

FOLIA BIOLOGICA ET GEOLOGICA



59/1 • 2018

FOLIA BIOLOGICA ET GEOLOGICA

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

59/1
2018

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

LJUBLJANA 2018

Uredniški odbor / *Editorial Board*

Matjaž Gogala, Špela Goričan, 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 17. oktobra 2017 in na seji predsedstva dne 14. novembra 2017.

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*.

© 2018, 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: *Gentiana pumila*. Foto: Peter Strgar

Cover photo: *Gentiana pumila*. Photo: Peter Strgar

VSEBINA CONTENTS

RAZPRAVE / ESSAYS

Igor Dakskobler & Andrej Martinčič

- 5 A new endemic plant community with *Schoenus nigricans* in the Southeastern Alps and northern Dinaric Alps
5 Nova endemična združba z vrsto *Schoenus nigricans* v Jugovzhodnih Alpah in severnem delu Dinarskega gorstva

Igor Dakskobler

- 29 Phytosociological analysis of alpine swards with dominant *Salix serpillifolia* in the Julian Alps (NW Slovenia, NE Italy)
29 Fitocenološka analiza alpskih trat s prevladujočo timijanovolistno vrbo (*Salix serpillifolia*) v Julijskih Alpah (severozahodna Slovenija, severovzhodna Italija)

Lea Lukšič & Mateja Germ

- 57 Spremembe vsebnosti rutina in kvercetina v vzorcih tatarske ajde (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.) od spravila pridelka do priprave kruha
57 Changes in the content of rutin and quercetin in samples of Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.) from harvest to the preparation of bread

Aleš Šoster, Jernej Pavšič & Vasja Mikuž

- 83 Ostanek morskega psa iz spodnjeoligocenskih plasti Poljšice
83 The shark remain from the Early Oligocene beds of Poljšica, Slovenia

A NEW ENDEMIC PLANT COMMUNITY WITH *SCHOENUS NIGRICANS* IN THE SOUTHEASTERN ALPS AND NORTHERN DINARIC ALPS

NOVA ENDEMIČNA ZDRUŽBA Z VRSTO *SCHOENUS NIGRICANS* V JUGOVZHODNIH ALPAH IN SEVERNEM DELU DINARSKEGA GORSTVA

Igor DAKSKOBLER¹ & Andrej MARTINČIČ²

<http://dx.doi.org/10.3986/fbg0037>

ABSTRACT

A new endemic plant community with *Schoenus nigricans* in the Southeastern Alps and northern Dinaric Alps

We studied the phytosociology of plant communities with *Schoenus nigricans*, a character species of the alliance *Caricion davallianae*, in western Slovenia. Most of our relevés are classified into the new association *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis*, whose stands grow on moist rocks and in the headwater section of springs and small brooks in dolomite wooded areas, especially in the Cerklno region, in the basin of the Idrijca river. Its character species and (geographical) differential species are *Schoenus nigricans*, *Molinia arundinacea*, *Astrantia carniolica*, *Palustriella commutata*, *Carex flacca*, *Valeriana saxatilis*, *Salix glabra*, *Erica carnea* and *Primula carniolica*. In addition to the typical form (subassociation *-typicum*) we described also the subassociation with predominating *Cladium mariscus* (*-cladidosum marisci*). The studied dolomite headwaters are a Natura 2000 habitat type and the sites of several vulnerable and protected species. Their role as a biotope is therefore significant and requires adequate protection.

Key words: phytosociology, synsystematics, dolomite springs, *Schoenus nigricans*, *Cladium mariscus*, *Primula carniolica*, *Caricion davallianae*, Natura 2000, Slovenia

IZVLEČEK

Nova endemična združba z vrsto *Schoenus nigricans* v Jugovzhodnih Alpah in severnem delu Dinarskega gorstva

Fitocenološko smo preučili rastlinske združbe zahodne Slovenije, v katerih uspeva vrsta *Schoenus nigricans*, značilnica zveze *Caricion davallianae*. Večino naših popisov uvrščamo v novo asociacijo *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis*, katere sestoji poraščajo vlažno skalovje in povirja studencev in majhnih potokov v dolomitnih gozdnatih območjih predvsem na Cerkljanskem, v povodju Idrijce. Njene značilnice in (geografske) razlikovalnice so vrste *Schoenus nigricans*, *Molinia arundinacea*, *Astrantia carniolica*, *Palustriella commutata*, *Carex flacca*, *Valeriana saxatilis*, *Salix glabra*, *Erica carnea* in *Primula carniolica*. Poleg tipične oblike (subasociacija *-typicum*) smo opisali tudi subasociacijo s prevladujočo vrsto *Cladium mariscus* (*-cladidosum marisci*). Preučena dolomitna povirja sodijo med varstveno pomembne habitatne tipe v evropskem merilu (Natura 2000). So rastišča z več ranljivimi in zavarovanimi vrstami, zato imajo velik biotopski pomen in potrebujejo ustrezno varovanje.

Ključne besede: fitocenologija, sinsistematika, dolomitno povirje, *Schoenus nigricans*, *Cladium mariscus*, *Primula carniolica*, *Caricion davallianae*, Natura 2000, Slovenija

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

² Zaloška 78 a, SI-1000 Ljubljana, andrej.martincic@siol.net

1 INTRODUCTION

Schoenus nigricans is a subcosmopolitan species, a character species of small-sedge rich-fen vegetation of calcareous oligotrophic flushes, soligenous mires and dune slacks in lower altitudes from the alliance *Caricion davallianae* (AESCHIMANN et al. 2004: 778, MARTINČIČ 2007: 803, ŠILC & ČARNI 2012: 128). Its distribution and sites in Slovenia have been described in detail in several articles (MARTINČIČ 1991, 1995, KOČJAN et al. 2013). While mapping the flora of the Soča Valley and studying the sites and communities of the endemic *Primula carniolica* we came across, mainly in wooded areas, fascinating, small-area dolomite headwaters that were usually dominated by *Schoenus nigricans* and *Molinia arundinacea*, very rarely also by *Cladium*

mariscus. The stands with the latter species were already described in more detail in previous article (DAKSKOBLER 2011: 5–6, 19–21) and we also published a phytosociological table with four relevés of the provisional syntaxon *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis cladietosum marisci* prov. (see also ŠILC & ČARNI 2012: 128). As we have collected more new relevés since then, mainly in the gorges and ravines of the Cerknjo region, we made a phytosociological table that allows us to compare the community with *Schoenus nigricans* from this area with previously described communities elsewhere in Slovenia (MARTINČIČ, *ibid.*, ACCETTO 2001) and provide a more thorough synsystematic classification for this community.

2 METHODS

Communities with *Schoenus nigricans* were studied applying the Braun-Blanquet method (BRAUN-BLANQUET 1964). A total of 75 relevés (of which five had already been published: one in DAKSKOBLER 2005, relevé 8 in Table 1, and four in DAKSKOBLER 2011: 19–21) were entered into the FloVegSi database (Fauna, Flora, Vegetation and Paleovegetation of Slovenia) of the Jovan Hadži Institute of Biology at ZRC SAZU (T. SELIŠKAR, VREŠ et A. SELIŠKAR 2003). They were arranged into a working table based on hierarchical classification. We transformed the combined cover-abundance values with numerical values (1–9) according to van der MAAREL (1979). Numerical comparisons were performed with the SYN-TAX 2000 program package (PODANI 2001). The relevés were compared by means of “(unweighted) average linkage method” – UPGMA, using Wishart’s similarity ratio.

The nomenclature source for the names of vascular plants is the Mala flora Slovenije (MARTINČIČ et al. 2007), except for the names *Molinia arundinacea*

Schrank and *Sesleria caerulea* (L.) Ard. (instead of *S. caerulea* subsp. *calcaria*). Ros et al. (2007) is the nomenclature source for the names of liverworts (*Marchantiophyta*) and Ros et al. (2013) for the names of mosses. ŠILC & ČARNI (2012) are the nomenclature source for the names of the syntaxa, except for the name of the class *Quercio-Fagetea* Braun-Blanquet et Vlieger in Vlieger 1937.

Most of the relevés discussed in this article were made in the Cerknjo and Idrija Hills at the contact of the pre-Alpine and Dinaric phytogeographical regions of Slovenia (Figure 3). The geological bedrock in the study area is mainly dolomite (BUSER 2009). The studied communities occur in the submontane belt (from 200 to 570 m a. s. l.) on initial soils (lithosols, rendzina or very shallow mollic gleysols) – VIDIĆ et al. (2015). The regional climate is moderately warm and humid, with mean annual precipitation of 2,000 to 2,500 mm (ZUPANČIČ 1998) and mean annual air temperature of 6 °C to 8 °C (CEGNAR 1998), but the local climate is colder.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Review of the studied syntaxa, with types of newly described communities

Scheuchzerio palustris-Caricetea nigrae Tx. 1937 nom. mut.

Caricetalia davallianae Br.-Bl. 1949

Caricion davallianae Klika 1934

Caricetum davallianae Dutoit 1924

Schoenetum nigricantis W. Koch 1926

Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis ass. nov. hoc. loco, the nomenclature type, *holotypus*, is relevé 23 in Table 1.

-typicum, subass. nov., the nomenclature type is the same as the nomenclature type of the association

In terms of species composition the relevés made in the headwaters on glacial material, deluvium or on alluvium in Bohinj, the Završnica valley, the Vipava Valley, near Godovič and in the Bača Valley are clearly different and are provisionally classified into the association *Schoenetum nigricantis*. Also very distinct was one relevé of the dolomite headwaters along Poličnica (at the village of Police) which is temporarily classified into the association *Caricetum davallianae* (published already in DAKSKOBLER 2005). These six relevés were not classified into the analytical table (Table 1) which comprises all other 69 relevés. The most different in terms of floristic composition is the group of relevés on the left side of the dendrogram or in the right part of Table 1. Five of these relevés were made on moist rocks and are temporarily classified into the association *Primuletum carniolicae* s. lat., and two relevés were made on a stony grassland and are classified into the association *Primulo carniolicae-Seslerietum calcariae*. Despite a certain floristic similarity with previously mentioned communities we nevertheless discuss two relevés from this separate group, based on their dominant species, together with the majority of relevés of the new association *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis* (as a

provisional variant with *Sesleria caerulea*). In terms of species composition and sites its stands are clearly different from the stands of the association *Schoenetum nigricantis* as it was documented in Slovenia (MARTINČIČ 1991). In addition to *Schoenus nigricans* both communities share only the following more frequent species: *Pinguicula alpina*, *Tofieldia calyculata*, *Parnassia palustris* and *Potentilla erecta*, occasionally also *Campylium stellatum*, *Cladium mariscus*, *Palustricola commutata* and *Bryum pseudotriquetrum*. However, there are a number of species that do not occur in both communities and subsequently SØRENSEN'S similarity coefficient (1948) is only a bit more than 20%, if we take into account also the less frequent (accidental) species. The studied stands usually occur on small plots ranging between 5 m² to not more than 30 m² in size, on gentle to very steep, erosion-exposed slopes, along small springs or in moist rocks. They are in direct contact with chasmophytic communities that are frequently dominated by *Primula carniolica*, as well as with natural grasslands with dominant *Molinia arundinacea* and (or) *Sesleria caerulea*. In part, these erosion slopes and dolomite headwaters are being overgrown, above all with willows (*Salix glabra*, *S. appendiculata*, *S. eleagnos*) and

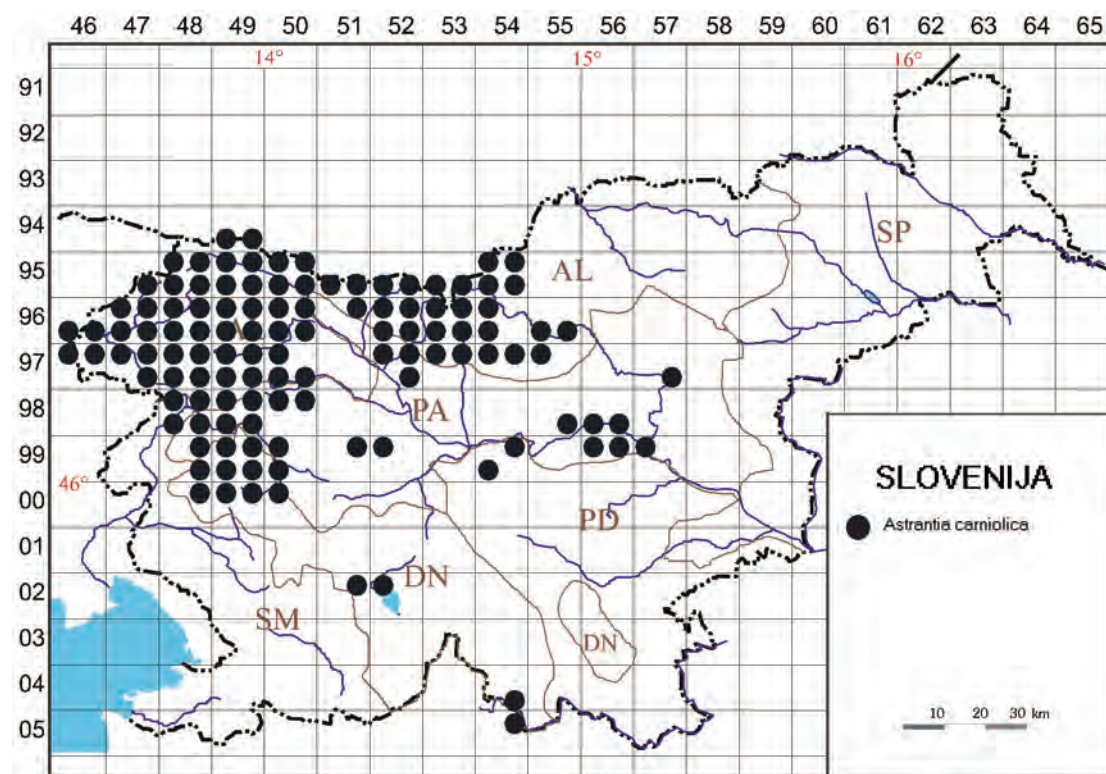


Figure 2: Distribution of *Astrantia carniolica* in Slovenia
Slika 2: Razširjenost vrste *Astrantia carniolica* v Sloveniji

with individual specimens of *Picea abies*, *Frangula alnus* and *Ostrya carpinifolia*. The headwaters occur within wooded areas dominated by communities of Scots pine (*Pinus sylvestris*), hop hornbeam (*Ostrya carpinifolia*) and beech (*Fagus sylvatica*), stands of the associations *Genisto januensis-Pinetum sylvestris*, *Rhododendro hirsuti-Ostryetum*, *Rhododendro hirsuti-Fagetum* and *Ostryo-Fagetum*. The diagnostic species that very clearly differentiate the new association from all of the previously described, similar fen and headwater communities are: *Schoenus nigricans* and *Molinia arundinacea* (dominant species), *Astrantia carniolica* and *Palustriella commutata* (with high constancy; they are characteristic for rocky headwater sites), *Carex flacca*, *Erica carnea* (frequent in surrounding forests and grasslands), *Salix glabra* (indicates both moist sites as well as cold gorges between the Julian Alps and the Trnovski Gozd Plateau) as well as *Valeriana saxatilis* and *Primula carniolica* (character species of chasmophytic communities on moist rocks). The latter is an endemic and as such also a phytogeographical differential species that jointly with *Astrantia carniolica* points to an endemic headwater community of the Southeastern Alps and northern part of the Dinaric Alps.

The new association was named after *Astrantia carniolica*, a southeastern-Alpine Illyrian species that usually occurs on more or less moist and stony limestone and dolomite sites with shallow soils (lithosol, rendzina) in numerous forest and shrub communities, primarily of the montane, altimontane and subalpine belts (*Anemone trifoliae-Fagetum*, *Homogyno sylvestris-Fagetum*, *Polysticho lonchitis-Fagetum*, *Saxifraga cuneifolii-Fagetum*, *Rhododendro hirsuti-Fagetum*, *Arunco-Fagetum*, *Adenostylo glabrae-Piceetum*, *Petasiti paradoxi-Piceetum*, *Rhodothamno-Laricetum*, *Rhododendro hirsuti-Ostryetum*, *Hemerocallido-Ostryetum*, *Lamio orvalae-Alnetum incanae*, *Alno incanae-Pinetum sylvestris*, *Lamio orvalae-Salicetum eleagni*, *Rhodothamno-Pinetum mugo*, *Rhododendro hirsuti-Alnetum viridis*, *Rhododendro hirsuti-Salicetum glabrae*), in stony grasslands (*Primulo carniolicae-Seslerietum calcariae*, *Ranunculo hybridi-Caricetum sempervirentis*, *Caricetum ferrugineae*), in scree communities (*Astrantio carniolicae-Adenostyletum glabrae*), and most abundantly in headwater basins and in chasmophytic communities of moist rocks with *Primula carniolica*, *Paederota lutea* and (or) *Pinguicula alpina*. Its distribution in Slovenia (according to the FloVegSi database) is shown in Figure 2. Its site

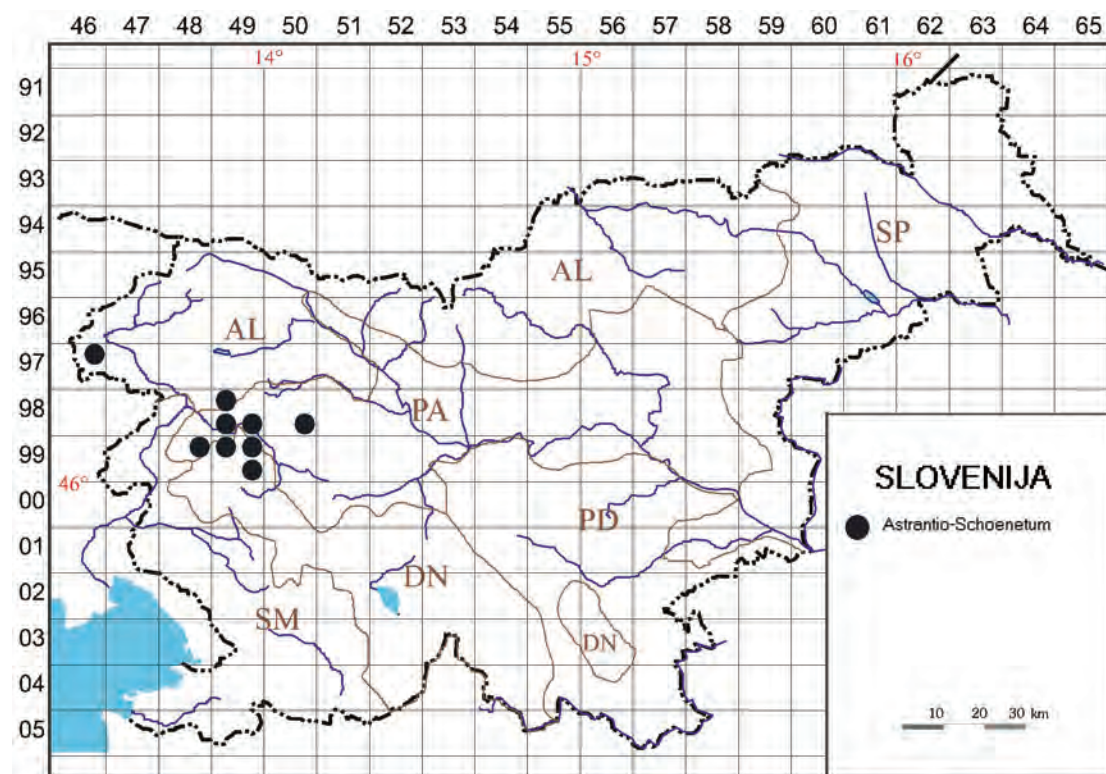


Figure 3: Approximate localities of stands of the association *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis* on the map of Slovenia
Slika 3: Približna nahajališča sestojev asociacije *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis* na zemljevidu Slovenije

requirements indicate that it is a very good character species of the newly described association, both in terms of ecology and chorology. The existing localities of the stands of the new association are mainly in the Cerknica and Idrija regions: gorge Kazarska (Bukovska) Grapa with Beli Potok creek, Orehovska Grapa gorge, Poličnica, Dabrška Grapa gorge, the Idrija valley at Stopnik – all of them still in the pre-Alpine phytogeographical region, the Sjavnica (Sevnica) valley with its tributary the Kopačnica, the area of Dolenja Trebuša with Hotenja, the area of Gorenja Trebuša with the Pršjak, the Kanomlja valley with Govška Grapa gorge – already in the Dinaric phytogeographical region. We came across slightly less typical stands of this association in the Breginjski Kot and in the Bača Valley (above the ravine of the Koritnica) – both in the Alpine phytogeographical region, and in the river basin of the Poljanska Sora (above the Kopačnica valley before Hotavlje) – also in the pre-Alpine phytogeographical region. The existing distribution of the described community on the map of Slovenia is presented in Figure 3.

4 CONCLUSIONS

Dolomite headwaters are recognised as vulnerable and threatened habitat types (calcareous fens) also at the European level (Natura 2000) – JOGAN et al. (2004). In the study area they were located in rather remote areas where no major human interventions have been made recently and where their development is mainly subject to the natural dynamics, i.e. succession processes and increasing forest cover. These are also the sites and localities of several red listed vulnerable species of Slovenia (ANON. 2002): *Schoenus nigricans*, *Cladium mariscus*, *Carex hostiana*, *C. davalliana*, *Epipactis palustris*, *Eriophorum latifolium*, protected species *Pinguicula alpina*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Gymnadenia conopsea*, *Listera ovata* and *Platanthera bifolia* (ANON. 2004) as well

Most relevés in Table 1 are classified into the typical subassociation (*Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis typicum*); in addition to the already mentioned two relevés (var. *Sesleria caserulea* prov.) there are five more relevés that stand out with the dominant *Cladium mariscus*. These relevés were made in the gorges of Pršjak (Gorenja Trebuša) and Vidršek (below Ravne at Cerknica). We discussed these stands in the past already (DAKSKOBLER 2011) and also justified why they could not be classified neither into the association *Mariscetum serrati* (*Cladietum marisci*) nor into the association *Euphorbio villosae-Cladietum marisci* (ACCETTO 2001), the alliance *Magnocaricion elatae* and class *Phragmito-Magnocaricetea*. In this article we typify these stands, which differ from others mainly with considerable coverage of *Cladium mariscus*, as a new subassociation *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis cladietosum marisci*. Its only differential species is *Cladium mariscus*, which is dominant in the highest stand layer. According to this criterion these stands could also be classified at the rank of the new association *Schoeno nigricantis-Cladietum marisci*.

as of the endemic and Natura 2000 species *Primula carniolica*. Foresters should pay special attention to envisaged interventions (especially when planning chutes or heavy logging) in these wooded areas. As the studied headwaters are very small they may easily be overlooked. As such, they required accurate mapping and should be indicated in large-scale maps. We advise nature conservation services to encourage research into similar dolomite headwaters with *Schoenus nigricans* also in other parts of Slovenia, with the financial support of the European Union. They have been reported also in the Notranjska region (Polhov Gradec Hills) and in the Dolenjska region (the headwaters of the Besnica and the vicinity of Lipoglav) – KOCJAN et al. (2013: 154).

5 POVZETEK

Po srednjeevropski metodi (BRAUN-BLANQUET 1964) smo fitocenološko preučili malopovršinska dolomitna povirja, v katerih v zahodni Sloveniji raste črnikasti sitovec (*Schoenus nigricans*). Našli smo jih predvsem v Cerkljanskem in Idrijskem hribovju: Kazarska (Bukovska) grapa z Belim potokom, Orehovska grapa, Poličnica, Dabrška grapa, dolina Idrije pri Stopniku, v do-

lini Sjavnice (Sevnice) s pritokom Kopačnico, v Dolenji Trebuši s Hotenjo, v Gorenji Trebuši s Pršjakom, v dolini Kanomlje z Govško grapo, nekaj sestojev tudi v Breginjskem kotu, v Baški dolini (nad grapo Koritnice) in v povodju Poljanske Sore (nad dolino Kopačnice pred Hotavljami); torej v alpskem, predalpskem in dinarskem fitogeografskem območju. Od skupno 78 po-

pisov smo izločili tri, ki smo jih naredili v gozdnih sestojih (dva v rdečeborovju in enega v črnogabrovju z dlakavim slečem). Na podlagi primerjave 75 popisov (slika 1) smo ugotovili, da so se ločeno združevali popisi naslednjih asociacij: *Schoenetum nigricantis*, *Caricetum davallianae*, *Primuletum carniolicae* s. lat., *Primulo carniolicae-Seslerietum calcariae*. Večina popisov pa je bila od njih različnih. Njihova vrstna sestava je v primerjavi s sestoji asociacije *Schoenetum nigricantis* (MARTINČIČ 1991) precej drugačna, podobno velja za rastiščne razmere, zato jih uvrščamo v novo asociacijo *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis*. Obema združbama so poleg vrste *Schoenus nigricans* skupne le naslednje pogostejše vrste *Pinguicula alpina*, *Tofieldia calyculata*, *Parnassia palustris* in *Potentilla erecta*, deloma tudi *Campylium stellatum*, *Cladium mariscus*, *Palustriella commutata* in *Bryum pseudotriquetrum*. Precej vrst pa obema združbama ni skupnih in posledično je floristična podobnost po SØRENSEN-u (1948), če upoštevamo tudi manj pogoste (slučajne) vrste, le malo več kot 20 %. Preučeni sestoji uspevajo navadno na majhnih površinah, 5 m² do največ 30 m², na položnih do zelo strmih erozijskih pobočjih, ob majhnih studencih ali v vlažnem skalovju. So v neposrednem stiku z združbami skalnih razpok, v katerih pogosto prevladuje vrsta *Primula carniolica*, pa tudi z naravnimi travišči z dominantima vrstama *Molinia arundinacea* in (ali) *Sesleria caerulea*. Deloma se ta erozijska pobočja in dolomitna povirja zaraščajo, predvsem z vrbami (*Salix glabra*, *S. appendiculata*, *S. eleagnos*), posamično tudi s smreko, navadno krhliko in črnim gabrom. Povirja so v gozdnem prostoru, kjer prevladujejo združbe rdečega bora, črnega gabra in bukve (sestoji asociacij *Genisto januensis-Pinetum sylvestris*, *Rhododendro hirsuti-Ostryetum*, *Rhododendro hirsuti-Fagetum* in *Ostryo-Fagetum*). Diagnostične vrste, ki novo asociacijo zelo jasno razlikujejo od vseh dosedaj opisanih podobnih združb nizkih barij in povirij so: *Schoenus nigricans* in *Molinia arundinacea* (dominantni vrsti), *Astrantia carniolica* in *Palustriella commutata* (z veliko stalnostjo, zelo značilni za povirna skalnata rastišča), *Carex flacca*, *Erica carnea* (pogosti vrsti okoliških gozdov in travišč), *Salix glabra* (označuje ne samo vlažna rastišča, temveč tudi hladne grape med Julijskimi Alpami in Trnovskim gozdom) ter *Valeriana saxatilis* in *Primula carniolica* (značilnici združb vlažnih skalnih

razpok). Druga je kot endemit tudi fitogeografska razlikovalnica in kaže skupaj s kranjskim zalim kobulčkom (*Astrantia carniolica*) na endemično povirno združbo Jugovzhodnih Alp in severnega dela Dinarskega gorstva. Večino popisov v preglednici 1 uvrščamo v tipično subasociacijo *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis typicum*. Izstopata dva popisa, ki kažeta na podobnost s sestoji asociacije *Primulo carniolicae-Seslerietum calcariae* (začasno ju vrednotimo kot var. *Sesleria caerulea* prov.) in pet popisov, v katerih je dominantna navadna rezika (*Cladium mariscus*). O njih smo že pisali (DAKSKOBLER 2011) in jih zdaj tipiziramo kot novo subasociacijo *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis cladietosum marisci*. Njena edina razlikovalnica je vrsta *Cladium mariscus*. Po merilih dominantne vrste v najvišji sestojni plasti bi bila mogoča tudi uvrstitev teh sestojev v samostojno asociacijo *Schoeno nigricantis-Cladietum marisci*.

Dolomitna povirja sodijo med ranljive in ogrožene habitatne tipe (karbonatna nizka barja) tudi v evropskem okviru (Natura 2000) – JOGAN et al. (2004). V preučnem območju smo jih večinoma našli v precej odmaknjenih območjih, kjer v zadnjem času ni večjih človekovih posegov in na njihov razvoj najbolj vpliva naravna dinamika, torej sukcesijski procesi in večanje gozdnatosti. V sestojih opisane združbe uspeva tudi več v Sloveniji ranljivih vrst iz rdečega seznama (ANON. 2002): *Schoenus nigricans*, *Cladium mariscus*, *Carex hostiana*, *C. davalliana*, *Epipactis palustris*, *Eriophorum latifolium*, nekaj zavarovanih vrst: *Pinguicula alpina*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Gymnadenia conopsea*, *Listera ovata* in *Platanthera bifolia* (ANON. 2004) in endemit in Natura 2000 vrsta kranjski jeglič (*Primula carniolica*). Gozdarji morajo biti pozorni pri morebitnih načrtovanih posegih (predvsem gradnji vlak in močnejših sečnjah) v ta gozdnata območja. Ker se preučena povirja pojavljajo na zelo majhnih površinah, jih nepoučeni prav lahka spregledajo, zato bi bilo potrebno njihovo natančno kartiranje in vnos v zemljevide podrobneje merila. Službam za varstvo narave priporočamo, da z denarno podporo Evropske skupnosti to spodbudijo, prav tako raziskave podobnih dolomitnih povirij s črnkastim sitovcem v drugih delih Slovenije. Poznamo jih tudi na Notranjskem (Polhograjsko hribovje) in na Dolenjskem (v povirju Besnice in v okolici Lipoglava) – KOČJAN et al. (2013: 154).

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors owe special thanks to Dr. Branko Vreš, Mag. Andrej Seliškar and Brane Anderle, co-authors of Figure 2. Academician Dr. Mitja Zupančič and Prof. Dr. Franc Batič helped us with valuable improvements and corrections. We also acknowledge the financial support from the Slovenian Research Agency (research core funding No. P1-0236). English translation by Andreja Šalamon Verbič.

REFERENCES – LITERATURA

- ACCETTO, M., 2001: *Nova spoznanja o rastlinstvu Kočevske in Bele krajine*. Gozdarski vestnik (Ljubljana) 59 (5–6): 248–259.
- AESCHIMANN, D., K. LAUBER, D. M. MOSER & J.-P. THEURILLAT, 2004: *Flora alpina*. Bd. 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.
- ANONYMOUS, 2004: *Uredba o zavarovanih prosto živečih rastlinskih vrstah*. Uradni list RS 46/2004.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964: *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 3. Auflage. Springer, Wien – New York.
- BUSER, S., 2009: *Geološka karta Slovenije 1: 250.000. Geological map of Slovenia 1: 250,000*. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- DAKSKOBLER, I., 2005: *Carex davalliana Sm.* Notulae ad floram Sloveniae. Hladnikia (Ljubljana) 18: 23–29.
- DAKSKOBLER, I., 2011: *Novosti v flori zahodne Slovenije (Primorska)*. Hladnikia (Ljubljana) 27: 3–25.
- CEGNAR, T., 1998: *Temperatura zraka*. In: Fridl, J., Kladnik, D., Orožen Adamič, M. & Perko, D. (eds.): *Geografski atlas Slovenije. Država v prostoru in času*. Državna založba Slovenije, Ljubljana, pp. 100–101.
- JOGAN, N., M. KALIGARIČ, I. LESKOVAR, A. SELIŠKAR & J. DOBRAVEC, 2004: *Habitatni tipi Slovenije HTS 2004*. Agencija Republike Slovenije za okolje, Ljubljana.
- KOČJAN J. M., B. ANDERLE, I. DAKSKOBLER, A. SELIŠKAR, B. VREŠ, 2013: *Prispevek k poznavanju rastlinskih vrst povirij in barij v Sloveniji – II*. Folia biologica & geologica (Ljubljana) 54 (2): 123–175.
- MAAREL van der, E., 1979: *Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity*. Vegetatio 39 (2): 97–114.
- MARTINČIČ, A., 1991: *Vegetacijska podoba vrst iz rodu Schoenus L. v Sloveniji. I. Schoenus nigricans L.* Biološki vestnik (Ljubljana) 39 (3): 27–40.
- MARTINČIČ, A., 1995: *Vegetacija razreda Scheuchzerio-Caricetea fuscae (Nordh. 36) R. Tx. 37 v Sloveniji*. Biološki vestnik (Ljubljana) 40 (3–4): 101–111.
- MARTINČIČ, A., 2007: *Cyperaceae – ostričevke*. In: Martinčič, A. et al. (eds.): *Mala flora Slovenije. Ključ za določanje praprotnic in semenk*. Četrta, dopolnjena in spremenjena izdaja. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana. pp. 793–821.
- 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.
- PODANI, J., 2001: *SYN-TAX 2000. Computer Programs for Data Analysis in Ecology and Systematics*. User's Manual, Budapest, 53 pp.
- ROS, R. M., V. MAZIMPAKA, U. ABOU-SALAMA, M. ALEFFI, T. L. BLOCKEEL, M. BRUGUÉS, M. J. CANO, R. M. CROS, M. G. DIA, G. M. DIRKSE, W. EL SAADAWI, A. ERDAĞ, A. GANEVA, J. M. GONZÁLEZ-MANCEBO, I. HERNSTADT, K. KHALIL, H. KÜRSCHNER, E. LANFRANCO, A. LOSADA-LIMA, M. S. REFAI, S. RODRÍGUEZ-NUNEZ, M. SABOVljević, C. SÉRGIO, H. SHABBARA, M. SIM-SIM & M. SÖDERSTRÖM, 2007: *Hepatics and Anthocerotetes of the Mediterranean, an annotated checklist*. Cryptogamie, Bryologie 28 (4): 351–437.
- ROS, R. M., V. MAZIMPAKA, U. ABOU-SALAMA, M. ALEFFI, T. L. BLOCKEEL, M. BRUGUÉS, R. M. CROS, M. G. DIA, G. M. DIRKSE, I. DRAPER, W. EL SAADAWI, A. ERDAĞ, A. GANEVA, R. GABRIEL, J. M. GONZÁLEZ-MANCEBO, I. HERNSTADT, V. HUGONNOT, K. KHALIL, H. KÜRSCHNER, A. LOSADA-LIMA, L. LUÍS, S. MIFSUD, M., PRIVITERA, M. PUGLISI, M. SABOVljević, C. SÉRGIO, H. M. SHABBARA, M. SIM-SIM, A. SOTIAUX, R. TACCHI, A. VANDER-

- POORTEN & O. WERNER, 2013: *Mosses of the Mediterranean, an annotated checklist*. Cryptogamie, Bryologie 34 (2): 99–283.
- SELIŠKAR, T., B. VREŠ & A. SELIŠKAR, 2003: *FloVegSi 2.0. Fauna, Flora, Vegetation and Paleovegetation of Slovenia. Computer programme for arranging and analysis of biological data*. 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.
- 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 & 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.
- ZUPANČIČ, B., 1998: *Padavine*. In: Fridl, J., Kladnik, D., Orožen Adamič, M. & Perko, D. (eds.): *Geografski atlas Slovenije. Država v prostoru in času*. Državna založba Slovenije, Ljubljana, pp. 98–99.

