Gaertn.) flour*. The Food Science and Biotechnology (Seoul) 17: 118–122.
- LIN, R., 2004: *The development and utilization of Tartary buckwheat resources*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 252–258.
- LIU, B. & Y. ZHU, 2007: *Extraction of flavonoids from flavonoid-rich parts in tartary buckwheat and identification of the main flavonoids*. Journal of Food Engineering (Amsterdam) 78(2): 584–587. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.11.001>
- LIU, C. L., Y. S. CHEN, J. H. YANG & B. H. CHIANG, 2008: *Antioxidant activity of tartary (Fagopyrum tataricum (L.) Gaertn.) and common (Fagopyrum esculentum Moench) buckwheat sprouts*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 56(1): 173–178. <https://doi.org/10.1021/jf072347s>
- LUKŠIČ, L., J. ÁRVAY, A. VOLLMANNOVÁ, T. TÓTH, V. SKRABANJA, J. TRČEK, M. GERM & I. KREFT, 2016a: *Hydrothermal treatment of Tartary buckwheat grain hinders the transformation of rutin to quercetin*. Journal of Cereal Science (Amsterdam) 72: 131–134. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.10.009>
- LUKŠIČ, L., G. BONAFACCIA, M. TIMORACKÁ, A. VOLLMANNOVÁ, J. TRČEK, T. KOŽELJ NYAMBE, V. MELINI, R. ACQUISTUCCI, M. GERM & I. KREFT, 2016b: *Rutin and quercetin transformation during preparation of buckwheat sourdough bread*. Journal of cereal science (Amsterdam) 69: 71–76. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.02.011>
- LUTHAR, Z., 1992a: *Polyphenol classification and tannin content of buckwheat seeds (Fagopyrum esculentum Moench)*. Fagopyrum (Ljubljana) 12: 36–42.
- MERENDINO, N., R. MOLINARI, L. COSTANTINI, A. MAZZACUTO, A. PUCCI, F. BONAFACCIA, M. ESTI, B. CECCANTONI, C. PAPESCHI & G. BONAFACCIA, 2014: *A new “functional” pasta containing Tartary buckwheat sprouts as an ingredient improves the oxidative status and normalizes some blood pressure parameters in spontaneously hypertensive rats*. Food & Function (Cambridge) 5(5): 1017–1026. <https://doi.org/10.1039/C3FO60683J>
- MICHALOVÁ, A., D. GABROVSKA, V. FIEDLEROVÁ, M. HOLASOVÁ, E. MASKOVA & H. SMRCINOVA, 2001: *Nutritional changes during the germination of diploid and tetraploid buckwheat*. In: *Advances in Buckwheat Research II*. The proceeding of the 8th International on Buckwheat. (Chunchon, IBRA), pp. 564–570.
- MORISHITA, T., H. Y. YAMAGUCHI & K. DEGI, 2007: *The contribution of polyphenols to antioxidative activity in common buckwheat and tartary buckwheat grain (Post harvest Physiology)*. Plant Production Science (Oxford) 10(1): 99–104. <http://dx.doi.org/10.1626/pp.10.99>
- MOURIA, M., A. S. GUKOVSKAYA, Y. JUNG, P. BUECHLER, O. J. HINES, H. A. REBER & S. J. PANDOL, 2002: *Food – derived polyphenols inhibit pancreatic cancer growth through cytochrome C release and apoptosis*. International Journal of Cancer (Hoboken) 98(5): 761–769. <https://doi.org/10.1002/ijc.10202>
- MUKASA, Y., T. SUZUKI & Y. HONDA, 2009: *Suitability of rice-tartary buckwheat for crossbreeding and for utilization of rutin*. Japan Agricultural Research Quarterly (Ibaraki) 43(3): 199–206. <http://doi.org/10.6090/jarq.43.199>
- NAKAMURA, Y., S. ISHIMITSU & Y. TONOGAI, 2000: *Effects of quercetin and rutin on serum and hepatic lipid concentrations, fecal steroid excretion and serum antioxidants properties*. Journal of Health Science (Tokyo) 46(4): 229–240. <http://doi.org/10.1248/jhs.46.229>
- NEMCOVA, L., J. ZIMA, J. BAREK & D. JANOVSKA, 2011: *Determination of resveratrol in grains, hulls and leaves of common and Tartary buckwheat by HPLC with electrochemical detection at carbon paste electrode*. Food Chemistry (Amsterdam) 126(1): 374–378. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.108>
- OHSAWA, R. & T. TSUTSUMI, 1995: *Inter-varietal variations of rutin content in common buckwheat flour (Fagopyrum esculentum Moench)*. Euphytica (Dordrecht) 86(3): 183–189.
- Oksidacija rutina. <http://www.scielo.br/img/revistas/jbchs/v19n8/a21sc01.jpg> (6.9.2009)
- ÖLSCHLÄGER, C., D. TREUTTER & F. J. ZELLER, 2004: *Breeding buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) for flavonoids*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 674–678.
- OOMAH, B. D. & G. MAZZA, 1996: *Flavonoids and antioxidant activities in buckwheat*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 44(7): 1746–1750. <https://doi.org/10.1021/jf9508357>
- OŽBOLT, L., S. KREFT, I. KREFT, M. GERM & V. STIBILJ, 2008: *Distribution of selenium and phenolics in buckwheat plants grown from seeds soaked in Se solution and under different levels of UV-B radiation*. Food Chemistry (Amsterdam) 110(39): 691–696. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.073>

