

YU ISSN 0352-1788
УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

ЗБОРНИК РАДОВА
ПРИРОДНО МАТЕМАТИЧКОГ
ФАКУЛТЕТА

СЕРИЈА ЗА БИОЛОГИЈУ

33

Главни и одговорни уредник
Проф. др Ружица Игић

Редакција
Проф. др Боривој Крстић
Проф. др Љиљана Вапа
Проф. др Смиљка Шимић
Проф. др Верица Божић – Крстић
Проф. др Милан Матавуљ
Проф. др Слободанка Пајевић

Технички уредник
Даница Адамовић, дипл. биолог

Нови Сад
2004

Издавач: Департман за биологију и екологију, Природно математички
факултет 21000 Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 2

Штампа: „Будућност”, Нови Сад, Шумадијска 12

uoc 7759

YU ISSN 0352-1788
UNIVERSITY OF NOVI SAD

REVIEW OF RESEARCH FACULTY OF SCIENCES

BIOLOGY SERIES

33

Editor in Chief
Prof. dr Ružica Igić

Redaction
Prof. dr Borivoj Krstić
Prof. dr Ljiljana Vapa
Prof. dr Smiljka Šimić
Prof. dr Verica Božić – Krstić
Prof. dr Milan Matavulj
Prof. dr Slobodanka Pajević

Technical Editor
Danica Adamović, BSc

Novi Sad
2004

Publisher: Department of Biology and Ecology, Faculty of Sciences
21000 Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 2
[www. ib.ns.ac.yu](http://www.ib.ns.ac.yu)
Print: Budućnost, Novi Sad, Šumadijska 12



SADRŽAJ

Anačkov, G., Boža, P., Igić, Ružica, Vukov, Dragana: Taksonomske, horološke i ekološke karakteristike vrsta <i>Symphytum</i> L. 1754 (Boraginales, Boraginaceae) u Vojvodini.....	5
Milovanović, D., Krstić, B., Igić, Ružica: Koncentracija olova kod nekih lijana i zeljastih biljnih vrsta duž saobraćajnice M-21 kroz nacionalni park „Fruška gora”.....	21
Pajević, Slobodanka: Hemijski sastav akvatičnih makrofita Kanala DTD - uloga u monitoringu i remedijaciji.....	32
Pavlica, Tatjana, Božić - Krstić, Verica, Rakić, Rada: Antropološke karakteristike odraslih Rumuna iz nekih delova srednjeg i južnog Banata.....	45
Prvulović, D., Stanić, Bojana, Jovanović-Galović, Aleksandra, Popović, M., Grubor-Lajšić, Gordana: Primena aluminosilikata u ishrani svinja - biohemijska procena.....	54
Stefanović, D., Jovanović-Galović, Aleksandra, Kojić, Danijela, Jakšić, Jelena, Vojinović-Miloradov, Mirjana, Grubor-Lajšić, Gordana: Prirodni aluminosilikati u prečišćavanju otpadnih voda.....	60
Vapa, Ljiljana, Obreht, Dragana, Djan, Mihajla, Kačavenda, Dragana, Kobiljski, B.: Korelacija tehnoloških pokazatelja kvaliteta hleba i <i>GLU-1</i> kvalitetne vrednosti pšenice.....	66
Vukov, Dragana, Igić, Ružica, Anačkov, G., Boža, P., Polić, Dubravka, Borišev, M.: Rasprostranjenje vrste <i>Stratiotes aloides</i> L. 1753 u flori Srbije.....	74



CONTENT

Anačkov, G., Boža, P., Igić, Ružica, Vukov, Dragana: Taxonomical, chorological and ecological characteristics of <i>Symphytum</i> L. 1754 species (Boraginales, Boraginaceae) in Vojvodina.....	5
Milovanović, D., Krstić, B., Igić, Ružica: Lead concentrations in some vines and herbaceous plants along M-21 road through Fruška Gora National Park.....	21
Pajević, Slobodanka: Chemical composition of aquatic macrophytes of the Danube-Tisza-Danube canal complex – role in monitoring and remediation.....	32
Pavlica, Tatjana, Božić - Krstić, Verica, Rakić, Rada: Anthropological characteristics of adult Rumanians in central and southern Banat.....	45
Prvulović, D., Stanić, Bojana, Jovanović-Galović, Aleksandra, Popović, M., Grubor-Lajšić, Gordana: Aluminosilicates application in pig nutrition - biochemical estimation.....	54
Stefanović, D., Jovanović-Galović, Aleksandra, Kojić, Danijela, Jakšić, Jelena, Vojinović-Miloradov, Mirjana, Grubor-Lajšić, Gordana: Natural aluminosilicates in wastewater purification.....	60
Vapa, Ljiljana, Obreht, Dragana, Djan, Mihajla, Kačavenda, Dragana, Kobiljski, B.: Correlation between bread-making quality parameters and <i>GLU-1</i> quality score in wheat.....	66
Vukov, Dragana, Igić, Ružica, Anačkov, G., Boža, P., Polić, Dubravka, Borišev, M.: Distribution of species <i>Stratiotes aloides</i> L. 1753 in Serbian flora.....	74

TAKSONOMSKE, HOROLOŠKE I EKOLOŠKE KARAKTERISTIKE
VRSTA RODA *SYMPHYTUM* L. 1754 (BORAGINALES, BORAGINACEAE) U
VOJVODINI

Anačkov, G., Boža, P., Igić, Ružica, Vukov, Dragana

Departman za biologiju i ekologiju, Prirodno matematički fakultet,
Univerzitet u Novom Sadu,
Trg Dositeja Obradovića 2, Novi Sad 21000, Srbija i Crna Gora
ganackov@ib.ns.ac.yu

SAŽETAK

Analiza rasprostranjenja vrsta roda *Symphytum* u Vojvodini rađena je na osnovu literature i revizije herbarskog materijala. Zabeležena je razvijena infraspecijska varijabilnost vrste *S. officinale*, sa dve podvrste, četiri varijeteta i dve forme. Vrsta *S. tuberosum* je u flori Vojvodine zastupljena samo sa podvrstom subsp. *nodosum*. Areal taksona prikazan je na UTM kartama Vojvodine (34 T) razmere 10 x 10 km. Životne forme i ekološki indeksi za osnovne ekološke faktore i tipove vegetacije u mnogome objašnjavaju prikazanu distribuciju taksona roda *Symphytum* u Vojvodini.

Ključne reči: *Symphytum*, rasprostranjenje, infraspecijska varijabilnost, Vojvodina

UVOD

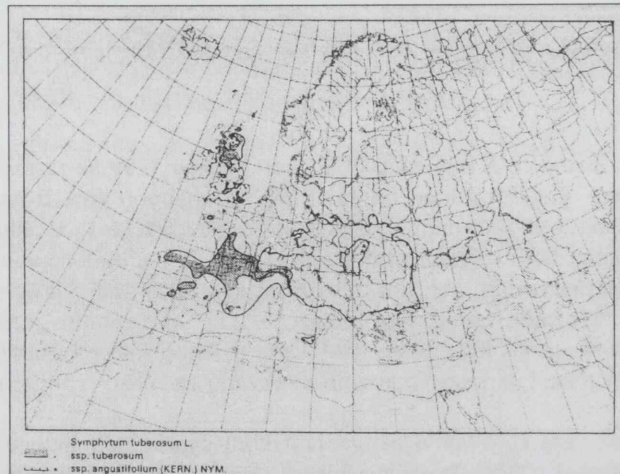
Pripadnici porodice Boraginaceae A.L. de Jussieu 1789 su rasprostranjeni u tropskom, a posebno u subtropskom regionu. Tipična podporodica Boraginoideae koja uključuje šest tribusa sa najvećim brojem vrsta, uglavnom je skoncentrisana u Mediteranu i Irano-Turanskom regionu (Takhtajan, 1997). Vrste uključene u tribus Boragineae su uglavnom kserofilni, heliofilni elementi, kao što su na primer vrste srodničke grupe *Anchusae*. Međutim, među njima nalazi se jedna interesantna grupa, vrste rodova *Symphytum* i *Pulmonaria*, koja sadrži isključivo višegodišnje predstavnike, sa izraženom mirmekohorijom, čije rasprostranjenje je vezano za mezo- i higromezofilne šume (Meusel, 1978).

Rod *Symphytum* L. 1754 u ekogeografskom smislu podeljen je na dve velike srodne grupe (Meusel, 1978). Prvoj srodničkoj grupi pripadaju krupnije širokolisne biljke, rasprostranjene u brdskom i subalpijskom pojasu. Ovoj grupi pripada i vrsta *S. officinale* koja predstavlja submediteransko-srednjeevropsku vrstu. Drugu grupu čine



rizomatozne vrste niže rastom, sa manjim brojem listova. Ovoj grupi pripada vrsta *S. tuberosum*, rasprostranjena od istočnih obala Crnog mora (region Kolhis) do planina centralne Španije sa enklavom u Engleskoj gde se vrsta javlja kao sinantropa (Meusel, 1978). Vrsta *S. tuberosum* je jedini autohtoni predstavnik ove grupe u Srednjoj Evropi i njen areal kao i fitocenološki status se u mnogome poklapa sa arealom tipičnih šumskih vrsta kao *Scilla bifolia* na primer. Pored toga vrsta *S. tuberosum* je izdiferencirana na dve podvrste, istočnu i zapadnu, što delimično podseća na podeljeni areal vrsta *Galanthus nivalis*. Tipična podvrsta je rasprostranjena u zapadnom delu areala vrste, istočna granica areala je u regionu severozapadne Italije. Istočna podvrsta, subsp. *nodosum* (Schur) Soó, prostire se u istočnom (većem) delu areala vrste, a zapadno se deo areala poklapa sa tipičnom podvrstom u regionu južne Francuske i severozapadne Italije (Sl. 1). Posmatrajući areale podvrsta jasno je da je subsp. *nodosum* biljka koja preferira toplija staništa, iako je severna granica rasprostranjenja u području Češke (Bohemia), a enklave se nalaze i u Saksonskom području i dolini Elbe (Nemačka). Pored toga, na datoj karti areala vrste (Sl. 1) izuzet je deo u kome se nalazi Vojvodina, zbog svoje specifične vegetacijske kompozicije u kojoj su šumski elementi, koji predstavljaju osnovno stanište ove vrste, retki.

U flori Srbije zabeležene su tri vrste roda *Symphytum*, od kojih se vrste *S. officinale* i *S. tuberosum* smatraju rasprostranjenim vrstama. Treća vrsta *S. otomanum* se beleži kao sporadična. Pored toga, infraspecijska varijabilnost nije obrađena (Cincović i Kojić, 1974). Kao rezultat florističkih istraživanja u Vojvodini, konstatovan je takson *S. tuberosum* subsp. *nodosum* (Obradović, 1988; Obradović i sar., 1990; 1991), sa primedbom da se problemu rasprostranjenja podvrste u Vojvodini mora posvetiti veća pažnja i pri tom naglašava neophodnost revizije herbarskog materijala.



Slika 1 Areal vrste *S. tuberosum* L. 1753 (Meusel et al., 1978a)
Figure 1 Distribution area of *S. tuberosum* L. 1753 (Meusel et al., 1978a)

TAKSONOMSKA I HOROLOŠKA ANALIZA VRSTA RODA *SYMPHYTUM* L. U VOJVODINI

Podaci o rasprostranjenju vrsta roda *Symphytum* L. na području Vojvodine, sakupljeni su iz literature i herbarijuma Departmana za biologiju i ekologiju Prirodno-matematičkog fakulteta, Univerziteta u Novom Sadu (BUNS). Podaci su sistematizovani i usklađeni sa važećom sinonimikom vrsta roda *Symphytum* L. u Evropi (Pawlowski, 1972). Revizija herbarskog materijala vršena je na osnovu Flore Evrope (Pawlowski, 1972), Flore Mađarske (Soó, 1968) i Flore SR Srbije (Cincović i Kojić, 1974; 1977). Lokaliteti i nalazišta su predstavljani hronološki i grupisani po regionima: Bačka, Banat i Srem, definisanim prema važećoj regionalizaciji Srbije (Stevanović, 1992). Različitim simbolima predstavljeni su podaci u odgovarajućim vremenskim etapama

do 1950. 
od 1950. do 1975. 
od 1975. do 2002. 

Prilikom navođenja podataka korišteni su i sledeći simboli herbarskih zbirki koje su citirali različiti autori: HPM-Herbarijum Prirodnjačkog Muzeja Vojvodine (danas Herbarijum Zavoda za zaštitu prirode u Novom Sadu), HVPS-Herbarijum Više pedagoške škole u Novom Sadu (danas osnovna zbirka BUNS) i HIB-nekadašnja skraćenica herbarijuma BUNS.

Areali odgovarajućih taksona u Vojvodini prikazani su na UTM (Universal Transverse Mercator) kartama Vojvodine (Zona 34T) razmere 10 x 10 km, punktirajućom metodom (Walter i Straka, 1970). Pri tom odvojeno su predstavljene karte rasprostranjenja za tipične oblike kao i za infraspecijske taksoni. Autor osnovne UTM karte Vojvodine koja je korištena za prikazivanje areala u radu je mr Marijan Niketić.

Infraspecijska diferencijacija vrste *S. officinale* L. na podvrste i varijetete prikazana je na osnovu kombinacije karaktera koji su korišteni u ključevima Flore Evrope (Pawlowski, 1972), Flore Mađarske (Soó, 1968), Flore Bugarske (Петрова, 1989) i Flore Srbije (Cincović i Kojić, 1974). U ključeve su uključeni i karakteri zapaženi od strane autora prilikom revizije herbarskog materijala kolekcije BUNS.