Figures (Slike) 4-14: Photo (Foto): I. Dakskobler



Figure 4: Typical dolomite area with small springs and stands with *Schoenus nigricans* (Beli potok, Kazarska grapa, Bukovo)
Slika 4: Značilno dolomitno območje, kjer so povirja s črnkastim sitovcem (*Schoenus nigricans*) – Beli potok (Kazarska grapa, Bukovo)



Figure 5: Stands of the association *Genisto januensis-Pinetum sylvestris* are typical for dolomite areas with stands of *Schoenus nigricans* (Pršjak, Gorenja Trebuša)
Slika 5: Sestoji asociacije *Genisto januensis-Pinetum sylvestris* so značilni za območja z dolomitnimi povirji s črnkastim sitovcem (*Schoenus nigricans*), Pršjak, Gorenja Trebuša



Figure 6: Stands of the association *Rhododendro hirsuti*-*Ostryetum* are also characteristic for dolomite areas with stands of *Schoenus nigricans*, Poličnica (Police)

Slika 6: Sestoji asociacije *Rhododendro hirsuti*-*Ostryetum* so prav tako značilni za dolomitna območja s sestoji črnkastega sitovca (*Schoenus nigricans*), Poličnica (Police)



Figure 7: Also in the stands of the association *Primulo carniolicae*-*Seslerietum calcariae* in spots thrive *Schoenus nigricans*

Slika 7: Tudi v sestojih asociacije *Primulo carniolicae*-*Seslerietum calcariae* ponekod uspeva črnkasti sitovec (*Schoenus nigricans*)



Figure 8: Stand of the association *Primuletum carniolicae* s. lat. with *Schoenus nigricans*, Beli potok (Bukovo)
Slika 8: Sestoj asociacije *Primuletum carniolicae* s. lat. s črnkastim sitovcem (*Schoenus nigricans*), Beli potok (Bukovo)



Figure 9: Stand of the association *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis*, detail
Slika 9: Sestoj asociacije *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis*, detajl



Figure 10: Early spring aspect of the association *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis*, Beli potok (Bukovo)
Slika 10: Zgodnje spomladanski videz asociacije *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis*, Beli potok (Bukovo)



Figure 11: Late spring aspect of the association *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis*, Kopačnica (Šebrelje)
Slika 12: Pozno pomladanski videz asociacije *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis*, Kopačnica (Šebrelje)



Figure 12: *Astrantia carniolica*, typical plant of stony and moist sites on dolomite bedrock
Slika 12: Kranjski zali kobilček (*Astrantia carniolica*), značilna vrsta kamnitih in vlažnih rastišč na dolomitu



Figure 13: *Primula carniolica*, Slovenian endemic and one of the diagnostic species of the association *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis*
Slika 13: Kranjski jeglič (*Primula carniolica*), slovenski endemit in ena izmed diagnostičnih vrst asociacije *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis*



Figure 14: Stand of the subassociation *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis cladietosum marisci*, Pršjak (Gorenja Trebuša)

Slika 14: Sestoj subasociacije *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis cladietosum marisci*, Pršjak (Gorenja Trebuša)

Table 1: Communities with *Schoenus nigricans* in western Slovenia
Preglednica 1: Združbe z vrsto *Schoenus nigricans* v zahodni Sloveniji

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|---------------|---------------|---------------|-----------|-----------------|-----------------|---------------------------|-----------|---------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|----------------------------|----------|-----------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|---------------------------|-------------------------|---------------|---------------------|---------|
| Number of relevé (Zaporedna številka popisa) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | |
| Database number of relevé (Delovna številka popisa) | 210285 | 248795 | 248799 | 248801 | 212224 | 269320 | 244945 | 268307 | 268773 | 237853 | 269134 | 263164 | 269137 | 269202 | 269421 | 269199 | 263752 | 269248 | 269254 | 269403 | 266140 | 263170 | 269200 | 266709 | 266715 | 266717 | 244947 | 263166 | 266707 | 268504 | 237854 | 258586 | |
| Elevation in m (Nadmorska višina v m) | 480 | 340 | 350 | 400 | 360 | 300 | 225 | 240 | 357 | 480 | 350 | 440 | 400 | 470 | 400 | 440 | 390 | 515 | 560 | 400 | 253 | 475 | 475 | 530 | 565 | 440 | 202 | 440 | 530 | 480 | 500 | 440 | |
| Aspect (Lega) | SW | NEE | NE | NE | SE | NE | S | SE | SE | SW | W | S | E | NNE | N | S | E | NE | S | N | SW | SW | SW | S | S | NE | S | NE | SE | NE | S | SW | |
| Slope in degrees (Nagib v stopinjah) | 10 | 20 | 15 | 45 | 50 | 30 | 45 | 20 | 35 | 15 | 30 | 60 | 40 | 35 | 30 | 35 | 10 | 50 | 45 | 70 | 40 | 50 | 50 | 70 | 70 | 45 | 30 | 30 | 80 | 25 | 10 | 10 | |
| Parent material (Matična podlaga) | D | D | D | D | DC | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D |
| Soil (Tla) | Li | Hy | Hy | Hy | Li | Hy | Hy | Hy | Hy | Hy | Hy | Hy | Hy | Hy | Hy | Hy | Li | Hy | Hy | Hy | Li | Hy | Hy | Li | Li | Li | Hy | Hy | Li | Re | Hy | Hy | |
| Cover of shrub layer in % (Zastiranje grmovne plasti v %) | E2 | . | . | 10 | 10 | 5 | 20 | . | . | . | . | . | . | . | . | 5 | . | . | . | . | . | . | 5 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 20 |
| Cover of herb layer in % (Zastiranje zeliščne plasti v %) | E1 | 100 | 70 | 80 | 70 | 70 | 80 | 80 | 80 | 95 | 70 | 80 | 80 | 60 | 70 | 80 | 80 | 80 | 70 | 70 | 60 | 90 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 90 | 70 | 80 | 70 | 80 |
| Cover of moss layer in % (Zastiranje mahovne plasti v %) | E0 | 20 | 20 | 30 | 20 | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 20 | 40 | 30 | 30 | 10 | 30 | 10 | 30 | 30 | 20 | 30 | | 20 | 20 | 5 | 20 | 10 | 20 | 30 | 30 | 20 | 20 | 20 |
| Number of species (Število vrst) | 19 | 22 | 24 | 24 | 15 | 16 | 13 | 14 | 15 | 17 | 18 | 16 | 15 | 20 | 12 | 23 | 14 | 18 | 18 | 15 | 13 | 14 | 16 | 14 | 17 | 25 | 17 | 13 | 19 | 22 | 17 | 21 | |
| Relevé area (Velikost popisne ploskve) | m ² | 5 | 10 | 15 | 15 | 10 | 20 | 20 | 20 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 20 | 10 | 10 | 20 | 20 | 20 | 10 | 10 | 10 | 5 | 10 | 10 | 10 |
| Date of taking relevé (Datum popisa) | 5/30/2005 | 6/23/2013 | 6/23/2013 | 6/23/2013 | 6/5/2006 | 5/18/2017 | 5/29/2012 | 8/13/2017 | 10/8/2017 | 6/8/2010 | 5/30/2017 | 9/12/2016 | 5/30/2017 | 4/7/2017 | 3/31/2017 | 4/7/2017 | 6/24/2016 | 5/25/2017 | 5/25/2017 | 5/26/2107 | 4/9/2017 | 9/12/2016 | 4/7/2017 | 4/13/2017 | 4/13/2017 | 4/13/2017 | 5/29/2012 | 9/12/2016 | 4/13/2017 | 9/22/2017 | 6/8/2010 | 9/29/2015 | |
| Locality (Nahajališče) | Police-Mlini | Reka-Sv. Ivan | Reka-Sv. Ivan | Reka-Sv. Ivan | Koritnica | Stopnik-Dabrček | Stopnik-V Mlinu | Gorenja Trebuša-Bele vode | Hotenja | Ravne-Vidršek | Sjavnica-Kopačnica | Orehovska grapa | Sjavnica-Kopačnica | Orehovska grapa | Kazarska grapa-Selska voda | Orehovska grapa | Kazarska grapa | Police-Poličnica | Police-Poličnica | Kazarska grapa-Selska voda | Gačnik | Orehovska grapa | Orehovska grapa | Kazarska grapa-Beli potok | Kazarska grapa-Beli potok | Kazarska grapa-Beli potok | Stopnik-Krepaka | Orehovska grapa | Kazarska grapa-Beli potok | Orehovska grapa-Orehhek | Ravne-Vidršek | Kanomlja-Govskarica | |
| Quadrant (Kvadrant) | 9849/3 | 9849/4 | 9849/4 | 9849/4 | 9849/1 | 9849/3 | 9949/1 | 9949/1 | 9949/1 | 9849/4 | 9849/2 | 9849/4 | 9949/2 | 9849/4 | 9849/3 | 9849/4 | 9849/3 | 9849/3 | 9849/3 | 9849/3 | 9949/1 | 9849/4 | 9849/4 | 9849/3 | 9849/3 | 9849/3 | 9849/3 | 9849/4 | 9849/3 | 9849/4 | 9849/4 | 9949/4 | |
| Coordinate GK Y (D-48) | m | 415820 | 416919 | 416889 | 416842 | 413688 | 415028 | 414033 | 409788 | 413337 | 418741 | 417202 | 418139 | 417088 | 418135 | 415892 | 418153 | 416076 | 415630 | 415307 | 415885 | 410419 | 418004 | 418148 | 415506 | 415365 | 415725 | 413283 | 418122 | 415465 | 418235 | 418733 | 422229 |
| Coordinate GK X (D-48) | m | 5109991 | 5107729 | 5107617 | 5107584 | 5115977 | 5108813 | 5106344 | 5103402 | 5103897 | 5108232 | 5106364 | 5110899 | 5106253 | 5110917 | 5111324 | 5110897 | 5111047 | 5110158 | 5110528 | 5111339 | 5104091 | 5111052 | 5110966 | 5110732 | 5110744 | 5110632 | 5106883 | 5110878 | 5110716 | 5111155 | 5108284 | 5099666 |

Diagnostic species of the associations (Dijagnostične vrste asociacije)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CD <i>Schoenus nigricans</i> | E1 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | |
| EP <i>Molinia arundinacea</i> | E1 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 | | |
| TR <i>Astrantia carniolica</i> | E1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | . | |
| MC <i>Palustriella commutata</i> | E0 | . | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | | |
| EP <i>Erica carnea</i> | E1 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | 1 | + | + | 1 | + | 1 | + | 2 | + | + | + | 1 | + | + | + | 2 | + | + | 1 | 1 | 2 | . | | |
| QP <i>Carex flacca</i> | E1 | . | + | + | + | + | 1 | . | . | . | . | + | + | . | + | . | . | . | + | + | + | + | + | 1 | 2 | 2 | + | + | . | . | 1 | . | | |
| AT <i>Valeriana saxatilis</i> | E1 | 1 | 1 | + | + | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | + | + | 1 | 1 | 1 | 1 | + | + | + | + | . | 1 | . | . | + | . | . | | |
| BA <i>Salix glabra</i> | E2a | + | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | r | . | . | + | + | + | 1 | + | + | . | . | + | + | + | + | . | + | + | . | 1 | | |
| AT <i>Primula carniolica</i> | E1 | + | . | 1 | 2 | . | . | . | . | . | . | . | + | . | 1 | . | . | . | + | . | . | 1 | 1 | 2 | + | + | + | 2 | 2 | 2 | . | . | | |
| Differential species of lower units (Razlikovalna vrsta subasociacije) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PM <i>Cladium mariscus</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |

| Number of relevé (Zaporedna številka popisa) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | | | |
|--|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|
| MA <i>Lotus corniculatus</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | | |
| Mo <i>Carex distans</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | | |
| Mo <i>Angelica sylvestris</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | | |
| MAR <i>Anunculus nemorosus</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | | |
| TG Trifolio-Geranietea | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Geranium sanguineum</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | | |
| <i>Salvia pratensis</i> subsp. <i>saccardiana</i> | E1 | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | r | . | . | . | . | . | . | | |
| <i>Vincetoxicum hirundinaria</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | | |
| <i>Viola hirta</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | | |
| <i>Laserpitium latifolium</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | | |
| <i>Anthericum ramosum</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | | |
| <i>Silene nutans</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | | |
| BA Betulo-Alnetea | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Salix appendiculata</i> | E2a | . | . | + | + | + | + | . | + | + | + | + | . | . | . | + | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | |
| FP Filpendulo-Petasition | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lysimachia vulgaris</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Bidens frondosa</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| PM Phhragmiti-Magnocaricetea | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Carex paniculata</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Mentha aquatica</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| RP Rhamno-Prunetea | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Juniperus communis</i> | E2a | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Ligustrum vulgare</i> | E2a | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Rhamnus catharticus</i> | E2a | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Berberis vulgaris</i> | E2a | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Rubus fruticosus</i> agg. | E2a | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Viburnum lantana</i> | E2 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| EA Epilobietea angustifolii | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Eupatorium cannabinum</i> | E1 | . | + | + | . | + | + | . | . | . | 1 | + | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | |
| <i>Tussilago farfara</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Crepis</i> sp. | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| EP Erico-Pinetea | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Bupththalmum salicifolium</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | r | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | + | . | + | . | . | + | . | |
| <i>Polygala chamaebuxus</i> | E1 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Calamagrostis varia</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Allium ericetorum</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Aquilegia nigricans</i> | E1 | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Pinus sylvestris</i> | E1 | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Cirsium erisithales</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Pinus sylvestris</i> | E2a | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | r |
| <i>Leontodon incanus</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Amelanchier ovalis</i> | E2a | . | . | . | . | r | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Chamaecytisus hirsutus</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | r | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + |
| <i>Rhododendron hirsutum</i> | E2a | . | . | . | r | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Gymnadenia odoratissima</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Asperula aristata</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Chamaecytisus purpureus</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + |
| <i>Crepis slovenica</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| VP Vaccinio-Piceetea | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Picea abies</i> | E2a | + | r | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + |
| <i>Gentiana asclepiadea</i> | E1 | + | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| AI Alnion incanae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Frangula alnus</i> | E2 | . | . | + | . | . | + | + | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + |
| <i>Salix eleagnos</i> | E2 | . | . | + | + | + | . | 2 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + |
| <i>Equisetum arvense</i> | E1 | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + |
| <i>Listera ovata</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Alnus incana</i> | E2a | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Viburnum opulus</i> | E2a | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Equisetum hyemale</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |

| 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | Pr. 1-55 | Fr. 1-55 | Pr. 56-60 | Fr. 56-60 | Pr. 61-69 | Fr. 61-69 | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 1 | 20 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 4 | 2 | 40 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 11 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | 13 | 24 | 2 | 40 | 1 | 11 |
| . | + | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 0 | 0 | 1 | 20 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 5 | 9 | 1 | 20 | 2 | 22 | |
| . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 2 | 40 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 0 | 0 | 1 | 20 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 0 | 0 | 1 | 20 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 13 | 24 | 2 | 40 | 1 | 11 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 13 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 9 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| . | . | . | + | 1 | 1 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 7 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 5 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 4 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 4 | 7 | 1 | 20 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 3 | 5 | 1 | 20 | 2 | 22 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 4 | 0 | 0 | 1 | 11 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 4 | 0 | 0 | 1 | 11 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 4 | 0 | 0 | 1 | 11 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 11 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 11 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 1 | 20 | 2 | 22 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 13 | 24 | 1 | 20 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | + | 1 | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 12 | 22 | 5 | 100 | 2 | 22 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 11 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 7 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 1 | 20 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

| Number of relevé (Zaporedna številka popisa) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | | | | | | |
|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|
| AF Aremonio-Fagion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cyclamen purpurascens</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | | | |
| <i>Anemone trifolia</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | | | |
| <i>Knautia drymeia</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | | | |
| <i>Hemerocallis lilioasphodelus</i> | E1 | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | | | |
| <i>Omphalodes verna</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | | | |
| <i>Euphorbia carniolica</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | | |
| <i>Potentilla carniolica</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | | |
| TA Tilio-Acerion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Acer pseudoplatanus</i> | E1 | . | . | . | + | . | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . |
| <i>Acer pseudoplatanus</i> | E2 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Tilia platyphyllos</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Ulmus glabra</i> | E2a | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| FS Fagetalia sylvaticae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Fagus sylvatica</i> | E2 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Fraxinus excelsior</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Salvia glutinosa</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Fraxinus excelsior</i> | E2 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Melica nutans</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| QP Quercetalia pubescenti-petraeae | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ostrya carpinifolia</i> | E2a | . | . | . | 1 | + | + | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | r |
| <i>Sorbus aria</i> | E2a | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Fraxinus ornus</i> | E2 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Mercurialis ovata</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Clematis recta</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Tamus communis</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| QR Quercetalia roboris | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Serratula tinctoria</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | r |
| <i>Pteridium aquilinum</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Rubus hirtus</i> | E2a | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| QF Quercu-Fagetea | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Corylus avellana</i> | E2a | . | r | . | . | . | . | r | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Anemone nemorosa</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Carex digitata</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Carex umbrosa</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Dactylorhiza fuchsii</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | r | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Platanthera bifolia</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| <i>Rosa arvensis</i> | E2a | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| ML Mosses (Mahovi) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Orthothecium rufescens</i> | E0 | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + |
| <i>Fissidens adianthoides</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | r |
| <i>Neckera crispa</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Ctenidium molluscum</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Scleropodium purum</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Tortella tortuosa</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Preissia quadrata</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Jungermannia atrovirens</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Campylidium calcareum</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Riccardia chamaedryfolia</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Heterocladium heteropterum</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Leiocolea collaris</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Neckera complanata</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Orthothecium intricatum</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |

Legend-Legenda

- 1-55 *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis typicum*
- 56-60: *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis cladietosum marisci*
- 61-62: *Astrantio carniolicae-Schoenetum nigricantis var. Sesleria caerulea prov.*
- 63-65: *Primulo carniolicae-Seslerietum calcariae var. Schoenus nigricans*
- 66-68 *Primuletum carniolicae s. lat. var. Schoenus nigricans*

69 *Pinguicula alpina* community prov.

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

Fr. Frequency in % - frekvenca v %

A Limestone - apnenec

D Dolomite - dolomit

C Chert - roženec

Tu Tufa - lehnjak

Gr Gravel - grušč

Hy Molic Gleysols - organsko-mineralna tla

Li Lithosol - kamnišče

Re Rendzina - rendzina

PHYTOSOCIOLOGICAL ANALYSIS OF ALPINE SWARDS WITH DOMINANT *SALIX SERPILLIFOLIA* IN THE JULIAN ALPS (NW SLOVENIA, NE ITALY)

FITOCENOLOŠKA ANALIZA ALPINSKIH TRAT S PREVLADUJOČO TIMIJANOVOLISTNO VRBO (*SALIX SERPILLIFOLIA*) V JULIJSKIH ALPAH (SEVEROZAHODNA SLOVENIJA, SEVEROVZHODNA ITALIJA)

Igor DAKSKOBLER¹

Dedicated to the late Professor Tone Wraber (1938–2010), on occasion of his 80th birthday

<http://dx.doi.org/10.3986/fbg0038>

ABSTRACT

Phytosociological analysis of alpine swards with dominant *Salix serpillifolia* in the Julian Alps (NW Slovenia, NE Italy)

In the alpine belt of the Julian Alps (Mts. Kukova Špica, Triglav, Pihavec, Razor, Jalovec, Mangart and Lopa) we conducted a phytosociological analysis of swards on ledges, ridges and rock faces with dominant *Salix serpillifolia*. These sites are typically relatively moist and the snow cover there is usually very persistent, despite their location on or just below ridges. In terms of species composition the studied community is transitional between snow-bed communities of the order *Arabidetalia caeruleae* and communities of windward ridges from the alliance *Oxytropido-Elynion* that we classify into the class *Elyno-Seslerietea*. Based on the analysis of proportions of diagnostic species we classify the studied community into the alliance *Oxytropido-Elynion* and into the new eastern-Alpine association *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*. In the article we also provide a slightly modified phytosociological table of another alpine community in the Julian Alps, *Crepido terglouensis-Potentilletum nitidae*.

Key words: alpine swards, phytosociology, synsystematics, *Salix serpillifolia*, *Oxytropido-Elynion*, *Crepido terglouensis-Potentilletum nitidae*, Julian Alps, Slovenia, Italy

IZVLEČEK

Fitocenološka analiza alpskih trat s prevladujočo timijanovolistno vrbo (*Salix serpillifolia*) v Julijskih Alpah (severozahodna Slovenija, severovzhodna Italija)

V alpskem pasu Julijskih Alp (Kukova špica, Triglav, Pihavec, Razor, Jalovec, Mangart in Lopa) smo fitocenološko preučili združbo blazinastih trat na policah, grebenih in v ostentjih, kjer prevladuje vrsta *Salix serpillifolia*. Značilnost teh rastišč je, da so razmeroma vlažna in se na njih kljub legi na grebenih ali tik pod njimi navadno precej dolgo zadržuje snežna odeja. Po vrstni sestavi je preučena združba prehodna med združbami snežnih dolinic iz reda *Arabidetalia caeruleae* in združbami vetrovnih grebenov iz zveze *Oxytropido-Elynion*, pri čemer to zvezo uvrščamo v razred *Elyno-Seslerietea*. Preučeno združbo na podlagi analize deležev diagnostičnih vrst uvrščamo v zvezo *Oxytropido-Elynion* in v novo vzhodnoalpsko asociacijo *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*. V članku objavljamo tudi nekoliko popravljeno fitocenološko tabelo še ene alpske združbe Julijskih Alp, *Crepido terglouensis-Potentilletum nitidae*.

Ključne besede: alpska trata, fitocenologija, sinsistematika, *Salix serpillifolia*, *Oxytropido-Elynion*, *Crepido terglouensis-Potentilletum nitidae*, Julijske Alpe, Slovenija, Italija

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

1 INTRODUCTION

Salix serpillifolia is an Alpine-Illyrian species, character species of alpine grasslands of windy ridges with naked rush from the class *Carici rupestris-Kobresietea bellardii* (AESCHIMANN et al. 2004a: 462). It occurs also in chasmophytic communities, communities of moist screes and snow beds. It is one of few woody plants that can grow also in the nival belt (LEUSCHNER & ELLENBERG 2017: 370). In Slovenia, this willow occurs on moist gravel and swards in the (altimontane), subalpine and alpine belts in the Julian Alps, the Karavanke Mts., the Kamnik-Savinja Alps and on the Trnovski Gozd Plateau (Figure 1). The lowest it has been reported from until now was in two deep sinkholes under Mt. Veliki Golak on the Trnovski Gozd Plateau: in Kraljeva Kamra to the east of the mountain at 1,295 m a.s.l. and in a sinkhole to the north of the mountain, at 1,350 m a.s.l. (leg. & det. I. Dakskobler, 18. 7. 2001, herbarium LJS), and the highest under the peak of Mt. Škrlatica, at 2,750 m a.s.l. (det. I. Dakskobler, 19. 8. 2009). It occurs also in the stands of the following associations: *Caricetum ferrugineae* s. lat. (*Saxifrago aizoidis-Caricetum ferrugineae*, *Horminio pyrenaici-Caricetum ferrugineae*), *Ranunculo hybridi-Caricetum*

sempervirentis, *Gentiano terglouensis-Caricetum firmiae*, *Salici retusae-Geranium argentei* (inc. subass. *salicetosum serpillifoliae*), *Dryado-Rhododendretum chamaecisti*, *Heliospermo-Rhododendretum hirsuti*, *Homogyno discoloris-Salicetum retusae*, *Seslerio sphaerocephalae-Dryadetum octopetalae*, *Caricetum rupestris*, *Saussureo-Caricetum rupestris*, *Caricetum curvulae* s. lat., *Achilleo clavennae-Elynetum myosuroidis*, *Siversio-Nardetum strictae*, *Homogyno alpinae-Vaccinietum gaultherioidis*, *Salicetum herbaceae*, *Papaveri julici-Thlaspietum rotundifolii*, *Papaveri kernerii-Thlaspietum kernerii*, *Saxifrago carniolicae-Cerastietum uniflorae*, *Saxifrago paniculatae-Caricetum fuliginosae*, *Potentilletum nitidae*, *Crepido terglouensis-Potentilletum nitidae*, *Seslerio sphaerocephalae-Saxifragetum paniculatae* nom. prov., *Potentillo clusiana-Campanuletum zoysii*, *Arabidetum caeruleae*, *Papaveretum rhaetici*, *Rhododendro-Laricetum* (WIKUS 1960, T. WRABER 1972, HADERLAPP 1982, E. PIGNATTI & S. PIGNATTI 1985, 2014, 2016, POLDINI & MARTINI 1993, BUFFA & SBURLINO 2001, SURINA 2005, DAKSKOBLER 2011, DAKSKOBLER & SURINA 2017a, b, DAKSKOBLER & ZUPAN 2017).

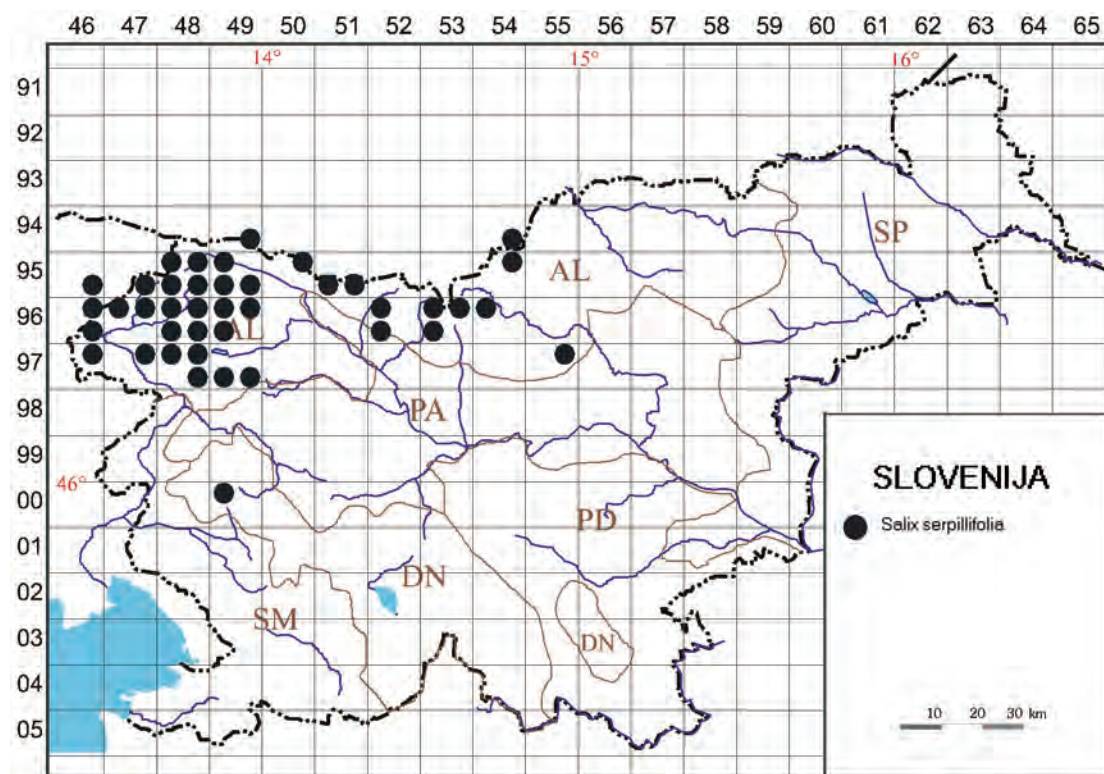


Figure 1: Distribution of *Salix serpillifolia* in Slovenia

Slika 1: Razširjenost timijanovolistne vrbe (*Salix serpillifolia*) v Sloveniji

In our previous research into alpine vegetation we did not discuss in more detail the swards with dominant *Salix serpyllifolia* that we found on slightly moist sites on ridges or immediately under them on several high summits in the Julian Alps. Other authors (GRABHERR & MUCINA 1993, ENGLISCH 1999, E. PIGNATTI & S. PIGNATTI 2014, 2016) do not report similar communities in other parts of the Southern, Southeastern and

Eastern Alps. Only in ENGLISCH et al. (1993: 315) there is a note on a *Salix serpyllifolia* community, which belongs to *Seslerietalia albicantis*, and in ENGLISCH (1999: 179) a note on a *Salix serpyllifolia* form of the association *Crepidetum terglouensis* Seibert 1977. We therefore collected our relevés and classified them into a syntaxonomic system based on the phytosociological analysis.

2 METHODS

Alpine communities with dominant *Salix serpyllifolia* in the Julian Alps were studied applying the Braun-Blanquet method (BRAUN-BLANQUET 1964). In the FloVegSi database (Fauna, Flora, Vegetation and Paleovegetation of Slovenia) of the Jovan Hadži Institute of Biology at ZRC SAZU (T. SELIŠKAR, VREŠ et al. SELIŠKAR 2003) we found a total of 26 relevés of subalpine and alpine swards where *Salix serpyllifolia* was one of dominant species. They were arranged into a working table based on hierarchical classification. We transformed the combined cover-abundance values with numerical values (1–9) according to van der MAAREL (1979). Numerical comparisons were performed with the SYN-TAX 2000 program package (PODANI 2001). The relevés were compared by means of (unweighted) average linkage method – UPGMA, using Wishart's similarity ratio.

In the first step we found a homogenous group of 13 relevés with dominant *Salix serpyllifolia*, which were made in the alpine belt of the Julian Alps. In Tone Wraber's manuscript collection kept by the Botanical Garden of the University of Ljubljana we found only four relevés of alpine swards from the Mangart ridge with dominant *Salix serpyllifolia* and compared them with our selected relevés. Due to their obvious similarity they were incorporated into the phytosociological table which we subsequently arranged and analysed by groups of diagnostic species.

The nomenclature source for the names of vascular plants is the Mala flora Slovenia (MFS – MARTINČIČ et al. 2007). The nomenclature of Flora alpina – *Sesleria caerulea* was used for the taxon *Sesleria caerulea* subsp. *calcaria* (MFS) and the nomenclature of Vascu-

lar flora of Friuli Venezia Giulia (POLDINI, ORIOLO et VIDALI 2002) for the taxon *Achillea clavennae*. We used the name *Salix serpyllifolia* (the nomenclature of MFS and Flora alpina) instead of the name *Salix serpyllifolia* (TRPIN & VREŠ 1995: 80, DAKSKOBLER & ZUPAN 2017). ROS et al. (2013) are the nomenclature source for the names of mosses and SUPPAN et al. (2000) for the names of lichens. Prof. Andrej Martinčič determined the collected mosses. For the names of syntaxa we follow GRABHERR & MUCINA (1993), ORIOLO (2001), THEURILLAT (2004), ŠILC & ČARNI (2012), E. PIGNATTI & S. PIGNATTI (2014) and MUCINA et al. (2016). In the classification of species into phytosociological groups (groups of diagnostic species) we mainly refer to the Flora alpina (AESCHIMANN et al. 2004a, b). The geographic coordinates of relevés are determined according to the Slovenian geographic coordinate system D 48 (5th zone) on the Bessel ellipsoid and with Gauss-Krüger projection.

All of the relevés discussed in this article were made in the Julian Alps. The geological bedrock is mainly calcareous, limestone, dolomite limestone, sporadically interlayered with more silicate rocks, marlstone, claystone and chert (BUSER 2009). The studied community occurs on initial soils (lithosols) and shallow rendzinas on limestone and dolomite (LOVRENČAK 1998, VIDIĆ et al. 2015). The climate is montane, with mean annual precipitation of 2,500 mm to 3,000 mm (ZUPANČIČ 1998) and mean annual air temperature of -2 °C to 0 °C (CEGNAR 1998). The studied community is associated with specific sites which have usually longer average periods of snow cover than the surrounding sites.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Review of the studied syntax, with types of newly described communities

Elyno-Seslerietea Br.-Bl. 1948

Seslerietalia caeruleae Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926

Oxytropido-Elynon myosuroidis Br.-Bl. 1950

Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae T.

Wraber ex Dakskobler ass. nov. hoc loco, the nomenclature type, *holotypus*, is relevé 8 in Table 2.

Justification: Tone Wraber was the first to find alpine stands with dominant *Salix serpillifolia* under Mt. Mangart and made four relevés. One of them is also the nomenclature type of the new association. Although he cannot be considered co-author of this paper due to his passing eight years ago, I attribute to him the first authorship of the association validly described below (WEBER, MORAVEC & THEURILLAT 2000, Recommendation 46D).

Thlaspietea rotundifolii Br.-Bl. 1948

Arabidetalia caeruleae Rübél ex Br.-Bl. 1948

Arabidion caeruleae Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926

Ranunculo traunfellneri-Salicetum serpillifoliae nom. prov.

Thlaspietalia rotundifolii Br.-Bl. in Br.-Bl. et Jenny 1926

Thlaspion rotundifolii Jenny-Lips 1930

Crepido terglouensis-Potentilletum nitidae Dakskobler & Zupan 2017

3.2 Alpine stands with dominant *Salix serpillifolia* in the Julian Alps

We extracted our relevés of subalpine-alpine communities with dominant *Salix serpillifolia* from FloVegSi database and compared them by means of hierarchical classification (Figure 2).

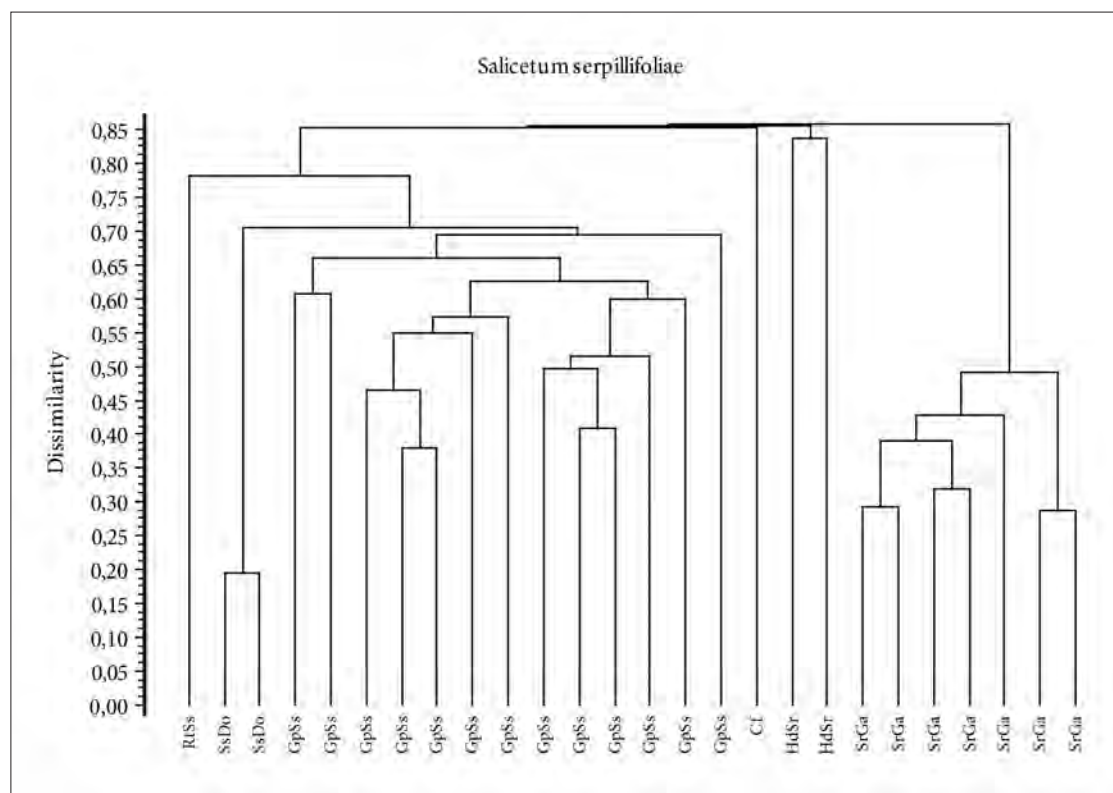


Figure 2: Dendrogram of stands with dominant *Salix serpillifolia* in the Julian Alps, UPGMA, 1- similarity ratio

Slika 2: Dendrogram popisov sestojev s prevladujočo timijanovolistno vrbo (*Salix serpillifolia*) v Julijskih Alpah, UPGMA, komplement Wishartovega koeficienta podobnosti

Legend / Legenda: RtSs *Ranunculo traunfellneri-Salicetum serpillifoliae* nom. prov., SsDo *Seslerio sphaerocephalae-Dryadetum octopetalae*, GpSs *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*, Cf *Caricetum ferrugineae* s. lat., HdSe *Homogyno discoloris-Salicetum retusae*, SrGa *Salici retusae-Geranium argentei salicetosum serpillifoliae*

The results show that some of the relevés are floristically different, including the relevé of a moist scree in the hollow of Matajurc under the summit of Matajurski Vrh in the Southern Julian Alps (Table 1), which we classify into the provisionally described association *Ranunculo traunfellneri-Salicetum serpillifoliae* nom. prov. In terms of site conditions (a gravelly depression with persistent snow cover) and dominant species (*Salix serpillifolia*, *Ranunculus traunfellneri*, *Galium noricum*, *Moehringia ciliata* and *Salix waldsteiniana*) it belongs to the alliance *Arabidion caeruleae* and class *Thlaspietea rotundifolii*. However, a reliable syntaxonomic classification of this relevé will only be possible when we have found more similar stands. ENGLISCH (1999: Table B) mentions a slightly similar community (*Salix serpillifolia-Ranunculus alpestris* community) for the Northeastern Alps, but it is also documented with only two relevés. Other different relevés belong to the syntaxa that have already been reported in the Julian Alps: *Seslerio sphaerocephalae-Dryadetum octopetalae* (DAKSKOBLER

& SURINA 2017a), *Homogyno discoloris-Salicetum retusae* (SURINA 2005), *Caricetum ferrugineae* s. lat. (SURINA 2005) and *Salici retusae-Geranietum argentei salicetosum serpillifoliae* (SURINA 2005, DAKSKOBLER 2011). A relatively homogeneous group of 13 relevés cannot be classified into any of so far described associations. *Salix serpillifolia* dominates in all these relevés which were made exclusively in the alpine belt. After we had conducted the first analysis we found four similar relevés from the Mangart ridge in Tone Wraber's manuscripts (he made at least one of them on the Italian side of the mountain), also with dominant *Salix serpillifolia*. We entered these four relevés into the FloVegSi database and compared them with the other 13 relevés (Figure 3).