- PARK, C. H., Y. B. KIM, Y. S. CHOI, K. HEO, S. L. KIM, K. C. LEE, K. J. CHANG & H. B. LEE, 2000: *Rutin content in food products processed from groats, leaves and flowers of buckwheat*. *Fagopyrum* (Ljubljana) 17: 63–66.
- PARK, B. J. & C. H. PARK, 2004: *Cytotoxic activities of tartary buckwheat against human cancer cells*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceedings of the 9th International on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 665–668.
- PARK, B. J., J. I. PARK, K. J. CHANG & C. H. PARK, 2004: *Comparison in rutin content in seed and plant of tartary buckwheat (Fagopyrum tataricum)*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 626–629.
- PAULÍČKOVÁ, I., K. VYŽRALOVÁ, M. HOLASOVÁ, V. FIEDLEROVÁ & S. VAVREINOVÁ, 2004: *Buckwheat as functional food*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 587–592.
- PAULÍČKOVÁ, I., A. LANDFELD, V. FIEDLEROVÁ & S. VAVREINOVÁ, 2005: *Bakery products with higher rutin content*. Poster. In: *3rd International Congress Flour – Bread 2005*. Fakultet za prehrabeno tehnologiju Osijek. (Opatija), pp. 43.
- PONGRAC, P., K. VOGEL-MIKUŠ, L. JEROMEL, P. VAVPETIČ, P. PELICON, B. KAULICH, A. GIANONCELLI, D. EICHERT, M. REGVAR & I. KREFT, 2013a: *Spatially resolved distributions of the mineral elements in the grain of Tartary buckwheat (Fagopyrum tataricum)*. *Food Research International* 54(1): 125–131. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.06.020>
- PONGRAC, P., N. SCHEERS, A.-S. SANDBERG, M. POTISEK, I. ARČON, I. KREFT, P. KUMP & K. VOGEL-MIKUŠ, 2016a: *The effects of hydrothermal processing and germination on Fe speciation and Fe bioaccessibility to human intestinal Caco-2 cells in Tartary buckwheat*. *Food Chemistry* (Amsterdam) 199: 782–790. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.071>
- PONGRAC, P., M. POTISEK, A. FRAŠ, M. LIKAR, B. BUDIČ, K. MYSZKA, D. BOROS, M. NEČEMER, M. KELEMEN, P. VAVPETIČ, P. PELICON, K. VOGEL-MIKUŠ, M. REGVAR & I. KREFT, 2016c: *Composition of mineral elements and bioactive compounds in Tartary buckwheat and wheat sprouts as affected by natural mineral-rich water*. *Journal of Cereal Science* (Amsterdam) 69: 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.02.002>
- PONGRAC, P., N. SCHEERS, A. S. SANDBERG, M. POTISEK, I. ARČON, I. KREFT, P. KUMP & K. VOGEL-MIKUŠ, 2016e: *The effects of hydrothermal processing and germination on Fe speciation and Fe bioaccessibility to human intestinal Caco-2 cells in Tartary buckwheat*. *Food Chemistry* (Amsterdam) 199: 782–790. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.071>
- PONGRAC, P., M. POTISEK, A. FRAŠ, M. LIKAR, B. BUDIČ, K. MYSZKA, D. BOROS, M. NEČEMER, M. KELEMEN, P. VAVPETIČ, P. PELICON, K. VOGEL-MIKUŠ, M. REGVAR & I. KREFT, 2016f: *Composition of mineral elements and bioactive compounds in Tartary buckwheat and wheat sprouts as affected by natural mineral-rich water*. *Journal of Cereal Science* (Amsterdam) 69: 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.02.002>
- QIAN, J. Y., D. MAYER & M. KUHN, 1999: *Flavonoids in fine buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) flour and their free radical scavenging activities*. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* (München) 95: 343–349.
- QUETTIER-DELEU, C., B. GRESSIER, J. VASSEUR, T. DINE, C. BRUNET, M. LUYCKX, M. CAZIN, J. C. CAZIN, F. BAILLEUL & F. TROTIN, 2000: *Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) hulls and flour*. *Journal of Ethnopharmacology* (Amsterdam) 72(1-2): 35–42. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00196-3](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00196-3)
- RAHMAN, A., SHAHABUDDIN, S. M. HADI, J. H. PARISH & K. AINLEY, 1989: *Strand scission in DNA induced by quercetin and Cu(II): role of Cu(I) and oxygen free radicals*. *Carcinogenesis* (Oxford) 10(10): 1833–1839. <https://doi.org/10.1093/carcin/10.10.1833>
- REGVAR, M., U. BUKOVNIK, M. LIKAR & I. KREFT, 2012: *UV-B radiation affects flavonoids and fungal colonisation in Fagopyrum esculentum and F. tataricum*. *Central European Journal of Biology* (Warsaw) 7(2): 275–283. <https://doi.org/10.2478/s11535-012-0017-4>
- ROZEMA, J., L. O. BJÖRN, J. F. BORNMAN et al., 2002: *The role of UV-B radiation in aquatic and terrestrial ecosystems – an experimental and functional analysis of the evolution of UV-B compound*. *Journal of Photochemistry and Photobiology, B. Biology* (Amsterdam) 66(1): 2–12. [https://doi.org/10.1016/S1011-1344\(01\)00269-X](https://doi.org/10.1016/S1011-1344(01)00269-X)
- RUSO, A., R. ACQUAVIVA, A. CAMPISI, A. SORRENTI, C. DI GIACOMO, G. VIRGATA, L. BARCELLONA & A. VANELLA, 2000: *Bioflavonoids as antiradicals, antioxidants and DNA cleavage protectors*. *Cell Biology and Toxicology* (Dordrecht) 16: 91–98. <https://doi.org/10.1023/A:1007685909018>
- ŠENSOY, İ., R. T. ROSEN, C. T. HO & M. V. KARWE, 2006: *Effect of processing on buckwheat phenolics and antioxidant activity*. *Food Chemistry* (Amsterdam) 99(2): 388–393. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.08.007>