Ključ za determinaciju vrsta i infraspecijskih taksona roda *Symphytum* L. u Vojvodini:

- 1a Koren vretenast, razgranat, Lisna ploča gornjih listova izdužena i ponekad se spušta niz stablo, cvetovi crvenkasti, ljubičasti, ružičasti ili beli (*S. officinale*) 2
- 1b Razvijen rizom sa zadebljanjima u obliku krtolica. Lisna ploča gornjih listova širokojajasta do kopljasta i ne spušta se niz stablo, cvetovi žuti*S. tuberosum* subsp. *nodosum*
- 2a Lisna ploča gornjih listova šira, izduženo-jajasta, ne spušta se niz stablo, cvetovi tamno ljubičasti (*S. officinale* subsp. *uliginosum*)3
- 2b Lisna ploča gornjih listova izduženo-jezičasta, spušta se niz stablo, cvetovi crvenkasti, roze ili beli (*S. officinale* subsp. *officinale*)4
- 3a Stablo i gornji listovi goli*S. officinale* subsp. *uliginosum* var. *uliginosum*
- 3b Stablo i gornji listovi dlakavi*S. officinale* subsp. *uliginosum* var. *inundatum*
- 4a Listovi užji, linearni, do izduženo jajasti, stablo i listovi hrapavo dlakavi, cvetovi dugi 1-

- 2 cm, purpurni ili u različitim nijasama ružičaste boje (*S. officinale* subsp. *officinale* var. *officinale*)5
- 4b Listovi širi, izduženo jajasti do jajasto-kopljasti, stablo i gornji listovi mekano dlakavi, cvetovi manji, žućkasto beli, u kasnijim fazama dobiju nijansu ružičaste boje*S. officinale* subsp. *officinale* var. *bohemicum*
- 5a Listovi široko-kopljasti*S. officinale* subsp. *officinale* var. *officinale* f. *officinale*
- 5b Listovi uzano-kopljasti*S. officinale* subsp. *officinale* var. *officinale* f. *angustifolium*

Rasprostranjenje vrsta i infraspecijskih taksona roda *Symphytum* L. u Vojvodini

1. *Symphytum officinale* L., Sp. Pl. (1753): 136; subsp. *officinale* var. *officinale* f. *officinale*

(*S. officinale* L. l.c.; *S. commune* Faegri 1931; *S. off.* subsp. *euofficinale* Dom. 1935; var. *purpureum* Pers. 1805; var. *violaceum* Peterm. 1838; var. *vulgare* Peterm. 1846; var. *purpureum* Kirschl. 1852; var. *patens* (Sibth. 1794 p. sp.) Schur 1866; var. *typicum* Beck; var. *genuinum* Grec. 1898; f. *hirsutum* Opiz 1839 (incl. f. *macranthum* Opiz 1839); f. *latifolium* Opiz 1839; incl. l. *roseum* Priszter 1968) (Sl. 2).

Bačka: DR01 Novi Sad, subnom. *S. officinale* L. (Zorkóczy, 1896); Bačka, DR01 Novi Sad, subnom. *S. officinale* L. (Prodán, 1916); zapadnobačko Podunavlje, subnom. *S. officinale* L. (Slavnić, 1952); CR62 Bač, obala Mostonge, subnom. *S. officinale* L. (Slavnić, 1956); CR46 Karapandža, CR57 Plazović, subnom. *S. officinale* L. (Vajgand, 1965); DR29 Senta, subnom. *S. officinale* L. (Guelmino, 1968); DR20 Koviljski rit, Hrljak, Provalija, Vodeničište, DR30 Lok, DR23 Čurug, subnom. *S. officinale* L. (Babić i Parabućski, 1971); CR94 Vrbas, subnom. *S. officinale* L. (Kilibarda, 1973); CR97 Bajša, subnom. *S. officinale* L. (Boža, 1976); CS90 Subotica, subnom. *S. officinale* L. (Tot, 1976); DR25 Bečej, subnom. *S. officinale* L. (Petrović, 1979); DR22 Žabalj, DR40 Titel, DR20 Kovilj, DR01 Veternik, CR90 Futog, subnom. *S. officinale* L. (Đurđjanski 1980); DR31 Mošorin, subnom. *S. officinale* L. (Stanojev, 1981); DR31 Mošorin, DR40 Titel, subnom. *S. officinale* L. (Stanojev, 1983); Subotička peščara, subnom. *S. officinale* L. (Obradović i Boža, 1986); DR31/40 Titelski breg, subnom. *S. officinale* L. (Igić, 1988); CR95 Feketić, CR97 Bačka Topola, CR89 Žednik, subnom. *S. officinale* L. (Igić, 1991); DR01 Novi Sad, Telep, subnom. *S. officinale* L. (Stanković, 1993); CR74 Lalić, CR57 Sombor, Kozara, CR37 Bezdan, CR38 Kolut, CR67 Čonoplja, subnom. *S. officinale* L. (Grdinić, 1996); zapadna Bačka, subnom. *S. officinale* L. (Boža i sar., 1997); Bačka lesna zaravan, subnom. *S. officinale* L. (Igić i sar., 1998); DR31/40 Titelski breg, subnom. *S. officinale* L. (Igić i sar., 2000).

Banat: Deliblatska peščara, subnom. *S. officinale* L. (Broz, 1951); DR46 Novo Miloševo, Bela bara, DR35 Novi Bečej, severno-banatsko Potisje, subnom. *S. officinale* L. (Slavnić, 1956); Deliblatski pesak, subnom. *S. officinale* L. (Sigunov, 1970), EQ28 Kuštilj, subnom. *S. officinale* L. (Seležan, 1975); DR82 Sečanj, subnom. *S. officinale* L. (Vučković, 1980); DR82 Sečanj, subnom. *S. officinale* L. (Vučković, 1982); Deliblatska peščara, subnom. *S. officinale* L. (Parabućski, 1983); Vršačke planine, subnom. *S. offi-*

cinale L. (HPM u Panjković, 1983); istočno Potamišje, subnom. *S. officinale* L. (Vučković, 1985); DR82 Potamišje (Budak i sar., 1990); DR40 Banatsko Arandelovo, DR42 Aradac, DR51 Belo Blato, DR50 Perlez, DR82 Sečanj, DR91 Konak, DQ99 Seleuš, EQ19 Vljakovac, subnom. *S. officinale* L. (Knežević, 1990); Vršачke planine: EQ39 Mesić, subnom. *S. officinale* L. (Pekanović, 1991); Vršачke planine: EQ29 Markovački potok, Široko bilo, Karaula, DQ39 Mesić, Sočica, ER30 Gudurica, subnom. *S. officinale* L. (Vučković, 1991); DR71 Tomaševac, DR61 Orlovat, subnom. *S. officinale* L. (Savić, 1993); DR22 Žabalj, prema Aradcu, 17.11.1977., poplavna mesta pored Tise, subnom. *S. officinale*, rev.: 19.09.2004., *S. officinale* subsp. *officinale* var. *officinale* f. *officinale*, Goran Anačkov; (BUNS).

Srem: DR11 Petrovaradin, Banstol, DR10 Kamenica, Rakovac, subnom. *S. officinale* L. (Hirc, 1919); CQ95 Klenak, subnom. *S. officinale* L. (Slavnić, 1952); DR11 Petrovaradin, DR10 Sremski Karlovci, Rakovac, Ledinci, subnom. *S. officinale* L. (Babić, 1955); DR11 Petrovaradin, subnom. *S. officinale* L. (Slavnić, 1958); DR20 Čortanovci, subnom. *S. officinale* L. (Obradović, 1966); CQ57 Jamina, CQ67 Kavalovo, CQ77 Puk, CQ58 Javička greda, subnom. *S. officinale* L. (Erdeši, 1971); DR11 Petrovaradin, Tekije, subnom. *S. officinale* L. (Vuković, 1972); DQ25 Kupinovo, subnom. *S. officinale* L. (Acević, 1976); CR80 Susek, subnom. *S. officinale* L. (Bugarski, 1979); DR11 Petrovaradin, tvrđava, subnom. *S. officinale* L. (Ivković i Budak, 1979); DR11 Petrovaradin, Stari Majur, Tekije, subnom. *S. officinale* L. (Butorac, 1981); Fruška Gora: DQ09 Andrevlje, subnom. *S. officinale* L. 1753 subsp. *officinale* var. *officinale* l. *roseum* Priszter ex Soó 1968 (Boža i Vasić, 1986); Fruška Gora: DQ29 potok Mandelos, DQ19 dolina potoka Luka i Ševrolenac, CQ69 Borkovac, DQ09 Stejanovci, subnom. *S. officinale* L. (Butorac, 1992); Fruška Gora: CQ89 Divoš, potok Jaroš, subnom. *S. officinale* L. (Crnčević, 1994); CQ87 Zasavica 2, subnom. *S. officinale* L. (Žunić, 2002); DR11 Petrovaradin, 16.10.1964., subnom. *S. officinale*, rev.: 19.09.2004., *S. officinale* subsp. *officinale* var. *officinale* f. *officinale*, Goran Anačkov; DR11 Petrovaradin, Tekije, 21.10.1970., subnom. *S. officinale*, rev.: 19.09.2004., *S. officinale* subsp. *officinale* var. *officinale* f. *officinale*, Goran Anačkov (BUNS); DR10 Sremski Karlovci, 1953., subnom. *S. officinale*, rev.: 19.09.2004., *S. officinale* subsp. *officinale* var. *officinale* f. *officinale*, Goran Anačkov; (BUNS); Fruška Gora: DR10 Glavica, 24.08.1968., subnom. *S. officinale*, rev.: 19.09.2004., *S. officinale* subsp. *officinale* var. *officinale* f. *officinale*, Goran Anačkov; DR10 Stražilovo, 20.09.1968., subnom. *S. officinale*, rev.: 19.09.2004., *S. officinale* subsp. *officinale* var. *officinale* f. *officinale*, Goran Anačkov; CR90 Čerević, Testera, 26.05.1970., subnom. *S. officinale*, rev.: 19.09.2004., *S. officinale* subsp. *officinale* var. *officinale* f. *officinale*, Goran Anačkov; DQ09 Vrdnik, 23.05.2004., leg. et det. Ružica Igić (BUNS).

2. *Symphytum officinale* L., Sp. Pl. (1753): 136; subsp. *officinale* var. *officinale* f. *angustifolium* Opiz 1839 (Sl. 3).

Srem: DR11 Petrovaradin, Stari i Novi Majur, DR20 Čortanovci (Butorac, 1981).

3. *Symphytum officinale* L., Sp. Pl. (1753): 136; subsp. *officinale* var. *bohemicum* (F.W.Schm.) Pers., Syn. 1 (1838): 161

(*S. bohemicum* Schmidt 1794; *S. officinale* L. var. *ochroleucum* DC. 1846; *S. officinale* L. var. *flavescens* Opiz 1839; *S. officinale* L. var. *albiflorum* Čelak 1871; *S. officinale* L. var. *albiflorum* Schur 1904; *Symphytum molle* Janka 1877) (Sl. 4).

Bačka: DR29 Senta, subnom. *S. officinale* L. var. *ochroleucum* D.C. (Guelmino, 1968); DR29 Senta (Boža i Vasić, 1986).

4. *Symphytum officinale* L., Sp. Pl. (1753): 136; subsp. *uliginosum* (Kern.) Nym., Consp. Fl. eur. (1883): 509 var. *uliginosum*

(*S. uliginosum* Kern. 1863; *S. tanaicense* Stev. 1851; *S. officinale* L. var. *uliginosum* Ktze. 1867; *S. vetteri* Thell. 1907; *S. commune* Faegri subsp. *uliginosum* Faegri 1931) (Sl. 5).

Bačka: DR29 Senta, sub. *S. officinale* L. subsp. *uliginosum* (Kern.) Nyman (Guelmino, 1968); DR29 Senta, sub. *S. officinale* L. subsp. *uliginosum* (Kern.) Nyman (Boža i Vasić, 1986).

5. *Symphytum officinale* L., Sp. Pl. (1753): 136; subsp. *uliginosum* (Kern.) Nym. 1883 var. *innundatum* Menyh 1877

(*S. uliginosum* Kern. subsp. *inundatum* Jáv. 1925) (Sl. 6).

Srem: CQ87 Noćaj prema Radenkoviću (Erdeši, u Žunić, 2002; Žunić i sar., 2002).

6. *Symphytum tuberosum* L., Sp. Pl. (1753): 136; subsp. *nodosum* (Schur) Soó, Acta Geobot. Hung. (1941), 4: 192

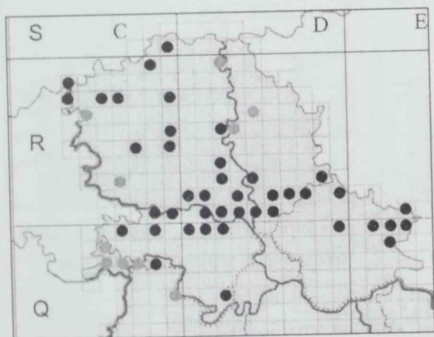
(*S. nodosum* Schur 1866; *S. foliosum* Rehm 1868; *S. leonhardtianum* Pugsley 1931) (Sl. 7).

Bačka: CR57 Sombor, Kozara, *S. tuberosum* L. (Prodán, 1915); podunavske šume, CR90 Futog, *S. tuberosum* L. (Prodán, 1916); zapadno-bačko Podunavlje, *S. tuberosum* L. (Slavnić, 1952); Bačka, *S. tuberosum* L. (Slavnić, 1954); CR52 Bođani, *S. tuberosum* L. (Erdeši, 1971); CR71 Bačka Palanka, *S. tuberosum* L. (Radonjić, 1979); CQ90 Čelarevo, hrastova šuma, leg. Melanija Obradović (Obradović i sar., 1991); DR01 Novi Sad, Telep, Kamenjar, *S. tuberosum* L. (Stanković, 1993).

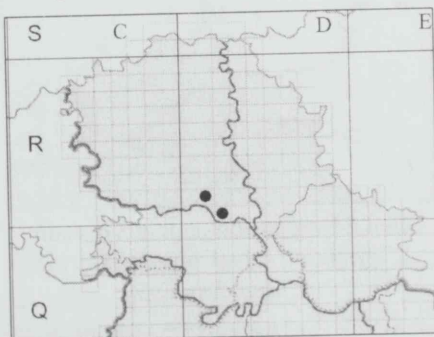
Banat: Vršacke planine: EQ39 Široko bilo, *S. tuberosum* L. (Sučević, 1962); Vršacke planine: EQ29 Malo središte, *S. tuberosum* L. (Panjković, 1983); DQ29 Prevala, leg. Melanija Obradović (Obradović, 1988).