Tone Wraber's Mangart relevés grouped with ours, indicating that we both inventoried the same community, although 20 years apart (his relevés are from 1983; his companion and assistant in the field was Andrej Podobnik). As no similar stands with dominant *Salix serpillifolia* in the alpine belt on calcareous bedrock

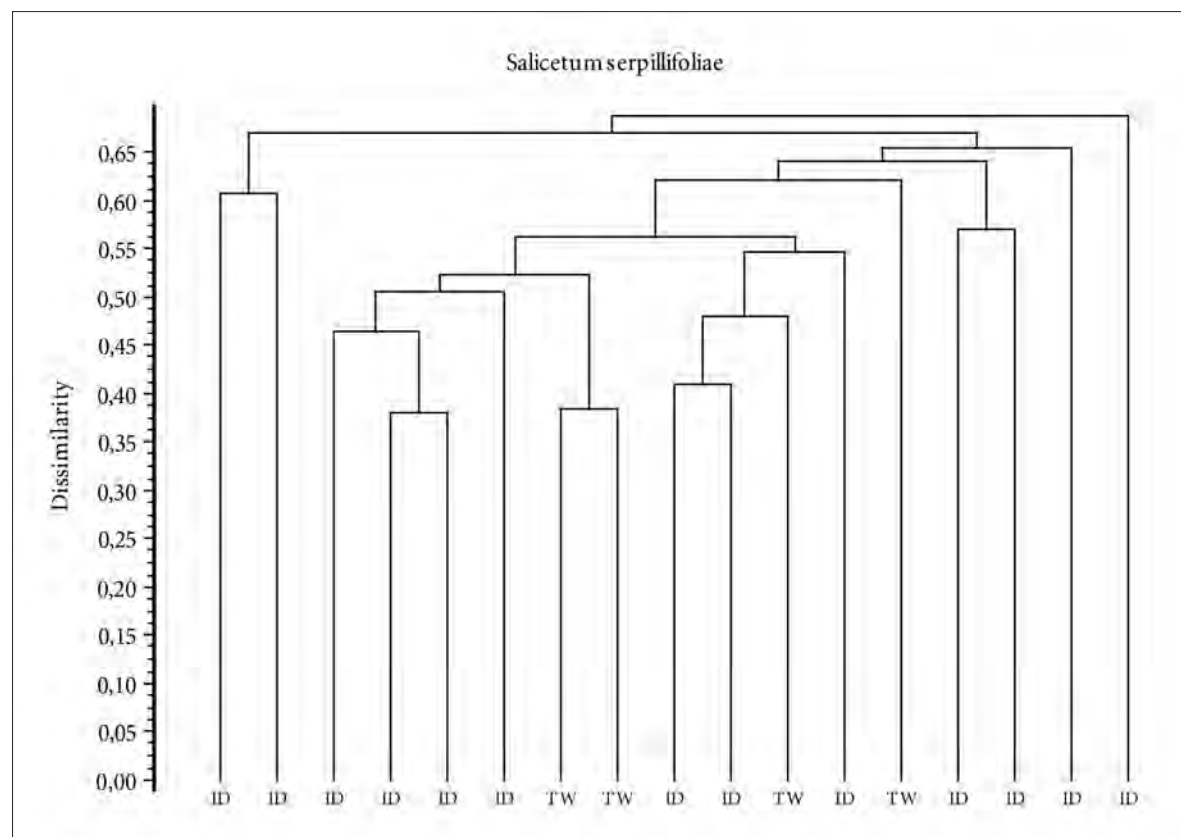


Figure 3: Dendrogram of stands with dominant *Salix serpillifolia* in the alpine belt of the Julian Alps, UPGMA, 1- similarity ratio

Slika 3: Dendrogram sestojev s prevladujočo timijanovolistno vrbo (*Salix serpillifolia*) v alpskem pasu Julijskih Alp, UPGMA, komplement Wishartovega koeficienta podobnosti

Legend / Legenda: ID - relevés by Igor Dakskobler, TW - relevés by Tone Wraber

have been reported elsewhere in the Alps, we joined our 13 with Wraber's four relevés in Table 2 and described them as the new association *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*. This association comprises alpine or cushion-like swards at elevations ranging from 2,350 to 2,650 m, on small ridge plateaus as well as on steep, slightly gullied and shady lee slopes just under summits, on sites with longer periods of snow cover than their surroundings. Such swards develop on very limited areas, measuring not more than 10 m² (Lopa, Jalovec, Razor, Plemenice and Zaplanja under Triglav), rarely (Pihavec, Mangart, Kukova Špica) on larger areas measuring up to 20 m². Figure 4 shows the current distribution of stands of the new association.

The diagnostic species of the new association include, in addition to the dominant willow *Salix serpillifolia*, also *Carex capillaris*, *Gentiana pumila*, *Doronicum glaciale* and *Saxifraga paniculata*. The first three in particular are characteristic for slightly moist to wet sites, moist alpine swards, snow beds and headwaters. *Salix serpillifolia* and *Saxifraga paniculata* are indicative also of ridge positions and the contact with alpine chasmophytic communities. *Gentiana pumila* is an eastern-Alpine species, a character species of the alliance *Caricion ferrugineae* (AESCHIMANN et al. 2004b: 20) that charac-

terises the new association both in terms of ecology and chorology as an endemic community of the Eastern Alps. Its distribution area is significantly smaller than the distribution area of *Salix serpillifolia*. Composition by the groups of diagnostic species (Table 3) shows a higher proportion of species of subalpine-alpine grasslands (*Oxytropido-Elynion*, *Caricion firmae*, *Caricion ferrugineae*, *Seslerietalia coeruleae*, *Elyno-Seslerietea*) than of scree species (*Arabidetalia caeruleae*, *Thlaspietia rotundifolii*). In previous articles (DAKSKOBLER & SURINA 2017a, DAKSKOBLER & ZUPAN 2017) we classified *Salix serpillifolia* as a diagnostic species of snow-bed communities (*Arabidetalia caeruleae*). Phytosociologists (GRABHERR 1993, Theurillat in AESCHIMANN 2004a) consider it a diagnostic species of the class *Carici rupestris-Kobresietea bellardii*. It is our opinion that alpine communities of windward ridges in the Slovenian Alps belong to the special alliance *Oxytropido-Elynion*, but not to a special class *Carici rupestris-Kobresietea bellardii* (ORIOLO 2001, DAKSKOBLER & SURINA 2017a). If we take into account the dominant species it could be classified into this alliance based on the analysis of diagnostic species, but the new association could also be classified into the alliance *Caricion firmae* or even into the alliance *Arabidion caeruleae*. We therefore

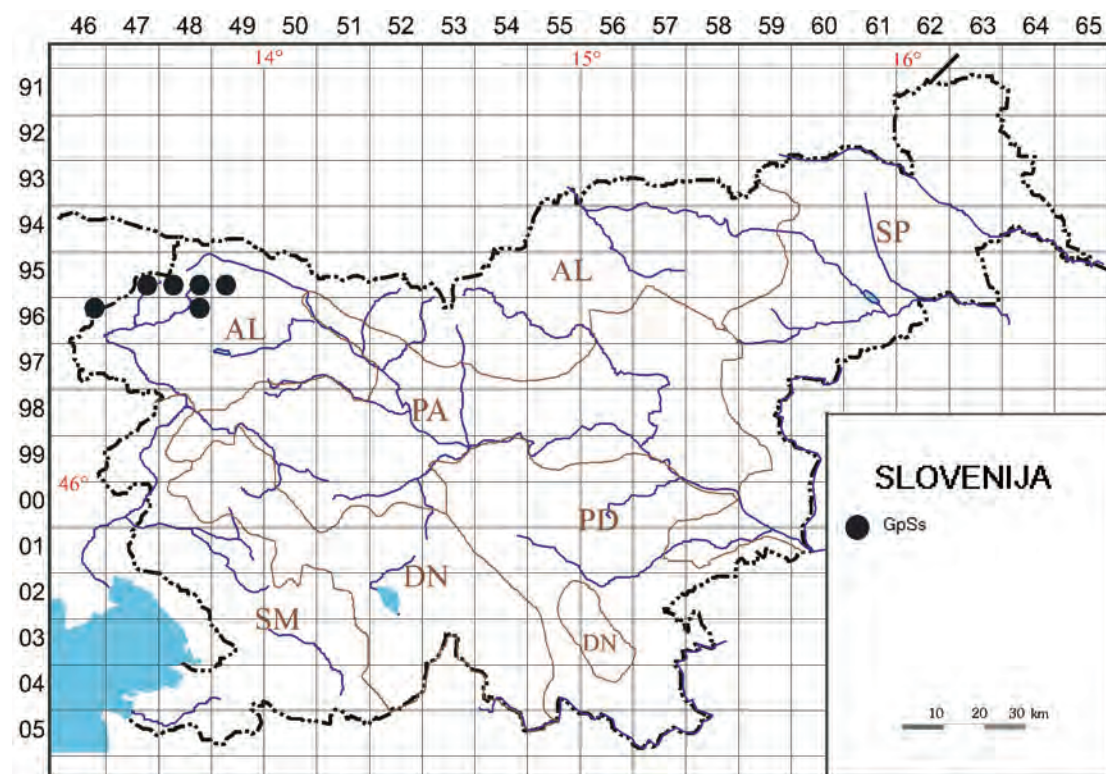


Figure 4: Distribution of stands of the association *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae* on the map of Slovenia
Slika 4: Razširjenost sestojev asociacije *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae* na zemljevidu Slovenije

described a special type of alpine vegetation with species characteristic for three groups of communities (snow beds, swards and windward ridges). In the Julian Alps we recently described another slightly similar community, association *Saxifrago paniculatae-Caricetum fuliginosae* (DAKSKOBLER & SURINA 2017a, Table 6). Two diagnostic species occur in both associations (*Salix serpillifolia* and *Saxifraga paniculata*). As many as 31 of 35 species recorded in the stands of this association occur also in the stands of the association *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*, but floristic similarity between both compared syntaxa is only 45% (SØRENSEN 1948). The stands of the other association are much more species-rich (on average 24 species per relevé compared to an average of 12 species per relevé in the stands of the first association); they can cover slightly larger areas and more distinctly resemble alpine swards. Another decisive factor is the difference in the coverage of both dominant species (*Carex fuliginosa* / *Salix serpillifolia*) and in site ecology. The soil in the stands of the second association is more developed, in places rendzina. Nevertheless, these are two relatively similar and rare forms of alpine vegetation in the Julian Alps.

3.3 Corrected phytosociological table of the association *Crepido terglouensis-Potentilletum nitidae* (Dakskobler & Zupan 2017)

During the review of the herbarium material collected in the summer of 2016 we observed that a cushion-

forming plant that we recorded in several stands of the association *Crepido terglouensis-Potentilletum nitidae* on a plateau west of Mt. Triglav had been mis-determined. Two species were reported in field notes, *Minuartia cherlerioides* and *Arenaria ciliata*, but in our review of the herbarium material we could only find *Arenaria ciliata*. Consequently, we have to revise the diagnostic species of this association. They are *Potentilla nitida*, *Crepis terglouensis*, *Eritrichium nanum*, *Alyssum ovirense* and *Arenaria ciliata* (but not *Minuartia cherlerioides*). Below we provide a slightly modified phytosociological table (Table 4) without *Minuartia cherlerioides* (for which we have no supporting herbarium material) and a slightly different (irrelevant in terms of the syntaxonomic classification of the association) composition by groups of diagnostic species (Table 5). Everything else that has so far been reported for this association remains unchanged, including the dendrogram in Figure 4 (DAKSKOBLER & ZUPAN, *ibid.*). Despite misdetermination of one of the diagnostic species the description of the new association *Crepido terglouensis-Potentilletum nitidae* Dakskobler et Zupan 2017 does not require a formal correction (Article 43 – Correction of names due to taxonomic errors), because our error does not pertain to the species that gives the association its name (WEBER, MORAVEC et THEURILLAT 2000).

4 CONCLUSIONS

The alpine community with dominant *Salix serpillifolia* was first reported on the Mangart ridge by Tone Wraber (1983, manuscript collection kept by the Botanical Garden of the University of Ljubljana), who made four relevés at the time, but never published anything on the subject. We described a similar community under Mt. Lopa in the Kanin Mts., under Mt. Jalovec, on Mt. Pihavec, under Mt. Razor, on Plamenice and Zaplanja under Mt. Triglav and on Mt. Kukova Špica. Despite several differences between our relevés and Wraber's we had obviously studied the same community populating smaller or larger ridge plateaus or slightly gullied shady slopes with long snow cover. In addition to thyme-leaved willow the species that best characterise the new community include *Carex capillaris*, *Doronicum glaciale*, *Gentiana pumila* and *Saxifraga paniculata*. Similar willow communities have not

been reported elsewhere in the Southern and Eastern Alps, so we classified our stands into the new association *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*. Presently, its stands remain specific for some of the highest summits of the Julian Alps, similarly to the stands of the association *Saxifrago paniculatae-Caricetum fuliginosae*, which are slightly similar in terms of species composition. So far, they have not been subject to significant human impact, although some of them are situated in the vicinity of well-frequented mountain paths (to Mt. Mangart and Mt. Jalovec). Potentially, they could be endangered by small cattle grazing. The species composition of the new community includes several species that are relatively rare in Slovenia, such as *Erigeron uniflorus*, *Antennaria carpatica*, *Gentiana orbicularis*, *Luzula spicata*, *Juncus jacquinii*, *Sesleria ovata*, *Omalotheca supina* (*Gnaphalium supinum*), *Sib-*

boldia procumbens, *Soldanella pusilla*, red-listed *Elyna myosuroides* (ANON. 2002), protected *Nigritella miniata* s. lat. (*N. rubra* s. lat., *N. hygrophila*) and *Primula au-*

ricula (ANON. 2004), and southeastern-Alpine endemic species *Cerastium subtriflorum*, *Saxifraga tenella* and *Saxifraga exarata* subsp. *carniolica*.

5 POVZETEK

Timijanovolistna vrba (*Salix serpillifolia*) je alpsko-ilirska vrsta, značilna za vlažna gruščnata pobočja in alpske trate. V Sloveniji uspeva v (altimontanskem), subalpinskem in alpskem pasu v Julijskih Alpah, Karavankah, Kamniško-Savinjskih Alpah in v Trnovskem gozdu. Najnižje smo jo do sedaj našli v dveh globokih vrtačah pod Velikim Golakom v Trnovskem gozdu: v Kraljevi kamri vzhodno od te gore na nadmorski višini 1295 m in v vrtači severno od te gore, na nadmorski višini 1350 m, najvišje pa pod vrhom Škrlatice, na nadmorski višini 2750 m. S fitocenološko analizo po srednjeevropski metodi in primerjavo 30 popisov iz subalpskega in alpskega pasu v Julijskih Alpah (od tega smo štiri popise našli v rokopisni zapuščini Tonea Wraberja), kjer je ta vrsta ena izmed prevladujočih, smo opisali novo asociacijo *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae* T. Wraber ex Dakskobler ass. nov. Vanjo uvrščamo alpske trate oz. blazinaste trate na nadmorski višini od 2350 m do 2650 m, na manjših grebenskih uravninah in tudi na strmih nekoliko užlebljenih in zavetrnih osojnih pobočjih tik pod vrhovi, na krajih, kjer se navadno sneg zadržuje dalj časa kot na okoliških stičnih površinah. Takšne trate smo našli na zelo majhnih površinah od nekaj do deset kvadratnih metrov (Lopa, Razor, Jalovec, Plemenice in Zaplanja pod Triglavom), ponekod (Mangart, Pihavec, Kukova špica) tudi na večjih površinah do 20 m². Diagnostične vrste nove asociacije so *Salix serpillifolia*, *Carex capillaris*, *Gentiana pumila*, *Doronicum glaciale* in *Saxifraga paniculata*. Večinoma so značilne za nekoliko vlažna do mokra rastišča, vlažne alpske trate, snežne dolinice in povirja, timijanovolistna vrba in grozdasti kamnokreč (*Saxifraga paniculata*) pa označujeta tudi grebenko lego in stik z alpskimi združbami skalnih razpok. Nizki svišč (*Gentiana pumila*) je vzhodnoalpska vrsta, značilnica zveze *Caricion ferrugineae*, ki novo asociacijo označuje ekološko in horološko, kot endemično združbo Vzhodnih Alp. Sestava po skupinah diagnostičnih vrst kaže na večji delež vrst subalpsko-alpskih travišč (*Oxytropido-Elynion*, *Caricion firmae*, *Caricion ferrugineae*, *Seslerietalia coeruleae*, *Elyno-Seslerietea*) kot pa meliščnih vrst (*Arabidetalia caeruleae*, *Thlaspietalia rotundifoliae*). Novo asociacijo uvrščamo v zvezo *Oxytropido-Elynion*, red *Seslerietalia*

coeruleae in razred *Elyno-Seslerietea*. Mogoča je tudi uvrstitev v zvezo *Caricion firmae* in, če timijanovolistno vrbo uvrščamo med značilnice rastja snežnih dolin, tudi v zvezo *Arabidion caeruleae* in v razred *Thlaspietalia rotundifoliae*. Po vrstni sestavi so sestojem novo opisane asociacije nekoliko podobni sestoji asociacije *Saxifraga paniculatae-Caricetum fuliginosae*, ki prav tako uspevajo na majhnih površinah v alpskem pasu Julijskih Alp. Razlika med njima je v stopnji zastiranja prevladujočih vrst, v številu vrst na popisno ploskev, v zgradbi in velikosti sestojev, v talnih razmerah. Človek na razvoj in ohranitev preučene združbe za zdaj še nima bistvenega vpliva, čeprav so nekateri njeni sestoji v bližini precej obiskanih planinskih poti (na Mangart in Jalovec). Deloma jih lahko ogroža tudi pašna drobnice. V vrstni sestavi nove združbe so tudi nekatere v Sloveniji razmeroma redke vrste, kot so *Eriogon uniflorus*, *Antennaria carpatica*, *Gentiana orbicularis*, *Luzula spicata*, *Juncus jacquinii*, *Sesleria ovata*, *Omalotheca supina* (*Gnaphalium supinum*), *Sibbaldia procumbens*, *Soldanella pusilla*, vrsta iz rdečega seznama *Elyna myosuroides*, zavarovani vrsti *Nigritella miniata* s. lat. (sin. *N. rubra* s. lat., po naši določitvi takson *N. hygrophila*) in *Primula auricula* ter jugovzhodnoalpski endemiti *Cerastium subtriflorum*, *Saxifraga tenella* in *Saxifraga exarata* subsp. *carniolica*.

V tem članku objavljamo tudi nekoliko popravljen fitocenološko tabelo asociacije *Crepido terglouensis-Potentilletum nitidae*. Ob pregledu herbarijskega gradiva, nabranega poleti 2016, smo ugotovili napačno določitev blazinaste rastline, ki smo jo popisali v nekaterih njenih sestojih na planoti zahodno od Triglava. V terenskih beležnicah sta bili napisani dve vrsti *Minuartia cherlerioides* in *Arenaria ciliata*, pregled herbarijskega gradiva pa kaže na prisotnost le ene vrste, *Arenaria ciliata*. Zaradi tega smo popravili diagnostične vrste te asociacije, ki so *Potentilla nitida*, *Crepis terglouensis*, *Eritrichium nanum*, *Alyssum ovirensense* in *Arenaria ciliata* (in ne *Minuartia cherlerioides*). Kljub napačni določitvi ene izmed diagnostičnih vrst opis nove asociacije *Crepido terglouensis-Potentilletum nitidae* Dakskobler et Zupan 2017 ne potrebuje formalne korekcije, saj se naša napaka ne nanaša na vrsti, po katerih se nova asociacije imenuje.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank the heirs of the late Prof. Dr. Tone Wraber for giving his manuscripts and professional literature to the safekeeping of the Botanical Garden of the University of Ljubljana, and to its director, Dr. Jože Bavcon, who allowed us to examine professor's legacy. I am extremely grateful to Prof. Dr. Andrej Martinčič for his determination of mosses. I owe special thanks

to Dr. Branko Vreš, Mag. Andrej Seliškar and Brane Anderle, co-authors of Figure 1. Anonymous reviewer helped me with valuable improvements and corrections. I also acknowledge the financial support from the Slovenian Research Agency (research core funding No. P1-0236). English translation by Andreja Šalamon Verbič.

REFERENCES – LITERATURA

- 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, 2004b: *Flora alpina*. Bd. 2: *Gentianaceae–Orchidaceae*. Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien.
- AESCHIMANN, D., K. LAUBER, D. M. MOSER & J.-P. THEURILLAT, 2004c: *Flora alpina*. Bd. 3: *Register*. Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien.
- ANONYMOUS, 2002: *Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam*. Uradni list RS 82/2002.
- ANONYMOUS, 2004: *Uredba o zavarovanih prosto živečih rastlinskih vrstah*. Uradni list RS 46/2004.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964: *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 3. Auflage. Springer, Wien – New York.
- BUFFA, G. & G. SBURLINO, 2001: *Carex ferruginea grasslands in the south-eastern Alps*. *Plant Biosystems* 135 (2): 195–206.
- 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., Kladnik, D., Orožen Adamič, M. & Perko, D. (eds.): *Geografski atlas Slovenije. Država v prostoru in času*. Državna založba Slovenije, Ljubljana, pp. 100–101.
- DAKSKOBLER, I., 2011: *Novosti v flori zahodne Slovenije (Primorska)*. *Hladnikia* (Ljubljana) 27: 3–25.
- DAKSKOBLER, I. & B. SURINA, 2017a: *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. <https://doi.org/10.1515/hacq-2016-0022>
- DAKSKOBLER, I. & B. SURINA, 2017b: *Phytosociological analysis of montane-subalpine dwarf willow shrub communities in the Julian Alps and on the Trnovski gozd plateau (NW and W Slovenia)*. *Hacquetia* (Ljubljana) 16 (2): 213–280.
- DAKSKOBLER, I. & B. ZUPAN, 2017: *Two new scree plant communities in the Triglav Mountains (Julian Alps, Slovenia)*. *Folia biologica et geologica* (Ljubljana) 58 (1): 5–30.
- ENGLISCH, T., 1999: *Multivariate Analysen zur Synsystematik und Standortsökologie der Schneebodenvegetation (Arabidetalia caeruleae) in den Nördlichen Kalkalpen*. *Stapfia* (Linz) 59: 1–211 + Tables.
- ENGLISCH, T., M. VALACHOVIČ, L. MUCINA, G. GRABHERR & T. ELLMAUER, 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.
- GRABHERR, G., 1993: *Carici rupestris-Kobresietea bellardii*. In: G. Grabherr & L. Mucina (eds.): *Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II: Natürliche waldfreie Vegetation*. Gustav Fischer Verlag, Jena - Stuttgart - New York, pp. 373–381.
- GRABHERR, G. & L. MUCINA (eds.), 1993: *Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II: Natürliche waldfreie Vegetation*. Gustav Fischer Verlag, Jena - Stuttgart - New York.
- LOVRENČAK, F., 1998: *Prsti*. In: J. Fridl, D. Kladnik, M. Orožen Adamič & D. Perko (eds.): *Geografski atlas Slovenije. Država v prostoru in času*. Državna založba Slovenije, Ljubljana, pp. 114–115.
- HADERLAPP, P., 1982: *Alpine Vegetation der Steiner Alpen*. *Carinthia II* (Klagenfurt). Sonderheft 40: 3–56.

- LEUSCHNER, C. & H. ELLENBERG, 2017: *Ecology of Central-European Non-Forest Vegetation: Coastal to Alpine, Natural to Man-Made Habitats. Vegetation Ecology of Central Europe. Volume II.* Springer Verlag, Cham.
- MAAREL van der, E., 1979: *Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity.* Vegetatio 39 (2): 97–114.
- 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.
- MUCINA, L., H. BÜLTMANN, K. DIERSSEN, J-P. THEURILLAT, T. RAUS, A. ČARNI, K. ŠUMBEROVÁ, W. WILLNER, J. DENGLE, R. GAVILÁN GARCÍA, M. CHYTRÝ, M. HÁJEK, R. DI PIETRO, D. IAKUSHENKO, J. PALLAS, F. J. A. DANIÉLS, E., BERGMEIER, A. SANTOS GUERRA, N. ERMAKOV, M. VALACHOVIČ, J. H. J. SCHAMINÉE, T. LYSENKO, Y. P. DIDUKH, S. PIGNATTI, J. S. RODWELL, J. CAPELO, H. E. WEBER, A. SOLOMESHCH, P. DIMOPOULOS, C. AGUIAR, S. M. HENNEKENS & L. TICHÝ, 2016: *Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities.* Applied Vegetation Science 19, Supplement 1: 3–264. <http://dx.doi.org/10.1111/avsc.12257>
- ORIOLO, G., 2001: *Naked rush swards (Oxytropido-Elynon Br.-Bl. 1949) on the Alps and the Apennines and their syntaxonomical position.* Fitosociologia 38 (1): 91–101.
- PIGNATTI, E. & S. PIGNATTI, 1985: *Das Caricetum rupestris, eine neue Assoziation der Südtiroler Dolomiten.* Tuexenia (Göttingen) 5: 175–179.
- 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. & 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., G. ORIOLO & M. VIDALI, 2002: *La flora vascolare del Friuli Venezia Giulia. Catalogo annotato ed indice sinonimico. Vascular flora of Friuli Venezia Giulia. An annotated catalogue and synonymic index.* Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Azienda Parchi e Foreste Regionali & Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Biologia, Udine.
- ROS, R. M., V. MAZIMPAKA, U. ABOU-SALAMA, M. ALEFFI, T. L. BLOCKEEL, M. BRUGUÉS, R. M. CROS, M. G. DIA, G. M. DIRKSE, I. DRAPER, W. EL SAADAWI, A. ERDAĞ, A. GANEVA, R. GABRIEL, J. M. GONZÁLEZ-MANCEBO, I. HERNSTADT, V. HUGONNOT, K. KHALIL, H. KÜRSCHNER, A. LOSADA-LIMA, L. LUÍS, S. MIFSUD, M., PRIVITERA, M. PUGLISI, M. SABOVLEVIĆ, C. SÉRGIO, H. M. SHABBARA, M. SIM-SIM, A. SOTIAUX, R. TACCHI, A. VANDERPOORTEN & O. WERNER, 2013: *Mosses of the Mediterranean, an annotated checklist.* Cryptogamie, Bryologie 34 (2): 99–283.
- SELIŠKAR, T., B. VREŠ & A. SELIŠKAR, 2003: *FloVegSi 2.0. Fauna, Flora, Vegetation and Paleovegetation of Slovenia. Computer programme for arranging and analysis of biological data.* 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 Videnskaberne Selskab, Biologiske Skrifter (København) 5 (4): 1–34.
- SUPPAN, U., J. PRÜGGER & H. MAYRHOFER, 2000: *Catalogue of the lichenized and lichenicolous fungi of Slovenia.* Bibliotheca Lichenologica 76: 1–215.
- SURINA, B., 2005: *Subalpina in alpinska vegetacija Krnskega pogorja v Julijskih Alpah.* Scopolia (Ljubljana) 57: 1–122.
- 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.
- TRPIN, D. & B. VREŠ, 1995: *Register flore Slovenije. Praprotnice in cvetnice.* Znanstvenoraziskovalni center SAZU, Ljubljana, 142 pp. + Appendix.
- VIDIĆ, N. J., T. PRUS, H. GRČMAN, M. ZUPAN, A. LISEC, T. KRALJ, B. VRŠČAJ, J. RUPREHT, M. ŠPORAR, M. SUHADOLC, R. MIHELIČ & 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.

- WEBER, H. E., J. MORAVEC & J. P. THEURILLAT, 2000: *International Code of Phytosociological Nomenclature*. 3rd. Edition. *J. Veg. Sci.* 11 (5): 739–766.
- WIKUS, E., 1960: *Die vegetation der Lienzer Dolomiten (Osttirol)*. *Arch. Bot. Biogeogr. Ital. (Forli)*: 34–37: 1–189.
- WRABER, T., 1972: *Contributo alla conoscenza della vegetazione pioniera (Asplenietea rupestris e Thlaspeetea rotundifolia) delle Alpi Giulie*. Tesi di laurea. Università degli Studi di Trieste, Facoltà di Scienze, Trieste (Doktorska naloga, 81 pp.)
- WRABER, T., 1980: *Über einige neue oder seltene Arten in der Flora der Julischen Alpen (IV)*. *Studia Geobotanica (Trieste)* 1(1): 169–178.
- ZUPANČIČ, B., 1998: *Padavine*. In: Fridl, J., Kladnik, D., Orožen Adamič, M. & Perko, D. (eds.): *Geografski atlas Slovenije. Država v prostoru in času*. Državna založba Slovenije, Ljubljana, pp. 98–99.

Photos 5–15: Photo / Foto: I. Dakskobler



5 Typical sites of the stands of the association *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*, above Gulce between Kukova Špica and Škrnatarica

5 Tipična rastišča sestojev asociacije *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae* nad prevalom Gulce med Kukovo špico in Škrnatarico



6 Typical sites of the stands of the association *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*, Zaplanja under Triglav
6: Tipična rastišča sestojev asociacije *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*, Zaplanja pod Triglavom



7 Detail of the stand of the association *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*, Kukova Špica
7 Detajl sestoja asociacije *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*, Kukova špica



8 Two details of the stand of the association *Gentiano pumilae*-*Salicetum serpillifoliae*, with *Salix serpillifolia*, *Arenaria ciliata*, *Doronicum glaciale*, *Saxifraga paniculata*, Plemenice under Triglav

8 Dva detajla sestoja asociacije *Gentiano pumilae*-*Salicetum serpillifoliae* z vrstami *Salix serpillifolia*, *Arenaria ciliata*, *Doronicum glaciale* in *Saxifraga paniculata*, Plemenice pod Triglavom



9 Typical sites of the association *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*, Kukova Špica

9 Tipična rastišča, kjer se pod vrhom Kukove špice pojavljajo sestoji asociacije *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*



10 Two stands of the association *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*, Kukova Špica

10 Dva sestoja asociacije *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae* tik pod vrhom Kukove špice



11 Typical sites and stands of the association *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*, Kukova Špica
11 Tipična rastišča in sestoji asociacije *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae* tik pod vrhom Kukove špice



12 Typical sites and stands of the association *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*, Zaplanja under Triglav
12 Tipično rastišče in sestoj asociacije *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*, Zaplanja pod Triglavom



13 *Gentiana pumila*, together with *Carex ornithopodoides* and *Erigeron uniflorus*, Kukova Špica
13 Nizki svišč (*Gentiana pumila*) skupaj z vrstama *Carex ornithopodoides* in *Erigeron uniflorus* pod vrhom Kukove špice



14 *Doronicum glaciale*, one of the diagnostic species of the association *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae* (together with *Silene acaulis* and *Saxifraga paniculata*)
14 Ledeniški divjakovec (*Doronicum glaciale*), ena izmed diagnostičnih vrst asociacije *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae* (skupaj z vrstama *Silene acaulis* in *Saxifraga paniculata*)



15 *Nigrittella miniata* s. lat. (perhaps taxon *N. hygrophila*), one of the protected species in the stand of the association *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*, Zaplanja under Triglav
15 Rdeča murka (*Nigrittella miniata* s. lat., morda takson *N. hygrophila*), ena izmed zavarovanih vrst, ki rastejo v sestojih asociacije *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*, Zaplanja pod Triglavom



16 *Gentiana pumila*. Photo / Foto: Peter Strgar

Table 1 (Preglednica 1): *Ranunculo traunfellneri-Salicetum serpillifoliae* nom. prov.

| | | |
|---|----------------|-----------|
| Number of relevé (Zaporedna številka popisa) | | 1 |
| Database number of relevé (Delovna številka popisa) | | 202447 |
| Elevation in m (Nadmorska višina v m) | | 1690 |
| Aspect (Lega) | | NE |
| Slope in degrees (Nagib v stopinjah) | | 25 |
| Parent material (Matična podlaga) | | Gr |
| Soil (Tla) | | Li |
| Stoniness in % (Kamnitost v %) | | 20 |
| Cover of herb layer in % (Zastiranje zeliščne plasti v %): | E1 | 80 |
| Cover of moss layer in % (Zastiranje mahovne plasti v %) | E0 | 2 |
| Number of species (Število vrst) | | 23 |
| Relevé area (Velikost popisne ploskve) | m ² | 2 |
| Date of taking relevé (Datum popisa) | | 7/30/2003 |
| Locality (Nahajališče) | | Matajurc |
| Quadrant (Kvadrant) | | 9749/3 |
| Coordinate GK Y (D-48) | m | 414890 |
| Coordinate GK X (D-48) | m | 5121119 |
| Diagnostic species of syntaxon (Diagnostične vrste sintaksona) | | |
| OE <i>Salix serpillifolia</i> | E1 | 4 |
| AC <i>Ranunculus traunfellneri</i> | E1 | 1 |
| AC <i>Galium noricum</i> | E1 | 1 |
| AC <i>Arabidion caeruleae</i>, <i>Arabidetalia caeruleae</i> | | |
| <i>Rumex nivalis</i> | E1 | + |
| <i>Soldanella alpina</i> | E1 | + |
| <i>Taraxacum alpinum</i> agg. | E1 | + |
| TR <i>Thlaspietea rotundifolii</i> | | |
| <i>Moehringia ciliata</i> | E1 | 1 |
| <i>Achillea atrata</i> | E1 | + |
| <i>Armeria alpina</i> | E1 | + |
| <i>Athamanta cretensis</i> | E1 | + |
| <i>Cerastium carinthiacum</i> | E1 | + |
| <i>Festuca nitida</i> | E1 | + |
| <i>Thlaspi kernerii</i> | E1 | + |
| PC <i>Potentilletalia caulescentis</i> | | |
| <i>Campanula cochleariifolia</i> | E1 | + |
| <i>Valeriana elongata</i> | E1 | + |
| <i>Valeriana saxatilis</i> | E1 | + |
| ES <i>Elyno-Seslerietea</i> | | |
| <i>Pedicularis rostratocapitata</i> | E1 | + |
| <i>Myosotis alpestris</i> | E1 | + |
| PaT <i>Poo alpinae-Trisetetalia</i> | | |
| <i>Leontodon hispidus</i> | E1 | + |
| <i>Poa alpina</i> | E1 | + |
| BA <i>Betulo-Alnetea</i> | | |
| <i>Salix waldsteiniana</i> | E1 | 1 |
| <i>Viola biflora</i> | E1 | + |
| ML Mosses (Mahovi) | | |
| <i>Tortella tortuosa</i> | E0 | + |

Legend - Legenda

Gr Gravel - grušč

Li Lithosol - kamnišče

OE *Oxytropido-Elynion*

Table 2 (Preglednica 2): *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae* ass. nova

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|------------------|-----------|----------|----------|--------------|--------------|----------|--------------|----------|-------------------|------------------|--------------|-----------|
| Number of relevé (Zaporedna številka popisa) | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| Database number of relevé (Delovna številka popisa) | | 219683 | 221118 | 219684 | 262410 | 262412 | 226600 | 270376 | 270377 | 267917 | 267921 | 270374 | 267922 | 270375 | 262407 | 262413 | 267915 | 241860 |
| Author of the relevé (Avtor popisa) | | ID | ID | ID | ID | ID | ID | TW | TW | ID | ID | TW | ID | TW | ID | ID | ID | ID |
| Elevation in m (Nadmorska višina v m) | | 2390 | 2380 | 2390 | 2385 | 2375 | 2520 | 2560 | 2540 | 2426 | 2420 | 2627 | 2417 | 2630 | 2365 | 2370 | 2425 | 2570 |
| Aspect (Lega) | | NW | N | N | N | SSW | E | N | E | NE | E | N | NNE | N | NW | N | N | SE |
| Slope in degrees (Nagib v stopinjah) | | 2 | 10 | 5 | 5 | 10 | 25 | 15 | 30 | 5 | 45 | 5 | 45 | 15 | 5 | 10 | 35 | 30 |
| Parent material (Matična podlaga) | | A | A | A | DA | DA | DA | Gr | A | DA | DA | A | DA | A | DA | A | DA | DA |
| Soil (Tla) | | Re | Li | Li | Li | Re | Li | Li | Re | Re | Re | Li | Re | Re | Re | Re | Re | Li |
| Stoniness in % (Kamnitost v %) | | 0 | 0 | 20 | 10 | 20 | 20 | 0 | 10 | 10 | 20 | 10 | 10 | 0 | 10 | 10 | 30 | 20 |
| Cover of herb layer in % (Zastiranje zeliščne plasti v %): | E1 | 100 | 100 | 80 | 90 | 80 | 80 | 100 | 100 | 80 | 80 | 90 | 80 | 100 | 90 | 90 | 70 | 80 |
| Cover of moss layer in % (Zastiranje mahovne plasti v %): | E0 | . | 5 | . | . | . | 10 | . | . | 5 | 10 | . | . | . | . | 20 | . | . |
| Number of species (Število vrst) | | 18 | 34 | 14 | 16 | 20 | 33 | 20 | 32 | 25 | 27 | 15 | 27 | 31 | 23 | 17 | 38 | 25 |
| Relevé area (Velikost popisne ploskve) | m ² | 15 | 2 | 15 | 2 | 5 | 10 | 20 | 20 | 1 | 5 | 1 | 10 | 20 | 4 | 5 | 5 | 10 |
| Date of taking relevé (Datum popisa) | | 8/26/2008 | 8/11/2004 | 8/26/2008 | 8/8/2016 | 8/8/2016 | 8/31/2009 | 9/8/1983 | 9/8/1983 | 7/17/2017 | 7/17/2017 | 9/8/1983 | 7/17/2017 | 9/8/1983 | 8/8/2016 | 8/8/2016 | 7/17/2017 | 8/24/2011 |
| Locality (Nahajališče) | | Pihavec | Lopa | Pihavec | Triglav-Plemenice | Triglav-Zaplanja | Razor | Mangart | Mangart | Kukova špica | Kukova špica | Mangart | Kukova špica | Mangart | Triglav-Plemenice | Triglav-Zaplanja | Kukova špica | Jalovec |
| Quadrant (Kvadrant) | | 9648/2 | 9646/2 | 9648/2 | 9648/2 | 9648/2 | 9548/4 | 9547/4 | 9547/4 | 9549/3 | 9549/3 | 9547/4 | 9549/3 | 9547/4 | 9648/2 | 9648/2 | 9549/3 | 9548/3 |
| Coordinate GK Y (D-48) | m | 408558 | 384589 | 408528 | 409956 | 410056 | 407537 | 397268 | 397283 | 412399 | 412398 | 397042 | 412393 | 397090 | 409881 | 410061 | 412414 | 398822 |
| Coordinate GK X (D-48) | m | 5139386 | 5137345 | 5139486 | 5138179 | 5138083 | 5141478 | 5144862 | 5144891 | 5145461 | 5145491 | 5144840 | 5145493 | 5144867 | 5138141 | 5138032 | 5145438 | 5142581 |
| Diagnostic species of the association (Diagnostične vrste asociacije) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OE <i>Salix serpillifolia</i> | E1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 2 | 4 | 4 | 2 |
| CD <i>Carex capillaris</i> | E1 | + | + | 1 | + | . | + | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | + | 1 | . | + | 14 |
| DH <i>Doronicum glaciale</i> | E1 | . | + | 2 | 2 | 1 | + | 1 | 1 | . | . | r | + | + | 1 | 1 | 1 | 13 |
| CF <i>Gentiana pumila</i> | E1 | 1 | 2 | . | . | 1 | + | + | 1 | + | 1 | . | 1 | 1 | 1 | 1 | . | 12 |
| PC <i>Saxifraga paniculata</i> | E1 | . | . | 2 | + | + | + | 1 | 2 | + | 1 | . | . | . | + | 2 | + | 11 |
| OE Oxytropido-Elynion | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Arenaria ciliata</i> | E1 | . | . | . | + | + | . | 1 | 1 | + | + | . | 1 | 1 | + | . | 1 | 11 |
| <i>Erigeron uniflorus</i> | E1 | . | . | . | + | 1 | 1 | . | + | 1 | 2 | 1 | + | 1 | . | . | + | 10 |
| <i>Lloydia serotina</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | 1 | + | . | . | + | 4 |
| <i>Carex atrata</i> | E1 | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 |
| <i>Antennaria carpatica</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | 1 |
| <i>Elyna myosuroides</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | 1 |
| CFir Caricion firmae | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Minuartia sedoides</i> | E1 | + | . | 2 | . | 1 | 1 | . | 1 | + | + | + | + | + | . | + | 1 | 12 |
| <i>Silene acaulis</i> | E1 | . | . | . | 1 | 1 | 1 | 1 | + | . | . | . | 1 | 1 | 2 | 3 | + | 11 |
| <i>Festuca quadriflora</i> | E1 | 2 | + | 1 | . | . | 1 | 1 | . | 1 | 1 | . | 3 | 1 | . | . | 2 | 10 |
| <i>Veronica aphylla</i> | E1 | 1 | 1 | . | . | + | + | . | . | 1 | 1 | 1 | . | 1 | . | + | + | 10 |
| <i>Helianthemum alpestre</i> | E1 | . | + | . | . | + | + | . | + | 1 | 2 | + | 1 | . | + | 3 | . | 10 |
| <i>Carex firma</i> | E1 | 2 | . | 1 | 1 | 3 | + | . | . | + | . | . | . | . | 1 | 1 | + | 9 |
| <i>Sesleria sphaerocephala</i> | E1 | . | . | + | + | 1 | . | . | . | + | . | . | . | . | + | 2 | 1 | 7 |