- SHAHIDI, F. & M. NACZK, 2003: *Phenolics in foods and nutraceuticals*. London, New York, Washington, CRC Press: 576 str
- SOON-MI, K., J. I. PARK, B. J. PARK, K. J. CHANG & C. H. PARK, 2006: *Flavonoid content and antioxidant activity of tartary buckwheat*. Proceedings of International forum on tartary industrial economy (Peking): 149–153.
- STEADMAN, K. J., K. J. BURGOON, M. S. SCHUSTER, B. A. LEWIS, S. E. EDWARDSON & R. L. OBENDORF, 2000: *Fagopyritols, D-chiro-Inositol, and other soluble carbohydrates in buckwheat Seed Milling Fractions*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 48(7): 2843–2847. <https://doi.org/10.1021/jf990709t>
- STEADMAN, K. J., M. S. BURGOON, B. A. LEWIS, S. E. EDWARDSON & R. L. OBENDORF, 2001b: *Minerals, phytic acid, tannin and rutin in buckwheat seed milling fractions*. Journal of the Science of Food and Agriculture (Hoboken) 81(11): 1094–1100. <https://doi.org/10.1002/jsfa.914>
- STOJILKOVSKI, K., N. KOČEVAR GLAVAČ, S. KREFT & I. KREFT, 2013: *Fagopyrin and flavonoid contents in common, Tartary, and cymosum buckwheat*. Journal of Food Composition and Analysis (Amsterdam) 32(2): 126–130. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.07.005>
- SUZUKI, T., Y. HONDA, W. FUNATSUKI & K. NAKATSUKA, 2002: *Purification and characterization of flavonol 3-glucosidase, and its activity during ripening in tartary buckwheat seeds*. Plant Science (Amsterdam) 163(3): 417–423. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00158-9](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00158-9)
- SUZUKI, T., Y. HONDA & Y. MUKASA, 2004: *Effect of lipase, lipoxygenase and peroxidase on quality deteriorations in buckwheat flour*. In: *Advances in buckwheat research*. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga, IBRA), pp. 692–698.
- SUZUKI, T., Y. HONDA & Y. MUKASA, 2005a: *Effect of UV-B radiation, cold and desiccation stress on rutin concentration and rutin glucosidase activity in tartary buckwheat (Fagopyrum tataricum) leaves*. Plant Science (Amsterdam) 168(5): 1303–1307. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2005.01.007>
- SUZUKI, T., S. J. KIM, H. YAMAUCHI, S. TAKIGAWA, Y. HONDA & Y. MUKASA, 2005b: *Characterization of flavonoid 3-O-glucosyltransferase and its activity during cotyledon growth in buckwheat (Fagopyrum esculentum)*. Plant Science (Amsterdam) 169(5): 943–948. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2005.06.014>
- SUZUKI, T., S. J. KIM, S. TAKIGAWA, Y. MUKASA, N. HASHIMOTU, K. SAITO, T. NODA, C. MATSUURA-ENDO, S. M. ZAIDUL & H. YAMAUCHI, 2007: *Changes in rutin concentration and flavonol-3-glucosidase activity during seedling growth in tartary buckwheat (Fagopyrum tataricum Gaertn.)*. Canadian Journal of Plant Science (Ottawa) 87(1): 83–87. <https://doi.org/10.4141/P05-151>
- ŠKRABANJA, V. & I. KREFT, 1994: *Resistant starch in human nutrition*. In: *Proceedings of PBA*, Biotehniška fakulteta, Ljubljana (Rogla), pp. 267–272.
- ŠKRABANJA, V. & I. KREFT, 1998: *Resistant starch formation following autoclaving of buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) groats. An in vitro study*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 46(5): 2020–2023. <https://doi.org/10.1021/jf970756q>
- ŠKRABANJA, V., H. N. LAERKE & I. KREFT, 1998: *Effects of hydrothermal processing of buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) groats on starch enzymatic availability in vitro and in vivo in rats*. Journal of Cereal Science (Amsterdam) 28: 209–214.
- ŠKRABANJA, V., H. N. LAERKE & I. KREFT, 2000: *Protein-polyphenol interactions and in vivo digestibility of buckwheat groat proteins*. Pflügers Archiv - European Journal of Applied Physiology (Berlin) 440 (Suppl. 1): R129–R131. <https://doi.org/10.1007/s004240000033>
- ŠKRABANJA, V., H. G. M. LILJEBERG ELMSTÅHL, I. KREFT & I. M. E. BJÖRCK, 2001: *Nutritional properties of starch in buckwheat products: Studies in Vitro and in Vivo*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (München) 49(1): 490–496. <https://doi.org/10.1021/jf000779w>
- ŠKRABANJA, V., I. KREFT, T. GOLOB, M. MODIC, S. IKEDA, K. IKEDA, S. KREFT, G. BONAFACCIA, M. KNAPP & K. KOSMELJ, 2004: *Nutrient content in buckwheat milling fractions*. Cereal Chemistry (St. Paul) 81(2): 172–176. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.2004.81.2.172>
- ŠKRABANJA, V., B. KOVAČ & I. KREFT, 2015: *Prebavljivost ajdovega škroba = Digestibility of buckwheat starch*. V: Raspor P. & S. Smole Možina (ur.): *Ajda od njive do zdravja, (Hrana in prehrana za zdravje, 2)*. Fakulteta za vede o zdravju, Inštitut za živila, prehrano in zdravje (Izola), str. 107–118.
- ŠKRABANJA, V. & I. KREFT, 2016: *Nutritional value of buckwheat proteins and starch*. In: Zhou M. & I. Kreft (Eds.): *Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat*. Academic Press is an imprint of Elsevier. (London), pp. 169–176.