Srem: Srem, *S. tuberosum* L. (Zorkóczy, 1896); DQ95 Klenak, *S. tuberosum* L. (Slavnić, 1952); Fruška Gora: DR10 Iriški venac, Zmajevac, *S. tuberosum* L. (HVPŠ in Obradović, 1966); Fruška Gora: DR10 Stražilovo, *S. tuberosum* L. (HPM in Obradović,

1966), DQ49 Slankamen, DQ09 Vrdnik, CR90 Osovlje, Čerević, *S. tuberosum* L. (Obradović, 1966); Fruška Gora: DR10 Stražilovački breg, leg. Melanija Obradović (Obradović i sar., 1991); Fruška Gora: DQ09 Lipov potok, DQ19 Veliki potok, DQ29 Kamenarski potok, DR10 Iriški venac, Stražilovo, *S. tuberosum* L. (Janković i Mišić, 1980); Fruška Gora: DR10 Paragovo, 03.1965., subnom. *S. officinale* L., rev. 19.09.2004., *S. tuberosum* L. subsp. *nodosum* (Schur) Soó, rev. Goran Anačkov; DR10 Glavica, 15.04.1966., subnom. *S. officinale* L., rev. 19.09.2004., *S. tuberosum* L. subsp. *nodosum* (Schur) Soó, rev. Goran Anačkov; DR10 Paragovo, 04.08.1968., subnom. *S. officinale* L., rev. 19.09.2004., *S. tuberosum* L. subsp. *nodosum* (Schur) Soó, rev. Goran Anačkov; DR10 Bukovac, 26.06.1959., subnom. *S. tuberosum* L., rev. 19.09.2004., *S. tuberosum* L. subsp. *nodosum* (Schur) Soó, rev. Goran Anačkov; DR10 Stražilovo, 04.04.1961., subnom. *S. tuberosum* L., rev. 19.09.2004., *S. tuberosum* L. subsp. *nodosum* (Schur) Soó, rev. Goran Anačkov; DR10 Glavica, 18.04.1964., subnom. *S. tuberosum* L., rev. 19.09.2004., *S. tuberosum* L. subsp. *nodosum* (Schur) Soó, rev. Goran Anačkov; DR10 Stražilovo, rub šume, 09.04.1965., subnom. *S. tuberosum* L., rev. 19.09.2004., *S. tuberosum* L. subsp. *nodosum* (Schur) Soó, rev. Goran Anačkov; DR10 Paragovo, 22.04.1971., subnom. *S. officinale* L. f. *ochroleucum* DC., rev. 19.09.2004., *S. tuberosum* L. subsp. *nodosum* (Schur) Soó, rev. Goran Anačkov; DQ09 Vrdnik, Lazin vir, 25.05.2004., leg. et det. Ružica Igić (BUNS).



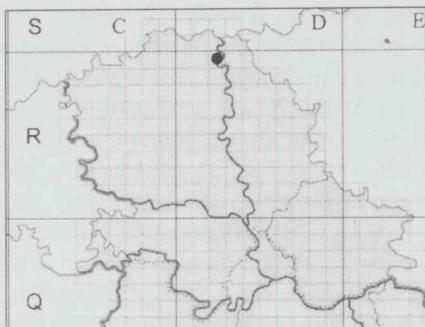
Slika 2 Rasprostranjenje u Vojvodini
S. officinale subsp. *officinale* var.
officinale f. *officinale*



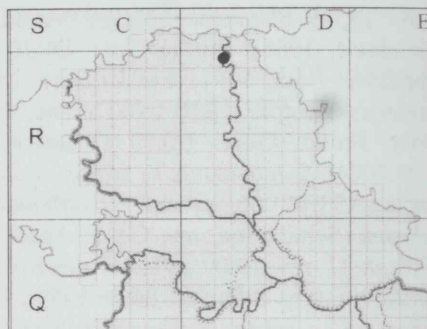
Slika 3 Rasprostranjenje u Vojvodini
S. officinale subsp. *officinale* var.
officinale f. *angustifolium*

EKOLOŠKA ANALIZA TAKSONA RODA *SYMPHYTUM* L. U VOJVODINI

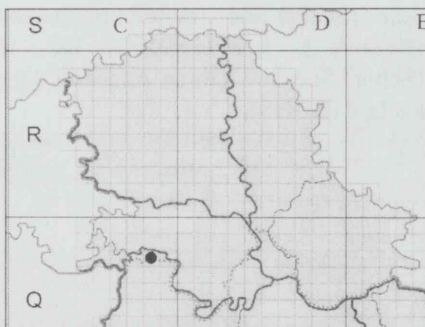
Analiza osnovnih ekoloških karakteristika vrsta roda *Symphytum* obuhvatila je životnu formu i osnovne ekološke faktore iskazane preko ekoloških indeksa. S obzirom da je u flori Vojvodine rod *Symphytum* zastupljen sa podvrstama odgovarajućih vrsta, dobijeni podaci se odnose na odgovarajuće podvrste.



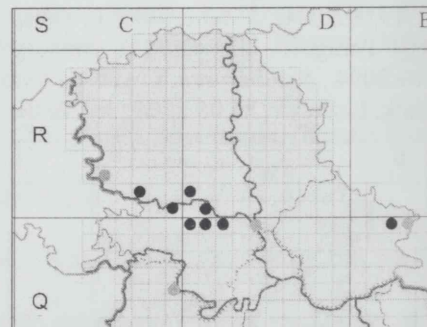
Slika 4 Rasprostranjenje u Vojvodini
S. officinale subsp. *officinale* var.
bohemicum



Slika 5 Rasprostranjenje u Vojvodini
S. officinale subsp. *uliginosum* var.
uliginosum



Slika 6 Rasprostranjenje u Vojvodini
S. officinale subsp. *uliginosum* var.
inundatum



Slika 7 Rasprostranjenje u Vojvodini
S. tuberosum subsp. *nodosum*

Životna forma

Životna forma definisana je na osnovu podele date prema Raunkier-ovom principu na osnovu položaja pupoljaka ili izdanaka u toku mirujućeg perioda u godini (zimski ili sušni), koja je razrađena od strane Elenberg-a i Meler-Dombois-a (Ellenberg i Mueller-Dombois, 1974), sa izvesnim korekcijama i dopunama (Stevanović, 1992).

Symphytum officinale L. subsp. *officinale* - **a Mac-Meg H scap**

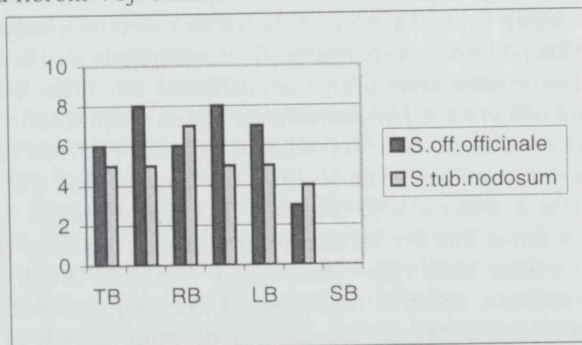
Symphytum tuberosum L. subsp. *nodosum* - **v-a Mes-Mac G scap/rhiz**

Predstavnici roda *Symphytum* razlikuju se u većini parametara koji su uključeni u ovakav oblik definisanja životne forme. Tipična podvrsta *S. officinale* je hemikriptofita

(H) čiji pupoljci se u nepovoljnom periodu nalaze neposredno uz površinu zemlje, dok je *S. tuberosum* subsp. *nodosum* geofita (G) koja nepovoljni period prolazi zahvaljujući adaptivnim organima (rizom, lukovica). Oba analizirana taksona su biljke sa izraženim stablom (*scaposa*), s tim što *S. tuberosum* subsp. *nodosum* ima razvijen rizom (*rhizomatosa*) sa izraženim zadebljanjima. Optimalna visina koju analizirani taksoni dostižu se razlikuje. Dok je *S. officinale* subsp. *officinale* viša biljka, koja naraste prosečno od 30 do 100 cm (Mac-Meg), *S. tuberosum* subsp. *nodosum* je biljka koja ne prelazi visinu od 60 cm (Mac), a optimalno je visoka od 10 do 30 cm (Mes-Mac). Fenofaza cvetanja je kod *S. tuberosum* subsp. *nodosum* nešto duža i pored prolećnog obuhvata i rano letnji period (v-a), dok *S. officinale* subsp. *officinale* isključivo cveta u letnjem periodu (a).

Ekološki indeksi

U cilju boljeg tumačenja rasprostranjenja, ekološka analiza je obuhvatila i indikatorske vrednosti za pojedine ekološke faktore za obe podvrste. U analizi osnovnih potreba biljaka za pojedinim ekološkim faktorima korišteni su ekološki indeksi po skali koju je definisao Borhidi za floru Mađarske (Borhidi, 1995), imajući u vidu sličnost flore Mađarske sa florom Vojvodine.



Slika 8 Ekološki indeksi osnovnih abiotičkih faktora za *S. officinale* subsp. *officinale* i *S. tuberosum* subsp. *nodosum*
Figure 8 Index values of abiotic factors of *S. officinale* subsp. *officinale* and *S. tuberosum* subsp. *nodosum*

U odnosu na zahteve za temperaturom obe vrste su se pokazale kao toploljubive do tolerantne na izvesne oscilacije, tj smanjenje temperature koje je rezultat altitudnog zoniranja. Sa tog aspekta, *S. officinale* subsp. *officinale* je vrsta koja se optimalno razvija i do zone subplaninskih listopadnih šuma (TB 6), dok *S. tuberosum* subsp. *nodosum* se uspešno razvija i u hladnijem pojasu planinskih mezofilnih šuma (TB 5). Posmatrajući ekološki indeks za vlažnost, *S. off. officinale* je biljka vlažnih staništa, a podnosi i povremena plavljenja (WB 8), dok *S. tub. nodosum* je vrsta umereno vlažnih staništa (WB 5). Kao ekološki faktori, analizirane su i osobine vezane za podlogu, reakcija

(RB), količina azota (NB) i koncentracija soli u podlozi (SB). U odnosu na reakciju podloge, *S. off. officinale* je manje-više indiferentna biljka (RB 5) i indikator je plodnog zemljišta, bogatog mineralima (NB 8), dok je *S. tub. nodosum* acidofilna biljka (RB 7), koja raste na baznim i mezotrofnim (NB 5) zemljištima. Oba analizirana taksona, izbegavaju zaslanjena staništa (SB 0). Na staništima koja su većim delom dana dobro osvetljena (LB 7) raste *S. off. officinale*, koja može da podnese i odgovarajući stepen zasenčenosti, dok je *S. tub. nodosum* biljka polusenke (LB 5). Grupi okeansko-subokeanskih vrsta koje su rasprostranjene u gotovo celoj Centralnoj Evropi (KB 3) pripada *S. off. officinale*, dok je *S. tub. nodosum* subokeanskog karaktera i areal joj je znatno širi u istočnim delovima Evrope (KB 4).

Na području Vojvodine danas rastu dve vrste roda *Symphytum*, *S. officinale* i *S. tuberosum*. Vrsta *S. officinale* je zastupljena sa dve podvrste, četiri varijeteta i dve forme, dok je vrsta *S. tuberosum* predstavljena sa jednom podvrstom. Infraspicijska varijabilnost nižeg ranga od podvrste nije zabeležena kod vrste *S. tuberosum*.

Vrsta *S. officinale* je široko rasprostranjena, njen areal zauzima čitavu Evropu, prostire se do granica zapadnog Sibira, uglavnom u submediteranskoj i temporalnoj zoni (Meusel i sar., 1978). Vrsta *S. officinale* je rasprostranjena u Srbiji i česta je na vlažnim livadama, uz obale vodotoka, pored puteva i na ruderalnim staništima (Cincović i Kojić, 1974). Tipična podvrsta subsp. *officinale* je zastupljena u celom arealu vrste, dok je subsp. *uliginosum* prisutna samo u istočnim delovima Centralne Evrope (Pawlowski, 1972). U Vojvodini ova vrsta je konstatovana na većem broju lokaliteta (Sl. 2). Taksonomskom analizom utvrđeno je da u Vojvodini postoje dve podvrste i to tipična i subsp. *uliginosum*, dok je unutar podvrste subsp. *officinale* konstatovano dva varijeteta (tipični i var. *bohemicum*), te dve forme koje pripadaju tipičnom varijetetu. Uzimajući u obzir činjenicu da tipična forma ima sve karakteristike koje se navode za vrstu, svi dostupni podaci su uvršteni u areal kartu rasprostranjenja u Vojvodini (Sl. 2.). Iako se na karti navodi veći broj lokaliteta, smatramo da ih ima još više, naročito duž vodotokova, međutim oni nisu navedeni iz razloga što za njih ne postoje zvanični publikovani ili herbarski podaci. Na par lokaliteta u Sremu (okolina Petrovaradina i Čortanovci) zabeležena je uskolisna forma tipičnog varijeteta (f. *angustifolium*) (Sl. 3). Pretpostavka je da je i ovaj oblik šire zastupljen u Vojvodini, ali da se na infraspicijsku varijabilnost nije dovoljno obraćala pažnja, te nije kao takav ni navoden. Drugi varijetet tipične podvrste, var. *bohemicum* zabeležen je u Vojvodini samo u okolini Sente (Sl. 4) (Guelmino, 1968, Boža i Vasić, 1986), te se ovom taksonu u budućim istraživanjima flore i vegetacije Vojvodine ili geografije roda *Symphytum*, treba naročito posvetiti pažnja, iz razloga što je to jedan redak takson i u susednoj Mađarskoj (Soó, 1968). Na veoma malom broju lokaliteta konstatovani su i taksoni subsp. *uliginosum* var. *uliginosum* i subsp. *uliginosum* var. *innundatum*. Prvi, tipičan varijetet podvrste subsp. *uliginosum* je zabeležen u okolini Sente (Sl. 5) (Guelmino, 1968, Boža i Vasić, 1986), dok je var. *innundatum* iste podvrste konstatovan u južnom Sremu (Sl. 6) (Žunić, 2002). Široko rasprostranjenje vrste *S. officinale* je omogućeno i njenom veoma širokom ekološkom

valencom za veći broj ekoloških karaktera. Naime, ova vrsta je manje-više indiferentna u odnosu na učešće u odgovarajućoj biljnoj zajednici (Kojić i sar., 1997; Borhidi, 1995). Pored toga iako je ljubitelj vlažnijeg zemljišta, sa većom koncentracijom hranljivih materija (trpi i povremena plavljenja), indiferentna je na stepen kiselosti podloge, uspešno se razvija i na suvljim staništima, pa čak i na slatinama sa manjom koncentracijom soli (Knežević, 1990). Takođe veoma je tolerantna na odgovarajući stepen zasenčenosti, iako je vrsta otvorenih staništa. Njena životna forma (hemikriptofita), u potpunosti odgovara umereno-kontinentalnom klimatu, te je izuzetno široko rasprostranjena od atlantske u pojedinim delovima i do mediteranske obale, a naročito u Centralnoj Evropi. Kombinacija ekoloških zahteva, životne forme i indiferentnost u odnosu na tip vegetacije, a posebno tolerantnost na intenzivan antropogeni uticaj doprineli su širokom rasprostranjenju ove vrste u Vojvodini.