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | Pr. | Fr. | |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|----|
| | Number of relevé (Zaporedna številka popisa) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Pedicularis rostratocapitata</i> | E1 | . | 1 | . | . | + | + | . | + | . | + | . | . | . | . | . | 1 | 6 | 35 | |
| | <i>Oxytropis neglecta</i> | E1 | . | + | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | 1 | . | 4 | 24 | |
| | <i>Phyteuma sieberi</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | + | . | + | . | + | . | . | . | + | . | 4 | 24 | |
| | <i>Minuartia verna</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | + | + | . | + | . | . | . | + | . | . | 4 | 24 | |
| | <i>Dryas octopetala</i> | E1 | . | + | . | . | . | . | . | + | . | + | . | . | . | . | . | . | 3 | 18 | |
| | <i>Saussurea pygmaea</i> | E1 | . | . | . | . | . | + | . | + | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 3 | 18 | |
| | <i>Gentiana terglouensis</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 12 | |
| | <i>Saxifraga caesia</i> | E1 | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 6 | |
| CF | <i>Caricion ferrugineae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Cerastium subtriflorum</i> | E1 | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 6 | |
| SV | <i>Seslerietalia coeruleae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Gentiana orbicularis</i> | E1 | . | . | . | . | . | + | + | . | + | 1 | . | + | . | . | . | . | 5 | 29 | |
| | <i>Achillea clavennae</i> | E1 | . | 1 | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 3 | 18 | |
| | <i>Potentilla crantzii</i> | E1 | . | . | . | . | . | + | . | + | . | . | . | 1 | . | . | . | . | 3 | 18 | |
| | <i>Saxifraga exarata</i> subsp. <i>carniolica</i> | E1 | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 12 | |
| | <i>Galium anisophyllum</i> | E1 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 6 | |
| | <i>Nigritella miniata</i> s. lat. (<i>N. hygrophila</i>) | E1 | . | . | . | . | r | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 6 | |
| | <i>Juncus monanthos</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | 1 | 6 | |
| ES | <i>Elyno-Seslerietea</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PaT | <i>Poa alpina</i> | E1 | . | + | + | 1 | 2 | 1 | + | 1 | . | 1 | + | + | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 16 | 94 |
| | <i>Polygonum viviparum</i> | E1 | 1 | 1 | 1 | + | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | . | 1 | 1 | . | + | 1 | + | 15 | 88 |
| | <i>Aster bellidiastrum</i> | E1 | 2 | 2 | + | . | . | + | . | . | + | . | . | + | + | 1 | . | + | . | 9 | 53 |
| | <i>Myosotis alpestris</i> | E1 | . | + | . | . | + | + | + | . | . | . | r | . | . | + | 1 | . | + | 8 | 47 |
| | <i>Selaginella selaginoides</i> | E1 | + | + | . | . | . | . | . | 1 | . | . | 1 | 1 | 1 | 1 | . | . | . | 6 | 35 |
| | <i>Gentianella anisodonta</i> | E1 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | r | . | . | . | . | . | 1 | 4 | 24 |
| | <i>Homogyne discolor</i> | E1 | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 2 | . | . | . | 3 | 18 |
| | <i>Thymus praecox</i> subsp. <i>polytrichus</i> | E1 | . | . | . | . | 1 | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | 1 | 3 | 18 | |
| | <i>Agrostis alpina</i> | E1 | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | + | 3 | 18 | |
| | <i>Pedicularis verticillata</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | r | . | 3 | 15 | |
| | <i>Sesleria caerulea</i> | E1 | 2 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | 2 | 12 | |
| | <i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>alpestris</i> | E1 | . | + | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 12 | |
| | <i>Euphrasia salisburgiensis</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | + | . | . | . | 2 | 12 | |
| | <i>Bartsia alpina</i> | E1 | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 6 | |
| | <i>Gentiana verna</i> | E1 | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 6 | |
| | <i>Rhododendron hirsutum</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | 1 | 6 | |
| | <i>Alchemilla exigua</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | 1 | 6 | |
| JT | <i>Juncetea trifidi, Nardion strictae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Carex fuliginosa</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | . | . | + | + | . | + | 5 | 29 |
| | <i>Euphrasia minima</i> | E1 | + | + | . | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | 4 | 24 |
| NS | <i>Coeloglossum viride</i> | E1 | . | 1 | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | 3 | 18 | |
| | <i>Campanula scheuchzeri</i> | E1 | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | 2 | 12 | |
| | <i>Luzula spicata</i> | E1 | . | + | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 12 | |
| | <i>Juncus jacquinii</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | 2 | . | . | . | 2 | 12 | |
| | <i>Botrychium lunaria</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | r | . | . | . | . | . | + | 2 | 12 |
| LV | <i>Loiseleurio-Vaccinietaea, Vaccinio-Piceetea</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Vaccinium gaultherioides</i> | E1 | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | 2 | 12 | |
| VP | <i>Homogyne alpina</i> | E1 | 2 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 6 | |
| | <i>Arctostaphylos alpinus</i> | E1 | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 6 | |
| VP | <i>Larix decidua</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | r | . | . | . | . | . | . | 1 | 6 | |
| AC | <i>Arabidetalia caeruleae (inc. Salicetea herbaceae)</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Carex parviflora</i> | E1 | . | . | . | 1 | 1 | + | + | + | + | . | . | 1 | + | 1 | 1 | . | 1 | 11 | 65 |
| | <i>Salix retusa</i> | E1 | + | 1 | . | + | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | + | + | 6 | 35 |
| | <i>Ranunculus traunfellneri</i> | E1 | . | 1 | . | + | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | + | + | 5 | 29 | |
| AA | <i>Trifolium pallescens</i> | E1 | . | 1 | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | 3 | . | 1 | 4 | 24 | |
| | <i>Carex ornithopodoides</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | + | + | . | . | + | 4 | 24 |
| | <i>Potentilla brauneana</i> | E1 | 1 | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 12 | |
| DH | <i>Sesleria ovata</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 12 | |
| | <i>Galium noricum</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | 1 | . | 2 | 15 | |
| AA | <i>Veronica alpina</i> | E1 | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 6 | |
| SH | <i>Omalothea supina (Gnaphalium supinum)</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | 1 | 6 | |
| SH | <i>Alchemilla fissa</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | 1 | 6 | |
| SH | <i>Luzula alpinopilosa</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | 1 | 6 | |

| Number of relevé (Zaporedna številka popisa) | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | Pr. | Fr. | |
|--|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|----|
| SH | <i>Sibbaldia procumbens</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | 1 | 6 |
| SH | <i>Soldanella pusilla</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | 1 | 6 |
| | <i>Saxifraga androsacea</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | 1 | 6 |
| TR | <i>Thlaspietalia rotundifolii</i>, <i>Thlaspietea rotundifolii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Saxifraga oppositifolia</i> | E1 | . | . | 1 | + | . | . | + | + | . | . | . | 1 | . | . | . | + | . | 6 | 35 |
| | <i>Saxifraga sedoides</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | 3 | 18 |
| | <i>Sedum atratum</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | 2 | 12 |
| MC | <i>Saxifraga aizoides</i> | E1 | . | . | . | r | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 6 |
| | <i>Achillea atrata</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | 1 | 6 |
| | <i>Linaria alpina</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | 1 | 6 |
| | <i>Poa minor</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | 1 | 6 |
| | <i>Taraxacum alpinum agg.</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | 1 | 6 |
| | <i>Taraxacum sp.</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | r | . | 1 | 6 |
| PC | <i>Potentilletalia caulescentis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Festuca alpina</i> | E1 | . | . | . | . | . | + | . | + | . | . | r | . | . | . | . | + | . | 4 | 24 |
| | <i>Potentilla nitida</i> | E1 | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | r | . | . | . | . | + | . | 3 | 18 |
| | <i>Saxifraga tenella</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 12 |
| | <i>Campanula cochleariifolia</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 8 |
| | <i>Minuartia cherleriooides</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | 1 | 8 |
| | <i>Petrocallis pyrenaica</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | 1 | 8 |
| | <i>Eritrichum nanum</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 8 |
| | <i>Primula auricula</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 8 |
| | <i>Asplenium viride</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | 1 | 8 |
| ML | Mosses and lichens (Mahovi in lišaji) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Tortella tortuosa</i> | E0 | . | . | + | . | . | . | . | . | . | + | . | 1 | . | . | . | 1 | . | 4 | 24 |
| | <i>Distichium capillaceum*</i> | E0 | . | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . | + | . | . | . | 1 | . | 4 | 24 |
| | <i>Timmia norvegica*</i> | E0 | . | 1 | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | 3 | 18 |
| | <i>Ditrichum flexicaule*</i> | E0 | . | 1 | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | 3 | 18 |
| | <i>Sciuro-hypnum glaciale*</i> | E0 | . | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | 3 | 18 |
| | <i>Vulpicida tubulosus</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | + | 1 | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 12 |
| | <i>Thamnia vermicularis</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | + | . | 2 | 12 |
| | <i>Barbilophozia attenuata*</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | + | . | 2 | 12 |
| | <i>Cetraria islandica</i> | E0 | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 6 |
| | <i>Cetraria nivalis</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 6 |
| | <i>Barbilophozia hatcheri*</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | 1 | 6 |
| | <i>Dicranum brevifolium*</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | 1 | 6 |
| | <i>Ortothecium rufescens</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | . | 1 | 6 |
| | <i>Callialaria curvicaulis*</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | 1 | 6 |
| | <i>Mnium thomsonii*</i> | E0 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | 1 | 6 |

Legend - Legenda

ID Igor Dakskobler

TW Tone Wraber

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 %

 AA *Androsacion alpinae*

 CD *Caricetalia davalliana*

 SH *Salicetea herbaceae*

 DH *Drabion hopeanae*

 NS *Nardion strictae*

 PAT *Poo alpinae-Trisetetalia*

 MC *Montio-Cardaminetea*

 VP *Vaccinio-Piceetea*

*det. Andrej Martinčič

Table 3: Groups of diagnostic species in the stands of the association *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*
Preglednica 3: Skupine diagnostičnih vrst v sestojih asociacije *Gentiano pumilae-Salicetum serpillifoliae*

| | |
|--|--------------|
| Successive number (Zaporedna številka) | 1 |
| Number of relevés (Število popisov) | 17 |
| <i>Oxytropido-Elynon</i> | 11,12 |
| <i>Caricion firmae</i> | 23,75 |
| <i>Caricion ferrugineae</i> | 3,22 |
| <i>Seslerietalia coeruleae</i> | 3,97 |
| <i>Elyno-Seslerietea</i> | 19,65 |
| <i>Caricetalia davallianae</i> | 3,43 |
| <i>Juncetea trifidi, Nardion strictae</i> | 4,97 |
| <i>Loiseleurio-Vaccinietea, Vaccinio-Piceetea</i> | 1,25 |
| <i>Arabidetalia caeruleae</i> (inc. <i>Salicetea herbaceae</i>) | 13,96 |
| <i>Thlaspietalia rotundifolii, Thlaspietea rotundifolii</i> | 4,22 |
| <i>Potentilletalia caulescentis</i> | 6,94 |
| Mosses and lichens (Mahovi in lišaji) | 3,51 |
| Total (Skupaj) | 100 |

Table 4: Analytic table of the association *Crepido terglouensis-Potentilletum nitidae* Dakskobler et Zupan 2017 (small corrigendum of part of the Table 1 in Dakskobler & Zupan 2017)
Preglednica 4: Analitska tabela asociacije *Crepido terglouensis-Potentilletum nitidae* Dakskobler et Zupan 2017 (majhen popravek dela Preglednice 1 v Dakskobler & Zupan 2017)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|------------------|--------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-----------|------------------|------------------|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---|-----|-----|
| Number of relevé (Zaporedna številka popisa) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | | | |
| Database number of relevé (Delovna številka popisa) | 200147 | 258065 | 257626 | 263298 | 263403 | 263404 | 257613 | 257623 | 262576 | 263406 | 257664 | 263408 | 263409 | 257614 | 257617 | | | |
| Author of the relevé (Avtor popisa) | TW | ID | IDBZ | ID | ID | ID | IDBZ | IDBZ | ID | ID | IDBZ | ID | ID | IDBZ | IDBZ | | | |
| Elevation in m (Nadmorska višina v m) | 2520 | 2535 | 2320 | 2192 | 2540 | 2541 | 2424 | 2509 | 2460 | 2540 | 2320 | 2540 | 2545 | 2450 | 2530 | | | |
| Aspect (Lega) | SE | NW | NE | SW | NW | SW | SW | SE | W | SSW | NE | SE | SE | S | SSE | | | |
| Slope in degrees (Nagib v stopinjah) | 10 | 3 | 5 | 0-3 | 10 | 5 | 5 | 2 | 30 | 5 | 3 | 10 | 5 | 15 | 15 | | | |
| Parent material (Matična podlaga) | Gr | Gr | Gr | Gr | Gr | Gr | Gr | Gr | Gr | Gr | Gr | Gr | Gr | Gr | Gr | | | |
| Soil (Tla) | Li | Li | Li | Li | Li | Li | Li | Li | Li | Li | Li | Li | Li | Li | Li | | | |
| Stoniness in % (Kamnitost v %) | 70 | 80 | 70 | 90 | 100 | 100 | 100 | 60 | 20 | 100 | 70 | 100 | 100 | 70 | 70 | | | |
| Cover of herb layer in % (Zastiranje zeliščne plasti v %): | E1 | 30 | 30 | 30 | 40 | 40 | 30 | 40 | 80 | 30 | 30 | 30 | 40 | 30 | 30 | | | |
| Number of species (Število vrst) | 18 | 14 | 10 | 12 | 18 | 14 | 7 | 3 | 5 | 6 | 3 | 12 | 18 | 15 | 11 | | | |
| Relevé area (Velikost popisne ploskve) | m ² | 10 | 10 | 4 | 5 | 10 | 10 | 3 | 4 | 2 | 10 | 3 | 10 | 10 | 5 | | | |
| Date of taking relevé (Datum popisa) | 7/23/1963 | 9/1/2015 | 7/31/2015 | 8/23/2016 | 8/24/2016 | 8/24/2016 | 8/1/2015 | 8/1/2015 | 8/24/2016 | 8/24/2016 | 7/31/2015 | 8/24/2016 | 8/24/2016 | 8/1/2015 | 8/1/2015 | | | |
| Locality (Nahajališče) | Kredarica | Glava v Zaplanji | Staničev dom | Vrata-Zelnarica | Glava v Zaplanji | Glava v Zaplanji | Glava v Zaplanji | Kredarica | Glava v Zaplanji | Glava v Zaplanji | Dovška vratca | Glava v Zaplanji | Glava v Zaplanji | Glava v Zaplanji | Glava v Zaplanji | | | |
| Quadrant (Kvadrant) | 9649/1 | 9648/2 | 9649/1 | 9648/4 | 9648/2 | 9648/2 | 9648/2 | 9649/1 | 9648/2 | 9648/2 | 9649/1 | 9648/2 | 9648/2 | 9648/2 | 9648/2 | | | |
| Coordinate GK Y (D-48) | m | 411886 | 410068 | 412723 | 407539 | 410065 | 410057 | 410088 | 411865 | 410015 | 410082 | 413236 | 410173 | 410178 | 410048 | | | |
| Coordinate GK X (D-48) | m | 5137964 | 5137604 | 5138748 | 5133849 | 5137604 | 5137597 | 5137334 | 5137887 | 5137499 | 5137597 | 5138757 | 5137644 | 5137726 | 5137454 | | | |
| Diagnostic species of the syntaxa (Diagnostične vrste sintaksom) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PS <i>Potentilla nitida</i> | E1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | Pr. | Fr. |
| TR1 <i>Crepis terglouensis</i> | E1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | + | 2 | 1 | 1 | + | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 15 | 100 |
| PC <i>Eritrichium nanum</i> | E1 | 1 | + | . | . | + | + | + | . | . | + | . | + | 1 | . | . | 8 | 53 |
| TR1 <i>Alyssum ovirens</i> | E1 | 1 | + | . | . | + | + | . | . | . | 1 | . | + | + | . | . | 7 | 47 |
| OE <i>Arenaria ciliata</i> | E1 | . | 1 | . | . | 1 | 1 | . | . | . | + | . | + | + | . | . | 6 | 40 |
| TR1 <i>Thlaspion rotundifolii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Papaver julicum</i> | E1 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | . | 3 | 20 |
| <i>Thlaspi cepeaeifolium</i> (<i>T. rotundifolium</i> , <i>Noccaea rotundifolia</i>) | E1 | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | 2 | 13 |
| TR2 <i>Thlaspietalia rotundifolii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Poa minor</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | + | + | 1 | + | 5 | 33 |
| <i>Cerastium carinthiacum</i> subsp. <i>carinthiacum</i> | E1 | . | . | + | 1 | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | 1 | . | 4 | 27 |
| <i>Achillea atrata</i> | E1 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | + | 3 | 20 |
| <i>Armeria alpina</i> | E1 | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 7 |
| <i>Moehringia ciliata</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | 1 | 7 |
| AC <i>Arabidetalia caeruleae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Salix retusa</i> | E1 | + | . | . | + | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 4 | 27 |
| CD <i>Carex capillaris</i> | E1 | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | 3 | 20 |
| AA <i>Cerastium uniflorum</i> | E1 | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 13 |
| <i>Carex ornithopodoides</i> | E1 | . | . | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 13 |

| Number of relevé (Zaporedna številka popisa) | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | Pr. | Fr. |
|--|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|-----|------|
| DH | <i>Sesleria ovata</i> | E1 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 7 |
| TR3 | <i>Thlaspietea rotundifolii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Taraxacum alpinum</i> | E1 | . | r | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | + | + | . | 4 27 |
| | <i>Saxifraga oppositifolia s.str.</i> | E1 | + | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 13 |
| | <i>Linaria alpina</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | . | 1 7 |
| | <i>Festuca nitida</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | 1 7 |
| PC | <i>Potentilletalia caulescentis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Valeriana elongata</i> | E1 | + | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 3 20 |
| | <i>Festuca alpina</i> | E1 | . | . | . | . | . | + | . | . | + | . | . | . | . | . | . | 2 13 |
| | <i>Campanula cochleariifolia</i> | E1 | . | . | . | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | + | . | 2 13 |
| | <i>Saxifraga paniculata</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | + | 2 13 |
| | <i>Petrocallis pyrenaica</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | 2 13 |
| Cfir | <i>Caricion firmae</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Minuartia verna</i> | E1 | 1 | . | + | + | . | . | + | 1 | . | . | . | . | + | + | . | 7 47 |
| | <i>Silene acaulis</i> | E1 | + | 2 | + | 1 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 5 33 |
| | <i>Carex firma</i> | E1 | 1 | + | 1 | 1 | 1 | 1 | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | 7 47 |
| | <i>Minuartia sedoides</i> | E1 | 1 | 2 | + | 1 | . | . | + | . | . | . | . | . | + | . | . | 6 40 |
| | <i>Phyteuma sieberi</i> | E1 | . | + | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | + | + | + | 7 47 |
| | <i>Sesleria sphaerocephala</i> | E1 | . | . | . | . | + | + | . | . | + | . | . | . | + | . | . | 5 33 |
| | <i>Gentiana terglouensis</i> | E1 | . | 1 | . | . | + | + | . | . | . | . | . | . | . | + | . | 4 27 |
| | <i>Festuca quadriflora</i> | E1 | . | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 7 |
| | <i>Saussurea pygmaea</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | 1 7 |
| OE | <i>Oxytropido-Elynyon</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Salix serpyllifolia</i> | E1 | . | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | 2 13 |
| | <i>Erigeron uniflorus</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | 1 7 |
| | <i>Lloydia serotina</i> | E1 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | . | 1 7 |
| ES | <i>Elyno-Seslerietea</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PAT | <i>Poa alpina</i> | E1 | + | + | + | + | . | + | . | . | . | . | . | . | + | . | + | 7 47 |
| | <i>Myosotis alpestris</i> | E1 | + | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | + | + | + | 5 33 |
| | <i>Polygonum viviparum</i> | E1 | + | . | . | 1 | + | + | + | . | . | . | . | . | + | . | . | 6 40 |

Legend - Legenda

ID Igor Dakskobler

BZ Branko Zupan

TW Tone Wraber

Gr Gravel - grušč

Li Lithosol - kamnišče

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

Fr. Frequency in % - frekvenca v %

Re Rendzina - rendzina

PS *Physoplexido-Saxifragion petraeae*

AA *Androsacion alpinae*

CD *Caricetalia davallianae*

SH *Salicetea herbaceae*

DH *Drabion hoppeanae*

PAT *Poo alpinae-Trisetetalia*

Table 5: Groups of diagnostic species in the stands of the association *Crepido terglouensis-Potentilletum nitidae* (small corrigendum of part of the Table 2 in Dakskobler & Zupan 2017)

Preglednica 5: Skupine diagnostičnih vrst v sestojih asociacije *Crepido terglouensis-Potentilletum nitidae* (majhen popravek dela Preglednice 2 v Dakskobler & Zupan 2017)

| | |
|--|-------|
| Successive number (Zaporedna številka) | 1 |
| Number of relevés (Število popisov) | 15 |
| <i>Arabidetalia caeruleae</i> | 7,2 |
| <i>Thlaspion rotundifolii</i> | 16,27 |
| <i>Thlaspietalia rotundifolii</i> | 8,41 |
| <i>Thlaspietea rotundifolii</i> | 4,79 |
| <i>Potentilletalia caulescentis</i> | 20,52 |
| <i>Caricion firmae</i> | 25,95 |
| <i>Oxytropido-Elynion</i> | 6 |
| <i>Elyno-Seslerietea</i> | 10,85 |
| Total (Skupaj) | 100 |

SPREMEMBE VSEBNOSTI RUTINA IN KVERCETINA V VZORCIH TATARSKE AJDE (*FAGOPYRUM TATARICUM* (L.) GAERTN.) OD SPRAVILA PRIDELKA DO PRIPRAVE KRUHA

CHANGES IN THE CONTENT OF RUTIN AND QUERCETIN IN SAMPLES OF TARTARY BUCKWHEAT (*FAGOPYRUM TATARICUM* (L.) GAERTN.) FROM HARVEST TO THE PREPARATION OF BREAD

Lea LUKŠIČ^{1*} & Mateja GERM¹

<http://dx.doi.org/10.3986/fbg0039>

IZVLEČEK

Spremembe vsebnosti rutina in kvercetina v vzorcih tatarske ajde (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.) od spravila pridelka do priprave kruha

Cilj raziskave je bil ugotoviti vpliv predhodne hidrotérmične obdelave zrnja tatarske ajde, mlečno kislinke fermentacije ter priprave in peke na spremembe, dostopnost in vsebnost flavonoidov rutina in kvercetina v vzorcih priprave in peke kruhov s kislim testom iz tatarske ajde. Cilj je bil tudi ugotoviti, kakšna je antioksidativna aktivnost v vzorcih priprave in peke kruha iz tatarske ajde in hidrotérmično obdelane (HT) tatarske ajde. Vsebnost rutina in kvercetina je bila v vzorcih priprave in peke določena z metodo HPLC, antioksidativna aktivnost pa z metodama PCL in ORAC_{FL}. Ugotovili smo, da so predhodna hidrotérmična obdelava zrnja, mlečno kislinška fermentacija ter priprava in peka vplivale na vsebnost skupnih flavonoidov ter vsebnost in pretvorbo rutina v kvercetin v vzorcih tatarske ajde in HT tatarske ajde. Vsebnost kvercetina se je v vzorcih med postopkom priprave in peke povečevala, med tem ko se je vsebnost rutina zmanjševala. Omenjeni postopki obdelave zrnja in vzorcev priprave in peke so vplivali tudi na spremembe skupne antioksidativne aktivnosti vzorcev tatarske ajde in HT tatarske ajde. Pri predhodni hidrotérmični obdelavi zrnja tatarske ajde se pri naši raziskavi ni pokazal vpliv na vsebnost taninov v vzorcih priprave in peke. Dodatek moke oljne kadulje (chie) (*Salvia hispanica* L.) kruhu iz moke tatarske ajde v razmerju (90:10) je vplival na izboljšanje prehranskih lastnosti kruha, kar je bilo izraženo predvsem v povečanju vsebnosti n-3 (omega-3) maščobnih kislin in povečanju skupne antioksidativne aktivnosti. Naše ugotovitve so lahko v pomoč pri razvoju kruhov z vsebnostjo snovi, koristnih za zdravje.

Ključne besede: (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.), tatarska ajda, kislo testo, kruhi, rutin, kvercetin

ABSTRACT

Changes in the content of rutin and quercetin in samples of Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.) from harvest to the preparation of bread

The goal of this research was to determine how the hydrothermal conditioning of Tartary buckwheat grain, lactic acid fermentation and process of dough preparation and baking, influence availability and changes in the content of flavonoids, rutin and quercetin and antioxidant activity in baking samples of Tartary buckwheat and hydrothermally treated (HT) Tartary buckwheat. The concentration of rutin and quercetin in baking samples has been determined by HPLC method, while antioxidant activity has been determined by PCL and ORAC_{FL} methods. Hydrothermal conditioning, lactic acid fermentation and process of dough preparation and baking had an impact on the content of total flavonoids and content and the conversion of rutin into quercetin in baking samples of Tartary buckwheat and HT Tartary buckwheat. The concentration of rutin decreased and the concentration of quercetin increased over the process of sour bread preparation in samples of Tartary buckwheat and HT Tartary buckwheat. Changes in antioxidant activity during the baking process were similar in Tartary buckwheat and HT Tartary buckwheat samples. We also found that the hydrothermal conditioning of Tartary buckwheat grains did not affect the content of tannins in Tartary buckwheat samples. We have established that Tartary buckwheat sour bread with the addition of chia (*Salvia hispanica* L.) (90:10) had improved nutritional properties, which were expressed primarily in the increase of the content of n-3 (omega-3) fatty acids and an increase in total antioxidant activity. Present findings can be useful for the development of breads with improved health-maintaining properties.

Key word: Tartary buckwheat, (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.), sour bread, rutin, quercetin

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo - Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

* e-mail: nutridharma@gmail.com

1 UVOD

1.1 Izvor tatarske ajde

Zaradi vse večje ozaveščenosti o pomembnosti zdrave prehrane se med ljudmi ponovno večja zanimanje za tradicionalne poljščine, ki se jih skoraj več ne uporablja. Ena izmed takšnih rastlin je tudi tatarska ajda (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.), ki spada v družino dresnovk (Polygonaceae). Izvira iz jugozahodnega dela Kitajske, iz pokrajine Junan, od koder se je postopno širila proti severu Kitajske, od tam pa se je verjetno preko Rusije in Ukrajine razširila v Evropo (KREFT 1995, 2011b). Tatarska ajda se navadno oplodi sama. Od navadne ajde se loči po izrazito zelenem stebelu in listih. Cvetno odevalo tatarske ajde je svetlozeleno ali rumenkasto zeleno. Cvetni listi so majhni in ozki, dolgi le 2 do 3 mm. Tudi zrnje tatarske ajde je manjše in bolj zgrbančeno kot zrnje navadne ajde (KREFT 1995). Tatarska ajda uspeva v razmeroma neugodnih okoljskih razmerah, večja vsebnost fenolnih snovi ji omogoča, da je odpornejša proti boleznim in škodljivcem (KREFT 1995, 2011a). Zaradi večje vsebnosti fenolnih snovi je tatarska ajda tudi bolj strpna na ultravijolično sevanje (GABERŠČIK et al. 2002). Zaradi njene naravne odpornosti na biotske in abiotske dejavnike jo lahko pridelujemo na ekološki način (KREFT 2011b). Tatarska ajda je prav tako bolj odporna na mraz kot navadna ajda, kar omogoča njeno pridelavo na višje ležečih legah in na območjih s hladnejšo klimo (SADAR 1949). Med leti 1815 in 1816 je tatarsko ajdo pri nas širil baron Žiga Zojs in s tem pomagal zmanjšati lakoto, do katere je prišlo, kot posledica izbruha vulkana Tambora v območju Tihega oceana. Vulkanski pepel, ki je leta 1816 prekril nebo, je to leto in naslednja leta zaznamoval kot leta brez poletja (GLASER 1896).

Tatarsko ajdo so v preteklosti že pridelovali na Gorenjskem, Dolenjskem in v Zgornje Savinjski dolini (FABJAN et al. 2003). Znano je, da so na Koroškem tatarsko ajdo pridelovali še sredi 20. stoletja, celo na nadmorski višini 1200 m. V drugi polovici 20. stoletja so pridelavo tako tatarske, kot navadne ajde začeli opuščati, nadomeščati jo je začela koruza, ki ni dopuščala strniščnih posevkov, kot je navadna ajda (KREFT 1995, 2011a). Razlogi za opuščanje setve tatarske ajde so bili tudi zaraščanje hribovitih predelov, kjer je tatarska ajda dobro uspevala, manjši delež moke ter več ostankov luščin in otrobov v primerjavi z navadno ajdo ter grenak okus. Znanja ljudi o tem, da je grenak okus zgolj posledica večje vsebnosti flavonoidov, ki so naravno prisotni v tatarski ajdi, takrat žal še ni bilo (KREFT 2011a). Okoli leta 1980 so v Sloveniji v celoti

opustili pridelavo tatarske ajde. Danes pa se, ne samo pri nas, ampak tudi v drugih evropskih državah, v Luksemburgu, Italiji, Bosni in na Švedskem, pa tudi v azijskih državah, Koreji, na Japonskem in Kitajskem, ponovno večja zanimanje za njeno uporabo, predvsem zaradi visoke vsebnosti zdravju ljudi koristnega metabolita rutina. Pridelava tatarske ajde je na teh območjih zaenkrat še omejena zaradi neznanj o njeni učinkoviti pridelavi, s čimer se ukvarja več raziskovalcev (VOMBERGAR et al. 2014).

Danes na kmetiji Rangus v okolici Šentjerneja na Dolenjskem pridelajo nekaj tatarske ajde na približno 6 ha površine. Pridelava tatarske ajde je v teh časih sicer še vedno najbolj razširjena v Aziji, predvsem v goratih predelih jugozahodne Kitajske v pokrajini Sečuan, na severu Indije, v Butanu in Nepalju (FABJAN et al. 2003). Najbolj znano območje pridelave tatarske ajde za prehrano ljudi v Evropi pa je območje Islek, ki vključuje Westefel v Nemčiji, severni Luxemburg in del območja Belgije z nemško govorečimi prebivalci (BONAFACCIA et al. 2003a).

1.2 Prehranska vrednost tatarske ajde

Za prehrano ljudi po svetu uporabljajo navadno ajdo in tatarsko ajdo. Prehranski izdelki iz ajde so na različnih delih sveta poimenovani različno (BONAFACCIA et al. 2003a). Nekateri prehranski izdelki, izdelani iz ajdove moke so si kljub temu, da izvirajo iz različnih delov sveta, med seboj zelo podobni. Japonci izdelujejo testenine iz ajde, ki jim pravijo »soba«, ajdove testenine izdelujejo tudi v Italiji in jih imenujejo »pizzoccheri«. Kitajci in Korejci iz ajde izdelujejo rezance in »mačja ušesa«, pripravljajo pa tudi ajdovo kašo in ajdovo pico. Slovenska tradicionalna jed so ajdovi žganci, podobno jed najdemo tudi v Avstriji, tam jo imenujejo »sterz«, in na Japonskem, kjer ji pravijo »soba-gaki«. Prehranski izdelki iz ajde spreminjajo svoje ime glede na območje, v katerem so pripravljani (BONAFACCIA et al. 2003a). Surovo ajdovo zrnje ni užitno, pred uživanjem ga je treba pripraviti, predelati in skuhati. Znanje o tem je tako staro, kot pridelava sama (KREFT 1995, 2011a).

Sibirska, turška, kitajska, nora ajda, cojzla, zelena ali grenka ajda so sinonimi za tatarsko ajdo. Odlikuje jo zelo dobra hranilna vrednost (BONAFACCIA et al. 2003a, 2003b). V endospermu je predvsem škrob, del katerega je tudi rezistenten škrob, ta funkcijsko deluje kot prehranska vlaknina in upočasnjuje prehod sladkorjev škroba (amiloze in amilopektina) iz prebavil v kri, kar je še posebej pomembno za ljudi z motenim

procesom uravnavanja krvne glukoze (SKRABANJA et al. 2001; KREFT 1995).

Tatarsko ajdo so v preteklosti na Kitajskem uporabljali kot tradicionalno zdravilo za bolnike z diabetesom. Tudi klinične študije so potrdile, da je uživanje tatarske ajde ublažilo simptome sladkorne bolezni tipa I in tipa II ter znižalo vrednosti glukoze v krvi, glikoziliranega hemoglobina in glikoziliranih serumskih beljakovin in vplivalo na povečanje sproščanja serumskega inzulina (QIN & LUN 1992). Beljakovine tatarske ajde imajo uravnoteženo aminokislinsko sestavo in visoko biološko vrednost (SKRABANJA et al. 2000; KREFT 1995). V tatarski ajdi ni glutena, zaradi česar je ta rastlina primerna tudi v prehrani bolnikov s celiakijo (VOGRINČIČ et al. 2010; KOCJAN AČKO 2015). Tatarska ajda vsebuje nekoliko več nasičenih maščobnih kislin in sicer: C16:0 (palmitinske) in C18:0 (stearinske) in nekaj manj nenasičenih maščobnih kislin kot navadna ajda (BONAFACCIA et al. 2003a). V njenem zrnju so še prehranske vlaknine, nekaj maščob in vitamini tiamin, riboflavin, niacin in vitamin B6 (BONAFACCIA et al. 2003a) ter elementi v sledovih, predvsem cink, železo, krom in selen (BONAFACCIA et al. 2003b). Tatarska ajda je bogat vir polifenolov, predvsem flavonoidov rutina in kvercetina (FABJAN et al. 2003).