- TAIZ, L. & E. ZEIGER, 2006: *Plant physiology. Fourth Edition*. Sunderland Massachusetts: Sinauer Associates, Inc.: 623 str.
- TOREL, J., J. CILLARD & P. CILLARD, 1986: *Antioxidant activity of flavonoids and reactivity with peroxy radical*. *Phytochemistry (Amsterdam)* 25(2): 383–385. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)85485-0](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)85485-0)
- VOGRINČIČ, M., P. CUDERMAN, I. KREFT & V. STIBILJ, 2009: *Selenium and its species distribution in above-ground plant parts of selenium enriched buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench)*. *Analytical Sciences (Bethesda)* 25(11): 1357–1362.
- VOGRINČIČ, M., M. TIMORACKA, S. MELICHACOVA, A. VOLLMANNOVA & I. KREFT, 2010: *Degradation of rutin and polyphenols during the preparation of Tartary buckwheat bread*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry (München)* 58(8): 4883–4887. <http://dx.doi.org/10.1021/jf9045733>
- VOGRINČIČ, M., I. KREFT, M. FILIPIČ & B. ŽEGURA, 2013: *Antigenotoxic effect of Tartary (*Fagopyrum tataricum*) and common (*Fagopyrum esculentum*) buckwheat flour*. *Journal of Medicinal Food (New York)* 16(10): 944–952. <https://doi.org/10.1089/jmf.2012.0266>
- VOMBERGAR, B., 2010: *Rutin v frakcijah zrn navadne ajde (*Fagopyrum esculentum* Moench) in tatarske ajde (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.)*. Biotehniška fakulteta. Oddelek za agronomijo. Univerza v Ljubljani. Ljubljana. (Doktorska disertacija, 147 str.).
- VOMBERGAR, B., I. KREFT, M. HORVAT & S. VORIH, 2018: *Ajda = Buckwheat*. Dopolnjena izdaja. Založba Kmečki glas, Ljubljana.
- VOMBERGAR, B. & Z. LUTHAR, 2018: *Raziskave vsebnosti flavonoidov, taninov in skupnih beljakovin v frakcijah zrn navadne ajde (*Fagopyrum esculentum* Moench) in tatarske ajde (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.)*. *Folia biologica et geologica* 59/2: 101–158.
- VOMBERGAR, B., V. ŠKRABANJA, & M. GERM, 2020: *Flavonoid concentration in milling fractions of Tartary and common buckwheat*. *Fagopyrum* 37(1): 11–21.
- Walton M.F., Haskins F. A., Gorz H. J. 1983. False positive results in the Vanillin-HCl Assay of Tannins in Sorghum Forage. *Crop Science*, 23: 197–200
- WANG, Z., L. CHEN, B. YANG & Z. ZHANG, 2001: *The growing of tartary buckwheat and function of nutrient and medicine*. In: *Advances in Buckwheat research II*. The Proceeding of the 8th International Symposium on Buckwheat (Chunchon, IBRA), pp. 520–522.
- WATANABE, M., H. OHSHITA & T. TSUSHIDA, 1997: *Antioxidant compounds from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry (München)* 45(4): 1039–1044. <https://doi.org/10.1021/jf9605557>
- WATANABE, M., 1998: *Catechins as antioxidants from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) groats*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry (München)* 46(4): 839–845. <https://doi.org/10.1021/jf9707546>
- WIESLANDER G., N FABJAN, M. VOGRIČIČ, I. KREFT, C. JANSON, U. SPETZ-NYSTRÖM, B. VOMBERGAR, C. TAGES-SON, P. LEANDERSON, & D. NORBÄCK, 2011: *Eating buckwheat cookies is associated with the reduction in serum levels of myeloperoxidase and cholesterol: a double blind crossover study in day-care centre staffs*. *Tohoku Journal of Experimental Medicine (Sendai, Japan)* 225(2): 123–130.
- WIESLANDER, G., N. FABJAN, M. VOGRIČIČ, I. KREFT, B. VOMBERGAR & D. NORBÄCK, 2012: *Effects of common and Tartary buckwheat consumption on mucosal symptoms, headache and tiredness: A double-blind crossover intervention study*. *International Journal of Food, Agriculture & Environment – JFAE (Helsinki)* 10(2): 107–110.
- YAN, C., F. BAILI, H. YINGANG, G. JINFENG & G. XIAOLI, 2004: *Analysis on the variation of rutin content in different buckwheat genotypes*. In: *Advances in Buckwheat Research*. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. (Praga), pp. 688–691.
- YANG, J., 2014: *Application perspective of tartary buckwheat as sports supplements*. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research (Berlin)* 6(3): 1239–1241.
- YASUDA, T. Masaki K., Kashiwagi T. 1992. *An enzyme degrading rutin in tartary buckwheat seeds*. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, 39: 994–1000
- YASUDA, T. & H. NAKAGAWA, 1994: *Purification and characterization of rutin-degrading enzymes in tartary buckwheat seeds*. *Phytochemistry (Amsterdam)* 37(1): 133–136. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(94\)85012-7](https://doi.org/10.1016/0031-9422(94)85012-7)
- YASUDA, T., 2001: *Development of tartary buckwheat noodles through research on rutin- degrading enzymes and its effect on blood fluidity*. In: *Advances in Buckwheat Research II*. The proceeding of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chunchon, IBRA), pp. 499–502.