Druga vrsta *S. tuberosum* je u Vojvodini zabeležena u šumskim područjima u Sremu i Banatu, kao i delovima Bačke u kojima se javljaju elementi šumske vegetacije (Sl. 7). Podvrsta subsp. *nodosum* je navedena za nekoliko lokaliteta u Banatu i Sremu (Obradović, 1988; Obradović i sar., 1990; 1991), a autori preporučuju reviziju herbarskog materijala i definisanje statusa taksona u okviru ove vrste. Analizom herbarskog materijala (BUNS), utvrdili smo da eksikati imaju sve karakteristike koje opisuju subsp. *nodosum*. Pored toga i analizom areala vrste *S. tuberosum* u Evropi (Pawlowski, 1972; Meusel i sar, 1978), konstatovano je da područje na kome je rasprostranjena istočna podvrsta obuhvata i područje današnje Vojvodine. S tim u vezi svi podaci koji su zabeleženi u literaturi su uključeni u rasprostranjenje taksona *S. tuberosum* subsp. *nodosum* zajedno sa revidiranim herbarskim materijalom kolekcije BUNS. Takođe i u okolnim florama (Mađarska, Bugarska, Hrvatska) samo ova podvrsta se navodi kao predstavnik vrste (Soó, 1968; Петрова, 1989; Lovašen-Eberhardt, 2000). Podaci o prisutnosti ove biljke u Vojvodini datiraju još sa kraja XIX veka (Zorkóczy, 1896). Ekološke karakteristike koje odlikuju ovaj takson su znatno uže amplitude i orijentisane su na odabir staništa šumskog tipa. Fitocenološki status je definisan u vegetaciji klase *Quercus-Fagetea* (Kojić i sar., 1997, Borhidi, 1995). Period cvetanja se odnosi na period kada drveće još nije formiralo do kraja svoje krošnje i kada ima dovoljno svetlosti u prizemnom spratu. Biljka se uspešno razmnožava i vegetativno zbog posedovanja rizoma sa aktivnim pupoljcima (geofita). Analiza osnovnih ekoloških faktora takođe govori o adaptaciji ovog taksona za šumska staništa: mezofilnost, te preferiranje baznih mezotrofnih, poluosvetljenih staništa. Nestajanje šuma u Vojvodini (Butorac i sar., 1998), je uzrok da najverovatnije pojedini podaci o ovom taksonu, koji je i značajna lekovita sirovina, neće naći potvrdu u terenskim istraživanjima.

ZAKLJUČAK

- Na osnovu podataka iz literature i revizijom herbarskog materijala, u flori Vojvodine zabeležene su dve vrste, tri podvrste, četiri varijeteta i dve forme roda *Symphytum*.



- Vrsta *S. officinale* je u Vojvodini zabeležena sa dve podvrste subsp. *officinale* i subsp. *uliginosum*. Unutar tipične podvrste konstatovana je velika infraspecijska varijabilnost. Osim tipičnog oblika var. *officinale* f. *officinale* svi ostali taksoni su retki u Vojvodini i konstatovani na malom broju lokaliteta.
- Široko rasprostranjenje tipičnog oblika vrste *S. officinale* je posledica široke ekološke valence za većinu osnovnih ekoloških faktora, pripadnost hemikriptofitama i indiferentnosti prema tipu vegetacije.
- Revizijom herbarskog materijala i analizom areala konstatovano je da u okviru vrste *S. tuberosum* u Vojvodini raste samo podvrsta subsp. *nodosum*.
- Analiza ekoloških faktora, tipa vegetacije i pripadnosti životnoj formi, pokazala je specijalizaciju taksona za šumska staništa, što objašnjava fragmentarno rasprostranjenje ove biljke u Vojvodini.

LITERATURA

- Acević, N. (1976): Biljnogeografske karakteristike okoline Pećinaca i Obedske bare, Diplomski rad. Prrodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Babić, N. (1955): Nizinske livade u Podunavlju. Rad Vojvođanskih Muzeja 4: 155 - 164.
- Babić, N., Parabućski, S. (1971): Prikaz vegetacije Šajkaške, in Bukurov, B., ur., Šajkaška, priroda kraja, pp. 114 - 140. Matica Srpska, Novi Sad.
- Borhidi (1993): A Magyar flóra szociális magatartás típusai, természetességi és relativ ökológiai értékszámai. Janus Pannonius Tudományegyetem Növenytani Tanszék, Pécs.
- Boža, P. (1976): Flora okoline Bajše, Diplomski rad. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Boža, P., Vasić, O. (1986): *Symphitum officinale* L. in Sarić, M. ed., Flora SR Srbije X: 169.
- Boža, P., Grdinić, B., Knežević, A., Krivokućin, I., Adamović, D. (1997): Pregled lekovitih biljaka u flori zapadne Bačke. Medicinal Plant Report, 4 (4): 35 - 49.
- Broz, V. (1951): Flora Deliblatske peščare, floristički rad Teodora Soške na Deliblaskoj peščari. Zaštita prirode, 2 - 3: 318 - 342.
- Budak, V., Boža, P., Igić, R. (1990): Neke florističke i fitogeografske specifičnosti Potamišja. Zbornik radova Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu, serija za biologiju, 20: 27 - 41.
- Bugarski, V. (1979): Samonikle i gajene biljke okoline Suseka (livadske vegetacije i vegetacije poplavnih šuma), Diplomski rad. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Butorac, B. (1981): Florističke karakteristike istočnog dela Fruške Gore, Magistarski rad. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Butorac, B. (1992): Vegetacija Fruškogorskog lesnog platoa. Matica Srpska, Novi Sad.
- Butorac, B., Boža, P., Igić, R. (1998): Faktori ugrožavanja samoniklih lekovitih biljaka, u Stevanović, D., uredn., Biološki aktivne materije viših biljaka, algi i gljiva, pp.: 14 - 1

20. Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Institut za biologiju, Novi Sad.
- Cincović, T., Kojić, M. (1974): Boraginaceae A.L. de Jussieu in Josifović, M. (ur.), Flora SR Srbije VI: 1-71. SANU, Beograd.
- Cincović, T., Kojić, M. (1977): Boraginaceae A.L. de Jussieu in Josifović, M. (ur.), Flora SR Srbije IX: 159-162. SANU, Beograd.
- Crnčević, S. (1994): Korovska vegetacija voćnjaka Fruške Gore. Matica Srpska, Novi Sad.
- Đurčjanski, R. (1980): Florističke karakteristike jugoistočne Bačke, Magistarski rad. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Ellenberg, H., Mueller-Dombois, D. (1974): Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Willey and Sons, New York, London.
- Erdeši, J. (1971): Fitocenoze šuma jugozapadnog Srema. Šumsko gazdinstvo Sremske Mitrovice, Sremska Mitrovica.
- Grđinić, B. (1996): Značaj florističkih istraživanja u funkciji unapređivanja nastave biologije, Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Guelmino, J. (1968): Građa za monografiju Sente I. Štamparija „Udarnik“, Senta.
- Hirc, D. (1919): Građa za floru Srijemskog plošnjaka, Fruške Gore i okoline grada Osijeka. Glasnik Zemaljskog Muzeja BiH, 31: 359 - 408.
- Ivković, O., Budak, V. (1979): Prilog flori prostora na kome se nalazi Petrovaradinska tvrđava i njena bliža okolina. Zbornik za prirodne nauke Matice srpske, 56: 53 - 64.
- Igić, R. (1988): Pregled flore Titelskog brega. Zbornik Matice Srpske za prirodne nauke, 74: 135 - 152.
- Igić, R. (1991): Florističke odlike Bačke lesne zaravni, Doktorska disertacija. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Igić, R., Vukov, D., Anačkov, G. (1998): Lekovite biljke u flori Bačke lesne zaravni. Naučni skup „Biološki aktivne materije viših biljaka, algi i gljiva“, Novi Sad 1998., Zbornik apstrakata, pp.: 21.
- Igić, R., Vukov, D., Anačkov, G. (2000): Lekovite biljke u flori Titelskog brega. 6. Simpozijum o flori jugoistočne Srbije i susednih područja, sa međunarodnim učešćem, Zaječar, 04.-07. juli 2000., Zbornik apstrakata, pp.: 30.
- Janković, M.M., Mišić, V. (1980): Šumska vegetacija i fitocenoze Fruške Gore. Matica srpska, Novi Sad.
- Kilibarda, M. (1973): Flora okoline Vrbasa, Diplomski rad. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Knežević, A. (1990): Ekološka i biljnogeografska analiza flore slatina Banata, Doktorska disertacija. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Kojić, M., Popović, R., Karadžić, B. (1994): Fitoindikator i njihov značaj u proceni ekoloških uslova staništa. Nauka, Institut za istraživanja u poljoprivredi Srbija, Beograd.
- Lovašen-Eberhardt, Ž. (2000): *Symphytum* L. in Nikolić, T. (ur.), Flora Croatica, Index Florae Croatiae, Pars 3. Natura Croatica Vol. 9, Suppl. 1: 45.

- Meusel, H., Jäger, E., Rauschert, S., Weinert, E. (1978): Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen flora, II (text). Veb Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Meusel, H., Jäger, E., Rauschert, S., Weinert, E. (1978a): Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen flora, II (karten). Veb Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Obradović, M. (1966): Biljnogeografska analiza flore Fruške Gore. Matica srpska, Novi Sad.
- Obradović, M., Boža, P. (1986): Prodromus flore papratnica i semenica Subotičke peščare i bliže okoline. Zbornik radova Prirodno-matematičkog fakulteta, serija za biologiju, 16: 121 – 142.
- Obradović, M. (1988): Retke i reliktnе biljke Vršаčkih planina. Matica Srpska, Novi Sad.
- Obradović, M., Panjković-Matanović, V., Igić, R. (1991): Četiri nove biljke za floru SR Srbije. Simpozijum „Nedeljko Košanina i botaničke nauke”, Ivanjica, 11.-13. oktobar 1990., Zbornik apstrakata, pp.: 84.
- Obradović, M., Panjković-Matanović, V., Igić, R. (1991): Četiri nove biljke za floru SR Srbije. Zbornik Matice Srpske za prirodne nauke, 81: 137 – 144.
- Panjковиć, V. (1983): Biljnogeografska analiza flore Vršаčkog brega, Doktorsak disertacija. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Parabućki, S. (1983): Fam. *Boraginaceae* A.L. de Jussieu in Gajić, M. ed., Flora Deliblatske peščare. Prirodno-matematički fakultet, Institut za biologiju i Šumsko-industrijski kombinat „Pančevo”. Novi Sad, Pančevo. pp. 249-258.
- Pawlowski, B. (1972): *Symphytum* L. in Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.A. (ur.), Flora Europaea IV: 103-105. Cambridge University Press, Cambridge.
- Pekanović, V. (1991): Šumska vegetacija Vršаčkih planina. Matica srpska, Novi Sad.
- Петрова, А. (1989): *Symphytum* L. in Велчев, В. (ур.), Флора на НР България IX: 161 – 168. Издателство на Българската Академия на Науките, София.
- Petrović, M. (1979): Flora okoline Bečeja, Diplomski rad. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Prodán, Gy. (1915): Bács-Bodrog-vérmegeye sziki növényei. Magyar Botanikai Lapok XIII, 1/5: 96 - 138.
- Prodán, Gy. (1916): Bács-Bodrog vármegye flórája. Magyar Botanikai Lapok XIV, 5/12: 120 - 269.
- Radonjić, D. (1979): Flora okoline Bačke palanke-severni deo prema Obrovcu, Diplomski rad. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Savić, D. (1993): Flora okoline Tomaševca, Diplomski rad. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Seležan, S. (1975): Biljno-geografske karakteristike Kuštilja i njegove okoline, Diplomski rad. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Sigunov, A. (1970): Pregled flore Deliblatske peščare. Zbornik radova II Simpozijuma o Deliblatskom pesku, 95 - 110.

- Slavnić, Ž. (1952): Nizinske šume Vojvodine. Zbornik Matice srpske, serija prirodnih nauka, 2: 17 - 38.
- Slavnić, Ž. (1954): Florogeneza nizinskih šuma Vojvodine. Zbornik Matice srpske, serija prirodnih nauka, 5: 61 - 86.
- Slavnić, Ž. (1956): Vodena i barska vegetacija Vojvodine. Zbornik Matice Srpske serija prirodnih nauka 5: 61-86.
- Slavnić, Ž. (1958): O vegetaciji sveze *Senecion fluviatilis* TX. u Jugoslaviji. Zbornik Matice srpske, serija prirodnih nauka, 15: 153 -172.
- Soó, R. (1968): A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve III: 31-42. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Stanković, S. (1993): Florističke odlike okoline Novog Sada (jugozapadni deo-podunavlje), Diplomski rad. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Stanojević, R. (1981): Flora okoline Mošorina, Diplomski rad. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Stanojević, R. (1983): Florističke odlike Titelskog brega, Magistarski rad. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Stevanović, V. (1992): Floristička podela eritorije Srbije sa pregledom viših horiona i odgovarajućih flornih elemenata, in Sarić, M. (ur.), Flora Srbije I: 47-65. SANU, Beograd.
- Stevanović, V. (1992a): Klasifikacija životnih formi biljaka u flori Srbije u Sarić, M. urednik, Flora Srbije I: 39 - 46. SANU, Beograd.
- Sučević, P. (1962): Šumske fitocenoze Vršackih planina. Rad vojvođanskih muzeja 11: 79 - 88.
- Takhtajan, A. (1997): Diversity and Classification of Flowering Plants. Columbia University Press, New York.
- Tot, M. (1976): Flora okoline Subotice (Severozapadni deo), Diplomski rad. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Vajgand, K. (1965): Prilog flori Bačke - osvrt na floru okoline Sombora, Diplomski rad. Filozofski fakultet, Novi Sad.
- Vučković, R. (1980): Zeljasta (močvarna i livadsko-pašnjačka) vegetacija okoline Sečnja, Magistarski rad. Prirodno-matematički fakultet, Beograd.
- Vučković, R. (1982): Jedna nova asocijacija sveze *Festucion pseudovinae* Soó 1933. Ekologija, Vol. 17, 1: 15 - 25.
- Vučković, R. (1985): Fitocenoze slatinske vegetacije istočnog Potamišja, njihova produkcija i hranljiva vrednost, Doktorska disertacija. Prirodno-matematički fakultet, Beograd.
- Vučković, M. (1991): Livadska i livadsko-stepska vegetacija Vršackih planina. Matica srpska, Novi Sad.
- Vuković, B. (1972): Biljnogeografske karakteristike flore okoline Petrovaradina, Diplomski rad. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Walter, H., Straka, H. (1970): Arealkunde, Floristich - historische Geobotanik. V. E. U. Stuttgart.