1.3 Fenolne snovi

Fenolne snovi nastajajo v sekundarnem metabolizmu rastlin. Rastline ščitijo pred negativnimi vplivi UV sevanja, rastlinskimi boleznimi in škodljivci (GERM 2004). Flavonoidi vplivajo tudi na raven rastlinskega hormona avksina, ki je odgovoren za rast in diferenciacijo rastlin (FORMICA & REGELSON 1995). Količina antioksidantov v živilih je odvisna od vrste rastline. Vsebnost antioksidantov v rastlinah je genetsko pogojena, vplivajo pa tudi okoljski in agrotehnični dejavniki (KREFT et al. 2000; GERM 2004). Če so rastline izpostavljene povečanemu ultravijoličnemu sevanju se v rastlini začne kopičiti več sekundarnih metabolitov, kar je uravnano preko gensko zasnovane sinteze v rastlini. Količina antioksidantov je različna v posameznih rastlinskih delih, zato je pomembno katere rastlinske dele uporabimo v prehrani (KREFT et al. 2000; GABERŠČIK et al. 2002). Štiri leta trajajoča raziskava na različnih lokacijah v zahodni Kanadi, kjer so pridelovali ajdo, je pokazala, da ima mesto pridelave ajde glavni vpliv na variabilnost rutina in vsebnosti flavonoidov v zrnju ajde. Rastna sezona je imela ključen vpliv na vsebnost flavonoidov v luščinah ajde. Kultivar skupaj z vplivom okolja je vplival na razlike v antioksidativni aktivnosti (OOMAH et al. 1996). Za flavonoide

je bilo ugotovljeno tudi, da se njihova vsebnost v rastlini ajde spreminja glede na genotip rastline in razvojno fazo rastline (ZHENG et al. 2012; SAKAČ et al. 2015).

Fenolne snovi so sekundarni metaboliti. Te snovi imajo širok spekter lastnosti (JING et al. 2016). Polifenolne snovi v moki tatarske ajde so v prosti in vezani obliki, vsebnost teh v prosti obliki je ocenjena na med 48 in 64 % (SAKAČ et al. 2015). Polifenoli prispevajo 20 % k skupni antioksidativni aktivnosti v navadni ajdi, v tatarski ajdi pa prispevajo kar 85 do 90 % k skupni antioksidativni aktivnosti (MORISHITA et al. 2007). Za antioksidante, ki so v tatarski ajdi, je bilo ugotovljeno, da ugodno vplivajo na delovanje srca in ožilja pri podganah (USHIDA et al. 2008). Ugotovili so tudi, da so izvlečki fenolnih snovi iz kaše tatarske ajde v *in vitro* razmerah zaščitili DNK pred poškodbami hidroksil radikalov (CAO et al. 2008). Prav tako so izvlečki iz moke tatarske ajde, v katerih so polifenoli, povečali vzdržljivost pri fizičnih naporih in zmanjšali tvorbo mlečne kisline in sečnine v mišicah miši (JIN & WEI 2011).

1.4 Flavonoidi

V živilih prisotni flavonoidi, ki delujejo kot antioksidanti, vplivajo na kakovost živil (RUNECKLES & KRUPA 1994) in prispevajo k barvi, teksturi in okusu hrane (FORMICA & REGELSON 1995). Flavonoide uvrščamo v skupino polifenolnih snovi. Ogljikov skelet flavonoidov je sestavljen iz 15-ogljikovih atomov (C6–C3–C6). Najdemo jih v številnih rastlinah in živilih. Mlevske frakcije zrnja tatarske ajde so dober vir fenolov in zlasti flavonoidov, v njih so izmerili tudi veliko antioksidativno aktivnost (GUO et al. 2012; LUKŠIČ 2013; CHO et al. 2014). V tatarski ajdi sta najbolj zastopana flavonida rutin in kvercetin. V tatarski ajdi so vsebnosti rutina in kvercetina večje kot v navadni ajdi ter večini sadja in zelenjave (JIANG et al. 2007). Vsebnost rutina v moki različnih sort tatarske ajde je bila ocenjena na 6,06 do 18,67 mg/g, vsebnost kvercetina pa na 0,31 do 2,38 mg/g. Vsebnost rutina v moki različnih sort navadne ajde je bila med 0,15 do 1,68 mg/g, kvercetin pa je bil določen le v mokah dveh sort navadne ajde in je znašal med 0,05 in 0,09 mg/g. V mokah drugih sort navadne ajde je bil kvercetin pod mejo detekcije (QIN et al. 2010). Steadman et al. (2001), poročajo, da je vsebnost rutina v zrnju navadne ajde 0,8 do 4,4 g/kg. Manj rutina je prisotnega v kaši navadne ajde (0,2 do 0,3 g/kg), več pa v otrobih navadne ajde (0,7 do 0,8 mg/kg). Vsebnost rutina v zrnju tatarske ajde je kar 300-krat večja in je znašala 81 g/kg. V zrnju tatarske ajde je bila izmerjena tudi nizka vsebnost kvercetina (STEADMAN et al.

2001). Znano je, da kalice navadne ajde vsebujejo številne flavonoide, kot so orientin, izoorientin, viteksin, izoviteksin, rutin in kvercetin, med tem ko kalice tatarske ajde vsebujejo samo rutin (NAM et al. 2015). V kalicah navadne ajde so poleg ostalih šestih pričakovanih flavonoidov odkrili tudi nov flavonoid, kvercetin-3-O-robinobiozid. Kalice tatarske ajde so vsebovale rutin kot glavni flavonoid, ostali flavonoidi pa so bili prisotni le v sledovih ali pa je bila njihova vsebnost pod mejo detekcije. Kvercetin-3-O-robinobiozid v kalicah tatarske ajde ni bil določen (NAM et al. 2015). Kreft et al. (2013) so ugotovili, da se večina fenolov nahaja v kotiledonih kalic tatarske ajde in navadne ajde. LIU et al. (2008) pa so ugotovili, da imajo kalice tatarske ajde večjo skupno antioksidativno aktivnost kot kalice navadne ajde. Rutin je bil določen v kalicah obeh vrst ajde, vendar je bila njegova vsebnost petkrat večja v kalicah tatarske ajde kot v kalicah navadne ajde.

V raziskavi, ki so jo opravili Lee et al. (2016) so ugotovili, da je bilo od vseh flavonoidov v zrnju obeh vrst ajde prisotnega največ rutina, v zrnju tatarske ajde je ta predstavljal kar okoli 90 % skupnih flavonoidov. Kvercetin je bil samo v zrnju tatarske ajde. Vsebnost flavonoidov, predvsem rutina, orientina in epikatehin galata, je vplivala na skupno antioksidativno aktivnost zrnja ajde. Rezultati te raziskave nakazujejo, da antioksidativna aktivnost ni le tesno povezana z vsebnostjo flavonoidov, ampak tudi, da različni flavonoidi različno prispevajo k skupni antioksidativni aktivnosti zrnja navadne in tatarske ajde (LEE et al. 2016). Glede uživanja ajde literatura navaja, da je njeno uživanje varno, in da ima lahko številne pozitivne učinke na zdravje ljudi (KREFT 2016). Flavonoidi so zaradi svojih lastnosti znani kot edinstvene terapevtske molekule (GANESH-PURKAR & SALUJA 2017). Za flavonoide je bilo ugotovljeno, da imajo potencialno lahko antitumorsko, antimikrobno, protivnetno in anti-diabetično delovanje (JING et al. 2016). Flavonoidom iz tatarske ajde pripisujejo antigenotoksični potencial (VOGRINČIČ et al. 2012), vpliv pri zniževanju ravni holesterola in manjšanju količine vnetnih mediatorjev in delovanju na povečanje dihalne kapacitete pljuč pri ljudeh (WIESLANDER et al. 2011) ter zmanjšanje splošne utrujenosti (WIESLANDER et al. 2012). V *in vitro* razmerah je bil ugotovljen tudi antioksidativni učinek kalic navadne ajde in tatarske ajde na človeške jetrne celice (HepG2). Zaznan je bil učinek zmanjšanja proizvodnje znotrajceličnega peroksida in odstranjevanje znotrajceličnih superoksid anionov v celicah HepG2, vendar so se kalice tatarske ajde izkazale kot bolj učinkovite v primerjavi s kalicami navadne ajde, kar je najverjetneje posledica večje vsebnosti rutina in kvercetina (LIU et al. 2008).

1.4.1 Rutin

Rutin sestavljata flavanol kvercetin in disaharid rutinoza. V preteklosti je bil znan tudi kot vitamin P ali rutinozid. Vpliv rutina na biološke procese in zdravje je bil predmet številnih raziskav (FORMICA & REGELSON 1995). Ugotovili so, da ima pozitiven učinek na zmanjšanje krhkosti sten kapilar (GRIFFITH et al. 1944), da ščiti živčne celice v možganih in preprečuje apoptozo (celično smrt) teh celic pri podganah (KHAN et al. 2009), pri podganah zmanjšuje tudi napredovanje Alzheimerjeve bolezni (JAVED et al. 2012), pri miših ima učinek antidepressiva (MACHADO et al. 2008) in deluje protibolečinsko (SELVARAJ et al. 2014). V *in vitro* razmerah je bilo pri preučevanju vpliva rutina na celice bolnikov z reumatoidnim artritisom ugotovljeno tudi antireumatsko delovanje rutina (OSTRAKHOVITCH & AFANASEV 2001). Na živalskih modelih je bil ugotovljen ugoden učinek rutina na prebavni (ABDEL RAHEEM 2010) in respiratorni sistem (JUNG et al. 2007). V *in vitro* razmerah je bil ugotovljen tudi antikancerogen učinek rutina (LIN et al. 2012; ALONSO CASTRO et al. 2013). Za rutin je bilo ugotovljeno, da deluje antiviralno, antibakterijsko in antimikotično (JOHANN et al. 2011; ARARUNA et al. 2012; CARVALHO et al. 2013) ter ima še vrsto drugih lastnosti, ki potencialno lahko prispevajo k ohranjanju in izboljšanju zdravja (GANESH-PURKAR & SALUJA 2017). Ugotovljeno je bilo tudi, da je imel rutin, ki so ga v obliki prehranskega dodatka dodajali ribam (*Oreochromis niloticus*) protivnetne učinke v jetrih rib, kar se je izkazalo v zmanjšanju števila protivnetnih mediatorjev, kot so citokini, TNF (faktorji tumorske nekroze) in interlevkini (ZHENG et al. 2017). Rutin je imel zaviralen učinek na napredovanje sladkorne bolezni tipa II pri miših in je vplival na podaljšanje njihove življenjske dobe (AITKEN et al. 2017). V poskusu, v katerem so na podganah ugotovljali, kako rutin vpliva na izboljšanje kronične bolezni ledvic in z njo povezanih kardiovaskularnih bolezni, so ugotovili, da je rutin izboljšal delovanje in strukturo ledvic in srca in zmanjšal vrednosti biomarkerjev oksidativnega stresa (DIWAN et al. 2017). Za rutin je bilo ugotovljeno, da je pripravek primeren za preprečevanje mikrobiološke okužbe živil, saj je vplival na zmanjšanje nastanka biofilma in zmanjšanje števila kolonij bakterij *Escherichia coli* in *Staphylococcus aureus*, ki nastajajo na opremi, delovnih površinah in hrani med industrijsko pripravo hrane (AL-SHABIB et al. 2017).

1.4.2 Kvercetin

Kvercetin je eden izmed najbolj učinkovitih antioksidantov v človeški prehrani (PFEUFFER et al. 2013). Za

kvercetin je bilo, predvsem na živalskih in celičnih modelih ugotovljeno, da ima več potencialnih, za zdravje ugodnih učinkov (FORMICA & REGELSON 1995). Pri podganah so ugotovili, da ima varovalni učinek na kardio-vaskularni sistem (RENDIG et al. 2001) in da deluje protivnetno (GARDI et al. 2015). Kvercetin se je izkazal tudi kot učinkovito sredstvo za zdravljenje revmatoidnega artritisa pri miših (HALEAGRAHARA et al. 2017) in je bil učinkovit pri preprečevanju poškodb očesne mrežnice zajcev, ki nastajajo kot posledica svetlobe (WANG et al. 2017). Za kvercetin je bilo ugotovljeno, da vzpodbuja delovanje imunskega sistema pri miših (SINGH et al. 2017). Dodatek kvercetina kemoterapevtiku je vplival na zmanjšanje razraščanja in migriranja celic raka na prsih v *in vitro* poskusu (LI et al. 2017). Dodatek kvercetina v krmi je vplival na boljši razvoj foliklov pri samicah kuncev in vplival na izboljšanje kakovosti celic razvijajočih se v jajčece (NASSER et al. 2017).

1.5 Tanini

Tanini so sekundarni metaboliti rastlin in spadajo v skupino polifenolov. Za njih je značilen močan antioksidativni učinek. Najdemo jih v čaju, vinu, sokovih in tudi v ajdi (GADŽO et al. 2010). Zavirajo procese staranja in kvarjenja semen. Negativna lastnost taninov pa je njihova inhibicija encimov α -amilaz, ki so potrebni za prebavo škroba. Večje količine taninov vplivajo tudi na prebavljivost aminokislin, močno pa poudarjajo tudi trpek okus v hrani (LUTHAR 1992).

Tanini *in vitro* delujejo antibakterijsko (ZARIN et al. 2016). Za hidrolizirajoče tanine je bilo v *in vitro* poskusu ugotovljeno tudi protivirusno delovanje, saj so ti preko zaviranja delitve virusne DNA vplivali na razmnoževanje virusa hepatitisa B (LIU et al. 2016). Taninom je mogoče pripisati tudi potencialno antitumorsko delovanje, saj so imeli v *in vitro* razmerah citotoksično delovanje in povzročili apoptozo kancerogenih celic prsi, črevesja, maternice in jeter (ZARIN et al. 2016). Tanini so se izkazali tudi kot možno naravno sredstvo za celjenje okuženih ran pri poskusu na podganah (SU et al. 2016).

Za navedene lastnosti polifenolov, rutina in kvercetina ter taninov do sedaj še ni bilo zbranih dovolj dokazov o vplivu teh snovi na zdravje ljudi, saj je preučevanje učinka teh snovi na zdravje potekalo predvsem na živalskih in celičnih modelih. Zaradi pomanjkanja dokazov o vplivu polifenolov, rutina in kvercetina ter taninov na zdravje ljudi zaenkrat za živila, ki te snovi vsebujejo, še ni mogoče uporabljati zdravstvenih trditev. Zakonodaja v Evropski Uniji namreč predpisu-

je, da se zdravstvena trditev na živilih lahko uporablja, če je za živilo oziroma snov v živilu znanstveno dokazan ugoden vpliv na zdravje človeka. To pomeni da morajo obstajati dokazi, da ima živilo zatrjevan ugoden učinek na človeka, takšen učinek pa mora biti dokazan na ljudeh pri ustreznih pogojih (vključno z vidika izbora ciljne skupine in načinom odmerjanja, ki mora biti dosegljiv v okviru pestre in uravnotežene prehrane) (PRAVST 2012). Vse zdravstvene trditve v Evropski Uniji morajo biti pred uporabo avtorizirane, pred tem pa so predmet ocene znanstvene utemeljenosti s strani Evropske agencije za varnost hrane (EFSA).

1.6 Vpliv toplotne obdelave na pretvorbe in vsebnost rutina in kvercetina

V raziskavah poročajo o zmanjšanju vsebnosti rutina in pretvorbi le tega v kvercetin, ki nastaja kot posledica različnih vrst toplotne obdelave izdelkov iz tatarske ajde in navadne ajde. Opazne so tudi spremembe v vsebnosti drugih snovi z antioksidativnim učinkom (VOGRINČIČ et al. 2010; ZHANG et al. 2010; SAKAČ et al. 2011). Cho in Lee (2015) sta ugotovila, da na spremembe vsebnosti rutina in ostalih antioksidantov hitro cvrtje rezancev ni imelo vpliva, med tem, ko je kuhanje povzročilo znatno zmanjšanje vsebnosti rutina v rezancih, pripravljenih iz pšenične moke in iz z rutinom obogatenega izvečka otrobov tatarske ajde. Jambrec et al. (2015) pa poročajo, da se je v polnozrnatih pšeničnih rezancih z dodatkom predhodno avtoklavirane (120 °C) moke navadne ajde, pretvorba rutina v kvercetin zmanjšala. Med kuho teh rezancev pa do pretvorbe rutina v kvercetin sploh ni prišlo. Izguba fenolnih snovi v rezancih z dodatkom ajdove moke je bila v območju kontrolnega vzorca (polnozrnatih pšeničnih rezanci). V drugi raziskavi so ugotovili, da je namakanje zrn tatarske ajde (40 °C, 12-14 h) vplivalo na zmanjšanje v zrnju prisotnega deleža škroba in rutina in vplivalo na povečanje vsebnosti kvercetina, kamferola, izokvercitrina, skupnih flavonoidov in fenolnih snovi. Po tem, ko so predhodno namočeno zrnje tatarske ajde obdelali še s paro (100 °C, 40-60 min), se je vsebnost skupnih flavonoidov in skupnih fenolnih snovi še naprej zmanjševala, medtem ko se je vsebnost rutina v vzorcu zrnja povečala (QUIN et al. 2013). Sensoy et al. (2006) poročajo, da praženje ajdove moke ni vplivalo na vsebnost skupnih fenolnih snovi v ajdovi moki. DPPH metoda določanja antioksidativne aktivnosti je sicer pokazala, da je prišlo po praženju ajdove moke (200 °C, 10 min) do rahlega zmanjšanja antioksidativne aktivnosti moke ajde, praženje pri 170 °C pa ni vplivalo na zmanjšanje antioksidativne aktivnosti. Rezultati

poskusa nakazujejo, da je optimizacija postopka predelave ključna za ohranitev zdravju koristnih snovi v ajdovih izdelkih (SENSOY et al. 2006).

1.7 Kruh s kislim testom (v nadaljevanju krajše »kisli kruh«)

Pri sodobni prehrani so ponovno v ospredju prehranski izdelki, ki so pripravljani na tradicionalen način, brez nepotrebnih dodatkov in poleg zanimivega okusa vsebujejo tudi snovi, ki lahko prispevajo k boljšemu zdravju in počutju posameznika (SHAHIDI 2009; NIO-NELLI & RIZZELLO 2016). Narašča tudi povpraševanje po izdelkih brez glutena, ne le med osebami s celiakijo, ampak tudi pri ljudeh, ki se uživanju glutena izogibajo zaradi medijske izpostavljenosti glutena kot možne manj zaželene sestavine v prehrani (MESURE et al. 2016, CAMPO et al. 2016). Temu primerno se vse več pozornosti namenja tudi izboljšanju ponudbe in kakovosti takšnih prehranskih izdelkov (MASURE et al. 2016). Zamenjava moke z glutenom z moko, ki ne vsebuje glutena, za pripravo kruha je velik tehnološki izziv. Gluten ima namreč specifične visko-elastične lastnosti, ki so ključnega pomena za sposobnost zadrževanja vode v testu in sposobnost zadrževanja plinov med fermentacijo testa za kruh (HAGER et al. 2012). Zato je bilo veliko prizadevanj usmerjenih v izboljšanje funkcijskih in senzoričnih lastnosti brezglutenskih kruhov (ALVAREZ-JUBETE et al. 2010; WRONKOWSKA et al. 2010). Ker je kruh osnovno živilo, ki ga veliko ljudi uživa vsak dan, se zaradi naravnosti sodobnega prehranskega trga k bolj tradicionalni kulinariki ponovno povečuje zanimanje za enega najstarejših postopkov priprave kruha s kislom fermentacijo, ki vpliva na izboljšanje strukturnih, prehranskih in senzoričnih lastnosti ter boljšo obstojnost kislega kruha (GOBETTI et al. 2014). Ugotovljeno je bilo, da se je v pšeničnem kruhu, pripravljenem s kislom osnovo iz moke kvinoje, povečala dostopnost beljakovin, vsebnost skupnih fenolov in antioksidativna aktivnost (RIZZELLO et al. 2016). Mlečnokislinske bakterije *Lactobacillus delbrueckii*, ki so jih uporabili pri fermentaciji testa za kisel kruh iz ajde, so vplivale na povečanje skupne vsebnosti fenolnih snovi v ajdovem kislem testu (GANDHI & DEY 2013). Mlečnokislinska fermentacija pšeničnega kislega kruha z dodatkom moke kvinoje je vplivala tudi na spremembe barve skorje kruha in izboljšala aromo kruha, ki je bil po okusu nekoliko bolj kisel od navadnega pšeničnega kruha (RIZZELLO et al. 2016). Izvlečki mlečnokislinskih bakterij iz kitajske tradicionalne osnove za kislom fermentiranje kruha so vplivali na izboljšanje flore črevesja in izboljšanje presnove pri miših (YANG et al.

2016). RINALDI et al. (2017) poročajo, da je mlečnokislinska fermentacija vplivala na zmanjšanje volumna in homogenost sredice, podaljšanje obstojnosti in znižanje glikemičnega indeksa kislega kruha iz kostanjeve moke. O vplivu mlečnokislinske fermentacije na zmanjšanje volumna kislega kruha v štirinajstih od dvajsetih vzorcev ječmenovega kislega kruha poročajo tudi Marklinder in sod. (1996). Med tem, ko Ua-Arak in sod. (2017) poročajo, da je mlečnokislinska fermentacija prispevala k povečanju volumna kislega kruha in zmanjšanju trdote skorje kruha, vplivala pa je tudi na izboljšanje senzoričnih in kakovostnih parametrov kislega kruha iz ajde. Štiri različne vrste mlečnokislinskih bakterij in njihove kombinacije v zasnovi za fermentiranje testa so izboljšale kakovostne parametre pri kislem kruhu kot so vzhajanje kruha, rahlost kruha, vplivale so tudi na barvo in gostoto kruha. V kislih kruhah med postopkom mlečnokislinske fermentacije nastajajo različne snovi kot so alkoholi, aldehidi, estri, ogljikovodiki, ketoni, terpeni, furani in fenoli. Poročajo, da je mlečnokislinska fermentacija vplivala na povečanje vsebnosti prehranskih vlaknin v rženem kislem kruhu (BOSKOV HANSEN et al. 2002). Mlečno kislinske bakterije, ki so proizvajale encim fitazo, so s povečanjem vsebnosti organskih kislin med fermentacijo v kislem testu vplivale na zmanjšanje prebavljivosti škroba in tako znižale glikemični indeks tega kruha. Zmanjšanje vsebnosti fitatov v kislem kruhu je vplivalo tudi na večjo dostopnost kalcija in cinka v rženem kislem kruhu (GARCIA MANTRANA et al. 2015). O vplivu mlečnokislinske fermentacije na znižanje glikemičnega indeksa brezglutenskega kislega kruha so poročali tudi Novotni et al. (2012). Mlečnokislinske bakterije in kvasovke, prisotne in izolirane iz koruznega kislega testa med fermentacijo in po koncu fermentacije, so vplivale na antimikrobno delovanje kislega testa proti bakterijam *Salmonella typhi*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* in kvasovkam *Aspergillus flavus*. Antimikrobno delovanje je bilo v pozitivni korelaciji z padcem pH med fermentacijo in pretečenim časom fermentiranja (EDEMA & SANNI 2008). V raziskavi, v kateri so preučevali senzorične lastnosti kislih kruhov brez glutena iz različnih mešanic moke riža, ajde in etiopskega žita (*Eragrostis tef*), so ugotovili, da je bil grenak okus ajdovega kruha za nekatere okuševalce negativna lastnost, drugi pa so ga ocenili kot tradicionalen okus, ki jih je spominjal na okus po sladu (CAMPO et al. 2016). V kislih kruhah so odkrili več kot 540 različnih hlapnih snovi, ki prispevajo tudi k večji aromatičnosti in izboljšanemu okusu takšnega kruha (PETEL et al. 2017). Ugotovljeno je bilo tudi, da se lahko liofilizirana zasnova za fermentiranje kislega testa iz ajde uporabi neposredno za pripravo brezglu-

tenskega kislega kruha, brez sicer potrebne predhodne fermentacije, ki lahko v primeru uporabe sveže zasno-ve za fermentiranje kislega testa traja tudi nekaj ur (ROZYLO et al. 2014).

1.8 Priprava poskusa in spremljanje pretvorb in vsebnosti rutina, kvercetina in drugih snovi z antioksidativnim učinkom v kisljih kruhih

Ob upoštevanju ugodnih lastnosti flavonoidov, predvsem rutina in kvercetina, ter mlečnokislinske fermentacije za zdravje in počutje smo se odločili, da bomo spremljali vsebnost in spremembe rutina in kvercetina v vzorcih tatarske ajde od spravila pridelka pa vse do priprave kislega kruha iz moke tatarske ajde. Vsebnost flavonoidov, rutina in kvercetina v navadni in tatarski ajdi je že nekoliko raziskano področje. Manj znano pa je, kako tehnološki postopki priprave jedi iz ajde vplivajo na vsebnost, dostopnost in učinkovitost flavonoidov v prehranskih izdelkih iz ajde. Neraziskano je tudi razmerje med flavonoidoma tatarske ajde, rutinom in kvercetinom, ki sta v zrnju tatarske ajde v visoki koncentraciji, in v kolikšni meri se rutin spreminja v kvercetin. V raziskavi, ki so jo opravili VOGRINČIČ et al. (2010), so ugotovili, da se med peko kruha, ki so ga pripravili s kvasom iz moke tatarske ajde in mešanega kruha iz moke tatarske ajde in pšenične moke količina polifenolnih snovi, rutina in kvercetina spreminja. Ugotovili so tudi, da je dodatek vode mešanici, ki je vsebovala moko tatarske ajde, med pripravo testa vplival na zmanjšanje količina rutina in povečanje količina kvercetina med postopkom priprave kruha (VOGRINČIČ et al. 2010). Ugotovljeno je bilo, da so kruhi z dodatkom moke navadne ajde vsebovali več flavonoidov kot sta rutin in kvercetin in so imeli večjo antioksidativno aktivnost kot pšenični kruh (LIN et al. 2009). Kočvar Glavač et al. (2017) poročajo, da je med peko kruha prišlo do pretvorbe večjega deleža rutina v kvercetin in da je med pripravo kruha iz moke tatarske ajde prišlo do manjšega znižanja vsebnosti fagopirina, v primerjavi s koncentracijo le tega v zrnju tatarske ajde (KOČVAR GLAVAČ et al. 2017). V sklopu raziskave smo od pridelka (zrnje, zmleto v moko) tatarske ajde pa vse do priprave kislega kruha iz moke tatarske ajde spremljali, kako na vsebnost, dostopnost in spremembe rutina in kvercetina ter antioksidativno aktivnost, vplivajo tehnološki postopki, kot so mlečnokislinska fermentacija, hidrotermična obdelava zrnja in peka kislega kruha iz tatarske ajde. Ugotavljali smo tudi, kako priprava kislega kruha vpliva na kemijsko sestavo in vsebnost prehranskih snovi v njem. Spremljali smo, kakšen vpliv ima na povečanje prehranske vrednosti in

predvsem izboljšanje maščobno kislinske sestave kisljih kruhov iz moke tatarske ajde, dodatek moke oljne kadulje (chie) (*Salvia hispanica* L.). Za uporabo tradicionalne metode priprave kruhov s kisljo fermentacijo smo se odločili tudi na podlagi rezultatov objavljenih raziskav, ki navajajo, da lahko fermentacija s kisljo osnovo poveča vsebnost prehranskih vlaknin in biodostopnost mineralov (GOBETTI et al. 2014; BOSKOV HANSEN et al. 2002). Mikroorganizmi v osnovi za kisljo testo lahko tvorijo nekatere nove prehranske sestavine, kot so peptidi in drugi derivati aminokislin, in nekatere prebiotične polisaharide (DE Vos 2005). Ugotovljeno je bilo, da lahko proteaze, ki jih v osnovi za kisljo testo sproščajo kvasovke in encimi selekcioniranih laktobacilov, presnavljajo tudi gluten v pšenični moki (WEISER et al. 2008). V raziskavi, ki so jo opravili Coda et al. (2012), so ugotovili, da mlečnokislinske bakterije, ki so prisotne v osnovi za kisljo testo, omogočajo sproščanje peptidov, ki delujejo antioksidativno preko proteolize beljakovin v žitih. Pričakujemo, da bodo naše ugotovitve koristne pri pripravi živil z izboljšano prehransko vrednostjo in živil, ki ne vsebujejo glutena.

1.8.1 Razvoj kruha brez glutena z večjo vsebnostjo flavonoidov in omega-3 maščobnih kislin

V poskusu smo uporabili moko iz zrnja tatarske ajde, navadne ajde, oljne kadulje in pšenice (kontrolni vzorec). Da bi spremljali spremembe vsebnosti antioksidantov in maščobnih kislin od spravila zrnja do priprave kisljih kruhov, smo vzorčili moko in kisle kruhe, pripravljene iz moke tatarske ajde, navadne ajde in oljne kadulje in različnih mešanic teh vrst moke. Kislim kruhom smo določali tudi kemijsko sestavo, specifične volumne (mL/g) ter barvo. Kisle kruhe iz teh štirih vrst moke in njihovih mešanic smo pripravili, da bi v njih preučili spremembe in zastopanost antioksidativnih snovi in n-3 alfa linolenske kisline ter pripravili kruhe z ugodnejšo prehransko sestavo.

1.8.2 Spremembe koncentracije rutina in kvercetina med pripravo kislega kruha iz ajde

V poskus smo vključili moko iz zrnja tatarske ajde in navadne ajde, ki je služila kot kontrolni vzorec. V vzorcih moke, testa pred fermentacijo, testa po fermentaciji, testa pred vzhajanjem, testa po vzhajanju in kislega kruha iz obeh vrst ajde, smo spremljali spremembe vsebnosti rutina in kvercetina ter antioksidativne aktivnosti. Namen poskusa je bil določiti, kako se med pripravo in peko kisljih kruhov iz moke tatarske ajde spreminja vsebnost rutina in kvercetina ter antioksidativna aktivnost.

1.8.3 Spremembe koncentracije rutina in kvercetina v hidrotermično obdelani tatarski ajdi

V poskusu smo uporabili moko iz neobdelane tatarske ajde (kontrolni vzorec) in moko iz hidrotermično obdelane tatarske ajde. Iz hidrotermično obdelane moke

tatarske ajde smo pripravili kisle kruhe. Cilj poskusa je bil določiti, kako na spremembe, vsebnost in dostopnost rutina in kvercetina ter antioksidativno aktivnost vplivajo mlečnokislinska fermentacija, predhodna hidrotermična obdelava zrnja in peka.

2 REZULTATI IN RAZPRAVA

2.1 Razvoj kruha brez glutena z večjo vsebnostjo flavonoidov in omega-3 maščobnih kislin kot sestavin z uporabo moke tatarske ajde in moke oljne kadulje

Moko oljne kadulje (*Salvia hispanica* L.), ki vsebuje n-3 alfa linolensko kislino in moki tatarske ajde ter navadne ajde, ki imata visoko vsebnost antioksidantov, smo uporabili za pripravo različnih vrst kruhov z namenom, da bi izboljšali njihovo prehransko vrednost in lastnosti, pomembne za zdravje ljudi. Antioksidativna aktivnost je bila pri vzorcih kruha določena z metoda- ma FRAP in ORAC, medtem, ko je bila vsebnost fenolnih snovi določena po Folin-Ciocalteu metodi. V vzorcih kisljih kruhov smo določali tudi prehransko sestavo in vsebnost maščobnih kislin. Za tatarsko ajdo je bilo v preteklih raziskavah ugotovljeno, da ima ugodno prehransko sestavo (BONAFACCIA 2003a, 2003b). Njena glavna prednost pred žiti in nepravimi žiti je, da vsebuje veliko flavonoidov, predvsem rutina in kvercetina, ki pozitivno vplivata na zdravje ljudi (FABJAN et al. 2003, CAO et al. 2008; WIESLANDER et al. 2011). Za tatarsko ajdo je bilo ugotovljeno tudi, da vsebuje razmeroma malo nenasičenih maščobnih kislin (BONAFACCIA et al. 2003a), za katere se v zadnjem času ugotavlja, da imajo pomembno varovalno vlogo pred nastankom kroničnih bolezni, kot so hipertenzija, srčno-žilne bolezni, diabetes in kancerogene bolezni (POUDYAL et al. 2012). Zrnje rastline oljne kadulje pa vsebuje veliko nenasičenih maščobnih kislin, predvsem n-3 in n-6 (JIMENEZ et al. 2010) in je eden najboljših virov alfa linolenske kisline v prehrani (SARGI et al. 2013). Ker so maščobne kisline občutljive na dejavnike okolja kot so svetloba, kisik in toplota in so hitro pokvarljive, njihovo obstojnost pa lahko podaljšajo antioksidanti, smo se odločili, da izkoristimo visoko vsebnost antioksidantov v tatarski ajdi in povečano vsebnost maščobnih kislin v zrnju oljne kadulje in pripravimo funkcijske kruhe brez glutena, ki bi bili lahko primerni tudi za bolnike s celiakijo. Da bi ugotovili, kakšen vpliv ima sama priprava, mlečnokislinska fermentacija in temperatura na vsebnost in spremembo za zdravje

ugodnih snovi iz moke tatarske ajde in moke oljne kadulje, smo iz mešanice obeh mok pripravili kisle kruhe.

Skladno s pričakovanji smo ugotovili, da je bila največja vsebnost n-3 maščobnih kislin ugotovljena v kislem kruhu iz moke tatarske ajde in oljne kadulje in v kislem kruhu iz moke navadne ajde in oljne kadulje. Pri ostalih kisljih kruhah (100 : 0) in (90 : 10) je bila vsebnost n-3 maščobnih kislin manjša. Razmerje večkrat nenasičenih/ nasičenih maščobnih kislin je bilo večje v vseh kruhah iz mešanice mok ajde in oljne kadulje, kot v kruhah, pripravljenih samo iz moke tatarske ajde oziroma moke navadne ajde. Podoben vpliv na povečanje razmerja vsebnosti večkrat nenasičenih/ nasičenih maščobnih kislin v kruhu, pripravljenem iz moke pšenice z dodatkom moke oljne kadulje, sta v raziskavi ugotovili tudi Coelho in Salas-Mellad (2015). Največja vsebnost skupnih fenolnih snovi je bila ugotovljena v kislem kruhu tatarske ajde z dodatkom moke oljne kadulje, kar nakazuje na dejstvo, da je poleg tatarske ajde oljna kadulja prispevala fenolne snovi v kislem kruhu, ki so se po peki kislega kruha tudi ohranile. Za zrnje rastline oljne kadulje je bilo namreč ugotovljeno, da vsebuje fenolne snovi in ima veliko antioksidativno aktivnost (REYES-CAUDILLO et al. 2008). V raziskavi Vogrinčič et al. (2010) so opazili, da se je vsebnost skupnih fenolnih snovi povečevala z večanjem deleža moke tatarske ajde, prisotne v kruhu (VOGRINČIČ et al. 2010). Ker je moka tatarske ajde dober vir flavonoidov, smo pričakovano največjo vsebnost skupnih flavonoidov določili v moki tatarske ajde in posledično tudi v kislem kruhu, pripravljenem samo iz moke tatarske ajde. Največja antioksidativna aktivnost je bila določena v mešanem kruhu iz moke tatarske ajde in oljne kadulje, na podlagi tega rezultata lahko sklepamo, da sta tako moka tatarske ajde kot moka oljne kadulje prispevali k skupni antioksidativni aktivnosti kislega kruha. Mešanica moke tatarske ajde in oljne kadulje se je izkazala kot zelo ustrezna za pripravo kislega kruha, saj se je takšna sestava kislega kruha izkazala kot najboljša v primerjavi s kruhi iz moke oziroma iz mešanice drugih mok, uporabljenih za pripravo kisljih kruhov v našem poskusu. Visoka vsebnost

antioksidantov v tem kruhu ni prispevala zgolj k zaščiti n-3 maščobnih kislin pred oksidacijo, temveč se je v takšnem kruhu ohranilo tudi veliko antioksidantov. Večja antioksidativna aktivnost tako pripravljenih kruhov je najverjetneje posledica večje vsebnosti skupnih antioksidantov v zrnju tatarske ajde in oljne kadulje. Tudi Vogrinčič et al. (2010) so v kruhu, ki je vseboval tatarsko ajdo, določili največjo antioksidativno aktivnost v primerjavi s kruhom, ki je vseboval pšenično moko, oziroma mešanico pšenične moke in moke tatarske ajde (VOGRINČIČ et al. 2010). Ne preseneča niti dejstvo, da je bilo pri moki tatarske ajde več skupnih fenolnih snovi, flavonoidov in večja antioksidativna aktivnost kot v kislem kruhu iz moke tatarske ajde oziroma kislem kruhu iz moke tatarske ajde z dodatkom moke oljne kadulje. Tudi pri preteklih raziskavah je bilo namreč ugotovljeno, da termična obdelava moke in izdelkov, ki so vsebovali navadno ali tatarsko ajdo, vpliva na zmanjšanje deleža skupnih fenolov, flavonoidov in antioksidativno aktivnost teh izdelkov (ZHANG et al. 2010; SEANSOY et al. 2006; QUIN et al. 2013; VOGRINČIČ et al. 2010).