- YASUDA, T., 2007: *Synthesis of new rutinoides by rutin-degrading enzymes from tartary buckwheat seeds and its inhibitory effects on tyrosinase activity*. In: Proceedings of the 10th International Symposium on Buckwheat. (Yangling, IBRA), pp. 558–562.
- YU, Z. & X. LI, 2007: *Determination of rutin content on chinese buckwheat cultivars*. In: Proceedings of the 10th International Symposium on Buckwheat. (Yangling, IBRA), pp. 465–468.
- ZHAO, G., Y. TANG, R. MA & Z. HU, 2001: *Nutritional and medicinal values of tartary buckwheat and its development and application*. In: *Advances in Buckwheat Research II*. The proceeding of the 8th International Symposium on Buckwheat. (Chuncheon, IBRA), pp. 503–506.
- ZHOU, X., T. HAO, Y. ZHOU, W. TANG, Y. XIAO, X. MENG & X. FANG, 2015: *Relationships between antioxidant compounds and antioxidant activities of Tartary buckwheat during germination*. *Journal of Food Science and Technology* (Chennai) 52(4): 2458–2463. <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-014-1290-1>

NAVODILA AVTORJEM

Folia biologica et geologica so znanstvena revija IV. razreda SAZU za naravoslovne vede. Objavljajo naravoslovne znanstvene razprave in pregledne članke, ki se nanašajo predvsem na raziskave v našem etničnem območju Slovenije, pa tudi raziskave na območju Evrope in širše, ki so pomembne, potrebne ali primerljive za naša preučevanja.

1. ZNANSTVENA RAZPRAVA

Znanstvena razprava zajema celovit opis izvirne raziskave, ki vključuje teoretični pregled tematike, podrobno predstavlja rezultate z razpravo in zaključki ali sklepi in pregled citiranih avtorjev. V izjemnih primerih so namesto literarnega pregleda dovoljeni viri, če to zahteva vsebina razprave.

Razprava naj ima klasično razčlenitev (uvod, material in metode, rezultati, diskusija z zaključki, zahvale, literatura idr.).

Dolžina razprave, vključno s tabelami, grafikoni, tablam, slikami ipd., praviloma ne sme presežati 2 avtorskih pol oziroma 30 strani tipkopisa. Zaželeno so razprave v obsegu ene avtorske pole oziroma do dvajset strani tipkopisa.

Razpravo ocenjujeta recenzenta, od katerih je eden praviloma član SAZU, drugi pa ustrezni tuji strokovnjak. Recenzente na predlog uredniškega odbora revije *Folia biologica et geologica* potrdi IV. razred SAZU.

Razprava gre v tisk, ko jo na predlog uredniškega odbora na seji sprejmeta IV. razred in predsedstvo SAZU.

2. PREGLEDNI ČLANEK

Pregledni članek objavljamo po posvetu uredniškega odbora z avtorjem. Na predlog uredniškega odbora sprejmeta IV. razred in predsedstvo SAZU. Članek naj praviloma obsega največ 3 avtorske pole (tj. do 50 tipkanih strani).

3. NOVOSTI

Revija objavlja krajše znanstveno zanimive in aktualne prispevke do 7000 znakov.

4. IZVIRNOST PRISPEVKA

Razprava oziroma članek, objavljen v reviji *Folia biologica et geologica*, ne sme biti predhodno objavljen v drugih revijah ali knjigah.

5. JEZIK

Razprava ali članek sta lahko pisana v slovenščini ali katerem od svetovnih jezikov. V slovenščini zlasti tedaj, če je tematika lokalnega značaja.

Prevod iz svetovnih jezikov in jezikovno lektoriranje oskrbi avtor prispevka, če ni v uredniškem odboru dogovorjeno drugače.