Zorkóczy, L. (1896): Újvidéés környékének florája. Popovits M. Testvérek Könyvnyomdája, Újvidék.

Žunić, B. (2002): Flora hrastovih šuma duž reke Zasavice, Diplomski rad. Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.

Žunić, B., Anačkov, G., Vukov, D. (2002): Taksonomska, fitogeografska i ekološka analiza flore hrastovih šuma duž reke Zasavice (Jugoslavija). 7. Simpozijum o flori jugoistočne Srbije i susednih područja, sa međunarodnim učešćem, Dimitrovgrad, 2002. Zbornik rezimea, pp.: 45.

TAXONOMICAL, CHOROLOGICAL AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS
OF *SYMPHYTUM* L. 1754 SPECIES (BORAGINALES, BORAGINACEAE) IN VOJVODINA

Anačkov, G., Boža, P., Igić, Ružica, Vukov, Dragana
Department of Biology and Ecology, Faculty of Natural Sciences,
University of Novi Sad
Trg Dositeja Obradovića 2, Novi Sad 21000, Serbia and Montenegro
ganackov@ib.ns.ac.yu

SUMMARY

Analysis of distribution of *Symphytum* species was based upon the available literature data and revision of the herbarium material. Well developed infraspecific variability was observed in species *S. officinale*, with two subspecies, four varieties and two forms. In flora of Vojvodina, the species *S. tuberosum* is represented by only a subspecies, subsp. *nodosum*. Analyzed distribution area is presented on 10 x 10 km UTM (Universal Transverse Mercator) maps (34T). Life forms, index values of main ecological factors, and vegetation type show the distribution of *Symphytum* taxa in Vojvodina.

Key words: *Symphytum*, distribution, infraspecific variability, Vojvodina

KONCENTRACIJA OLOVA KOD NEKIH LIJANA I ZELJASTIH BILJNIH VRSTA DUŽ SAOBRAĆAJNICE M-21 KROZ NACIONALNI PARK „FRUŠKA GORA”

Milovanović, D.¹, Krstić, B.², Igić, Ružica²

¹ Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu, 11000 Beograd,

² Departman za biologiju i ekologiju, Prirodno matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, 21000 Novi Sad

SAŽETAK

Olovo je teški metal koji pokazuje izuzetno štetan efekat kako na biljke, tako i na životinje i čoveka, jer ispoljava kumulativan, sporodelujući efekat. Koncentracija olova je ispitana u biljnom materijalu sakupljenom na sedam odabranih lokaliteta duž deonice puta M-21 (Irig – Iriški Venac – Paragovo). Koncentracija olova u listovima biljaka određena je na AAS. Dobijeni rezultati pokazuju da bršljan (*Hedera helix*) i pavit (*Clematis vitalba*) imaju približno iste koncentracije olova bez obzira na lokalitet, za razliku od zeljastih biljnih vrsta gde su razlike više izražene. Najveću koncentraciju imaju mišjakinja (*Stellaria media*) i maslačak (*Taraxacum officinale*), koje su ujedno i hiperakumulatori. Na osnovu rezultata može se zaključiti da koncentracija olova zavisi od frekvencije saobraćaja i vremena zadržavanja vozila. Izmerene koncentracije su znatno ispod dozvoljenih koje propisuje regulativa Republike Srbije.

Ključne reči: Fruška gora, M-21, lijane, zeljaste biljke, olovo

UVOD

Uticaj saobraćaja na zagađenje životne sredine je izuzetno veliki i on se ogleda u emisiji ugljen monoksida, azotnih oksida, oksida olova i drugih štetnih materija.

S tim u vezi objavljen je veliki broj radova koji ukazuju na značajno nakupljanje olova u biljkama, naročito u blizini autoputeva (Heilenz 1970, Sommer 1976), kao i na dinamiku olova u zemljištu i na njegovo usvajanje od strane biljaka (Höll i Hampp 1975). Tečna jedinjenja olova, tetrametilolovo i tetraetilolovo, se mešaju sa benzinom. Upotrebljavaju se kao antidetonatori u benzinu za motore sa unutrašnjim sagorevanjem. Ova jedinjenja mešaju se sa hloridnim i bromidnim ugljovodoncima u dovoljnim količinama kako bi se olovo prevelo u neorganske halogene soli u toku procesa njihovog sagorevanja u motoru. Posle sagorevanja u cilindru motora nastaju olovosulfat, oksidi olova kao i izduvni gasovi automobila tetrametilolovo i tetraetilolovo.

Biljke iz zemljišta usvajaju i premeštaju u nadzemne organe relativno malo olova, izuzev na kiselim i u kalcijumu siromašnim zemljištima iz kojih biljke mogu da usvajaju znatno veće količine olova (Wiklander i Valtras, 1977). Različite biljne vrste različito reaguju na povećanu koncentraciju teških metala, uključujući i olovo, kao i različiti genotipovi u okviru iste biljne vrste. Što se tiče rastenja i razvića biljaka, olovo uglavnom inhibira rast ćelija. To je posledica njegovog uticaja na metabolizam i transport auksina (Woolhose, 1983). Čak i pri nižim koncentracijama ovaj toksični metal utiče na deobu ćelija, a pri većim koncentracijama (ili u obliku trialkilolova) ispoljava mutageno dejstvo na ovaj proces. Po istraživanju Janjatović et al. (1991), posledica veće koncentracije olova u biljkama je i smanjenje lisne površine. Utvrđeno je da olovo inhibira rastenje biljaka (Mukherji i Maitra, 1977), rastenje ponika (Lane i Martin, 1977), elongaciju ćelija (Lane et al, 1978), sintezu pigmenata hloroplasta (Kastori, et al, 1996) i fotosintezu (Bazzaz et al., 1974).

MATERIJAL I METODE

Područje ispitivanja je nacionalni park „Fruška gora” odnosno deonica puta preko Iriškog Venca: Irig – Iriški Venac – Paragovo u dužini od 12 km, na tačno određenim lokalitetima duž magistrale sa leve i desne strane (Slika 1.). Odabir sedam lokaliteta sa kojih su uzimani uzorci biljaka za analizu, sprovedeni su pažljivo jer je bilo neophodno da na svakom od odabranih lokaliteta budu prisutne iste vrste koje su odabrane za analizu.

Lokaliteti su sledeći:

Lokalitet 1 – put na ulasku od Hopova

Lokalitet 2 – na pola puta do Iriškog Venca (1.5 km)

Lokalitet 3 – Iriški Venac

Lokalitet 4 – 500 m od Iriškog Venca prema Paragovu

Lokalitet 5 – 2.5 km od Iriškog Venca prema Paragovu

Lokalitet 6 – raskrsnica na Paragovu ulaznog i silaznog puta M-21

Lokalitet 7 – kontrola (put zabranjen za saobraćaj)

Vrste biljaka koje su odabrane za analizu:

1) liane:

a) pavit – bela loza

– *Clematis vitalba*

b) bršljan

– *Hedera helix*

2) zeljste biljke:

a) zečija stopa

– *Geum urbanum*

b) šumski zvezdan

– *Stellaria holostea*

c) kopriva

– *Urtica dioica*

d) maslačak

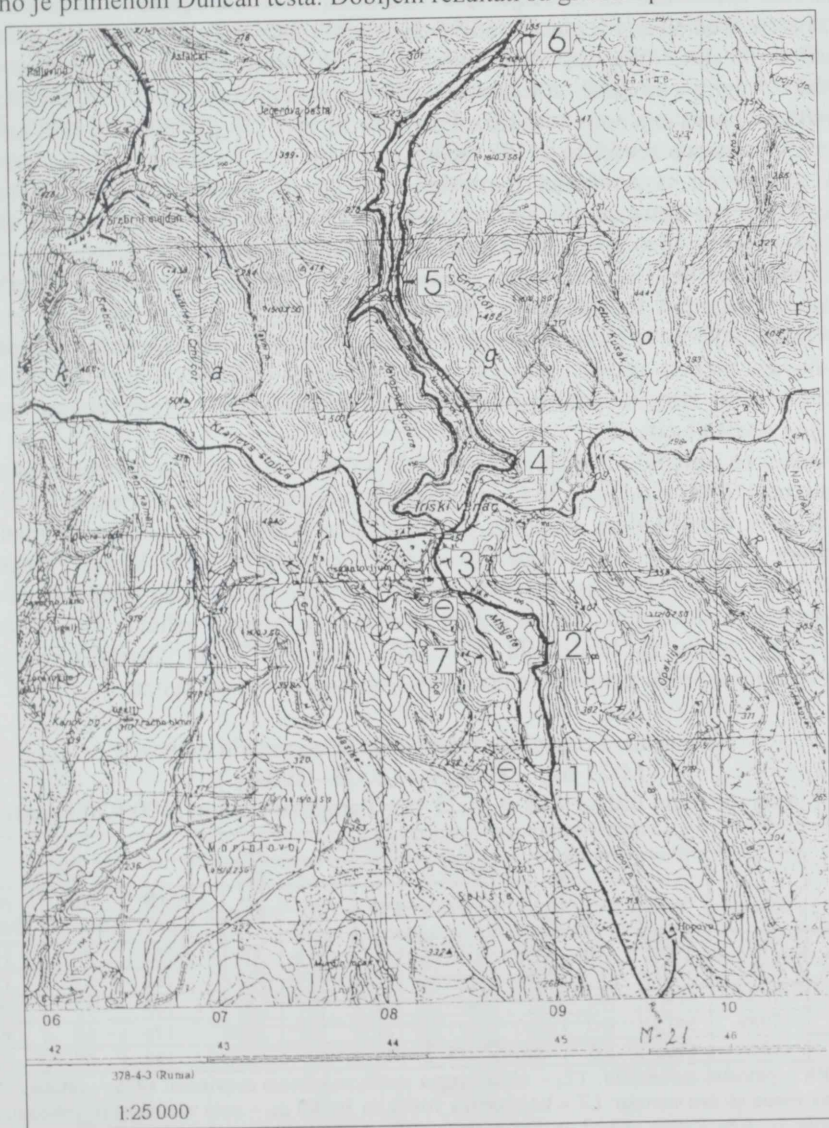
– *Taraxacum officinale*

e) mišjakinja

– *Stellaria media*

Prikupljani su uzorci listova duž puta, u količini 1-2 kg i sušeni bez prethodnog pranja do vazdušno suve mase, a zatim u sušnici na 105°C. Koncentracija olova u svim

biljkama je određena metodom atomske apsorpcione spektrofotometrije (Arsenijević, Pajević, 2002). Dobijeni podaci obrađeni su statistički metodom analize varijanse – LSD testom za nivo značajnosti $p = 0,05$, a testiranje značajnosti srednjih vrednosti utvrđeno je primenom Duncan testa. Dobijeni rezultati su grafički prikazani.



Slika 1 Deo magistralnog puta M-21 gde je određena koncentracija olova
Figure 1 Analyzed M-21 highway section

REZULTATI I DISKUSIJA

Imisija zagađujućih goriva i teških metala regulisana je pravilnikom o graničnim vrednostima, metodama za merenje, a u skladu sa važećim republičkim Zakonom o zaštiti životne sredine tj. Sl. glasnik 66/91 Sl. glasnik 54/92. Tako, poređenje graničnih vrednosti za imisiju olova sa standardima EU koji dozvoljavaju da u vazduhu godišnje može biti $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a regulativa Republike Srbije dozvoljava $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vazduha za 24h u nastanjenom i nenastanjenom području. Pravilnikom SRJ (Sl. glasnik 11., 1990) dozvoljena količina olova u zemljištu je $100 \text{ mg}/\text{kg}$.

U poređenju sa zemljama Evropske unije gde je dozvoljena količina olova u benzinu $0.16 \text{ g}/\text{l}$, u našoj zemlji upotrebljava se benzin sa visokim sadržajem olovnih aditiva od $0,5 \text{ g}/\text{l}$, a udeo bezolovnog benzina je samo 2% ukupne potrošnje.

Godišnja potrošnja benzina u SCG je $3,6 \cdot 10^9 \text{ l}/\text{god}$ i pri sadržaju $0,5 \text{ g Pb}/\text{l}$ to iznosi $1800 \text{ t Pb}/\text{godini}$ dodatog olova (Sekulić et al, 2003).

Nakupljanje olova u biljkama pored puteva zavisi od: frekvencije saobraćaja, prisustva olova u parnom stanju i olova iz lebdećih čestica (Milošević et al, 2001), meteoroloških uslova, stepena pokrovnosti zemljišta biljnim pokrivačem, dužine trajanja vegetacije i godišnjeg doba.

Podaci za ispitivani magistralni put M-21 (Tab.1.) ukazuju da ukupan broj vozila po danu iznosi 7001, a od toga 5647 putničkih automobila koji troše benzin i 1354 vozila koja troše dizel gorivo. Kako je merna stanica postavljena u Irigu, ukupan broj vozila prođe putem Irig-Iriški Venac, polovina vozila putem Iriški Venac-Paragovo u silazu, a druga polovina Paragovo-Iriški Venac u uzlazu, pa se može pretpostaviti da je stepen zagađenja olovom različit jer je broj vozila i zadržavanje različito. Iz Tabele 1. se takođe može zaključiti tendencija povećanja ukupnog broja vozila u narednim godinama, u prvom redu putničkih automobila koji koriste olovni benzin.

Tabela 1 Prosečan dnevni saobraćaj na delu puta
M-21 Irig – Paragovo (2000 – 2004 g.)