V poskusu smo ugotavljali prehransko sestavo kislih kruhov, saj je to pomemben podatek za potrošnike. Ugotovili smo, da je bila vsebnost ogljikovih hidratov v moki oljne kadulje za 80 % manjša kot v mokah pšenice in mokah obeh vrst ajde. To je prispevalo tudi k zmanjšanju vsebnosti ogljikovih hidratov v kislih kruhkih z dodatkom oljne kadulje. Vsebnost beljakovin je bila v moki oljne kadulje za kar 30 % višja v primerjavi z drugimi vrstami moke. To povečanje pri deležu beljakovin je bilo značilno večje tudi pri kislih kruhkih z dodatkom oljne kadulje. Vsebnost maščob je bila prav tako značilno večja v moki oljne kadulje kot v drugih vzorcih moke. Kar 1,5-2 krat večja je bila tudi vsebnost maščob pri kislih kruhkih z dodatkom moke oljne kadulje. Tudi vsebnost prehranskih vlaknin je bila pri moki oljne kadulje 4-8 krat večja v primerjavi z drugimi vzorci moke, predvsem je vsebovala več netopnih vlaknin. Povečan delež prehranskih vlaknin pri moki oljne kadulje je prispeval tudi k povečanju deleža topnih in netopnih prehranskih vlaknin kislih kruhov z dodatkom moke oljne kadulje. Prav tako je bilo pri moki oljne kadulje določenega več pepela kot v drugih vzorcih moke, kar je privedlo tudi do značilno višje vsebnosti pepela v kislih kruhkih z dodatkom moke oljne kadulje. Vsi izmerjeni rezultati vsebnosti ogljikovih hidratov, beljakovin, maščob, prehranskih vlaknin in pepela v vzorcih moke oljne kadulje in mokah obeh vrst ajde so v skladu z ostalimi raziskavami (BONAFACCIA et al. 2003a; PORRAS-LOAIZA et al. 2013; QIN et al. 2010). Glede na prehransko vrednost lahko druge vrste moke z dodatkom moke oljne kadulje po kakovosti

razdelimo v naslednjem vrstnem redu: moka tatarske ajde > moka navadne ajde > pšenična moka.

Kljub večjemu deležu maščobe v moki oljne kadulje, se kisel kruh z dodatkom te moke po energijski vrednosti ni pomembno razlikoval od kislih kruhov, pripravljenih iz samo ene vrste moke (100 : 0), ki niso vsebovali moke oljne kadulje. Energijska vrednost kislega kruha iz pšenične moke, ki smo jo uporabili kot kontrolni vzorec in moke oljne kadulje, je celo nižja od energijske vrednosti pšeničnega kislega kruha. Manjša energijska vrednost je najverjetneje posledica večjega deleža prehranskih vlaknin v kislih kruhkih z dodatkom oljne kadulje.

Ocena prehranskih snovi je prikazala, da so lahko pekovski izdelki, narejeni iz moke tatarske ajde in oljne kadulje, primerni za prehrano oseb s sladkorno boleznijo s čezmerno telesno težo, saj imajo manjšo vsebnost ogljikovih hidratov in večjo vsebnost beljakovin in prehranskih vlaknin. Glede na dosedanje objave lahko uporaba moke tatarske ajde za pripravo kruha prispeva tudi k zmanjšanju glikemičnega indeksa in inzulinskega indeksa na tri različne načine: s tvorbo neprebavljivega (retrogradiranega) škroba, ki nastaja ob segrevanju moke tatarske ajde (SKRABANJA et al. 2001), z zaviranjem prebavnih encimov, kot je amilaza, zaradi proantocianidov v moki ajde in z uravnavanjem inzulinske rezistence preko D-chiro-inositola (TAKAHAMA et al. 2011). Visoka vsebnost prehranskih vlaknin v kruhu iz moke tatarske ajde in oljne kadulje lahko prispeva k dolgotrajnejši sitosti po zaužitju obroka.

Pri določanju senzoričnih lastnosti kislih kruhov kot sta specifičen volumen in barva kislega kruha, smo ugotovili, da je bil največji specifični volumen izmerjen za pšenični kruh (100:0), kar je bilo v skladu z našimi pričakovanji in je pogojeno z vsebnostjo glutena v tej moki. Povečanje specifičnega volumna smo ugotovili tudi pri vseh vrstah kislih kruhov z dodatkom moke oljne kadulje, vendar to povečanje ni bilo značilno. Kruhi, pripravljeni iz obeh vrst ajde, so bili intenzivneje obarvani in temnejši, kar je posledica večje vsebnosti flavonoidov, rutina in kvercetina v teh vrstah moke (FUJITA et al. 2004; VOMBERGAR et al. 2014).

2.2 Pretvorbe rutina in kvercetina med pripravo kislega kruha iz ajde

Iz moke tatarske ajde (*Fagopyrum tataricum*) in navadne ajde (*Fagopyrum esculentum*) smo pripravili kisle kruhe, da bi spremljali spremembe in vsebnost rutina in kvercetina, ki nastajajo kot posledica mlečno kislinске fermentacije in peke kislega kruha iz obeh vrst ajde.

Spremljali smo tudi antioksidativno aktivnost. Vsebnost rutina in kvercetina v vzorcih priprave in peke smo določali z visokotlačno tekočinsko kromatografijo (HPLC). Zasnova za mlečno kislinsko fermentacijo kislega testa je vsebovala dve mikrobnii kulturi, *Lactobacillus heilongjiangensis* in *Pediococcus parvulus*.

Enako kot pri drugih objavljenih raziskavah (VOGRINČIČ et al. 2010; LIN et al. 2009; KOČEVAR GLAVAČ et al. 2017) je tudi v našem poskusu med mlečnokislinsko fermentacijo vzorcev testa navadne ajde in tatarske ajde, prišlo do pretvorbe rutina v kvercetin. Moka tatarske ajde je vsebovala 14,6 mg/g rutina in 1,9 mg/g kvercetina v suhi snovi. V moki navadne ajde sta bili koncentraciji rutina in kvercetina pod mejo detekcije. Meja detekcije za rutin je bila 1,12 µg/mL in za kvercetin 1,01 µg/mL. Presenetljiva je ugotovitev, da je bilo v zasnovi za fermentiranje kislega testa rutina 1,54 mg/g in znatno več kvercetina, kar 12,53 mg/g kot v sami moki tatarske ajde. To nakazuje, da so mikroorganizmi v zasnovi za fermentiranje za svoj obstoj in rast uporabljali druge snovi in ne flavonoidov. V času razgradnje drugih snovi, kot vira energije za mikroorganizme, se je koncentracija kvercetina povečevala. Verjetno so bakterije za svoj metabolizem porabljale sladkorje, ki so se sproščali po razgradnji rutina. Molekule rutina so se namreč razgrajevale med fermentacijo kislega testa. Za zdaj še ni znano, ali je ta razgradnja posledica encimov rutinaz, ki so v tatarski ajdi (YASUDA & NAKAGAWA, 1994; SUZUKI et al. 2002), ali encimov, ki jih v procesu fermentacije sproščajo bakterije. Če je razgradnja rutina potekala pod vplivom encimov rutinaz iz tatarske ajde, to pomeni, da so ti encimi ostali aktivni vsaj 10 ur v razmerah fermentacije kislega testa.

Vsebnost kvercetina smo ugotovili v testu pred fermentacijo navadne ajde, kar je posledica dodatka zasnove za fermentiranje testa, ki je vseboval moko tatarske ajde. Njegova vsebnost se je med postopkom priprave in peke pri vzorcih navadne ajde še naprej značilno manjšala, kar je posledica odsotnosti rutina, ki v tem primeru ni bil vir za nastajanje večje vsebnosti kvercetina v vzorcih testa navadne ajde. V kislem testu tatarske ajde je bilo pred fermentacijo manj rutina kot v moki tatarske ajde in kar štirikrat več kvercetina kot v moki te ajde. Višja vsebnost kvercetina v kislem testu je posledica dodatka zasnove za fermentiranje. Pričakovano je bilo, da bo v testu pred fermentacijo navadne ajde, ki ga sestavlja 35 odstoten delež zasnove za fermentiranje testa in 65 odstoten delež moke navadne ajde, 4,5 mg kvercetina (vključno s kvercetinom v molekulah rutina) (LUKŠIČ et al. 2016a).

Med procesom fermentacije in vzhajanja testa vzorcev tatarske ajde se je vsebnost rutina značilno

zmanjševala, medtem ko se je vsebnost kvercetina v vzorcih testa povečevala, kar nakazuje na to, da se je rutin v procesu fermentacije in vzhajanja testa pretvarjal v kvercetin. Po peki kislega kruha iz tatarske ajde je rutin popolnoma izginil, prisoten je bil samo kvercetin. Tako rutin, kot kvercetin sta bila v pečenem kislem kruhu navadne ajde pod mejo detekcije. Ugotovitve so v skladu z ugotovitvami Vogrinčič et al. (2010) in Sakač in et al. (2011). Naše ugotovitve v primerjavi z ugotovitvami Vogrinčič et al. (2010) nakazujejo, da razgradnja rutina v kvercetin v kislem testu in kruhu poteka podobno kot v kvašenem kruhu. Podobna koncentracija kvercetina je ostala v našem kislem kruhu iz moke tatarske ajde (5,1 mg/g), kot v kvašenem kruhu (5,0 mg/g) iz moke tatarske ajde. Med pripravo kislega testa in peko kislega kruha je bil rutin razgrajen v celoti, za razliko od kvašenega kruha, v katerem je ostalo 0,4 mg rutina/g (VOGRINČIČ et al. 2010).

Ugotovili smo, da je količina kvercetina v testu odvisna od začetne količine kvercetina v moki, razgradnje rutina v kvercetin in splošne razgradnje kvercetina v procesu priprave kruha. Manjše koncentracije izmerjenega kvercetina v kislih kruhiih obeh vrst ajde so prav tako lahko posledica vključevanja fenolnih snovi v škrobne strukture, predvsem amilozo, ki med postopkom priprave in peke spremeni svojo strukturo in v tem procesu lahko v lastno strukturo vključuje tudi manjše molekule (ŠKRABANJA et al. 2000; GODERIS et al. 2014; RYNO et al. 2014). Liu et al. (2015) poročajo tudi, da vročina in povečana vlažnost vplivata na povečanje sposobnosti vezave vode v škrobna zrna tatarske ajde. Ker sta rutin in kvercetin vodotopna (MORAND et al. 2000) je mogoče, da sta se med postopkom priprave in peke skupaj z vodo vključila v škrobna zrna ajde. Mogoče je tudi, da ima pH kislega testa vpliv na sproščanje kvercetina. Obstaja pa tudi možnost, da pri visoki koncentraciji flavonoidov v tatarski ajdi, molekule ščitijo druga drugo pred razgradnjo. O podobnih ugotovitvah so poročali tudi Vogrinčič et al. (2010), kjer je bil v kvašenem testu in kruhiih z majhno začetno koncentracijo rutina in kvercetina, rutin v kruhu razgrajen v celoti, v nasprotnem primeru, pa je v kruhiih, kjer je bila začetna koncentracija rutina in kvercetina večja, približno pol rutina iz testa ostalo prisotnega v kislem kruhu. Ker je bila večina molekul rutina razgrajena v procesu fermentacije zasnove za kislno testo in vzhajanja kislega testa, ne moremo oceniti, kaj se je z rutinom dogajalo med peko kislega kruha za razliko od kvašenega testa, v katerem je rutin ostal tudi po peki kruha (VOGRINČIČ et al. 2010). Kemijska zgradba glikozida je pomembna lastnost, ki vpliva na sposobnost privzema kvercetin glikozida med prebavo (ARTS et al. 2004). Poročali so tudi, da se kvercetin iz

prehrane v veliki meri absorbira v živalska tkiva (DE BOER et al. 2005). Kvercetin je flavonoid s podobno biološko dostopnostjo in s podobnim vplivom na zdravje ljudi kot rutin (SIKDER et al. 2014). Ugotovili so, da se rutin v krvni plazmi pojavlja v obliki kvercetina s sledovi kemferola in izorhamnetina. Največja koncentracija kvercetina v krvni plazmi se je pri sodelujočih osebah v poskusu pojavila med 4 in 7 urami po prejemu 500 mg tablete rutina. Količina absorbiranega kvercetina med osebami sodelujočimi v poskusu je bila med 40-220 ng/ml (BOYLE et al. 2000). Glede na te ugotovitve je pretvorba rutina v kvercetin v kislem kruhu sprejemljiva, saj ima kvercetin pri ljudeh podobno biološko dostopnost kot rutin (SIKDER et al. 2014). Večja vsebnost kvercetina je tudi dobrodošel dodatek k drugim snovem v kislem kruhu, ki imajo pozitiven učinek na zdravje.

Z namenom, da bi ugotovili, kaj se med mlečnokislinsko fermentacijo in peko kislega kruha iz tatarske ajde in navadne ajde dogaja z ostalimi antioksidanti, smo določali antioksidativno aktivnost vzorcev med pripravo in peko. Antioksidativna aktivnost se je med postopkom priprave kislega kruha iz navadne ajde povečevala od moke vse do kislega kruha. Ta rezultat je lahko posledica nastajanja novih snovi z antioksidativno aktivnostjo, v procesu Maillardove reakcije, med segrevanjem vzorcev priprave in peke (ZHANG et al. 2010). V nasprotju s tem je bila največja antioksidativna aktivnost v vzorcih tatarske ajde ugotovljena v moki in zasnovi za testo in najnižja v kislem kruhu. To je lahko posledica povezovanja flavonoidov iz tatarske ajde z ostalimi molekulami, nastalimi v Maillardovi ali kakšni drugi reakciji. Podoben padec antioksidativne aktivnosti je bil opažen pri kvašenem kruhu iz moke tatarske ajde (VOGRINČIČ et al. 2010) ter tudi pri moki tatarske ajde kot posledica različnih vrst termične obdelave (peke, segrevanja s paro in mikrovalovnega segrevanja) (ZHANG et al. 2010). Vzorci priprave in peke navadne ajde in tatarske ajde se razlikujejo v skupni antioksidativni aktivnosti, vendar molekulska osnova teh razlik za enkrat ostaja neznana in zahteva nadaljnje raziskovanje.

Pri določanju senzoričnih lastnosti kot sta specifični volumen in barva kislih kruhov iz tatarske ajde in navadne ajde smo ugotovili, da je bil specifičen volumen kislega kruha iz moke navadne ajde manjši od specifičnega volumna kislega kruha iz moke tatarske ajde. Takšen rezultat ni presenetljiv, saj sta navadna ajda in tatarska ajda botanično različni vrsti. Odsotnost glutena v ajdovih mokah pa vpliva na to, da se med vzhajanjem kruha tvori manj ogljikovega dioksida in posledično takšen kruh ne vzhaja toliko, kot kruhi, pripravljene iz moke, ki vsebuje gluten (HOUBEN

et al. 2012). Z merjenjem barve kislih kruhov smo potrdili, da je kisel kruh, pripravljen iz moke tatarske ajde, bolj zelenkasto obarvan od kruha iz moke navadne ajde, kar je je lahko posledica višje vsebnosti rutina in kvercetina v moki tatarske ajde (FUJITA et al. 2004; VOMBERGAR et al. 2014).

2.3 Hidrotermična obdelava tatarske ajde je ovirala pretvorbo rutina v kvercetin

Zrnje tatarske ajde smo hidrotermično obdelali, zmleli in iz njega pripravili hidrotermično obdelano (HT) moko. Ugotavljali smo vpliv predhodne hidrotermične obdelave, mlečno kisline fermentacije in peke na dostopnost, spremembe in vsebnost flavonoidov, rutina in kvercetina v vzorcih priprave in peke kislega kruha iz HT moke tatarske ajde. Preučevali smo tudi, kako na dostopnost in vsebnost rutina in kvercetina v vzorcih priprave in peke hidrotermično obdelane tatarske ajde, vpliva različen čas ekstrakcije (20 min, 2 h in 8 h). Vsebnost rutina in kvercetina v vzorcih priprave in peke iz HT tatarske ajde je bila izmerjena s HPLC. Antioksidativna aktivnost vzorcev priprave in peke je bila določena z metodama PCL (photochemiluminescence) in ORAC.

V poskusu smo uporabili moko iz zrnja HT tatarske ajde in ostale vzorce priprave in peke (testo in kisel kruh) iz HT tatarske ajde. Kot kontrolni vzorec smo uporabili moko predhodno neobdelanega zrnja tatarske ajde. Vzorce smo ekstrahirali 20 min, 2 h in 8 h. V neobdelani moki tatarske ajde je bila večina dostopnega rutina ekstrahirana že v 20 min, nobenega značilnega porasta rutina nismo izmerili po 2 h in 8 h ekstrakcije. V nobenem od vzorcev HT tatarske ajde pa količina rutina ni preseгла vsebnosti rutina v neobdelani moki tatarske ajde. V nasprotju z neobdelano moko tatarske ajde je bilo v HT moki tatarske ajde po 20 min izločenega za polovico manj rutina kot v neobdelani moki tatarske ajde, s podaljševanjem časa ekstrakcije (2 h in 8 h) pa je bilo iz moke izločenega več rutina, vendar njegova vsebnost še vedno ni preseгла vsebnosti rutina v neobdelani moki tatarske ajde po 20 min ekstrakcije. Meritve kažejo, da med postopkom hidrotermične obdelave, rutin postane vključen v strukture v moki in tako postane težje dostopen.

Med procesom priprave HT zasnovi za kisloto testo in kislega testa je bilo dostopnega manj rutina v primerjavi s HT moko tatarske ajde. V vzorcih testa večina rutina ni bila dostopna po 20 min ekstrakcije, vendar šele po 2 h oziroma 8 h ekstrakcije. Pojav večje koncentracije kvercetina v testih nakazuje, da se je nezločeni del rutina pretvoril v kvercetin. Pretvorba ru-

tina v kvercetin je pričakovana, saj so v tatarski ajdi encimi, ki so sposobni razgraditi rutin in ga pretvoriti v kvercetin (YASUDA & NAKAGAWA 1994; SUZUKI et al. 2002). Za te encime sicer ni pričakovano, da bi ostali aktivni preko postopka hidrotermične obdelave, vendar so ostali v zasnovi za fermentiranje kislega testa in se po tej poti pojavili v testu. V nasprotju z rutinom je bila večina kvercetina iz moke in vzorcev priprave in peke HT tatarske ajde dostopna že po 20 min ekstrakcije, kar nakazuje na to, da kvercetin ni bil v tolikšni meri vključen v strukture v moki kot rutin. Rutin, dostopen iz zasnove za testo in testa šele po 8 h ekstrakcije, je bil očitno tako močno vključen v strukture v moki, da ni bil dostopen niti rutin-razkrajajočim encimom. Rutin dostopen po 8 h ekstrakcije je ostal nespremenjen in se ni pretvoril v kvercetin v procesu mlečno kislinske fermentacije in vzhajanja testa. V kislem kruhu je tako ostalo 2 mg/g rutina in 6 mg/g kvercetin. Za nobeno drugo metodo priprave kruha iz moke tatarske ajde ni znano, da bi se med postopkom priprave kruha ohranilo toliko rutina. Suzuki et al. (2015) so nedavno poročali o tem, da so ob uporabi tatarske ajde s samo sledovi rutinoidaze pripravili kruh iz mešanice moke te tatarske ajde in pšenice z 0,63 mg/g rutina, kar predstavlja približno 50 % delež ohranjenega rutina v kruhu, v primerjavi z izvorno surovino (moko). Wieslander et al. (2011) so poročali o koncentraciji 2,5 mg/g rutina prisotnega v piškotih, pripravljenih iz moke tatarske ajde. Vendar so bila v piškotih kot medij za pripravo testa uporabljena jajca in margarina, peka piškotov pa je bila izvedena nemudoma po pripravi testa, 12 min pri 185 °C. V piškotih je bil poleg rutina izmerjen tudi kvercetin (1,6 mg/g). V prvi fazi našega poskusa smo ugotovili, da se v kruhu, pripravljenem iz neobdelane moke tatarske ajde v procesu priprave in peke rutin ni ohranil. Poraja pa se vprašanje, na kakšen način je bil rutin v HT tatarski ajdi zaščiten pred pretvorbo v kvercetin. Mogoče je, da se molekule flavonoidov povežejo v komplekse z beljakovinami ali amilozo (ŠKRABANJA et al. 2000; TUFVESON et al. 2001; RYNO et al. 2014; GODERIS et al. 2014). Takšni kompleksi zaščitijo flavonoide in preprečijo njihovo ekstrakcijo in poleg tega zmanjšajo prebavljivost amiloze in beljakovin (ŠKRABANJA et al. 1998, 2000). Obstaja tudi možnost, da ob povečani koncentraciji flavonoidov v tatarski ajdi, ti zaščitijo drug drugega pred razgradnjo. O podobnih ugotovitvah so poročali tudi Vogrinčič et al. (2010).

Tudi v našem poskusu nas je zanimalo, kaj se med postopkom predhodne hidrotermične obdelave, mleč-

nokislinske fermentacije in peke, dogaja z ostalimi antioksidanti, zato smo v vzorcih priprave in peke kislega kruha tatarske ajde določali antioksidativno aktivnost. Ugotovili smo, da v procesu priprave kislega kruha iz moke HT tatarske ajde ni bilo značilne razlike med vzorci priprave in peke v antioksidativni aktivnosti, razlika se je pojavila šele pri kislem kruhu, ki je imel značilno manjšo antioksidativno aktivnost v primerjavi z moko in testom. Na podlagi rezultata lahko sklepamo, da predhodna termična obdelava in mlečnokislinska fermentacija nista vplivali na antioksidativno aktivnost vzorcev priprave in peke tatarske ajde, medtem ko je imela peka negativen učinek na antioksidativno aktivnost kislega kruha. Podobno zmanjšanje antioksidativne aktivnosti je bilo opaženo tudi v poskusih, kjer smo pripravili kisle kruhe iz neobdelane moke tatarske ajde (COSTANTINI et al. 2014; LUKŠIČ et al. 2016a) in za kvašen kruh iz moke tatarske ajde (VOGRINČIČ et al. 2010).

2.4 Primerjava antioksidativne aktivnosti vzorcev priprave in peke iz moke tatarske ajde, HT tatarske ajde in navadne ajde

V preglednici 1 smo prikazali primerjavo med antioksidativno aktivnostjo v vzorcih priprave in peke kisljih kruhov iz moke navadne ajde, neobdelane moke tatarske in ajde in HT moke tatarske ajde. Antioksidativna aktivnost je med postopkom priprave in peke podobno upadala v vzorcih tatarske ajde in HT tatarske ajde. Podoben padec antioksidativne aktivnosti smo opazili tudi med moko in kislim kruhom tatarske ajde v poskusu z neobdelano moko tatarske ajde (COSTANTINI et al. 2014). Nasprotno pa se je antioksidativna aktivnost med postopkom priprave in peke v vzorcih navadne ajde v drugem poskusu večala. V prvem poskusu smo ugotovili podobno zmanjšanje antioksidativne aktivnosti pri kislem kruhu navadne ajde, kot pri kisljih kruhih tatarske ajde in HT tatarske ajde (Preglednica 1) (COSTANTINI et al. 2014). Razlike v antioksidativni aktivnosti med vzorci priprave in peke tatarske ajde, HT tatarske ajde in navadne ajde zahtevajo nadaljnje raziskovanje. Ugotovili smo, da ima kisel kruh, pripravljen iz moke HT tatarske ajde, večjo antioksidativno aktivnost od kislega kruha iz moke tatarske ajde (LUKŠIČ et al. 2016a, 2016b). Pri kislem kruhu iz moke navadne ajde smo določili večjo antioksidativno aktivnost v primerjavi s kruhom tatarske ajde in HT tatarske ajde (Preglednica 2) (LUKŠIČ et al. 2016a, 2016b).

Preglednica 1: Primerjava antioksidativne aktivnosti ($\mu\text{g}/\text{mg}$ troloks ekvivalentov) vzorcev priprave in peke tatarske ajde, hidrotermično obdelane (HT) tatarske ajde in navadne ajde. Podatki so povprečja \pm standardni odklon ($n=4$). Izvlečki vzorcev priprave in peke so bili pripravljani trikrat. Povprečne vrednosti z različno malo tiskano črko v vrstici so značilno različne ($P < 0,05$). ZF, začetek fermentacije; KF, konec fermentacije; ZV, začetek vzhajanja; KV, konec vzhajanja.

Table 1: Comparison of antioxidant activity ($\mu\text{g}/\text{mg}$ trolox equivalents) of Tartary buckwheat, hydrothermally conditioned (HT) Tartary buckwheat and common buckwheat baking samples. Data are means \pm standard deviation ($n=4$). Extracts from baking samples were prepared three times. Means with different small letters in a row are significantly different ($P < 0.05$). ZF, before fermentation; KF, after fermentation; ZV, before rising; KV, after rising.

| Vzorec ajde | Antioksidativna aktivnost ($\mu\text{g}/\text{mg}$ troloks ekvivalentov) | | | | | |
|------------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Moka | Osnova za testo ZF | Osnova za testo KF | Testo ZV | Testo KV | Kisel kruh |
| Tatarska ajda | 88,45 \pm 6,70a | 76,40 \pm 6,55a | 73,78 \pm 2,36a | 66,64 \pm 2,03ab | 65,64 \pm 4,23ab | 50,25 \pm 21,99b |
| HT Tatarska ajda | 82 \pm 3a | 102 \pm 10a | 87 \pm 8a | 92 \pm 8a | 83 \pm 15a | 71 \pm 3b |
| Navadna ajda | 57,54 \pm 5,87a | 63,42 \pm 2,43a | 68,58 \pm 5,61a | 79,66 \pm 3,48b | 79,53 \pm 4,63b | 77,15 \pm 3,45b |

Povzeto po (Lukšič et al. 2016a, 2016b).

2.5 Primerjava vsebnosti rutina in kvercetina v vzorcih priprave in peke iz moke tatarske ajde, HT tatarske ajde in navadne ajde

V preglednici 2 smo primerjali vsebnost rutina in kvercetina med postopkom priprave in peke kislega kruha v vzorcih priprave in peke iz moke navadne ajde, tatarske ajde in HT tatarske ajde. Ugotovili smo, da sta mlečno kislinska fermentacija in toplotna obdelava vplivali na pretvorbo rutina v kvercetin pri vzorcih priprave in peke tatarske ajde, HT tatarske ajde in navadne ajde. Pretvorbe rutina v kvercetin je bila pri vseh vzorcih priprave in peke iz ajde podobna. Vsebnost rutina je v vseh vzorcih priprave in peke tatarske ajde in HT tatarske ajde upadala preko celotnega postopka priprave in peke, od moke do konca vzhajanja testa, po peki pa je bil v kislem kruhu tatarske ajde rutin pod mejo detekcije. Rutin pa se je po peki ohranil v kislem kruhu HT tatarske ajde, tega je bilo kar 2 mg/g, kar predstavlja skoraj 1/3 rutina, prisotnega v izvorni surovini, moki. V vseh vzorcih priprave in peke navadne ajde je bil rutin pod mejo detekcije (Preglednica 2). V nasprotju z rutinom se je vsebnost kvercetina v vzorcih tatarske ajde med postopkom priprave kislega kruha povečevala, njegova vsebnost se je

nekoliko zmanjšala šele pri kislem kruhu, kar je posledica vpliva peke na razgradnjo kvercetina oziroma njegove vključenosti v druge strukture v moki. Pri vzorcih priprave in peke HT tatarske ajde se je vsebnost kvercetina med postopkom fermentacije osnove za testo povečevala in nekoliko zmanjšala med postopkom vzhajanja testa, presenetila pa nas je ugotovitev, da je bilo po peki kislega kruha HT tatarske ajde v njem prisotnega več kvercetina kot v surovem testu po vzhajanju. Podobno se je vsebnost kvercetina spreminjala tudi v vzorcih priprave in peke navadne ajde. Ker je bil kvercetin v moki navadne ajde pod mejo detekcije, sklepamo, da je večina kvercetina v vzorce osnove za testo in testa prišla iz zasnove za mlečnokislinsko fermentacijo testa. Kvercetin v kislem kruhu navadne ajde po peki nismo več ugotovili, kar je pričakovano, saj je bila njegova vsebnost nižja že v testu po vzhajanju (Preglednica 2). Ugotovili smo, da ima kisel kruh, pripravljen iz moke HT tatarske ajde, večjo vsebnost rutina in kvercetina od kislega kruha iz moke tatarske ajde. V kislem kruhu iz moke navadne ajde se rutin in kvercetin nista ohranila (Preglednica 2). Naše ugotovitve so lahko v pomoč pri pripravi tako imenovanih funkcijskih kruhov z dodatno vsebnostjo zdravju koristnih snovi.

Preglednica 2: Primerjava vsebnosti rutina in kvercetina (mg/g SM) v vzorcih priprave in peke tatarske ajde, HT tatarske ajde in navadne ajde. Podatki so povprečja ± standardni odklon (n=3). Izvlečki vzorcev so bili pripravljene trikrat. Povprečne vrednosti z različno malo tiskano črko v vrstici so značilno različne (P < 0,05). ND, pod mejo detekcije; ZF, začetek fermentacije; KF, konec fermentacije; ZV, začetek vzhajanja; KV, konec vzhajanja; SM, suhe mase.

Table 2: Comparison of contents of rutin and quercetin (mg/g DM) in baking samples of Tartary buckwheat, HT Tartary buckwheat and common buckwheat. Data are means ± standard deviation (n=3). Extracts from baking samples were prepared three times. Means with different small letters in a row are significantly different (P < 0.05). ND, data below the detection limit; ZF, before fermentation; KF, after fermentation; ZV, before rising; KV, after rising; DM, dry mass.

| Vzorec ajde in flavonoid | Koncentracija flavonoidov (mg/g SM) | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|------------|------------|------------|
| | Moka | Osnova za testo ZF | Osnova za testo KF | Testo ZV | Testo KV | Kisel kruh |
| Rutin | | | | | | |
| Tatarska ajda | 14,69 ± 0,84d | 3,29±0,09c | 2,72±0,11b | 2,62±0,09a | 2,40±0,12a | ND |
| HT Tatarska ajda | 7,10±0,21a | 2,63±0,06b | 1,41±0,04c | 2,22±0,03d | 1,43±0,10c | 2,09±0,06d |
| Navadna ajda | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Kvercetin | | | | | | |
| Tatarska ajda | 1,94 ± 0,79c | 8,15±0,10b | 8,45±0,75b | 8,70±0,40b | 8,85±0,27b | 5,08±0,40a |
| HT Tatarska ajda | 0,53±0,02a | 5,35±0,07b | 6,40±0,11c | 4,57±0,32d | 5,37±0,12b | 6,17±0,09c |
| Navadna ajda | ND | 1,49±0,03c | 1,26±0,08a | 0,72±0,09b | 0,75±0,02b | ND |

Povzeto po (LUKŠIČ et al. 2016a, 2016b).

2.6 Določanje vsebnosti taninov v moki navadne ajde, tatarske ajde in HT tatarske ajde

Tanini so heterogena skupina polifenolov in jih, kot sekundarne metabolite, najdemo v številnih rastlinah (FALCAO & ARAUJO 2014). Prisotni so v vseh rastlinskih delih, koreninah, steblih, listih, cvetovih, semenih in plodovih (SANTOS et al. 2017). Rastline, ki so bolj izpostavljene soncu, lahko vsebujejo več taninov, saj UV-B sevanje vpliva na povečanje vsebnosti taninov v rastlinah (KREFT et al. 2002). Tanini so odgovorni za številne senzorične lastnosti (na primer astrigentnost vina) in prehranske lastnosti rastlinske hrane (SANTOS et al. 2017).

Količino taninov smo določali v vzorcih moka navadne ajde, tatarske ajde in hidrotermično obdelane tatarske ajde, ki so bili pripravljene leta 2012 na kmetiji Rangus na Dolenjskem. Analizirani vzorci moka so bili predhodno liofilizirani in shranjeni v plastični vrečki v hladilniku (5 °C). Tanine smo določali z vanilin-HCl testom, ki temelji na barvni reakciji, ki v kislih razmerah nastane med ekstrahiranim taninom iz moka in vanilinom (nastane rdeče obarvana raztopina) (LUTHAR 1992).

Kot je razvidno iz preglednice 3, smo z analizo vsebnosti taninov v mokah navadne ajde, tatarske ajde in HT tatarske ajde ugotovili, da vsebuje moka navadne ajde skoraj za polovico manj taninov kot moka ta-

tarske ajde in HT tatarske ajde. V mokah tatarske ajde in HT tatarske ajde v vsebnosti taninov ni bilo razlike, kar kaže, da hidrotermična obdelava zrnja tatarske ajde ni vplivala na vsebnost taninov v moki te ajde. To je lahko posledica dejstva, da se tanini povezujejo v komplekse z beljakovinami in sladkorji (LUTHAR 1992; FRAZIER et al. 2010), kar lahko omogoča njihovo večjo obstojnost in odpornost na visoko temperaturo. Ugotovitev, da je vsebnost taninov v moki navadne ajde in mokah tatarske ajde in HT tatarske ajde presešla do zdaj izmerjeno vsebnost taninov v otrobih obeh vrst ajde lahko pojasnimo s koncentracijo snovi v posameznih mlevskih frakcijah (ZHOU et al. 2016). Ugotovitev, da je pri tatarski ajdi prisotnih več taninov, kot pri navadni ajdi, je skladna z večino do zdaj objavljenih raziskav (GADŽO et al. 2010; LUKŠIČ 2013).

Preglednica 3: Vsebnost taninov v moki navadne ajde, tatarske ajde in HT tatarske ajde v mg/g. Rezultati so povprečja ± standardni odklon (n=3). Izvlečki vzorcev so bili pripravljene trikrat.

Table 3: Tannin content in common buckwheat, Tartary buckwheat and HT Tartary buckwheat flour (mg/g). Results are averages ± standard deviation (n=3). The extracts of the samples were prepared three times.

| Vsebnost taninov (mg/g) | | |
|-------------------------|---------------|------------------|
| Navadna ajda | Tatarska ajda | HT tatarska ajda |
| 32,6±3,8 | 68,0±10,0 | 68,1±7,9 |

S poskusi smo pridobili pomembne informacije o vplivu mlečnokislinske fermentacije, predhodne hidrotermične obdelave in priprave ter peke kislega kruha na vsebnost in spremembe rutina in kvercetina ter antioksidativno aktivnost vzorcev priprave in peke tatarske ajde. Prvi med raziskovalci smo ugotovljali, kaj se z vsebnostjo in pretvorbami rutina in kvercetina ter antioksidativno aktivnostjo dogaja med peko kislih kruhov iz moke tatarske ajde. Prvi smo tudi ugotovili, kako na vsebnost in pretvorbe rutina in kvercetina ter antioksidativno aktivnost vpliva predhodna hidrotermična obdelava zrnja tatarske ajde in kaj se z vsebnostjo in pretvorbami rutina in kvercetina ter antioksidativno aktivnostjo dogaja med pripravo in peko kislih kruhov iz tako obdelane moke. Ravno tako so nove naše ugotovitve o tem, kako hidrotermična obdelava vpliva na vsebnost taninov v zrnju tatarske ajde. Novost so tudi naše ugotovitve,

da lahko iz mešanice moke tatarske ajde in oljne kadulje pripravimo kisle kruhe z izboljšano prehransko vrednostjo, večjo vsebnostjo n-3 maščobnih kislin in izboljšanim razmerjem n-3/n-6 maščobnih kislin ter večjo vsebnostjo skupnih fenolnih snovi in antioksidativno aktivnostjo. Naše ugotovitve prispevajo k razumevanju vpliva izbire sestavin, izbire metode ter postopka priprave in peke kruhov na vsebnost snovi, kot so rutin in kvercetin ter ostalih antioksidantov. Te ugotovitve prispevajo k razumevanju vpliva izbire sestavin, metode ter postopka priprave in peke kruha na izboljšanje prehranske vrednosti in vsebnosti snovi koristnih za zdravje. Raziskava spodbuja nadaljnje proučevanje vpliva hidrotermične obdelave vzorcev tatarske ajde na ekstrakcijo rutina in kvercetina ter na njuno spreminjanje pri različnih razmerah temperature in vlažnosti ter pri pripravi različnih izdelkov.

3 POVZETEK

Opravili smo temeljne raziskave, ki prispevajo k boljšemu poznavanju vpliva mlečno kislinke fermentacije in termične obdelave na vsebnost in spremembe izbranih aktivnih sestavin, vse od zrnja, do priprave kislega kruha iz tatarske ajde.

V vzorcih moke in kislih kruhov iz mok navadne ajde, tatarske ajde, oljne kadulje in pšenice (kontrolni vzorec) ter različnih mešanic teh mok, smo določali vsebnost prehranskih snovi, vsebnost skupnih fenolnih snovi in flavonoidov, vsebnost rutina in kvercetina ter antioksidativno aktivnost. Ugotovili smo, da je kombinacija moke tatarske ajde in moke oljne kadulje omogočila pripravo kruha z izboljšanimi funkcijskimi lastnostmi. Kisli kruhi, pripravljene iz moke pšenice, navadne ajde in tatarske ajde, ki so vsebovali dodatek moke oljne kadulje v razmerju 90 : 10, so vsebovali več beljakovin, netopnih prehranskih vlaknin in n-3 maščobnih kislin ter prispevali k ustrežnejšemu razmerju n-6/n-3 maščobnih kislin, ki se je v primerjavi s kislimi kruhi iz obeh vrst ajdove moke (100 : 0), v ajdovih kruhih z dodatkom oljne kadulje povečalo za 12- do 13-krat. Moka tatarske ajde lahko v kislih kruhih z dodatkom oljne kadulje prispeva k povečanju deleža večkrat nenasičenih maščobnih kislin, saj lahko zaradi večje vsebnosti antioksidantov delno prepreči oksidacijo teh snovi. Največja vsebnost skupnih fenolnih snovi je bila izmerjena v kislem kruhu tatarske ajde z dodatkom moke oljne kadulje. Največja vsebnost skupnih flavonoidov je bila ugotovljena v kislem kruhu tatarske ajde. Največja antioksidativna aktivnost pa je bila ugotovlje-

na v kislem kruhu iz tatarske ajde z dodatkom oljne kadulje. V tem kislem kruhu je bilo ugotovljeno kar 75-odstotno povečanje vsebnosti skupnih antioksidantov v primerjavi s pšeničnim kruhom (100 : 0). Tako moka tatarske ajde, kot moka oljne kadulje ne vsebuje ta glutena, zato je kruh, pripravljen iz teh dveh vrst moke, primeren tudi za bolnike s celiakijo.