6. POVZETEK

Za razprave ali članke, pisane v slovenščini, mora biti povzetek v angleščini, za razprave ali članke v tujem jeziku ustrezen slovenski povzetek. Povzetek mora biti dovolj obširen, da je tematika jasno prikazana in razumljiva domačemu in tujemu bralcu. Dati mora informacijo o namenu, metodi, rezultatu in zaključkih. Okvirno naj povzetek zajema 10 do 20 % obsega razprave oziroma članka.

7. IZVLEČEK

Izvleček mora podati jedrnat informacijo o namenu in zaključkih razprave ali članka. Napisan mora biti v slovenskem in angleškem jeziku.

8. KLJUČNE BESEDE

Število ključnih besed naj ne presega 10 besed. Predstaviti morajo področje raziskave, podane v razpravi ali članku. Napisane morajo biti v slovenskem in angleškem jeziku.

9. NASLOV RAZPRAVE ALI ČLANKA

Naslov razprave ali članka naj bo kratek in razumljiv. Za naslovom sledi ime/imena avtorja/avtorjev (ime in priimek).

10. NASLOV AVTORJA/AVTORJEV

Pod ključnimi besedami spodaj je naslov avtorja/avtorjev, in sicer akademski naslov, ime, priimek, ustanova, mesto z oznako države in poštno številko, država, ali elektronski poštni naslov.

11. UVOD

Uvod se mora nanašati le na vsebino razprave ali članka.

12. ZAKLJUČKI ALI SKLEPI

Zaključki ali sklepi morajo vsebovati sintezo glavnih ugotovitev glede na zastavljena vprašanja in razrešujejo ali nakazujejo problem raziskave.

13. TABELE, TABLE, GRAFIKONI, SLIKE IPD.

Tabele, table, grafikoni, slike ipd. v razpravi ali članku naj bodo jasne, njihovo mesto mora biti nedvoumno označeno, njihovo število naj racionalno ustreza vsebini. Tabele, table, slike, ilustracije, grafikoni ipd. skupaj z naslovi naj bodo priloženi na posebnih listih. Če so slike v

digitalni obliki, morajo biti pripravljene u zapisu **.tiff** v barvni skali **CMYK** in resoluciji vsaj **300 DPI/inch**. Risanje slike pa v zapisu **.eps**.

Pri fitocenoloških tabelah se tam, kjer ni zastopana rastlinska vrsta, natisne pika.

14. LITERATURA IN VIRI

Uporabljeno literaturo citiramo med besedilom. Citirane avtorje pišemo v kapitelkah. Enega avtorja pišemo » (Priimek leto)« ali »(Priimek leto: strani)« ali »Priimek leto« [npr. (BUKRY 1974) ali (OBERDORFER 1979: 218) ali ... POLDINI (1991) ...]. Če citiramo več del istega avtorja, objavljenih v istem letu, posamezno delo označimo po abecednem redu »Priimek leto mala črka« [npr. ...HORVATÍĆ (1963 a)... ali (HORVATÍĆ 1963 b)]. Avtorjem z enakim priimkom dodamo pred priimkom prvo črko imena (npr. R. TUXEN ali J. TUXEN). Več avtorjev istega dela citiramo po naslednjih načelih: delo do treh avtorjev »Priimek, Priimek & Priimek leto: strani« [npr. (SHEARER, PAPIKE & SIMON 1984) ali PEARCE & CANN (1973: 290-300)...]. Če so več kot trije avtorji, citiramo »Priimek prvega avtorja et al. leto: strani« ali »Priimek prvega avtorja s sodelavci leto« [npr. NOLL et al. 1996: 590 ali ...MEUSEL s sodelavci (1965)].

Literaturo uredimo po abecednem redu. Imena avtorjev pišemo v kapitelkah:

– **Razprava ali članek:**

DAKSKOBLER, L., 1997: *Geografske variante asociacije Seslerio autumnalis-Fagetum (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963*. Razprave IV razreda SAZU (Ljubljana) 38 (8): 165–255.

KAJFEŽ, L. & A. HOČEVAR, 1984: *Klima. Tlatvorni činitelji*. V D. Stepančič: *Komentar k listu Murska Sobota*. Osnovna pedološka karta SFRJ. Pedološka karta Slovenije 1:50.000 (Ljubljana): 7–9.

LE LOEUFF, J., E. BUFFEAUT, M. MARTIN & H. TONG, 1993: *Decouverte d'Hadrosauridae (Dinosauria, Ornithischia) dans le Maastrichtien des Corbieres (Aude, France)*. C. R. Acad. Sci. Paris, t. 316, Ser. II: 1023–1029.

– **Knjiga:**

GORTANI, L. & M. GORTANI, 1905: *Flora Friuliana*. Udine.

Če sta različna kraja založbe in tiskarne, se navaja kraj založbe.

– **Elaborat ali poročilo:**

PRUS, T., 1999: *Tla severne Istre*. Biotehniška fakulteta. Univerza v Ljubljani. Center za pedologijo in varstvo okolja. Oddelek za agronomijo. Ljubljana. (Elaborat, 10 str.).

– **Atlasi, karte, načrti ipd.:**

KLIMATOLOGIJA Slovenije 1988: Prvi zvezek: *Temperatura zraka 1951–1980*. Hidrometeorološki zavod SR Slovenije. Ljubljana.