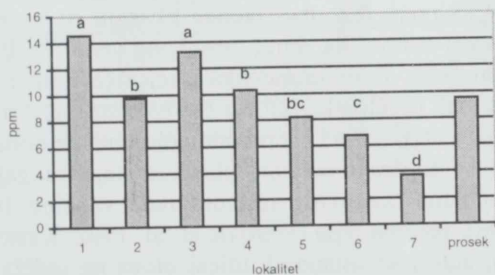
Table 1 Average daily traffic load at M-21 Irig-Paragovo section (2000-2004 period)

Godina	Vozila/dan										
	Ukupno	PA	BUS	LT	ST	TT			AB		
						TT ₁	TT ₂	Svega	AB prik.	AB 2osov	AB 3osov
2004	7001	5647	180	258	189	153	17	557	155	89	313
2005	7337	5929	186	266	197	159	18	582	162	81	339
2006	7656	6196	192	274	203	166	18	607	169	73	365
2007	7989	6475	197	282	211	172	19	633	176	65	392
2008	8337	6766	203	290	218	178	20	660	184	57	420

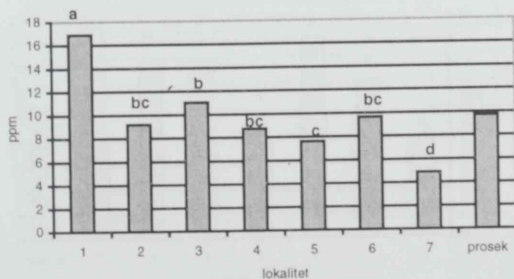
Legenda: PA – putnički automobili; TT₁ – teška teretna vozila sa jednom osovinom; BUS – autobus; TT₂ – teška teretna vozila sa dve osovine; LT – laka teretna vozila do 3t; AB_{prik} – auto vozovi sa prikolicom; ST – teretna vozila 7t; AB₂ – auto vozovi sa dve osovine; TT – teška teretna vozila; AB₃ – auto vozovi sa tri osovine;

U biljkama se olovo apsorbuje preko korena i listova. Dok se neorganske olovo slabo apsorbuje, organska jedinjenja olova, posebno međuprodukti olova iz benzina, usvajaju se dobro i brzo premeštaju iz korena u nadzemni deo (Kastori et al., 1997).

Dobijeni podaci (Graf. 1. i 2.) za bršljan (*Hedera helix*) i pavit (*Clematis vitalba*), koji spadaju u lijanke, ukazuju da ove dve biljne vrste akumuliraju približno istu količinu olova, bez obzira na lokalitet sa koga je sakupljan biljni materijal. Međutim, kada uporedimo različite lokalitete postoje znatnija odstupanja. Nađene velike koncentracije olova na lokalitetima 1, 2, 3 i 4 su očekivane, jer su ti lokaliteti na deonici puta gde se saobraćaj odvija jednom kolovoznom trakom, pa su zadržavanja vozila i gustina saobraćaja veliki, što kao rezultat daje visoke koncentracije olova u biljkama. Znatno manja koncentracija olova na lokalitetu 5 objašnjava se činjenicom da se taj lokalitet, za razliku od predhodnih, nalazi na deonici puta sa dve kolovozne trake u istom smeru, pa je brzina vozila veća, a zadržavanja su manja, te je nađena koncentracija olova u biljkama srazmerno manja. Na kontrolnom lokalitetu 7 nalazimo najmanju koncentraciju olova, što je i razumljivo, jer je to deo puta zabranjen za saobraćaj.



Grafikon 1 Koncentracija olova u bršljanu (*Hedera helix*)



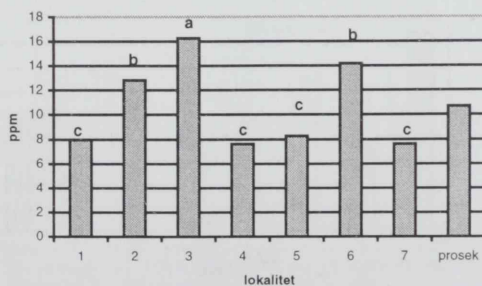
Grafikon 2 Koncentracija olova u belojoj lozi (*Clematis vitalba*)

Prema Pählosson-Balsberg (1989) koncentracija olova u biljnom tkivu šumskog drveća, koja ne izaziva efekte oštećenja je $Pb < 15 \mu\text{g/g}$, a smanjenje fizioloških aktivnosti i prirasta je u slučaju kada je koncentracija olova veća od $20\text{--}70 \mu\text{g/g}$.

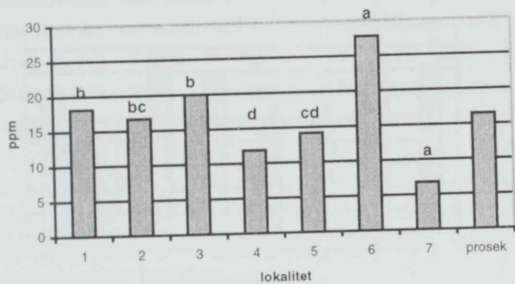
Lackovičova i sar. (1994) ispitujući koncentracije teških metala sa 12 različitih lokaliteta koji su ugroženi industrijskim zagađenjem su u slučaju *Picea abies* našli da se koncentracija olova kreće od $4\text{--}12 \text{ ppm}$.

Kadović i Knežević (2002) ispitujući sadržaj olova u šumskim ekosistemima Srbije i evropskim šumama navode u slučaju bukovih šuma (*Fagetum sylvaticae*) da je prosečan sadržaj olova $9,31 \text{ mg/kg}$ u Srbiji, a u evropskim šumama $1,2 \text{ mg/kg}$. Isti izvori navode da listovi hrasta kitnjaka (*Quercus petraea*) akumuliraju manje olova nego bukva, a najveća koncentracija je izmerena u korenu i kori hrasta kitnjaka je na Fruškoj gori (12 mg/kg i $8,11 \text{ mg/kg}$). Takođe, zapaža se da su u vegetativnim organima četinaru izmerene veće koncentracije olova nego u slučaju lišćara.

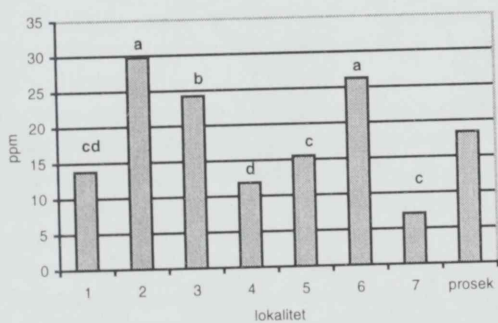
Upoređujući zeljaste biljne vrste (Graf.3.-7.) takođe se uočava da postoje značajne razlike između biljnih vrsta bez obzira na lokalitet. Najveću koncentraciju olova nalazimo kod mišjakine (*Stellaria media*) $18,36 \text{ ppm}$, zatim maslačka (*Taraxacum officinale*) $16,49 \text{ ppm}$, dok najmanju količinu ima šumski zvezdan (*Stellaria holostea*) $9,15 \text{ ppm}$. Rezultati takođe ukazuju da su mišjakinja i maslačak hiperakumulatori olova u odnosu na druge ispitivane vrste. Po literaturnim podacima, najpoznatiji hiperakumulator olova je indijska slačica (*Brassica juncea*) (Baker et.al. 1995), ali i biljke iz drugih familija kao što su *Euphorbiaceae*, *Asteraceae*, *Lamiaceae* i *Scrophulariaceae* (Baker et al., 1995). Upoređujući dobijene podatke sa nekim drugim biljnim vrstama koje su hiperakumulatori olova, a koje su gajene u kontrolisanim uslovima i koncentracijama hranljivog rastvora reda veličine 10^{-5} ppm , kao što su suncokret (Adler, 1996), šećerna repa (Petrović et. al. 1992, Kastori et al., 1996) i soja (Kastori et al., 1991), autori su ustanovili uticaj olova na sadržaj vode, transpiraciju, koncentraciju prolina i nitratreduktaznu aktivnost kao i na nakupljanje drugih jona. Interesatno bi bilo i u prirodnim uslovima pratiti uticaj olova na ove i druge fiziološke procese.



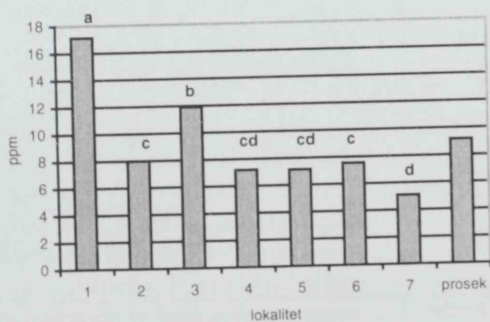
Grafikon 3 Koncentracija olova u koprivi (*Urtica dioica*)



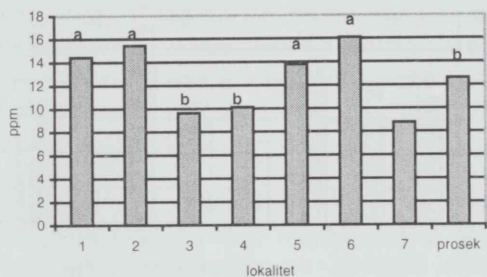
Grafikon 4 Koncentracija olova u maslačku (*Taraxacum officinale*)



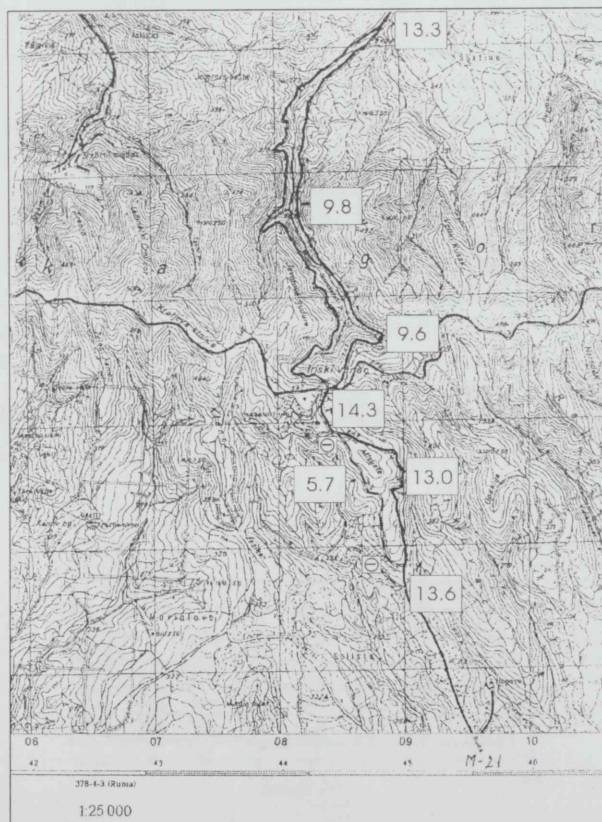
Grafikon 5 Koncentracija olova u mišjakinji (*Stellaria media*)



Grafikon 6 Koncentracija olova u šumskom zvezdanu (*Stellaria holostea*)



Grafikon 7 Koncentracija olova u zečijoj stopi (*Geum urbanum*)



Slika 2 Koncentracija Pb (ppm) po lokalitetima, bez obzira na biljnu vrstu
Figure 2 Pb concentration (ppm) by locality (regardless plant species)

Upoređujući lokalitete, bez obzira na biljne vrste ispitivane u ovom radu (Sl.2.) uočavaju se značajne razlike koncentracije olova u biljkama na pojedinim deonicama dela puta M-21, Irig-Iriški Venac-Paragovo, koje su uslovljene, u prvom redu, frekvencijom putničkog saobraćaja i vremena zadržavanja vozila.

Poređenjem nađenih koncentracije na istraživanom području Fruške gore, sa MDK vrednostima, po zakonskoj regulativi Republike Srbije (Piperski, Radišić, 2003), za koncentracije olova u zemljištu (100 ppm) uočava se da su nađene vrednosti znatno ispod dozvoljenih. Znajući da se biljke nalaze u lancu ishrane, kao i da je regulativa EU znatno strožija, neophodno je eliminisati izvore zagađenja, u prvom redu uvođenjem u isključivu upotrebu bezolovnog benzina.

ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata možemo izvesti sledeće zaključke:

Magistralni put M-21, tj. deonica Irig-Iriški Venac-Paragovo je izuzetno opterećena putničkim automobilima, koji koriste olovne aditive, sa tendencijom povećanja saobraćaja u narednim godinama

Naročito je opterećen saobraćajem uzlazno-silazni deo puta Irig-Iriški Venac gde se saobraćaj obavlja dvosmerno, sa po jednom kolovoznom trakom

Koncentracija olova opada sa udaljenjem od izvora zagađenja, tj. kontrolne biljke na putu izvan upotrebe imaju u proseku znatno manje olova

Kod dve vrste lijana bršljan (*Hedera helix*) i pavit (*Clematis vitalba*), bez obzira na lokalitet, nema razlika u sadržaju olova

Od zeljastih biljaka mišjakinja (*Stellaria media*) i maslačak (*Taraxacum officinale*) su hiperakumulatori olova u odnosu na druge ispitivane biljne vrste.

Nađene koncentracije olova su ispod dozvoljenih vrednosti koje su utvrđene republičkim zakonom

Neophodna je harmonizacija zakonskih propisa koji regulišu ovu materiju sa propisima Evropske Unije, koji su znatno strožiji

LITERATURA

- Adler, T. (1996): Botanical Cleanup Crews, Sci. News 150, 42-43.
- Arsenijević-Maksimović, I., Pajević, S. (2002): Praktikum iz fiziologije biljaka, Poljoprivredni fakultet, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad, s. 240.
- Baker, A.J.M., McGrath, S.P., Sidoli, C.M.D., Reeves, R.D. (1995): The potencial for heavy metal decontamination, Mining Environ. Maneger 3 (3), 12-14.
- Bazzaz, F. A., Rolfe, G.L., Windle, P. (1974): Differing sensitivity of corn and soybean photosynthesis and transpiration to lead contamination. J. Environ. Quality, 3, 156-158.
- Heilenz, S. (1970): Untersuchungen über den Bleigehalt von Pflanzen an verkehrsreichen Standorten. Lanw., Forsch., Sonderheft, 25/1, 73-78.