V drugem poskusu smo ugotovljali, kako mlečno kislinka fermentacija in peka vplivata na vsebnost in pretvorbe rutina in kvercetina ter antioksidativno aktivnost v vzorcih priprave in peke tatarske ajde in navadne ajde. Vsebnost in pretvorbe rutina in kvercetina ter antioksidativno aktivnost smo spremljali tekom celotnega postopka priprave kislih kruhov, od moke, testa in vse do kislega kruha. Dokazali smo, da združen učinek mlečno kislinke fermentacije in peke ohrani kvercetin, vendar ne rutina v kislem kruhu iz moke tatarske ajde. V kislem kruhu iz moke navadne ajde pa sta bila rutin in kvercetin pod mejo detekcije. Med mlečnokislinsko fermentacijo osnove za testo in testa je prihajalo do pretvorbe rutina v kvercetin pri vzorcih priprave in peke tatarske ajde. Za vzorce priprave in peke navadne ajde tega ne moremo trditi, saj je bil rutin v vseh vzorcih priprave in peke pod mejo detekcije. Kvercetin se je v vzorcih priprave in peke navadne ajde pojavil kot posledica dodatka zasnovi za mlečnokislinsko fermentiranje testa, ki je vsebovala moko tatarske ajde. V vzorcih priprave in peke navadne ajde se je antioksidativna aktivnost povečevala od moke do zasnovi za testo, testa in vse do kislega kruha.

V nasprotju s temi ugotovitvami pa je bila največja antioksidativna aktivnost izmerjena v moki tatarske ajde in testu, najmanjša pa v kislem kruhu. Odkritje, da se kvercetin lahko ohrani v kislem kruhu tatarske ajde, je pomembno iz vidika možnosti potencialne uporabe takšnega kruha kot funkcijskega živila. Molekulske in strukturne razlike v specifičnih volumnih med kislimi kruhi iz moke tatarske ajde in kislimi kruhi iz moke navadne ajde in možen učinek vsebnosti kvercetina na volumen kislega kruha in antioksidativno aktivnost pa so predmet nadaljnjih raziskav.

Ugotavljali smo tudi kako predhodna hidrotermična obdelava zrnja, mlečnokislinska fermentacija in peka vplivajo na zastopanost in pretvorbe rutina in kvercetina ter na antioksidativno aktivnost vzorcev priprave in peke HT (hidrotermično obdelane) tatarske ajde. Vsebnost in kemijske pretvorbe rutina in kvercetina ter antioksidativno aktivnost smo spremljali v vseh vzorcih priprave in peke, od HT moke tatarske ajde, testa in vse do kislega kruha iz HT tatarske ajde. Ugotovili smo, da združen učinek hidrotermične

obdelave zrnja tatarske ajde in mlečno kislinska fermentacija ter peka ohranijo oba flavonoida, rutin in kvercetin v kislem kruhu iz HT moke tatarske ajde. Med mlečno kislinsko fermentacijo testa iz HT moke tatarske ajde je prihajalo do pretvorbe rutina v kvercetin. Kljub temu se je v kislem kruhu, kot končnem izdelku, ohranilo 2 mg/g rutina. To je poglobitna razlika v primerjavi z uporabo neobdelane moke tatarske ajde, kjer se je v procesu priprave kislega kruha ves rutin pretvoril v kvercetin. Antioksidativna aktivnost je bila podobna pri vzorcih priprave in peke HT tatarske ajde, značilno manjša antioksidativna aktivnost se je pojavila v kislem kruhu šele po peki. Ugotovitev, da rutin in kvercetin ostaneta v kislem kruhu iz HT moke tatarske ajde, je pomembna za nadaljnje razumevanje in raziskovanje, kako se za zdravje ugodne snovi pretvarjajo in koliko jih ostane v hrani po mlečno kislinski fermentaciji in večkratni izpostavljenosti visokim temperaturam. Kruh iz HT moke tatarske ajde zaradi ohranitve antioksidantov po peki lahko uvrstimo med potencialna živila s pozitivnimi lastnostmi za zdravje.

4 SUMMARY

The basic research, which would help to improve the understanding of impact of sourdough fermentation and impact of high temperature treatment of Tartary buckwheat on the content and transformation of selected active ingredients from grain to final product *i.e.* sour bread was carried out.

In samples of flour and sour bread made from common buckwheat, Tartary buckwheat, chia, wheat and different combinations of these flours, we have examined content of nutritional substances, the total content of phenolic compounds, content of flavonoids, content of rutin and quercetin and antioxidant activity. It was established that the combination of Tartary buckwheat flour and chia flour allows the preparation of bread with improved functional properties. Sour breads with the addition of chia flour also contained more protein, insoluble dietary fiber, ash and especially n-3 fatty acids, and thus more appropriate ratio of n-6/n-3 fatty acids. N-6/n-3 ratio has increased by 12 to 13 times in buckwheat bread with the addition of chia flour (90 : 10) in comparison to sour breads from both types of buckwheat flour (100 : 0). The addition of chia flour contributed to an increase of the proportion of polyunsaturated fatty acids, this may be due to the increased levels of antioxidants which may contribute to prevention of the oxidation of fatty acids. The highest concentration of phenolic compounds has been estab-

lished in Tartary buckwheat sour bread with addition of chia flour. The highest content of flavonoids has been determined for Tartary buckwheat sour bread. The highest antioxidant activity has been measured in Tartary buckwheat sour bread with the addition of chia flour. In this type of bread the 75% increase in total antioxidants has been determined, compared to wheat bread (100 : 0). Tartary buckwheat flour and chia flour also do not contain gluten, that is why the bread prepared from these two types of flour is suitable also for patients with celiac disease.

We have examined the impact of sourdough fermentation and baking on the content and transformations of rutin and quercetin as well as on antioxidant activity in Tartary buckwheat and common buckwheat baking samples. The content and transformations of antioxidants during whole baking procedure, from flour, to sourdough and up to sour breads were followed. In this experiment we have shown that combined effect of sourdough fermentation and baking, preserves quercetin, but not rutin in Tartary buckwheat sour bread. In common buckwheat sour bread, the concentration of rutin and quercetin have been under the detection limit. During Tartary buckwheat sourdough fermentation rutin has been transformed to quercetin. We can not claim this for common buckwheat baking samples, as rutin has been under detec-

tion limit in all common buckwheat baking samples. Quercetin has most likely entered into these baking samples through addition of sourdough starter, which contained Tartary buckwheat flour. In common buckwheat baking samples the antioxidant activity have increased from flour, through sourdough preparation and toward final product *i.e.* sour bread. In contrast to these findings, the maximum antioxidant activity has been established in the Tartary buckwheat flour and dough, and the lowest in the sour bread. The finding that quercetin is maintained in a Tartary buckwheat sour bread is important from the aspect of the potential use of such bread as a functional food. Molecular and structural differences in specific volume between Tartary buckwheat sour bread and common buckwheat sour bread, and of the potential impact of quercetin on the volume of sour bread and antioxidant activity are the subjects of future research.

The impact of preliminary hydrothermal conditioning of grain, sourdough fermentation and baking on the content and transformations of rutin and quercetin and also on antioxidant activity in HT (hydrothermally treated) Tartary buckwheat baking samples were examined. The content and transformations of antioxidants have been followed during the whole

baking procedure, from flour, through sourdough and in sour bread samples. We have determined that the combined effect of hydrothermal conditioning of Tartary buckwheat grain, sourdough fermentation and baking helps to preserve both flavonoids, rutin and quercetin in HT Tartary buckwheat sour bread. During sourdough fermentation of HT Tartary buckwheat sourdough, there has been a conversion of rutin into quercetin. Despite all, there has been about 2 mg/g of rutin remaining in HT Tartary buckwheat sour bread. This is the main difference compared to the untreated Tartary buckwheat flour in which during the process of preparation of sour bread all rutin has been converted to quercetin. Antioxidant activity has been similar in all HT Tartary buckwheat baking samples, the significant drop of antioxidant activity has been established in sour bread after baking. The finding that rutin and quercetin remain in sour bread from HT Tartary buckwheat flour is important for further understanding and research on how health beneficial substances are converted and how much of them remain in food after lactic acid fermentation and exposure to high temperatures. Bread made from HT Tartary buckwheat flour in order to preserve antioxidants can potentially be classified as food with beneficial health properties.

ZAHVALA

Raziskovalna programa (št. P1-0212 »Biologija rastlin« in P3-0395 »Prehrana in javno zdravje») ter projekta L4-7552 in J4-5524 je sofinancirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije iz državnega proračuna.

Raziskavo je podpiral EUFORINNO 7 program EU za infrastrukturo EU (RegPot št. 315982). Raziskave, ki smo jih opravili so prejele sredstva iz Evropske skupnosti v okviru projekta ITEM 26220220180: Building Research Centre «AgroBioTech».

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was financed by the Slovenian Research Agency, through programmes P1-0143 "Biology of Plants" (P1-0212) and P3-0395 "Nutrition and Public Health", and projects L4-7552 and J4-5524, supported by EUFORINNO 7th FP EU Infrastructure Programme.

(RegPot No. 315982). The research leading to these results has received funding from the European Community under project ITEM 26220220180: Building Research Centre "AgroBioTech".

LITERATURA-REFERENCES:

- ABDEL RAHEEM, I. T. 2010: *Gastroprotective effect of rutin against indomethacin-induced ulcers in rats*. Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology (England) 107: 742–750. doi: 10.1111/j.1742-7843.2010.00568.x.
- AITKEN, J. F., LOOMES, K. M., RIBA-GARCIA, I., UNWIN, R. D., PRIJIC, G., PHILLIPS, A. S., PHILLIPS, A. R. J., WU, D., POPPITT, S. D., DING, K., BARRAN, P. E., DOWSEY, A. W. & G. J. S. COOPER, 2017: *Rutin suppresses human-amylin/hIAPP misfolding and oligomer formation in-vitro, and ameliorates diabetes and its impacts in human-amylin/hIAPP transgenic mice*. Biochemical and Biophysical Research Communications (United States) 482: 625–631. doi: 10.1016/j.bbrc.2016.11.083.
- ALVAREZ JUBETE, L., ARENDT, E. K. & E. GALAGHE, 2010: *Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients*. Trends in Food Science & Technology (England) 21: 106–113 <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.10.014>
- AL-SHABIB, N. A., HUSAIN, F. M., AHMAD, I., KHAN, M. S., KHAN, R. A. & J. M. KHAN, 2017: *Rutin inhibits mono and multi-species biofilm formation by foodborne drug resistant Escherichia coli and Staphylococcus aureus*. Food Control (England) 79: 325–332. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.03.004>
- ALONSO CASTRO, A. J., DOMINGUEZ, F. & A. GARCIA CARRANCA, 2013: *Rutin exerts antitumor effects on nude mice bearing SW480 tumor*. Archives of Medical Research (United States) 44: 346–351. doi: 10.1016/j.arcmed.2013.06.002.
- ARARUNA, M. K., BRITO, S. A., MORAIS-BRAGA, M. F., SANTOS, K. K., SOUZA, T. M., LEITE, T. R., COSTA, J. G. & H. D. COUTINHO, 2012: *Evaluation of antibiotic & antibiotic modifying activity of pilocarpine & rutin*. Indian Journal of Medical Research (India) 135: 252–254.
- ARTS, I.C.W., SESINK, A.L.A., FAASSEN-PETERSA, M. & P. C. H. HOLLMAN, 2004: *The type of sugar moiety is a major determinant of the small intestinal uptake and subsequent biliary excretion of dietary quercetin glycosides*. British Journal of Nutrition (England) 91: 841–847. doi: 10.1079/BJN20041123
- BIALONSKA, D., KASIMSETTY, S. G., SCHRADER, K. K. & D. FERREIRA, 2009: *The effect of pomegranate (Punica granatum L.) byproducts and ellagitannins on the growth of human gut bacteria*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (United States) 57: 8344–8349. doi: 10.1021/jf901931b.
- BONAFACCIA, G., MAROCCHINI, M. & I. KREFT, 2003a: *Composition and technological properties of the flour and bran from common and Tartary buckwheat*. Food Chemistry (England) 80: 9–15. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00228-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00228-5)
- BONAFACCIA, G., GAMBELLI, L., FABJAN, N. & I. KREFT 2003b: *Trace elements in flour and bran from common and tartary buckwheat*. Food Chemistry (England) 83: 1–5. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00228-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00228-0)
- BOSKOV HANSEN, H., ANDERSEN, M. F., NIELSEN, L. M., BACK KNUDSEN, K. E., MEYER, A. S., CHRISTENSEN, L. P. & A. HANSEN, 2002: *Changes in dietary fibre, phenolic acids and activity of endogenous enzymes during rye bread making*. European Food Research and Technology (Germany) 214: 33–42. doi: 10.1007/s00217-001-0417-6
- BOYLE, S. B., DOBSON, V. L., DUTHIE, S. J., HINSELWOOD, D. C., KYLE, J. A. M. & A. R. COLLINS, 2000: *Bioavailability and efficiency of rutin as an antioxidant: a human supplementation study*. European Journal of Clinical Nutrition (England) 54: 774–782.
- CAO, W., CHEN, W., SUO, Z. & Y. YAO, 2008: *Protective effects of ethanolic extract of buckwheat groats on DNA damage caused by hydroxyl radicals*. Food Research International (Canada) 41: 924–929. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.10.014>
- CAMPO, E., DEL ARCO, L., URTASUN, L., ORIA, R. & A. FERRER-MAIRAL, 2016: *Impact of sourdough on sensory properties and consumers preference of gluten-free breads enriched with teff flour*. Journal of Cereal Science (England) 67: 75–82. doi: 10.1016/j.jcs.2015.09.010
- CARVALHO, O. V., BOTELHO, V. V., FERREIRA, C. G., FERREIRA, H. C., SANTOS, M. R., DIAZ, M. A., OLIVEIRA, T. T., SOARES-MARTINS, J. A., ALMEIDA, M. R. & A. SILVA, 2013: *In vitro inhibition of canine distemper virus by flavonoids and phenolic acids: implications of structural differences for antiviral design*. Research in Veterinary Science (United States) 95: 717–724. doi: 10.1016/j.rvsc.2013.04.013.
- CHO, Y. J., BAE, Y., E. INGLET, G. E. & S. LEE, 2014: *Utilization of tartary buckwheat bran as a source of rutin and its effect on the rheological and antioxidant properties of wheat-based products*. Industrial Crops and Products (Netherlands) 61: 211–216. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.07.003>
- CHO, Y. J. & S. LEE, 2015: *Extraction of rutin from Tartary buckwheat milling fractions and evaluation of its thermal stability in an instant fried noodle system*. Food Chemistry (England) 176: 40–44. doi: 10.1016/j.indcrop.2014.07.003

- CODA, R., RIZZELLO, C. G., PINTO, D. & M. GOBETTI, 2012: *Selected lactic acid bacteria synthesize antioxidant peptides during sourdough fermentation of cereal flours*. Applied and Environmental Microbiology (United States) 78: 1087–1096. doi: 10.1128/AEM.06837-11.
- COSTANTINI, L., LUKŠIČ, L., MOLINARI, R., KREFT, I., BONAFACCIA, G., MANZI, L. & 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 (England) 165: 232–240. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.05.095
- DE BOER, V.C.J., DIHAL, A.A., VAN DER WOUDE, H., ARTS, I.C.W., WOLFFRAM, S., ALINK, G.M., RIETJENS, I.M., KEIJER, J. & P. C. HOLLMAN, 2005: *Tissue distribution of quercetin in rats and pigs*. Journal of Nutrition (United States) 135: 1718–1725. doi: 10.1093/jn/138.8.1417
- DE VOS, W. M., 2005: *Frontiers in food biotechnology – fermentations and functionality*. Current opinion in Biotechnology (England) 16: 187–189.
- DIWAN, V., BROWN, L. & G. C. GOBE, 2017: *The flavonoid rutin improves kidney and heart structure and function in an adenine-induced rat model of chronic kidney disease*. Journal of Functional Foods (Netherlands) 33: 85–93. doi: 10.1016/j.jff.2017.03.012
- EDEMA, M. O. & A. I. SANNI, 2008: *Functional properties of selected starter cultures for sour maize bread*. Food Microbiology (Netherlands) 25: 616–625. doi: 10.1016/j.fm.2007.12.006.
- FABJAN, N., RODE, J., KOŠIR, I. J., WANG, Z., ZHANG, Z. & I. KREFT, 2003: *Tartary buckwheat (Fagopyrum tataricum Gaertn.) as a source of dietary rutin and quercitrin*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (United States) 51: 6452–6455. doi: 10.1021/jf034543e
- FALCAO, L. & E. M. ARAUJO, 2014: *Application of ATR-FTIR spectroscopy to the analysis of tannins in historic leathers: the case study of the upholstery from the 19th century Portuguese Royal Train*. Vibrational Spectroscopy (Netherlands) 74: 98–103. doi: 10.1016/j.vibspec.2014.08.001
- FORMICA, J. V. & W. REGELSON, 1995: *Review of the biology of quercetin and related bioflavonoids*. Food and Chemical Toxicology (England) 33: 1061–1080. [https://doi.org/10.1016/0278-6915\(95\)00077-1](https://doi.org/10.1016/0278-6915(95)00077-1)
- FUJITA, K., INOUE, N., HAGIWARA, S., YANG, Z., KATO, M. & M. HAGIWARA, 2004: *Relationship between antioxidant activity and flour and hull color in Tartary buckwheat*. Fagopyrum (Slovenia) 21: 51–57.
- GABERŠČIK, A., VONČINA, M., TROŠT SEDEJ, T., GERM, M. & 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 (Switzerland) 66: 30–36 doi: 10.1016/S1011-1344(01)00272-X
- GADŽO, D., DJIKIĆ, M., GAVRIĆ, T. & P. ŠTRELJ, 2010: *Comparison of tannin concentration in young plants of common and tartary buckwheat*. Acta agriculturae Slovenica (Slovenia) 95: 75–78.
- GANDHI, A. & G. DEY, 2013: *Fermentation responses and in vitro radical scavenging activities of Fagopyrum esculentum*. International Journal of Food Science and Nutrition (England) 64: 53–57. doi: 10.3109/09637486.2012.710891
- GANESHPURKAR, A. & A. K. SALUJA, 2017: *The pharmacological potential of rutin*. Saudi Pharmaceutical Journal (Saudi Arabia) 25: 149–164. doi: 10.1016/j.jsps.2016.04.025.
- GARCIA MANTRANA, I., MONEDERO, V. & M. HAROS, 2015: *Myo-inositol hexakisphosphate degradation by Bifidobacterium pseudocatenulatum ATCC 27919 improves mineral availability of high fibre rye-wheat sour bread*. Food Chemistry (England) 178: 267–275. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.01.099.
- GARDI, C., BAUEROVA, K., STRINGA, B., KUNCIROVA, V., SLOVAK, L., PONIST, S., DRAFI, F., BEZAKOVA, L., TEDESCO, I., ACQUAVIVA, A., BILOTTO, S. & G. L. RUSSO, 2015: *Quercetin reduced inflammation and increased antioxidant defense in rat adjuvant arthritis*. Archives of Biochemistry and Biophysics (United States) 583: 150–157. doi: 10.1016/j.abb.2015.08.008.
- GERM M., 2004: *Environmental factors stimulate synthesis of protective substances in buckwheat*, V: Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat, Prague (Czech Republic) 2004: 55–60.
- GLASER, K., 1896: *Zgodovina slovenskega slovstva, II. zvezek III. Vpliv nemškega in češkega slovstva; domači pospeševalji*. Ljubljana, Slovenska matica, (Slovenia) 1317 str. <https://archive.org/details/zgodovinaslovens02glas> (5. okt. 2017).
- GOBETTI, M., RIZZELLO, C.G., DI CAGNO, R. & M. DE ANGELIS, 2014: *How the sourdough may affect the functional features of leavened baked goods*. Food Microbiology (Netherlands) 37: 30–40. doi: 10.1016/j.fm.2013.04.012.
- GODERIS, B., PUTSEYS, A., GOMMES, C.J., BOSMANS, G.M. & J. A. DELCOUR, 2014: *The structure and thermal stability of amylose-lipid complexes: a case study on amylose-glycerol monostearate*. Crystal Growth and Design (United States) 14, 7: 3221–3233. doi: 10.1021/cg4016355
- GRIFFITH, J. O., COUCH, J. F. & M. A. LINDAUER, 1944: *Effect of rutin on increased capillary fragility in man*. Pro-

- ceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine (United States) 55: 228. doi: 10.3181/00379727-55-14532
- GUO, X. D., WU, C. S., MA, Y. J., PARRY, J., XU, Y. Y., LIU, H. & M. WANG, 2012: *Comparison of milling fractions of tartary buckwheat for their phenolics and antioxidant properties*. Food Research International (Canada) 49: 53–59. doi: 10.1016/j.foodres.2012.07.019
- HALEAGRAHARA, N., HERNANDEZA, S. M., ALIM, M. A., HAYES, L., BIRD, G. & N. KETHEESAN, 2017: *Therapeutic effect of quercetin in collagen-induced arthritis*. Biomedicine & Pharmacotherapy (France) 90: 38–46. doi: 10.1016/j.biopha.2017.03.026.
- HOUBEN, A., HOCHSTOTTER, A. & T. BECKER, 2012. *Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: an overview*. European Food Research and Technology (Germany) 235: 195–208. doi: 10.1007/s00217-012-1720-0
- JAMBREC, D., SAKAČ, M., MIPAN, A., MANDIĆ, A. & M. PESTORIĆ, 2015: *Effect of autoclaving and cooking on phenolic compounds in buckwheat-enriched whole wheat tagliatelle*. Journal of Cereal Science (England) 66: 1–9. doi: 10.1016/j.jcs.2015.09.004
- JAVED, H., KHAN, M. M., AHMAD, A., VAIBHAV, K., AHMAD, M. E., ASHAFAQ, M., ISLAM, F., SIDDIQUI, M. S. & M. M. SAFHI, 2012: *Rutin prevents cognitive impairments by ameliorating oxidative stress and neuroinflammation in rat model of sporadic dementia of Alzheimer type*. Neuroscience (United States) 17: 340–352. doi: 10.1016/j.neuroscience.2012.02.046.
- JIMENEZ, F. E. G., BELTRÁN-OROZCO, M. C. & V. M. G. MARTÍNEZ, 2010: *The antioxidant capacity and phenolic content of chia's (Salvia hispanica L.) integral seed and oil*. V: Journal of Biotechnology (Netherlands). Special Abstract. Beltran-Orozco C., Vargas Martínez G. (ur.) 315 str. <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/the-antioxidant-capacity-and-phenolic-content-of-ch-a-s-salvia-hisp-KT11MeJLSa> (5
- JIN, H. M. & P. WEI, 2011: *Anti-fatigue properties of tartary buckwheat extracts in mice*. International Journal of Molecular Science (Switzerland) 12: 4770–4780. doi: 10.3390/ijms12084770.
- JIANG, P., BURCZYNSKI, F., CAMPBELL, C., PIERCE, G., AUSTIA, J. A. & C. J. BRIGGS, 2007: *Rutin and flavonoid content in three buckwheat species Fagopyrum esculentum, F. tataricum and F. homotropicum and their protective effect against lipid peroxidation*. Food Research International (Canada) 40: 356–364. doi: 10.1016/j.foodres.2006.10.009
- JING, R., LI, H. Q., HU, C. L., JIANG, Y. P., QIN, L. P. & C. J. ZHENG, 2016: *Phytochemical and pharmacological profiles of three Fagopyrum buckweats*. International Journal of Molecular Sciences (Switzerland) 17: 589, doi:10.3390/ijms17040589; 20 str. doi: 10.3390/ijms17040589.
- JOHANN, S., MENDES, B. G., MISSAU, F. C., REZENDE, M. A. & M. G. PIZZOLLATI, 2011: *Antifungal activity of five species of Polygala*. Brazilian Journal of Microbiology (Brazil) 42: 1065–1075. doi: 10.1590/S1517-83822011000300027
- JUNG, C. H., LEE, J. Y., CHO, C. H. & C. J. KIM, 2007: *Anti-asthmatic action of quercetin and rutin in conscious guinea-pigs challenged with aerosolized ovalbumin*. Archives of Pharmacal Research (South Korea) 30: 1599–1607. doi: 10.1007/BF02977330
- KHAN, M. M., AHMAD, A., ISHRAT, T., KHUWAYA, G., SRIWASTAWA, P., KHAN, M. B., RAZA, S. S., JAVED, H., VAIBHAV, K., KHAN, A. & F. ISLAM, 2009: *Rutin protects the neural damage induced by transient focal ischemia in rats*. Brain Research (Netherlands) 1292: 123–135. doi: 10.1016/j.brainres.2009.07.026.
- KOČEVAR GLAVAČ, N., STOJILKOVSKI, K., KREFT, S., PARK, C. H. & I. KREFT, 2017: *Determination of fagopyrins, rutin, and quercetin in Tartary buckwheat products*. LWT - Food Science and Technology (England) 79: 423–427 <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.01.068>
- KOCJAN AČKO, D., 2015: *Ajda. V: Poljščine, pridelava in uporaba*. Založba Kmečki glas (Slovenia) 192 str.
- KREFT, I., 1995: *Ajda*. Ljubljana, ČZD Kmečki glas (Slovenia) 112 str.
- KREFT, I., ŠKRABANJA, V. & G. BONAFACCIA, 2000: *Temelji prehranskih in biotskih vplivov antioksidantov. V: Antioksidanti v živilstvu, 20. Bitenčevi živilski dnevi 2000*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, oddelek za živilstvo (Slovenia) 33–37.
- KREFT, I., 2011a: *Tatarska ajda (Fagopyrum tataricum)*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta (Slovenia) 4 str.
- KREFT, I., 2011b: *Ajda (Fagopyrum esculentum)*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta (Slovenia) 4 str.
- KREFT, S., JANEŽ, D. & I. KREFT, 2013: *The content of fagopyrin and polyphenols in common and tartary buckwheat sprouts*. Acta Pharmaceutica (Croatia) 63: 553–560. doi: 10.2478/acph-2013-0031.
- KREFT, M., 2016: *Buckwheat phenolic metabolites in health and disease*. Nutrition Research Reviews (England) 29: 30–39. doi: 10.1017/S0954422415000190.

- LEE, L. S., CHOI, E. J., KIM, C. H., SUNG, J. M., KIM, Y. B., SEO, D. H., CHOI, H. W., CHOI, Y. S., KUM, J. S. & J. D. PARK, 2016: *Contribution of flavonoids to the antioxidant properties of common and tartary buckwheat*. Journal of Cereal Science (England) 68: 181–186. doi: 10.1016/j.jcs.2015.07.005.
- LI, J., ZHANG, J., WANG, Y., LIANG, X., WUSIMAN, Z., YIN, Y. & Q. SHEN, 2017: *Synergistic inhibition of migration and invasion of breast cancer cells by dual docetaxel/quercetin-loaded nanoparticles via Akt/MMP-9 pathway*. International Journal of Pharmaceutics (Netherlands) 523: 300–309. doi: 10.1016/j.ijpharm.2017.03.040.
- LIN, L. Y., LIU, H. M., YU, Y. W., LIN, S. D. & J. L. MAU, 2009: *Quality and antioxidant property of buckwheat enhanced wheat bread*. Food Chemistry (England) 112: 987–991. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.022>
- LIN, J. P., YANG, J. S., LIN, J. J., ALI, K. C., LU, H. F., MA, C. Y., SAI CHUEN WU, R., WU K. C., CHUEN, F. S., GIBSON WOOD W. & J. G. CHUNG, 2012: *Rutin inhibits human leukemia tumor growth in a murine xenograft model in vivo*. Environmental Toxicology (Netherlands) 27: 480–484. doi: 10.1002/tox.20662.
- LIU, C., CAI, D., ZHANG, L., TANG, W., YAN, R., GUO, H. & X. CHEN, 2016: *Identification of hydrolyzable tannins (punicalagin, punicalin and geraniin) as novel inhibitors of hepatitis B virus covalently closed circular DNA*. Antiviral Research (Netherlands) 134: 97–107. doi: 10.1016/j.antiviral.2016.08.026
- LIU, H., LV, M., PENG, Q., SHAN, F. & M. WAN, 2015: *Physicochemical and textural properties of tartary buckwheat starch after heat–moisture treatment at different moisture levels*. Sarch: Biosynthesis, Nutrition, Biomedical (Germany) 67: 276–284. doi: 10.1002/star.201400143
- LIU, C. L., CHEN, Y. S., YANG, J. H. & 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 (United States) 56: 173–178. doi: 10.1021/jf072347s
- LUKŠIČ, L., 2013: *Antioksidativni potencial otrobov pire, navadne in tatarske ajde*. Acta agriculturae Slovenica (Slovenia) 101: 167–177.
- LUKŠIČ, L., BONAFACCIA, G., TIMORACKA, M., VOLLMANNOVA, A., TRČEK, J., KOŽELJ NYAMBE, T., MELINI, V., ACQUISTUCCI, R., GERM, M. & I. KREFT, 2016a: *Rutin and quercetin transformation during preparation of buckwheat sourdough bread*. Journal of Cereal Science (England) 69: 71–76. doi: 10.1016/j.jcs.2016.02.011
- LUKŠIČ, L., ARVAY, J., VOLLMANNOVA, A., TOTH, T., ŠKRABANJA, V., TRČEK, J., GERM, M. & I. KREFT, 2016b: *Hydrothermal treatment of Tartary buckwheat grain hinders the transformation of rutin to quercetin*. Journal of Cereal Science (England) 72: 131–134. doi: 10.1016/j.jcs.2016.10.009
- LUTHAR, Z., 1992: *Tanini v semenih navadne in tatarske ajde (Fagopyrum esculentum Moench in F. tataricum Gaertn.)*. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani (Slovenia) 59: 55–62
- LUTHAR, Z. & I. KREFT, 1999: *Influence of temperature on tannin content in different ripening phases of buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) seeds*. Fagopyrum (Slovenia) 16: 61–65.
- MACHADO, D. G., BETTIO, L. E., CUNHA, M. P., SANTOS, A. R., PIZZOLATTI, M. G., BRIGHENTE, I. M. & A. L. RODRIGUES, 2008: *Antidepressant-like effect of rutin isolated from the ethanolic extract from Schinus molle L. in mice: evidence for the involvement of the serotonergic and noradrenergic systems*. European Journal of Pharmacology (Netherlands) 587: 163–168. doi: 10.1016/j.ejphar.2008.03.021.
- MARKLINDER, I., JOHANSSON, L., HAGLUND, A., NAGEL-HELD, B. & W. SEIBELB, 1996: *Effects of flour from different barley varieties on barley sourdough bread*. Food Quality and Preference (England) 7: 275–284. doi: 10.1016/S0950-3293(96)00033-X
- MASURE, H. G., FIERENS, E. & J. A. DELCOUR, 2016: *Current and forward looking experimental approaches in gluten-free bread making research*. Journal of Cereal Science (England) 67: 92–111. doi: 10.1016/j.jcs.2015.09.009
- MORAND, C., MANACH, C., CRESPI, V. & C. REMESY, 2000: *Respective bioavailability of quercetin aglycone and its glycosides in a rat model*. Biofactors (Netherlands) 12: 169–174. doi: 10.1002/biof.5520120127
- MORISHITA, T., YAMAGUCHI, H. & K. DEGI, 2007: *The contribution of polyphenols to antioxidative activity in common buckwheat and tartary buckwheat grain*. Plant Production Science (Japan) 10: 99–104. doi: 10.1626/ppls.10.99
- NAM, T. G., LEE, S. M., PARK, J. H., KIM, D. O., BAEK, N. & S. H. EOM, 2015: *Flavonoid analysis of buckwheat sprouts*. Food Chemistry (England) 170: 97–101. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.08.067.
- NASSER, Z., AHMAD, E., EPIKMEN, E. T., UCAN, U., BOYACIOGLU, M. & M. AKOSY, 2017: *Quercetin supplemented diet improves follicular development, oocyte quality, and reduces ovarian apoptosis in rabbits during summer heat stress*. Theriogenology (United States) 96: 136–141.
- NIONELLI, L. C. G. RIZZELLO, 2016: *Sourdough based biotechnologies for the production of gluten-free foods*. Foods, 5, (3), 65; doi:10.3390/foods5030065: 14 str.

- NOVOTNI, D., CUKELJ, N., SMERDEL, B., BITUH, M., DUJMIC, F. & D. DUSKA CURIC, 2012: *Glycemic index and firming kinetics of partially baked frozen gluten-free bread with sourdough*. Journal of Cereal Science (England) 55:120–125. doi: 10.1016/j.theriogenology.2017.03.029.
- OOMAH, D. & G. MAZZA, 1996: *Flavonoids and antioxidative activities in buckwheat*. Journal of Agricultural and Food Chemistry (United States) 44: 1746–1750. doi: 10.1021/jf9508357
- OSTRAKHOVITCH, E. A. & I. B. AFANASEV, 2001: *Oxidative stress in rheumatoid arthritis leukocytes: suppression by rutin and other antioxidants and chelators*. Biochemical Pharmacology (England) 62: 743–746. [https://doi.org/10.1016/S0006-2952\(01\)00707-9](https://doi.org/10.1016/S0006-2952(01)00707-9)
- PETEL, C., ONNO B. & C. PROST, 2017: *Sourdough volatile compounds and their contribution to bread: A review*. Trends in Food Science & Technology (England) 59: 105–123. doi: 10.1016/j.tifs.2016.10.015
- PFEUFFER, M., AUINGER, A., BLEY, U., KRAUS STIJANOWIC, I., LAUE C., WINKLER, P., RUFER, C. E., FRANK, J., BÖSCH SAADATMANDI, C., RIMBACH G. & J. SCHREZENMEIR, 2013: *Effect of quercetin on traits of the metabolic syndrome, endothelial function and inflammation in men with different APOE isoforms*. Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases (Netherlands) 23: 403–409. doi: 10.1016/j.numecd.2011.08.010
- PORRAS LOAIZA, P., JIMÉNEZ MUNGUÍA, M. T., SOSA MORALES, M. E., PALOU, E. & A. LÓPEZ MALO, 2013: *Physical properties, chemical characterization and fatty acid composition of Mexican chia (Salvia hispanica L.) seeds*. International Journal of Food Science and Technology (England) 49: 1–7. doi: 10.1111/ijfs.12339
- POUDYAL, H., PANCHAL, S. K., WAANDERS, J., WARD, L. & L. BROWN, 2012: *Lipid redistribution by α -linolenic acid-rich chia seed inhibits stearyl-CoA desaturase-1 and induces cardiac and hepatic protection in diet-induced obese rats*. Journal of Nutritional Biochemistry (United States) 23, 153–162. doi: 10.1016/j.jnutbio.2010.11.011
- PRAVST, I., 2012: *Functional Foods in Europe: A Focus on Health Claims, Scientific, Health and Social Aspects of the Food Industry*. Dr. Benjamin Valdez (Ed.), InTech, doi: 10.5772/31057. Available from: <https://www.intechopen.com/books/scientific-health-and-social-aspects-of-the-food-industry/functional-foods-in-europe-a-focus-on-health-claims>
- QIN, P., WANG, Q., SHAN, F., HOU, Z. & G. REN, 2010: *Nutritional composition and flavonoids content of flour from different buckwheat cultivars*. International Journal of Food Science and Technology (England) 45: 951–958. doi: 10.1111/j.1365-2621.2010.02231.x
- QIN, W. & C. LUN, 1992: *The clinical observation of buckwheat for the treatment of diabetes*. Chinese Journal of Endocrinology and Metabolism (China) 8: 52–53.
- RENDIG, S. V., SYMONS, J. D., LONGHURST, J. C. & E. A. AMSTERDAM, 2001: *Effects of red wine, alcohol, and quercetin on coronary resistance and conductance arteries*. Journal of Cardiovascular Pharmacology (United States) 38: 219–27. doi: 10.1097/00005344-200108000-00007
- RINALDI, M., PACIULLI, M., CALIGIANI, A., SCAZZINA, F. & E. CHIAVARO, 2017: *Sourdough fermentation and chestnut flour in gluten-free bread: A shelflife Evaluation*. Food Chemistry (England) 224: 144–152. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.12.055
- RIZZELLO, C.G., LORUSSO, A., MONTEMURRO, M. & M. GOBETTI, 2016: *Use of sourdough made with quinoa (Chenopodium quinoa) flour and autochthonous selected lactic acid bacteria for enhancing the nutritional, textural and sensory features of white bread*. Food Microbiology (Netherlands) 56: 1–13. doi: 10.1016/j.fm.2015.11.018
- ROZYLO, R., RUDY, S., KRZYKOWSKI, A., DZIKI, D., GAWLIK DZIKI, U., ROZYLO, K. & S. SKONECKI, 2014: *Effect of adding fresh and freeze-dried buckwheat sourdough on gluten-free bread quality*. International Journal of Food Science and Technology (England) 50: 313–322. doi: 10.1111/ijfs.12622
- RUNECKLES, V.C. & S. V. KRUPA, 1994: *The impact of UV-B radiation and ozone on terrestrial vegetation*. Environment Pollution (England) 83: 191–213. doi: 10.1016/0269-7491(94)90035-3
- RYNO, L.M., LEVINE, Y. & P. M. IOVINE, 2014: *Synthesis, characterization, and comparative analysis of amylose-guest complexes prepared by microwave irradiation*. Carbohydrate Research (Netherlands) 383: 82–88. doi: 10.1016/j.carres.2013.11.010
- SADAR, V., 1949: *Naše žito*. Ljubljana, Založba Kmečki glas (Slovenia) 243 str.
- SAKAČ, M., TORBICA, A., SEDEJ, I. & M. HADNAĐEV, 2011: *Influence of breadmaking on antioxidant capacity of gluten free breads based on rice and buckwheat flours*. Food Research International (Canada) 44: 2806–2813. doi: 10.1016/j.foodres.2011.06.026
- SAKAČ, M. B., SEDEJ, I. J., MANDIČ, A. I. & A. C. MISAN, 2015: *Antioksidativna svojstva brasna od heljde-doprinos funkcionalnosti pekarskih, testeninarskih i brasneno-konditorskih proizvoda*. Hemijska Industrija (Serbia) 69: 469–483.