LETNO poročilo meteorološke službe za leto 1957. Hidrometeorološki zavod SR Slovenije. Ljubljana.

Za vire veljajo enaka pravila kot za literaturo.

15. LATINSKA IMENA TAKSONOV

Latinska imena rodov, vrst in infraspecifičnih taksonov se pišejo kurzivno. V fitocenoloških razpravah ali člankih se vsi sintaksoni pišejo kurzivno.

16. FORMAT IN OBLIKA RAZPRAVE ALI ČLANKA

Članek naj bo pisan v formatu RTF z medvrstičnim razmikom 1,5 na A4 (DIN) formatu. Uredniku je treba oddati izvornik in kopijo ter zapis na disketi 3,5 ali na CD-ROM-u. Tabele in slike so posebej priložene tekstu. Slike so lahko priložene kot datoteke na CD-ROM-u, za podrobnosti se vpraša uredništvo.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Folia biologica et geologica is a scientific periodical of the Classis IV: Natural history that publishes natural scientific proceedings and review articles referring mainly to researches in ethnic region of ours, and also in Europe and elsewhere being of importance, necessity and comparison to our researches.

1. SCIENTIFIC TREATISE

It is the entire description of novel research including the theoretical review of the subjects, presenting in detail the results, conclusions, and the survey of literature of the authors cited. In exceptional cases the survey of literature may be replaced by sources, if the purport requires it.

It should be composed in classic manner: introduction, material and methods, results, discussion with conclusions, acknowledgments, literature, etc.

The treatise should not be longer than 30 pages, including tables, graphs, figures and others. Much desired are treatises of 20 pages.

The treatises are reviewed by two reviewers, one of them being member of SASA as a rule, the other one a foreign expert.

The reviewers are confirmed by the Classis IV SASA upon the proposal of the editorial board of *Folia biologica et geologica*.

The treatise shall be printed when adopted upon the proposal of the editorial board by Classis IV and the Presidency SASA.

2. REVIEW ARTICLE

On consultation with the editorial board and the author, the review article shall be published. Classis IV and the Presidency SASA upon the proposal of the editorial board adopt it. It should not be longer than 50 pages.

3. NEWS

The periodical publishes short, scientifically relevant and topical articles up to 7000 characters in length.

4. NOVELTY OF THE CONTRIBUTION

The treatise or article ought not to be published previously in other periodicals or books.

5. LANGUAGE

The treatise or article may be written in one of world language and in Slovenian language especially when the subjects are of local character.

The author of the treatise or article provides the translation into Slovenian language and corresponding editing, unless otherwise agreed by the editorial board.

6. SUMMARY

When the treatise or article is written in Slovenian, the summary should be in English. When they are in foreign language, the summary should be in Slovenian. It should be so extensive that the subjects are clear and understandable to domestic and foreign reader. It should give the information about the intention, method, result, and conclusions of the treatise or article. It should not be longer than 10 to 20% of the treatise or article itself.

7. ABSTRACT

It should give concise information about the intention and conclusions of the treatise or article. It must be written in English and Slovenian.

8. KEY WORDS

The number of key words should not exceed 10 words. They must present the topic of the research in the treatise or article and written in English and Slovenian.

9. TITLE OF TREATISE OR ARTICLE

It should be short and understandable. It is followed by the name/names of the author/authors (name and surname).

10. ADDRESS OF AUTHOR/AUTHORS

The address of author/authors should be at the bottom of the page: academic title, name, surname, institution, town and state mark, post number, state, or e-mail of the author/authors.

11. INTRODUCTION

Its contents should refer to the purports of the treatise or article only.

12. CONCLUSIONS

Conclusions ought to include the synthesis of the main statements resolving or indicating the problems of the research.

13. TABLES, GRAPHS, FIGURES, ETC.

They should be clear, their place should be marked unambiguously, and the number of them must rationally respond to the purport itself. Tables, figures, illus-

trations, graphs, etc. should be added within separated sheets. In case that pictures in digital form, **TIFF** format and **CMYK** colour scale with **300 DPI/inch** resolution should be used. For drawn pictures, **EPS** format should be used.

In cases, when certain plant species are not represented, a dot should be always printed in phytocenologic tables.

14. LITERATURE AND SOURCES

The literature used is to be cited within the text. The citation of the authors is to be marked in capitals. One writes the single author as follows: "(Surname year)" or "(Surname year: pages)" or "Surname year" [(BUKRY 1974) or (OBERDORFER 1979: 218) or ... POLDINI (1991)...]. The works of the same author are to be cited in alphabetical order: "Surname year small letter" [...HORVATÍĆ (1963 a)... or (HORVATÍĆ (1963 b)]. The first letter of the author's name is to be added when the surname of several authors is the same (R. TUXEN or J. TUXEN). When there are two or three authors, the citation is to be as follows: "Surname, Surname & Surname year: pages" [(SHEARER, PAPIKE & SIMON 1984) or PEARCE & CANN (1973: 290-300)...]. When there are more than three authors, the citation is to be as follows: "Surname of the first one et al. year: pages" or "Surname of the first one with collaborators year" [NOLL et al. 1996: 590 or MEUSEL with collaborators (1965)].