- Höll, W, Hampp, R. (1975): Lead and plants. Arch. Environ. Contamination Toxicol, 74, 79-111.
- Janjatović, V., Kastori, R., Petrović, N., Knežević, A., Kabić, D. (1991): Uticaj olova na morfološko-anatomsku građu biljaka kukuruza (*Zea Mays* L.). Zbor. Matice srp. prir. nauke, 80, 121-129.
- Kadović, R., Knežević, M. (2002): Teški metali u šumskim ekosistemima. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, str. 278.
- Kastori, R., Petrović, N., Gašić, O., Janjatović, V. (1991): Uticaj olova na akumulaciju i distribuciju mineralnih materija u soji (*Glycine max.* (L.) Herr), Zbor. Matice srp. za prir. nauke, 80, 55-65.
- Kastori, R., Petrović, N., Petrović, M. (1996): Effect of lead on water relations, proline concentration and nitrate reductase activity in sunflower plants, Acta Agro. Hung., 44(I), 21-28.
- Kastori, R., Petrović, N., Arsenijević-Maksimović, I. (1997): Teški metali i biljke. Teški metali u životnoj sredini (Kastori ed.), Feljton, Novi Sad, 195-247.
- Lackovičova, A., Martiny, E., Pišut, I., Streško, V. (1994): Element content of the lichen *Hypogimnia physodea* and spruce needles in the industrial area of Rudňany and Krompachy (NE Slovakia). Ecology, Bratislava, Vol.13., No.4., 415-423..
- Lane, S.B., Martin, E.S. (1977): A histochemical investigation of lead uptake in *Raphanus sativus*, New Phy tol. 79, 281-286.
- Lane, S.D, Martin, E.S., Garrod, J.F. (1978): Lead toxicity effects on indolyl-3-acetic acid indeced cell elongation, Planta, 144, 79-91.
- Milošević, N., Petrović, N., Golob-Mišić, A. (2001): Sadržaj olova u vazduhu poreklom iz saobraćaja. Eko-konferencija 2001, 26-29 septembra, Novi Sad, 67-70.
- Mukherji, S., Maitra, P. (1977): Growth and metabolism of germinating rise (*Oryza sativa* L.) seeds as influenced by toxic concetrations of lead. Z. Pflanzenphysiol., 81, 26-33.
- Pählosson-Balsberg, A.M.(1989): Toxycity of heavy metals (Zn, Cu, Cd, Pb) to vascular plants, A literature review, Water, Air and Soil Poll. 47, Kluwer Academic Publishers, Amsterdam, 287-319.
- Petrović, M., Kastori, R., Petrović, N. (1992).: Uticaj olova na vodni režim suncokreta i šećerne repe, Zbornik Matice srpske za prirodne nauke, 83, 69-74.
- Piperski, J., Radišić, A. (2003): Kvalitet ambijentalnog vazduha: Zakonska regulativa EU i Republike Srbije, Eko-konferencija 2003, 24-27. septembar, Novi Sad, 251-255.
- Pravilnik o graničnim vrednostima, metodama za merenje, imisije, kriterijum uspostavljanje mernih mesta i evidencije podataka. Sl. glasnik RS br. 54/92.
- Sommer, G., Stritesky, A.(1976): Gefäsversuche zur Ermittlung der Schadgrenzen von Cadmium, Kupfer, Blei und Zink im Hinblick auf den Einsatz von Abfallstoffen in der Landwirtschaft. Landw. Forsch., 29, 88-100.
- Sekulić, P., Mihailović, A., Budinski-Petković, Lj., Grujić, S.(2003): Sadržaj olova u gradskom zemljištu u blizini frekventnih rakersnica. Eko-konferencija 2003, 24-27 februar, Novi Sad, 2003.

Službeni glasnik br.11, 1990.

Wiklander, L., Vahtras, K.(1977): Solubility and uptake of heavy metals from swedish soil. *Geoderma*, 19, 123-130.

Woolhouse, H.W.(1983): Toxicity and tolerance in the response of plants to metals. IN: *Encyclopedia of Plant Physiol.*, New Series, Vol. 12 C, Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, 246-289.

Zakon o zaštiti životne sredine. Sl. glasnik RS br. 66/91.

LEAD CONCENTRATIONS IN SOME VINES AND HERBACEOUS PLANTS ALONG M-21 ROAD THROUGH FRUŠKA GORA NATIONAL PARK

Milovanović, D.¹, Krstić, B.², Igić, Ružica²

¹Faculty of Forestry, University of Belgrade, 11000 Belgrade,

²Department of Biology and Ecology, Faculty of Sciences,
University of Novi Sad, 21000 Novi Sad

SUMMARY

Lead is a heavy metal extremely dangerous for plants, animals, and people because of its cumulative destructive effect. Lead concentrations were determined in plant leaves collected from seven sites along M-21 road using AAS. Similar lead concentrations in *Hedera helix* and *Clematis vitalba* regardless investigated sites were recorded. On the other hand, different lead concentrations in the analyzed herbaceous plants were evident. The highest concentration was in *Stellaria media* and *Taraxacum officinale*, emphasizing their hyperaccumulative properties. Traffic frequency and slowdown of vehicles elevate lead concentrations. Obtained lead concentrations were significantly lower when compared with values indicated in legislative acts of Republic of Serbia.

Key words: lead concentration, vine, herbaceous plant, Fruška Gora National Park, M-21 road

HEMIJSKI SASTAV AKVATIČNIH MAKROFITA KANALA DTD - ULOGA U MONITORINGU I REMEDIJACIJI

Pajević, Slobodanka

Institut za biologiju i ekologiju, Prirodno matematički fakultet,
Trg Dositeja Obradovića 2, 21000 Novi Sad

SAŽETAK

Određivanjem koncentracije nutrijenata i teških metala u tkivu akvatičnih makrofita sa 11 lokaliteta pod različitim antropogenim uticajem duž banatske deonice kanala DTD, cilj istraživanja je bio da se ukaže na stanje ekoloških prilika u pogledu postojanja hemijske kontaminacije vode i priobalnog područja. Rezultati ukazuju na indikatorsku ulogu makrofitske vegetacije, kao i na ulogu u fitoremedijaciji polutanata. Koncentracije gotovo svih teških metala, naročito mikronutrijenata, u tkivu vrste *C. demersum* bile su čak nekoliko desetina puta veće u odnosu na rizom *P. communis*. Ekstremno visoke koncentracije mangana dobijene su u *C. demersum* na lokalitetu Novo Miloševo. Istovremeno, na ovom lokalitetu je i akumulacija Mn bila najviša u rizomu *P. communis*. Stoga se može istaći da je Kikindski kanal pod velikim hemijskim uticajem otpadnih industrijskih i gradskih voda Kikinde. Plovni Begej koji donosi veće količine otpadnih voda iz Rumunije, u deonici kroz našu zemlju pokazuje još veći stepen hemijskog opterećenja, što se vidi iz koncentracije metala u makrofitama lokaliteta Srpski Itebej i Klek.

Ključne reči: akvatične makrofite, DTD, hemijski sastav, makronutrijenti, teški metali

UVOD

Biološki pokazatelji, uz hemijske, fizičko-hemijske i fizičke parametre, zauzimaju važno mesto u indikaciji hemijskog opterećenja vodenih ekosistema. U biološke parametre kvaliteta vode, dna i priobalja, pored prostorne i vremenske distribucije organizama (Pall et al., 1996; Janauer, 2001), spadaju pokazatelji bakterijskog, biljnog i životinjskog metabolizma. Apsorpcija i adsorpcija hemijskih elemenata – nutrijenata i polutanata od strane akvatičnih makrofita zauzima posebno mesto u biološkom monitoringu ekologije vodenih ekosistema (Madsen et al., 2001).

Biljke nemaju regulatorne mehanizme u pogledu usvajanja nutrijenata i teških metala, te se stoga njihova uloga u vodenim ekosistemima ispoljava kroz procese he-

mijske biokoncentracije, odnosno fitoekstrakcije. Vodene makrofite mogu da akumuliraju veće količine hemijskih elemenata, posebno makronutrijenata - azota i fosfora čime doprinose smanjenju eutrofizacije, kruženju nutrijenata, kontroli kvaliteta vode, stabilizaciji sedimenta (Chambers and Prepas, 1994). Zbog toga je povećana akumulacija nutrijenata i metala u njihovom tkivu najčešće posledica povećane koncentracije istih u vodenoj sredini (Yurukova i Kochev 1996; Stanković et al., 2000; Pajević et al., 2002). Step en biokoncentracije hemijskih elemenata u tkivu makrofita, uz predhodnu korektnu procenu neophodne količine nutrijenata za metabolizam, ukazuje na hemijsko opterećenje sredine (Boyd, 1970; Pajević et al., 2004).

Makrofite su izuzetni biofiltratori i zbog toga su brojna novija istraživanja vodenih ekosistema vezana za mogućnost prečišćavanja vode i priobalnih zona korišćenjem vodene vegetacije u pravcu remedijacije nutrijenata, teških metala i drugih polutanata (DeBusk et al., 2001). Primena fitoremedijacije u svrhu indikacije stanja ekosistema, kao i za čišćenje zagađenih područja je kompleksan proces koji pretpostavlja obimna i široka istraživanja. Za što tačniju interpretaciju rezultata mora se precizno definisati uticaj faktora koji određuju apsorpciju i akumulaciju polutanata u biljnom tkivu, a to su, osim njihove koncentracije u okruženju, temperatura, pH, fizičko-hemijska svojstva polutanta, step en njihove rastvorljivosti, antagonizam i sinergizam pojedinih jona koji se usvajaju, fiziološka i biohemijska svojstva samih biljaka-permeabilnost ćelijskih membrana i enzimska aktivnost pri apsorpciji (Lewis, 1995; Ravera, 2001). Fitoremedijacija teških metala, Cd, Cu, Ni, Pb i Zn naročito je intenzivna preko korena vodenih biljaka pri nižim vrednostima pH (Prasad i Freits, 2003). Usvajanje i akumulacija teških metala preko korena i rizoma akvatičnih biljaka, a time i oslobađanje istih nakon razlaganja biljaka, predstavlja veoma važan put u kruženju teških metala u vodenim ekosistemima. Stoga akvatične makrofite, naročito ukorenjene, značajno određuju nivo toksičnih metala u površinskom sloju mulja, odnosno sedimenta, kao i u samoj vodi.

Efikasna i široka primena mogućnosti koje pruža fitoremedijacija kao neinvazivna tehnika u složenom, dugotrajnom i skupom procesu prečišćavanja kontaminiranih područja, aktuelizira istraživanje u pravcu definisanja direktnih biohemijskih i fizioloških mehanizama odgovornih za imobilizaciju metala od strane biljnih tkiva (Lewander et al., 1996; Rauser, 2000; Sondergaard et al., 2001; Goulet i Pick, 2001). Tolerantnost biljaka hiperakumulatora prema teškim metalima omogućena je procesima stvaranja helata (vezivanjem jona metala sa organskim molekulima) od strane biljaka i subcelularnom kompartmentacijom. Fitohelatini i metalotionini predstavljaju glavne citoplazmatične helatore za teške metale (Tripathi et al., 1996).

Razvoj moderne tehnologije doneo je sa sobom veliki step en zagađenosti svih, pa i vodenih ekosistema. Velike količine otpadnih voda ulivaju se u prirodne vodotokove, noseći sa sobom organske i neorganske materije kao što su: azotna i fosforna jedinjenja i soli, herbicidi, pesticidi, teški metali, fenoli i dr. Vodeni ekosistemi su i recipijenti brojnih materija koje se u različitoj hemijskoj i fizičkoj formi nalaze u vazduhu kao posledica sve intenzivnijeg aerozagađenja. Sve ove materije indukuju proces eutrofizacije.

Gotovo svi vodeni ekosistemi Vojvodine su pod velikim antropogenim uticajem, što ima za posledicu kontaminaciju vode i litoralnog područja. Kontinuirani monitoring hemijskih parametara vode i priobalja, te broja vrsta i njihovog hemijskog sastava, preduslov je za široku komercijalnu upotrebu fitoremedijacije u svrhu (bio)indikacije i (bio)prečišćavanja.

Cilj ovog istraživanja je bio da se na osnovu sadržaja nutrijenata i teških metala u tkivu dominantnih akvatičnih makrofita ukaže na stepen hemijske kontaminacije vode i priobalnog područja lokaliteta pod različitim antropogenim uticajem duž Banatske deonice kanala DTD. Rezultati treba da ukažu i na ulogu makrofitske vegetacije u fitoremedijaciji polutanata, prvenstveno teških metala i nutrijenata.

MATERIJAL I METODE

Uzorci akvatičnih biljaka uzimani su tokom leta 2003. godine po slučajnom blok sistemu, na mestima sa najvećom gustom i pokrovnošću, na 11 lokaliteta deonice kanala DTD u regionu Banata. Na različitim lokalitetima, ukoliko je bilo moguće, uzimane su iste biljne vrste zbog lakše komparacije rezultata, ali to nije bilo uvek moguće, tako da su sa većine lokaliteta kao indikatorske vrste uzete *Ceratophyllum demersum* L. i *Phragmites communis* Trin.

U laboratoriji je biljni materijal klasifikovan, a zatim je ispiran u destilovanoj vodi, sušen u sušnici na 105°C i pripreman za hemijske analize po standardnoj proceduri koja se primenjuje za vodu i vodene biljke (APHA, 1995).

Osušen i samleven biljni materijal (3 g) spaljen je na rešou, a zatim žaren na 550°C. Od dobijenog pepela su nakon tretiranja sa 25% HCl i uz dodatak ključale destilovane vode dobijeni matični rastvori zapremine 50 ml. Iz matičnih rastvora određena je spektrofotometrijski koncentracija ukupnog fosfora pomoću amonijum-vanadat-molibdat metode, dok su koncentracije ukupnog kalijuma i natrijuma određene plamen-fotometrijskom metodom. Koncentracija ukupnog azota određena je standardnom mikrokjeldahl metodom koja podrazumeva razaranje suvog biljnog materijala u koncentrovanoj sumpornoj kiselini i potom destilaciju azota (amonijum-sulfata) u neku kiselinu (hlorovodoničnu, bornu) (Nelson and Sommers, 1973).

Koncentracije teških metala (Mn, Ni, Cu, Pb i Cd) određivane su iz matičnog rastvora atomskom apsorpcionom spektrofotometrijom.

Sve analize rađene su u tri nezavisna ponavljanja, a dobijeni podaci su obrađeni metodom analize varijanse (ANOVA) faktorijalnog ogleda. Upoređivanje tretmana (biljna vrsta, lokalitet) vršeno je pomoću Dankanovog testa (višestruki test intervala), za nivo značajnosti $p < 0.05$. Rezultati su predstavljeni tabelarno, a vrednosti koje su u tabelama obeležene istim slovom, ne razlikuju se međusobno značajno za primenjeni nivo značajnosti.