- SANTOS, C., VARGAS, A., FRONZA, N. & J. H. Z. SANTOS, 2017: *Structural, textural and morphological characteristics of tannins from Acacia mearnsii encapsulated using sol-gel methods: Applications as antimicrobial agents. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* (England) 151: 26–33. doi: 10.1016/j.colsurfb.2016.11.041
- SARGI, S. C., SILVA, B. C., SANTOS, H. M. C., MONTANHER, P. F., BOEING, J. S., JÚNIOR, O. O. S., EVELAZIO DOUZA, N. & J. VERGILIO VISENRAINER, 2013: *Antioxidant capacity and chemical composition in seeds rich in omega-3: Chia, flax, and perilla. Food Science and Technology* (England) 33: 541–548. doi: 10.1590/S0101-20612013005000057
- SELVARAJ, G., KALIAMURTHI, S., THIRUNGNASAMBANDAM, R., VIVEKANANDAN, L. & T. BALASUBRAMANIAN, 2014: *Anti-nociceptive effect in mice of thillai flavonoid rutin. Biomedical and Environmental Sciences (Netherlands)* 27: 295–299. doi: 10.3967
- SENSOY, I., ROSEN, R. T., HO, C. T. & V. M. KARWE, 2006: *Effect of processing on buckwheat phenolics and antioxidant activity. Food Chemistry* (England) 99: 388–393. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.08.007
- SHAHIDI, F., 2009: *Nutraceuticals and functional foods: whole versus processed foods. Trends in Food Science and Technology* (England) 20: 376–387. doi: 10.1016/j.tifs.2008.08.004
- SIKDER, K., KESH, S.B., DAS, N., MANNA, K. & S. DEY, 2014: *The high antioxidative power of quercetin (aglycone flavonoid) and its glycone (rutin) avert high cholesterol diet induced hepatotoxicity and inflammation in Swiss albino mice. Food and Function* (England) 5: 1294–1303. doi: 10.1039/C3FO60526D
- SINGH, S., SUMIT, J., PUNNET, K. & M. PHARM, 2017: *Neuroprotective potential of Quercetin in combination with piperine against 1-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine-induced neurotoxicity. Neural Regeneration Research* (England) 12: 1137–1144. doi: 10.4103/1673-5374.211194
- SKRABANJA, V., LAERKE, H.N. & I. KREFT, 2000: *Protein-polyphenol interactions and in vivo digestibility of buckwheat goat proteins. European Journal of Physiology* (Germany) 440: 129–131. doi: 10.1007/s004240000033
- SKRABANJA, V., ELMSTAHL, H. G. M. L., KREFT, I. & I. M. E. BJÖRCK, 2001: *Nutritional properties of starch in buckwheat products: Studies in vitro and in vivo. Journal of Agricultural and Food Chemistry* (United States) 49: 490–496. doi: 10.1021/jf000779w
- SU, X., LIU, X., WANG, S., LI, B., PAN, T., LIU, D., WANG, F., DIAO, Y. & K. LI, 2016: *Wound-healing promoting effect of total tannins from Entada phaseoloides (L.) Merr. in rats. Burns* (Netherlands) 43: 830–838. doi: 10.1016/j.burns.2016.10.010
- STEADMAN, K. J., BURGOON, M. S., LEWIS, B. A., EDWARDSON, S. E. & R. L. OBENDORF, 2001: *Minerals, phytic acid, tannin and rutin in buckwheat seed milling fractions. Journal of the Science of Food and Agriculture* (England) 81: 1094–1100. doi: 10.1002/jsfa.914
- SUZUKI, T., HONDA, Y., FUNATSUKI, W. & K. NAKATSUKA, 2002: *Purification and characterization of flavonol 3-glucosidase, and its activity during ripening in tartary buckwheat seeds. Plant Science* (United States) 163: 417–423. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00158-9](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00158-9)
- SUZUKI, T., MORISHITA, T., TAKIGAWA, S., NODA, T. & K. ISHIGURO, 2015: *Characterization of rutin-rich bread made with ‚Manten-Kirari‘, a trace-rutinosidase variety of Tartary buckwheat (Fagopyrum tataricum Gaertn.). Food Science and Technology Research* (England) 21, 5: 733–738. doi: 10.3136/fstr.21.733
- TAKAHAMA, U., TANAKA, M. & S. HIROTA, 2011: *Buckwheat flour and bread. V: Flour and breads and their fortification in health and disease prevention. London* (England) Elsevier: 141–151.
- TORBICA, A., HADNAĐEV, M. & T. DAPČEVIĆ, 2010: *Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour. Food Hydrocolloids* (United States) 24: 626–632. doi: 10.1016/j.foodhyd.2010.03.004
- TUFVESSON, F., SKRABANJA, V., BJÖRCK, I., LILJEBERG ELMSTAHL, H. & A. C. ELIASSON, 2001: *Digestibility of starch systems containing amylose glycerol monopalmitin complexes. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie* (England) 34: 131–139. doi: 10.1006/fstl.2000.0727
- UA ARAK, T., JAKOB, F. & R. F. VOGEL, 2017: *Influence of levan-producing acetic acid bacteria on buckwheat-sourdough breads. Food Microbiology* (Netherlands) 65: 95–104. doi: 10.1016/j.fm.2017.02.002.
- USHIDA, Y., MATSUI, T., TANAKA, M., MATSUMOTO, K., HOSOYAMABA, H., MITOMI, A., SAGESAKA, Y. & T. KAKUDA, 2008: *Endothelium-dependent vasorelaxation effect of rutin-free tartary buckwheat extract in isolated rat thoracic aorta. Journal of Nutritional Biochemistry* (United States) 19: 700–707. doi: 10.1016/j.jnutbio.2007.09.005
- VOGRINČIČ, M., TIMORACKA, M., MELICHACOVA, S., VOLLMANNOVA, A. & I. KREFT, 2010: *Degradation of rutin and polyphenols during the preparation of tartary buckwheat bread. Journal of Agricultural and Food Chemistry* (United States) 58: 4883–4887. doi: 10.1021/jf9045733

- VOGRINČIČ, M., KREFT, I., FILIPIČ, M. & B. ŽEGURA, 2012: *Antigenotoxic effect of Tartary (Fagopyrum tataricum) and common (Fagopyrum esculentum) buckwheat flour*. Journal of Medicinal Food (United States) 16: 944–952. doi: 10.1089/jmf.2012.0266.
- VOMBERGAR, B., KREFT, I., HORVAT, M. & S. VORIH, 2014: *Ajda=Buckwheat*. Ljubljana, Založba kmečki glas (Slovenia) 131 str.
- WANG, Y., ZHAO, L., WANG, C., HU, J., GUO, X., ZHANG, D., WU, W., ZHOU, F. & B. JI, 2017: *Protective effect of quercetin and chlorogenic acid, two polyphenols widely present in edible plant varieties, on visible light-induced retinal degeneration in vivo*. Journal of Functional Foods (Netherlands) 33: 103–111. doi: 10.1016/j.jff.2017.02.034
- WEISER, H., VERMEULEN, N., GAERTNER, F. & R. F. VOGEL, 2008: *Effects of different Lactobacillus and Enterococcus strains and chemical acidification regarding degradation of gluten proteins during sourdough fermentation*. European Food Research and Technology (Germany) 226: 1495–1502. doi: 10.1007/s00217-007-0681-1
- WIESLANDER, G., FABJAN, N., VOGRINČIČ, M., KREFT, I., JANSON, C., SPETZ NYSTROM, U., VOMBERGAR, B., TAGESSON, C., LEANDERSON, P. D. NORBACK, 2011: *Eating 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 (Japan) 225: 123–130. doi: 10.1620/tjem.225.123
- WIESLANDER, G., FABJAN, N., VOGRINČIČ, M., KREFT, I., VOMBERGAR, B. & D. NORBACK, 2012: *Effects of common and Tartary buckwheat consumption on mucosal symptoms, headache and tiredness: A double-blind crossover intervention study*. Journal of Food, Agriculture & Environment (Finland) 10: 107–110.
- WRONKOWSKA, M., ZIELINSKA, D., SZWARA NOWAK, D., TROSZYŃKA, A. & M. SORAL SMIETANA, 2010: *Antioxidative and reducing capacity, macroelements content and sensorial properties of buckwheat enhanced gluten-free bread*. International Journal of Food Science and Technology (England) 45: 1993–2000. doi: 10.1111/j.1365-2621.2010.02375.x
- YANG, D., YU, X., WU, Y., CHEN, X., WEI, H., SHAH, N. P. & F. FENG XU, 2016: *Enhancing flora balance in the gastrointestinal tract of mice by lactic acid bacteria from Chinese sourdough and enzyme activities indicative of metabolism of protein, fat, and carbohydrate by the flora*. Journal of Dairy Science (England) 99: 7809–7820. doi: 10.3168/jds.2016-11467
- YASUDA, T. & H. NAKAGAWA, 1994: *Purification and characterization of rutin-degrading enzymes in tartary buckwheat seeds*. Phytochemistry (Netherlands) 37: 133–136. doi: 10.1016/0031-9422(94)85012-7
- ZARIN, A., WAN, H.Y., ISHA, A. & N. ARMANIA, 2016: *Antioxidant, antimicrobial and cytotoxic potential of condensed tannins from Leucaena leucocephala hybrid-Rendang*. Food Science and Human Wellness (England) 5: 65–75. doi: 10.1016/j.fshw.2016.02.001
- ZHANG, M., CHEN, H., LI, J., PEI, Y. & Y. LIANG, 2010: *Antioxidant properties of tartary buckwheat extracts as affected by different thermal processing methods*. Food Science and Technology (England) 43: 181–185. doi: 10.1016/j.lwt.2009.06.020
- ZHENG, C. J., HU C. L., MA, X. O., PENG, C. ZHANG, H. & L. P. QIN, 2012: *Cytotoxic phenylpropanoid glycosides from Fagopyrum tataricum (L.) gaertn*. Food Chemistry (England) 132: 433–438. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.11.017
- ZHENG, Y., ZHAO, Z., FAN, L., MENG, S., SONG, C., QIU, L., XU, P. & J. CHEN, 2017: *Dietary supplementation with rutin has pro-/anti-inflammatory effects in the liver of juvenile GIFT tilapia, Oreochromis niloticus*. Fish & Shellfish Immunology (England) 64: 49–55. doi: 10.1016/j.fsi.2017.03.014
- ZHOU, M., KREFT, I., WOO, S. H., CHRUNGOO, N. & G. WIESLANDER, 2016: *Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat*. London (England), Elsevier 482 str. doi: 10.1016/C2015-0-00352-5



Slika 1: Kruh s kislim testom iz moke tatarske ajde in oljne kadulje (LUKŠIČ 2014)
Picture 1: Sour bread made with Tartary buckwheat and chia (LUKŠIČ 2014)



Slika 2: Kruh s kislim testom iz moke navadne ajde (LUKŠIČ 2014)
Picture 2: Common buckwheat sour bread (LUKŠIČ 2014)



Slika 3: Kruh s kislim testom iz moke tatarske ajde (LUKŠIČ 2014)
Picture 3: Tartary buckwheat sour bread (LUKŠIČ 2014)

OSTANEK MORSKEGA PSA IZ SPODNJEOLIGOCENSKIH PLASTI POLJŠICE

THE SHARK REMAIN FROM THE EARLY OLIGOCENE BEDS OF POLJŠICA, SLOVENIA

Aleš ŠOSTER¹, Jernej PAVŠIČ² & Vasja MIKUŽ³

<http://dx.doi.org/10.3986/fbg0040>

IZVLEČEK

Ostanek morskega psa iz spodnjeoligocenskih plasti Poljšice

V prispevku je predstavljen apikalni del zobne krone morskega psa vrste *Carcharocles angustidens* (Agassiz, 1835) iz oligocenskih plasti Poljšice pri Podnartu. Drugod v Sloveniji tovrstni ostanki še niso bili najdeni.

Ključne besede: morski pes, Otodontidae, spodnji oligocen - rupelij, Poljšica pri Podnartu

ABSTRACT

The shark remain from the Early Oligocene beds of Poljšica, Slovenia

We are presenting the apical part of the tooth crown belonging to *Carcharocles angustidens* (Agassiz, 1835) found in Oligocene beds of Poljšica near Podnart. This is the only specimen of the species found so far in Slovenia.

Key words: shark, Otodontidae, Early Oligocene - Rupelian, Poljšica at Podnart, Slovenia

¹ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Aškerčeva 12, Slovenija; e-mail: ales.soster@geol.ntf.uni-lj.si

² Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Privoz 11, SI-1000 Ljubljana, Slovenija; e-mail: jernej.pavsic@ntf.uni-lj.si

³ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, Privoz 11, SI-1000 Ljubljana, Slovenija; e-mail: vasja.mikuz@ntf.uni-lj.si

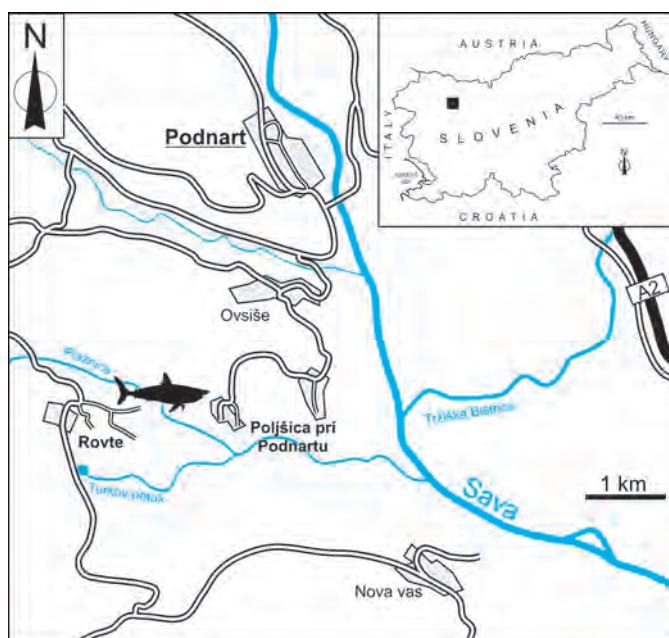
1 UVOD

Na širšem območju Poljšice pri Podnartu na Gorenjskem (slika 1) izdanjajo različne oligocenske kamnine z ostanki alg (kokoliti in koralinaceje), rastlin, zelo številnih in različnih enoceličarjev ter nevretenčarjev. Ugotovljeni so ostanki kalcitnega nanoplanktona, luknjičark, koral, polžev, školjk, rakov, mahovnjakov in iregularnih morskih ježkov. Ostanki vretenčarjev so zelo redki, najdeni so predvsem ostanki rib hrustančnic in kostnic, v zadnjem času tudi ostanki oligocenskih sesalcev. S pomočjo luknjičark in kalcitnega nanoplanktona je kamninam v okolici Poljšice določena rupelijska starost.

V letih 2013 in 2014 so bili raziskovani zobje morskih psov iz oligocenskih plasti v okolici Poljšice. Ugo-

tovljeno je, da najdeni zobje iz Poljšice pripadajo le dvema različnima oblikama morskih psov: *Carcharias cuspidatus* (Agassiz, 1843) in *Cosmopolitodus* ? sp. (MIKUŽ in sod. 2014).

Ko je bil članek o poljšiških oligocenskih morskih psih že napisan in oddan v tisk, smo prejeli novico o še enem zobu iz istega najdišča. Dr. Jernej Pavšič nam je poslal po elektronski pošti sliko zoba morskega psa (slika 2), ki je bil najden že pred mnogimi leti v oligocenskih kamninah Poljšice pri Podnartu. Gre le za apikalni del zobne krone večjega morskega psa. Ker takšnih zob v oligocenskih skladih Slovenije doslej še nismo našli, ga predstavljamo v pričujočem prispevku.



Slika 1. Geografski položaj najdišča zoba morskega psa pri Poljšici.

Figure 1. Geographical position of shark tooth site at Poljšica.

2 PALEONTOLOŠKI DEL

Sistematska razvrstitev po: HERMAN & VAN WAES
2012 in 2014

Classis Chondrichthyes Huxley, 1880

Subclassis Elasmobranchii Bonaparte, 1838

Cohort Euselachii Hay, 1902

Superordo Lamnomorphii Herman & Van Waes, 2012

Ordo Lamniformes sensu Herman & Van Waes, 2012

Familia Otodontidae Glikman, 1964

Genus *Carcharocles* Jordan & Hannibal, 1923

Problematika sistematske razvrstitve rodov velikozobih morskih psov: Po pregledu številnih člankov različnih avtorjev, ki so specialisti ali celo sistematični velikozobih morskih psov iz geološke preteklosti in sedanjosti, vidimo velike razlike pri njihovih razvrstitvah rodov *Otodus*, *Carcharodon*, *Carcharocles*, *Megaselachus* in drugih. Navajamo sistematske razvrstitve samo določenih avtorjev.

CAPPETTA (1987: 94, 103) obravnava tudi rodova *Carcharodon* in *Carcharocles*. Prvega uvršča k družini Lamnidae, drugega k družini Otodontidae. GOTTFRI-

ED in FORDYCE (2001: 731-732) pišeta o vrsti *Carcharodon angustidens*, ki jo pripisujeta družini Lamnidae. NELSON (2006: 57) omenja rodova *Carcharocles* in *Otodus*, uvršča jih k družini Otodontidae. Prvi primerki družine Otodontidae so se pojavili v paleocenu in se z nekaterimi vrstami obdržali vse do pliocena. CICIMURRI in KNIGHT (2009: 631-632) poročata o oligocenski vrsti morskega psa *angustidens*, ki jo pripisujeta rodu *Carcharocles* in k družini Otodontidae. EHRET in sod. (2012: 1143) velikozobe morske pse rodov *Otodus*, *Carcharocles* in *Carcharodon* uvrščajo k družini Lamnidae. Nadalje še pišejo, da bi morali vse morske pse z nazobčanami (žagastimi) velikimi zobmi uvrstiti k rodu *Carcharocles*. SCHULTZ (2013: 70-79) obravnava rodove *Megaselachus* Glückman 1964, *Otodus* Agassiz 1843 in *Parotodus* Cappetta 1980, ki jih uvršča v družino Otodontidae. Rodova *Carcharocles* Jordan & Hannibal 1923 in *Procarcharodon* Casier 1960 pa SCHULTZ (2013) uvršča med sinonime rodu *Otodus*. HERMAN in VAN WAES (2012: 47-58) in (2014: 194-195) uvrščata morske pse rodov *Otodus*, *Carcharocles* in *Megaselachus* v družino Otodontidae Glikman 1964 in k redu Lamniformes Herman & Van Waes 2012, primerke rodu *Carcharodon* pa v družino Isuridae Herman & Van Waes 2012 in red Isuriformes Herman & Van Waes 2012.

Zgoraj navedeni podatki kažejo, da je taksonomija morskih psov rodov *Otodus*, *Carcharocles*, *Carcharodon*, *Megaselachus* in drugih nedorečena, njihova uvrstitev k družinam Otodontidae Glikman 1964, Lamnidae Müller & Henle 1838 in Isuridae Herman & Van Waes 2012 pa še vedno vprašljiva.

Carcharocles angustidens (Agassiz, 1835)

Sl. 2

- 1835 *Carcharodon angustidens* Agass. – AGASSIZ, 255
 1835 *Carcharias angustidens* Agass. – AGASSIZ, Tab. 28, Figs. 20-25
 1839 *Carcharodon turgidus* Agass. – AGASSIZ, 256
 1839 *Carcharias turgidus* Ag. – AGASSIZ, Tab. 30a, Figs. 8-9
 1957 *Carcharodon angustidens* Agassiz – LERICHE, 32, Pl. 3 (46), Fig. 14
 1986 *Carcharodon angustidens* – BEURLIN & LICHTER, 246-247, Fig. 1
 1991 *Carcharodon angustidens* Agassiz 1843 – PHARISAT, 24
 2001 *Carcharocles angustidens* (Agassiz, 1843) – REINECKE et al., 19, Taf. 30
 2005 *Carcharocles angustidens* (Agassiz, 1835) – REINECKE et al., 35, Taf. 20, Fig. 8
 2013 *Otodus angustidens* (Agassiz, 1835) – SCHULTZ, 75, Taf. 5, Figs. 14a-14b

Opis: Ohranjen je apikalni del zobne krone z odlomljenim apeksom. Ta del krone je simetričen z nazobčanima rezalnima robovoma, na levi strani je 21, na nasprotni desni strani je 14 ohranjenih zobcev. Značilnost zobnih kron te vrste morskega psa so razmeroma dolgi, izraziti, pravokotno postavljeni zobci glavničastega videza ter večji stranski nazobčani konici na bazalnem delu mezialno in distalno od osrednje krone, ki jih pri našem primerku ne moremo opazovati. Kot med rezalnima robovoma osrednje glavne krone znaša 35°. Fragment oligocenske zobne krone iz Poljšice (slika 2) meri 15 x 9,5 mm. Krona blizu konice je izbočena, navzdol v osrednjem delu labilane površine je konkavna, na nasprotni lingvalni strani je površina v celoti izbočena.

Po oblikovanosti krone in njenih glavničastih rezalnih površinah ter po apikalnem kotu sklepamo, da gre za ostanek sprednjega, morda prvega ali drugega zoba iz spodnje čeljustnice. Celoten zob s koreninskim delom je bil visok okrog 60 mm, višina njegove krone je merila okrog 45 mm, širina pa okrog 35 mm.

Primerjava: Tudi pri zobeh, ki jih prikazuje AGASSIZ (1835: Tab. 28, Fig. 20, 22), apikalni kot med rezalnima robovoma meri okrog 35°. BEURLIN in LICHTER (1986: 246) predstavljata kar 10 cm visok zob morskega psa vrste *Carcharodon angustidens* iz oligocenskih plasti Nemčije (kotlina pri Mainzu). Konica zoba je primerljiva z ostankom zobne krone iz Poljšice, le da je kot med rezalnima robovoma pri nemškem zobu večji, okrog 43°, ker najverjetneje ne gre za enak zob v čeljustnici. Tudi pri prvem sprednjem zobu iz spodnje čeljustnice, ki ga prikazuje REINECKE in sod. (2005: Taf. 20, Fig. 8) lahko opazujemo vse značilnosti tovrstnih zobnih kron, značilno poudarjene zobce rezalnih robov in enak kot med rezalnima robovoma 35°. SCHULTZ (2013: Taf. 5, Figs. 14a-14b) prikazuje zob vrste *Otodus angustidens*, ki je deloma primerljiv z zobom iz Poljšice. Večjo primerljivost vidimo z zobom eocenske vrste *Otodus auriculatus* (Blainville, 1818), ki ga prav tako predstavlja SCHULTZ (2013: Taf. 2, Figs. 4a-4b).

Pripombe: GOTTFRIED in FORDYCE (2001: 730) obravnavata vrsto *Carcharodon angustidens* iz zgornje-oligocenskih skladov Nove Zelandije. Omenjata tudi, da bi morali vrsto *Carcharodon angustidens* in vse ostale velikozobe oblike morskih psov uvrstiti k rodu »*Carcharocles*«. ANDRES (2002: 3, Fig. 4) z risbami zelo nazorno prikazuje razlike v morfologiji zob rodu *Carcharocles* povzetih po W. K. Brentton-u (1964): in sicer paleocenske vrste *Otodus obliquus*, oligocenske vrste *Carcharocles angustidens*, spodnjemiocenske vrste *Carcharocles chubutensis* in srednjemiocenske vrste *Carcharocles megalodon*.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Zobje vrste *Carcharodon angustidens*, ki jih prikazuje AGASSIZ (1835: Tab. 28, Figs. 20-25) so najdeni v paleogen-skih kamninah najdišča Kressenberg na Bavarskem.

Zobje so shranjeni v muzeju v Parizu. Primerke vrste *Carcharodon angustidens* omenja in opisuje tudi SISMONTA (1849: 36) in (1861: 473) iz spodnjemiocen-skih plasti najdišča Gassino v Italiji. BASSANI (1880:



x 10

Slika 2. Apikalni del zobne krone morskega psa vrste *Carcharocles angustidens* (Agassiz, 1835) iz spodnjeoligocenskih-rupeljskih plasti pri Poljšici. Ustnična stran, velikost ostanka 15 x 9,5 mm.

Figure 2. Apical part of tooth crown of shark *Carcharocles angustidens* (Agassiz, 1835) from the Early Oligocene-Rupelian beds at Poljšica. Labial view, size of tooth remain 15 x 9.5 mm.

Fotografija (Photo): Marijan Grm

Priredba fotografije (Preparation of photo): Aleš Šoster

6-7, 10) piše, da so našli zobe vrste *Carcharodon angustidens* v rupelijskih in spodnjemiocenskih skladih Italije (Basele, Val di Lonte, Creazzo, M. Grumi dei Frati di Schio, Glauconia di Belluno). Nadalje še navaja, da so jih ugotovili tudi v najdišču Kressenberg v Nemčiji, v srednjem miocenu Francije (okolica Lyona, Grignan) in Avstriji (Margarethen). LERICHE (1957: 32) piše, da je vrsta *Carcharodon angustidens* sicer oligocenska in da so poredkoma najdeni njihovi zobje tudi v miocenskih plasteh najdišča Doué-la-Fontaine v Bretaniji. GLIKMAN (1964: 231) piše, da sta vrsti *Otodus angustidens* in *O. turgidus* ugotovljena v skladih od paleocena do srednjega oligocena v Povolžju, v Ukrajini, na Kavkazu, Kazahstanu, na območju srednje Azije, v zahodni Evropi, Severni Ameriki in Afriki. CAPPETTA (1987: 103) poroča, da najdišče originala vrste *Carcharocles angustidens* ni zanesljivo. On misli, da so tovrstni zobje opisani iz eocenskih plasti Pariške kotline. KRUCKOW in THIES (1990: 40) omenjata najdbe vrste *Procarcharodon angustidens* iz zgornjeeocenskih in miocenskih skladov ZDA. PHARISAT (1991: 24) omenja samo en del zoba tovrstnega morskega psa iz muzejske

zbirke v Parizu. GOTTFRIED in FORDYCE (2001: 731-734) predstavljata številne ostanke vrste *Carcharodon angustidens* (Agassiz, 1843) iz zgornjeoligocenskih skladov Nove Zelandije. REINECKE in sod. (2001: 20) pišejo, da so zobje vrste *Carcharocles angustidens* najdeni v rupelijskih morskih peskih Nemčije, v Mainški kotlini (Mainzer Becken) in v okolici Leipziga. Našli so jih tudi v rupelijskih skladih Belgije. REINECKE in sod. (2005: 35-36) jih omenjajo iz več najdišč zgornjeoligocenskih katijskih kamnin Sternberga v severnozahodnem predelu Nemčije. CICIMURRI in KNIGHT (2009: 631, Fig. 4E) predstavljata ostanek primerka rodu *Carcharocles* iz zgornjeoligocenskih plasti Južne Karoline v ZDA, ki bi lahko pripadal vrsti *C. angustidens*. Ista avtorja (2009: 632) omenjata ostanke vrste *Carcharocles angustidens* (Agassiz, 1843) iz številnih svetovnih oligocenskih najdišč. SHULTZ (2013: 76) piše, da so primerke vrste *Otodus angustidens* našli v Avstriji v spodnjeoligocenskih rupelijskih plasteh, v zgornjeoligocenskih spodnjeegerijskih, v spodnjemiocenskih eggenburgijskih skladih. Našli so jih še v oligocenu Nemčije in Belgije.

3 ZAKLJUČKI

Morfološke značilnosti apikalnega dela zobne krone, predvsem njena glavničasta nazobčanost in kot med njenima rezalnima robovoma (sl. 2), uvrščajo ostanek zoba k denticiji morskega psa vrste *Carcharocles an-*

gustidens (Agassiz, 1835), ki v spodnjem oligocenu, v rupelijskih plasteh Poljšice pri Podnartu še ni bil najden. Tudi sicer je to prva tovrstna najdba na Slovenskem.

4 CONCLUSIONS

Morphological features of the apical part of the crown, especially its serrations and angle between distal and mesial cutting edge (Fig. 2), indicate that the tooth remain belongs to dentition of shark species *Carcharo-*

cles angustidens (Agassiz, 1835). The specimen was found in Early Oligocene – Rupelian beds of Poljšica near Podnart. So far, this is the first known remain of the species found in Slovenia.

ZAHVALE

Za fotografske usluge se zahvaljujemo sodelavcu Marijanu Grmu.

LITERATURA

AGASSIZ, L., 1833-1843: *Recherches sur les poissons fossiles. Tome III*. Imprimerie de Petitpierre (Neuchatel, Suisse): VIII, 1-390 + Tab. 1-47.

- ANDRES, L., 2002: *Megalodon Shark Evolution. C. megalodon - Megatooth Shark, Carharodon versus Carcharocles*. 1-6. Megalodon Shark Gallery. <http://www.fossilguy.com/topics/megshark/megshark.htm>
- BASSANI, F., 1880: *Su due giacimenti ittiolitici nei dintorni di Crespano*. Boll. Soc. Veneto-Trentina Sci. natur. (Padova) 4: 4-12.
- BEURLEN, K. & G. LICHTER, 1986: *Versteinerungen. Fossilien der Wirbellosen mit Anhang Wirbeltiere und Pflanzen*. Mosaik Verlag (München): 1-287.
- CAPPETTA, H., 1987: *Chondrichthyes II. Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii*. In: H. P. Schultze (Edit.), *Handbook of Paleichthyology*, Vol. 3B. Gustav Fischer Verlag (Stuttgart-New York): 1-193.
- CICIMURRI, D. J. & J. L. KNIGHT, 2009: *Late Oligocene sharks and rays from the Chandler Bridge Formation, Dorchester County, South Carolina, USA*. Acta Palaeontologica Polonica (Warszawa) 54 (4): 627-647. doi:10.4202/app.2008.0077
- EHRET, D. J., B. J., MACFADDEN, D. S. JONES, T. J. DEVRIES, D. A. FOSTER & R. SALAS-GISMONDI, 2012: *Origin of the white shark Carcharodon (Lamniformes: Lamnidae) based on recalibration of the upper Neogene Pisco Formation of Peru*. Palaeontology (London) 55/6: 1139-1153. doi: 10.1111/j.1475-4983.2012.01201.x
- GLIKMAN, L. S., 1964: *Podklass Elasmobranchii. Akylovie*. 196-237. In: Ju. A. Orlov (glavniy redaktor), *Osnovi paleontologii. Spravočnikh dlja paleontologov i geologov SSSR. Besčeljustnie, ribi*. Izdatelstvo »Nauka« (Moskva): 1-521.
- GOTTFRIED, M. D. & R. E. FORDYCE, 2001: *An associated specimen of Carcharodon angustidens (Chondrichthyes, Lamnidae) from the Late Oligocene of New Zealand, with comments on Carcharodon interrelationship*. Journal Vertebrate Paleontology 21/4: 730-739. doi: 10.1671/0272-4634(2001)021
- HERMAN, J. & H. VAN WAES, 2012: *Observations concernant l'Evolution et la Systématique de quelques Euselachii, Neoselachii et Batoidei (Pisces - Elasmobranchii), actuels et fossiles*. Géominal Belgica 2: 1-89.
- HERMAN, J. & H. VAN WAES, 2014: *Observations concerning the Evolution and the Paraxystematics of all the living and fossil Chlamydoselachiformes, Squatiniformes, Orectolobiformes, and Pristiophoriformes, based on both biological and odontological data. Suggestion of a possible origin of the Order Pristiophoriformes, of the Order Ganopristiformes and a global Synthesis of the previous Systematics proposals*. Géominal Belgica (Brussel) 6: 1-347 + (Pl. 1-75).
- KRUCKOW, T. & D. THIES, 1990: *Die Neoselachier der Paläokaribik (Pisces: Elasmobranchii)*. Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg (Frankfurt am Main) 119: 1-102.
- LERICHE, M., 1957: *Les Poissons des faluns néogènes de l'ouest de la France (Bretagne et cotentin, Anjou, Touraine)*. Mém. Soc. Géol. France, (Nouv. Sér.) 36, Pl. 44-47, Mém.(Paris) 81: 3-64 + Pl. 1-4.
- MIKUŽ, V., A. ŠOSTER & V. RAKOVC, 2014: *Oligocenski morski psi iz okolice Poljšice pri Podnartu. (Oligocene sharks from vicinity of Poljšica near Podnart, Slovenia)*. Geologija (Ljubljana) 57/2: 147-154 + (Tab. 1). doi: 10.5474/geologija.2014.012
- NELSON, J. S., 2006: *Fishes of the World*. Fourth Edition. John Wiley & Sons, Inc. (Hoboken, New Jersey): XIX, 1-601.
- PHARISAT, A., 1991: *La Paléochthyofaune du Rupélien marin de Froidefontaine (Territoire de Beilort). Taxinomie et populations, genèse du gisement. Implications paléobiogéographiques*. Ann. Sci. Univ. Fr.-Comté Besançon, Géologie (Besançon) 4/11: 13-97 + (Pl. 1-8).
- REINECKE, T., H. MOTHS, A. GRANT & H. BREITKREUZ, 2005: *Die Elasmobranchier des norddeutschen Chattiums, insbesondere des Sternberger Gesteins (Eochattium, Oberes Oligocän)*. Palaeontos (Antwerpen) 8: 1-135 + Taf. 1-60.
- REINECKE, T., H. STAPF & M. RAISCH, 2001: *Selachier und Chimären des Unteren Meeressandes und Schleichsandes im Mainzer Becken (Alzey- und Stackeden-Formation, Rupelium, Unteres Oligocän)*. Palaeontos (Antwerpen) 1: 1-73 + Taf. 1-63.
- SCHULTZ, O., 2013: *Pisces*. In: W. E. Piller (Hg.), *Catalogus Fossilium Austriae. Ein systematisches Verzeichnis aller auf österreichischem Gebiet festgestellten Fossilien*. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (Wien): XXXVIII, 1-576 + (Taf. 1-96).
- SISMONDA, E., 1849: *Descrizione dei pesci e dei crostacei fossili nel Piemonte*. Mem. R. Accad. Sci. Torino, Ser. 2 (Torino) 10: 1-88 + Tav. 1-3.
- SISMONDA, E., 1861: *Appendice alla descrizione dei pesci e dei crostacei fossili*. Mem. R. Accad. Sci. Torino, Ser. 2 (Torino) 19: 453-474 + Tav. 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 59/1 - 2018
Slovenska akademija znanosti in umetnosti v Ljubljani

Grafična priprava za tisk
Medija grafično oblikovanje, d.o.o.

Tisk
Abo Grafika d.o.o.

Ljubljana
2018

FOLIA BIOLOGICA ET GEOLOGICA = EX RAZPRAVE IV. RAZREDA SAZU
ISSN 1855-7996 · LETNIK / VOLUME 59 · ŠTEVILKA / NUMBER 1 · 2018

ISSN 1855-7996 | 20.00 €



VSEBINA / CONTENTS

RAZPRAVE / ESSAYS

Igor Dakskobler & Andrej Martinčič

A new endemic plant community with *Schoenus nigricans* in the Southeastern Alps and northern Dinaric Alps

Nova endemična združba z vrsto *Schoenus nigricans* v Jugovzhodnih Alpah in severnem delu Dinarskega gorstva

Igor Dakskobler

Phytosociological analysis of alpine swards with dominant *Salix serpillifolia* in the Julian Alps (NW Slovenia, NE Italy)

Fitocenološka analiza alpskih trat s prevladujočo timijanovolistno vrbo (*Salix serpillifolia*) v Julijskih Alpah (severozahodna Slovenija, severovzhodna Italija)

Lea Lukšič & Mateja Germ

Spremembe vsebnosti rutina in kvercetina v vzorcih tatarske ajde (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.) od spravila pridelka do priprave kruha

Changes in the content of rutin and quercetin in samples of Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.) from harvest to the preparation of bread

Aleš Šoster, Jernej Pavšič & Vasja Mikuž

Ostank morskega psa iz spodnjeoligocenskih plasti Poljšice

The shark remain from the Early Oligocene beds of Poljšica, Slovenia