The literature is to be cited in alphabetical order. The author's name is written in capitals as follows:

- **Treatise or article:**

DAKSKOBLER, L., 1997: *Geografske variante asociacije Seslerio autumnalis-Fagetum (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963*. Razprave IV. Razreda SAZU (Ljubljana) 38 (8): 165-255.

KAJFEŽ, L. & A. HOČEVAR, 1984: *Klima. Tlatvorni činitelji*. V D. Stepančič: *Komentar k listu Murska Sobota*. Osnovna pedološka karta SFRJ. Pedološka karta Slovenije 1:50.000 (Ljubljana): 7-9.

LE LOEUFF, J., E. BUFFEAUT, M. MARTIN & H. TONG, 1993: *Découverte d'Hadrosauridae (Dinosauria, Ornithischia) dans le Maastrichtien des Corbieres (Aude, France)*. C. R. Acad. Sci. Paris, t. 316, Ser. II: 1023-1029.

- **Book:**

GORTANI, L. & M. GORTANI, 1905: *Flora Friuliana*. Udine.

In case that the location of publishing and printing are different, the location of publishing is quoted.

- **Elaborate or report:**

PRUS, T., 1999: *Tla severne Istre*. Biotehniška fakulteta. Univerza v Ljubljani. Center za pedologijo in varstvo okolja. Oddelek za agronomijo. Ljubljana. (Elaborat, 10 str.).

- **Atlases, maps, plans, etc.:**

KLIMATOGRAFIJA Slovenije 1988: Prvi zvezek: *Temperatura zraka 1951-1980*. Hidrometeorološki zavod SR Slovenije. Ljubljana.

LETNO poročilo meteorološke službe za leto 1957. Hidrometeorološki zavod SR Slovenije. Ljubljana.

The same rules hold for sources.

15. LATIN NAMES OF TAXA

Latin names for order, series, and infraspecific taxa are to be written in italics. All syntaxa written in phytocenological treatises or articles are to be in italics.

16. SIZE AND FORM OF THE TREATISE OR ARTICLE

The contribution should be written in RTF format, spacing lines 1.5 on A4 (DIN) size. The original and copy ought to be sent to the editor on diskette 3.5 or on CD-Rom. Tables and figures are to be added separately. Figures may be added as files on CD-Rom. The editorial board is to your disposal giving you detailed information.

17. THE TERM OF DELIVERY

The latest term to deliver your contribution is May 31.

FOLIA BIOLOGICA ET GEOLOGICA 61/2 - 2020
Slovenska akademija znanosti in umetnosti v Ljubljani

Grafična priprava za tisk
Medija grafično oblikovanje, d.o.o.

Tisk
Abo Grafika d.o.o.

Ljubljana
2020



VSEBINA / CONTENTS

RAZPRAVE / ESSAYS

Andreja Urbanek Krajnc, Anja Ivanuš, Zlata Luthar, Matej Lipovšek

Raznolikost morfoloških lastnosti in taksonomski koncepti oblikovnega kroga širokolistne močvirnice *Epipactis helleborine* (L.) Crantz

Morphological variability and taxonomic concepts of Broad-leaved Helleborine ingroup *Epipactis helleborine* (L.) Crantz

Igor Dakskobler & Marko Pavlin

Rastišča in združbe z vrsto *Ruscus aculeatus* v jugozahodnih Julijskih Alpah (zahodna Slovenija)

Sites and communities with *Ruscus aculeatus* in the southwestern Julian Alps (western Slovenia)

Igor Dakskobler & Amadej Trnkoczy

Sites of *Lomelosia graminifolia* (*Scabiosa graminifolia*) on the northeasternmost known locality in the Alps

Rastišča vrste *Lomelosia graminifolia* (*Scabiosa graminifolia*) na najbolj severovzhodnem znanem nahajališču v Alpah

Igor Dakskobler & Zvone Sadar

Fitocenološka analiza gozdnih sestojev evropskega pravega kostanja (*Castanea sativa*) v Slovenski Istri

Phytosociological analysis of *Castanea sativa* woods in Slovenian Istria

Igor Dakskobler, Marija Skok, Gabrijel Seljak, Jože Lango & Martina Bačič

Thlaspi sylvestre Jord. (= *T. caerulescens* J. & C. Presl), dopolnjena vednost o razširjenosti in rastiščih redke vrste v flori Slovenije

Thlaspi sylvestre Jord. (= *T. caerulescens* J. & C. Presl), update on the localities and sites of a rare species in the flora of Slovenia

Tina Unuk Nahberger, Hojka Kraigher & Tine Grebenc

PCR primers comparisons for a successful *Tuber* spp. DNA region amplification in routine identifications

Primerjava PCR začetnih oligonukleotidov za uspešno pomnoževanje DNA regije *Tuber* spp. pri rutinski identifikaciji

Mitja Zupančič

Syntaxonomic problem of Illyrian (Dinaric) fir-beech forests

(*Abieti-Fagetum dinaricum* (*illyricum*) s. lat.)

Sintaksonomski problem ilirskih (dinarskih) jelovo-bukovih gozdov

(*Abieti-Fagetum dinaricum* (*illyricum*) s. lat.)

Blanka Vombergar

Rutin in quercetin v moki iz navadne in tatarske ajde

Rutin and quercetin in common buckwheat and Tartary buckwheat flour