Ispitivani lokaliteti

Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav je višenamenski kanalski sistem koji povezuje Dunav i Tisu, te je pod direktnim uticajem vodnog režima ovih reka. Za istraživanje je odabran deo kanalske mreže u regionu Banata sa nekim važnim prirodnim i veštačkim pritokama. Odabrani lokaliteti i test vrste bili su:

1. **Zlatica** – rečica koja dolazi iz Rumunije, a u našem području nema većih industrijskih zagađivača. Uzete test vrste bile su: *Ceratophyllum demersum* i *Phragmites communis*, rizom;
2. **Sajan** – lokalitet na Kikindskom kanalu nakon ulivanja rečice Zlatica. Za analize je uzeta test vrsta *Phragmites communis*, rizom;
3. **Novo Miloševo** – lokalitet na Kikindskom kanalu, posle Kikinde, koji je pod velikim uticajem industrijskih i gradskih voda Kikinde. Za analizu su uzete vrste *Ceratophyllum demersum* i *Phragmites communis*, rizom;
4. **Banatska Topola** – lokalitet na Šešeranskom kanalu (koji se uliva u Kikinski kanal nizvodno od Kikinde) u čijoj blizini se nalaze industrijski objekti (mlekara i Nafta-Gas). Za test vrste sa ovog lokaliteta uzete su: *Ceratophyllum demersum*, *Phragmites communis*, rizom i *Hydrocharis morsus ranae*;
5. **Melenci** – lokalitet na kanalu Banatska Palanka – Novi Bečej, posle ulivanja Kikinskog kanala. Test vrste bile su: *Ceratophyllum demersum* i *Phragmites communis*, rizom;
6. **Hetin** – početak Starog Begeja u našoj zemlji, koji donosi otpadne vode iz Rumunije. Uzete vrste za analize bile su: *Ceratophyllum demersum* i *Phragmites communis*, rizom;
7. **Jankov Most** – kraj deonice Starog Begeja, neposredno pred ulivanje u kanal Banatska Palanka – Novi Bečej. Test vrste sa ovog lokaliteta bile su: *Ceratophyllum demersum*, *Phragmites communis*, rizom, *Potamogeton natans* i *Miriophyllum spicatum*;
8. **Srpski Itebej** – početak Plovnog Begeja u našoj zemlji, koji iz Rumunije donosi vodu opterećenu gradskim i industrijskim vodama Temišvara. Sa ovog lokaliteta uzeta je vrsta *Phragmites communis*, rizom;
9. **Klek** – kraj deonice Plovnog Begeja, neposredno pred ulivanje u kanal Banatska Palanka – Novi Bečej. Ispitivane vrste bile su: *Ceratophyllum demersum* i *Phragmites communis*, rizom;
10. **Lazarevo** – lokalitet na kanalu Banatska Palanka – Novi Bečej, posle ulivanja Starog i Plovnog Begeja. Test vrste sa ovog lokaliteta bile su: *Ceratophyllum demersum*, *Phragmites communis*, rizom i *Trapa longicarpa*;
11. **Stajićevo** – lokalitet na kanalu Begej, koji je pod velikim uticajem gradskih i industrijskih voda Zrenjanina. Ispitivana vrsta sa ovog lokaliteta bila je *Phragmites communis*, rizom.

REZULTATI I DISKUSIJA

Makronutrijenti u akvatičnim makrofitama

Vrsta *C. demersum* uzeta je kao dominantna test vrsta sa većine ispitivanih lokaliteta, izuzetak su lokaliteti Sajan, Stajićevo i Srpski Itebej, gde nije nađena (Tab. 1). Poredeći koncentracije azota i ostalih makronutrijenata (fosfora i kalijuma) u različitim ispitivanim vrstama, može se zapaziti da je *C. demersum* značajno najveći akumulator ovih elemenata.

Tabela 1 Koncentracija makroelemenata u tkivu *Ceratophyllum demersum*
Table 1 Macroelement concentrations in *Ceratophyllum demersum* tissue

Lokalitet	Ukupni pepeo	N	P	K	Na
	%				
Zlatica	23.3 b	1.59 f	0.39 a	3.08 f	0.75 bc
Novo Miloševo	20.5 cd	3.91 a	0.39 a	4.75 b	1.06 a
Banatska Topola	19.6 d	2.84 d	0.39 a	3.83 de	0.68 c
Melenci	20.4 cd	3.46 c	0.39 a	5.47 a	1.08 a
Hetin	27.5 a	2.69 d	0.34 b	3.67 e	0.74 bc
Jankov most	20.6 cd	2.14 e	0.39 a	3.67 e	0.81 b
Klek	16.7 e	3.69 b	0.39 a	4.19 cd	0.59 d
Lazarevo	21.4 c	3.48 c	0.38 a	4.36 bc	0.73 bc

Najveće koncentracije **azota (N)**, registrovane su u tkivu ove vrste sa lokaliteta Novo Miloševo (3.91 %) i Klek (3.69 %). Koncentracije više od 3.5% ukazuju na izuzetno visoko organsko opterećenje vode na ovim lokalitetima, što je verovatno posledica ulivanja otpadnih voda gradskog i industrijskog područja Kikinde (lokalitet Novo Miloševo) i velike količine otpadnih voda koje nosi Plovni Begej iz Rumunije (lokalitet Klek). Najmanja koncentracija N u istoj vrsti zabeležena je na lokalitetu Zlatica (1.59 %). Kako su na ovom lokalitetu istovremeno registrovane i niže koncentracije ostalih ispitivanih nutrijenata, ova deonica rečice Zlatica koja se uliva u Kikindski kanal, može se smatrati najmanje ugroženim u odnosu na prisustvo hemijskih elemenata - makronutrijenata u vodi.

Iako je koncentracija N u tkivu makrofita, 10 i više puta veća u odnosu na koncentraciju P, veliki broj istraživanja koja se bave dijagnostikom ekoloških prilika vodenih ekosistema ukazuju na fosfor (P) kao limitirajući nutrijent za razviće biljaka (Hwang et al., 1996; Sondergaard et al., 2001). Koncentracijski odnos N/P ima takođe veliki značaj za metabolizam biljaka i može biti značajniji od apsolutno izmerenih koncentracija (Babalonas i Papastergiadou, 1989).

Dobijeni podaci u ovom istraživanju ukazuju da je akumulacija fosfora u akvatičnim makrofitama značajno zavisila od biljne vrste. Vrsta *C. demersum* akumu-

lirala je 3 do 5 puta više ovog nutrijenta u odnosu na *P. communis*, dok razlika u odnosu na ostale ispitivane (flotantne i submerzne) vrste nije bila značajna (Tabele 2 i 3). Slična distribucija i ostalih nutrijenata po vrstama je takođe zapažena, te se stoga za emerznu vrstu *P. communis*, tj. rizom ove vrste, može zaključiti da je slabiji akumulator nutrijenata. Registrovane niže koncentracije makronutrijenata u rizomu *P. communis* u odnosu na nadzemni deo iste vrste, kao i u odnosu na ostale flotantne i submerzne makrofite, u saglasnosti su sa ranije dobijenim podacima za druge lokalitete (Pajević et al., 2002a, Pajević et al., 2002b). Ovo međutim ne umanjuje značaj emerznih vrsta u remedijaciji različitih polutanata jer svojim rizomima i korenovima koji gusto prožimaju priobalje vodenih ekosistema učestvuju značajno u remedijaciji. Stoga se u novijim istraživanjima i projektima sve više ističe mogućnost korišćenja akvatičnih biljaka u iznošenju (remedijaciji) fosfora koji se u većim količinama preko otpadnih voda uliva u vodene ekosisteme. Količina fosfora koju «iznesu» vodene biljke određena je količinom fosfora prisutnog u vodi odnosno u podlozi, a često je glavni izvor fosfora za makrofite baš sam površinski sloj mulja (Kim i Geary, 2001).

Tabela 2 Koncentracija makroelemenata u rizomu *Phragmites communis*
 Table 2 Macroelement concentrations of *Phragmites communis* rhizome

Lokalitet	Ukupni pepeo	P	K	Na
	‰			
Zlatica	9.5 b	0.085 f	1.87 a	0.128 d
Sajan	5.4 de	0.080 fg	1.11 c	0.111 d
Novo Miloševo	7.2 cd	0.087 f	0.71 d	0.075 e
Banatska Topola	5.0 de	0.103 e	0.68 d	0.111 d
Melenci	5.8 cde	0.067 gh	0.35 e	0.136 d
Hetin	7.9 bc	0.193 b	1.04 c	0.142 d
Jankov most	7.1 cd	0.064 h	0.33 e	0.618 a
Srpski Itebej	6.8 cd	0.218 a	1.96 a	0.150 d
Klek	21.1 a	0.166 c	1.81 a	0.133 d
Lazarevo	4.6 e	0.105 e	0.62 d	0.529 b
Stajićevo	6.8 cd	0.142 d	1.47 b	0.217 c

Varijabilnost koncentracije fosfora zavisno od lokaliteta bila je mnogo više izražena kod vrste *P. communis* u odnosu na vrstu *C. demersum* (Tabele 1 i 2). Koncentracije P u *C. demersum* su bile ujednačene, dok je u rizomu *P. communis* značajno najveća akumulacija P registrovana na lokalitetima Srpski Itebej i Hetin, što može da ukaže na organsko opterećenje mulja koje je bilo posledica taloženja organskih materija na počecima Plovnog i Starog Begeja. Istovremeno, na pomenutim lokalitetima, koncentracije P i K bile su niže u vrsti *C. demersum*, pa se može pretpostaviti da je zagađenje vode na lokalitetu Hetin bilo manje (Tabela 1).

Pored azota i fosfora, kalijum takođe spada u grupu glavnih makronutrijenata odgovornih za rast biljaka, odnosno primarnu produkciju, pri čemu se veća akumulacija K, kao i N registruje u nadzemnom delu emerznih biljaka (Hwang et al., 2000). Prema dobijenim podacima koncentracije kalijuma (K) u vrsti *C. demersum* bile su, zavisno od lokaliteta i do 10 puta veće od koncentracija istog elementa u rizomima *P. communis*. Najveća koncentracija K, preko 5%, registrovana je u *C. demersum* na lokalitetu Melenci (5.47 %). Takođe su visoke koncentracije, preko 4% dobijene na lokalitetima Novo Miloševo, Klek i Lazarevo. Izuzetno visoka akumulacija kalijuma, a takođe i fosfora koja je registrovana na gotovo celoj ispitivanoj deonici kanala DTD ukazuje na veliku količinu organskih materija koje se kontinuirano razgrađuju i uslovljavaju eutrofizaciju. Poredeći dobijene vrednosti sa vrednostima dobijenim na lokalitetu jezera Provala gde je koncentracija kalijuma u *C. demersum* bila 1.7 % (Pajević et al., 2001), može se zaključiti da je kanal DTD na ovoj deonici kroz Banat veoma opterećen nutrijentima. Koncentracija nutrijenata u ostalim ispitivanim vrstama bila je niža u odnosu na *C. demersum*, a viša u odnosu na rizom *P. communis* (Tabela 3).

Koncentracije Na takođe su bile nekoliko puta veće u *C. demersum* u odnosu na *P. communis* (Tabele 1 i 2). Veće koncentracije ovog elementa, koji se ocenjuje kao koristan nutrijent registrovane su u regionu Jankov most, gde Stari Begej po svim pokazateljima nosi veće količine otpadnih voda. Visoke koncentracije Na, preko 1% u suvoj biljnoj supstanci, registrovane su u *C. demersum* sa lokaliteta Melenci i Novo Miloševo.

Tabela 3 Koncentracija makroelemenata u nekim akvatičnim makrofitama sa različitih lokaliteta

Table 3 Macroelement concentrations in aquatic macrophytes of different sites

Biljna vrsta	Lokalitet	Uk. pepeo	P	K	Na
		%	mg·100g ⁻¹ suve materije		
<i>Hydrocharis morsus ranae</i>	Banatska Topola	20.3	299	2541	1902.7
<i>Potamogeton natans</i>	Jankov most	19.4	240.3	1555.7	773.7
<i>Myriophyllum spicatum</i>	Jankov most	23.4	274.7	1472.3	916.7
<i>Trapa longicarpa</i>	Lazarevo	14.5	326.3	2750.3	684.3

Flotantni listovi akvatičnih makrofita su izuzetni akumulatori natrijuma, što potvrđuju i ovi podaci gde je najveća koncentracija Na, približno 2%, registrovana u vrsti *Hydrocharis morsus ranae*, na lokalitetu Banatska Topola.

Teški metali u akvatičnim makrofitama

Fitoremedijacija (usvajanje i akumulacija nutrienata i teških metala) je najvažniji biotički faktor u definisanju programa korišćenja makrofita za prečišćavanje zagađenih vodenih ekosistema (Karpiscak et al., 2001). U prečišćavanju zagađenih vodenih ekosistema veliki značaj imaju i fizičko-hemijske osobine same vode i litorala. Čestice gline, humusne supstance i organske materije koje imaju površinsko naelektrisanje mogu da grade komplekse sa jonima teških metala (hidro-oksidi), što smanjuje fitoremedijaciju, ali doprinosi samoprečišćavanju vode i sedimenta, jer se potom procesima precipitacije i sedimentacije ovih velikih agregata teški metali uklanjaju iz vode i adsorbuju na dno (sediment) (Matagi et al., 1998).

Naši rezultati pokazuju da su efikasnost prečišćavanja kao i stepen usvajanja i akumulacije teških metala zavisili od biljne vrste. Koncentracije gotovo svih teških metala, naročito mikronutrienata, su u tkivu vrste *C. demersum* bile čak nekoliko desetina puta veće u odnosu na rizom *P. communis* (Tabele 4 i 5).

Tabela 4 Koncentracija teških metala u tkivu *Ceratophyllum demersum*
Table 4 Heavy metal concentrations in *Ceratophyllum demersum* tissue

Lokalitet	Mn	Ni	Cu	Pb	Cd
	$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ suve materije				
Zlatica	2558.7 e	14.3 c	8.5 f	3.8 c	0.3 d
Novo Miloševo	12561.0 a	23.4 a	20.8 b	7.3 b	0.7 c
Banatska Topola	1185.3 fg	6.2 f	9.4 f	5.6 b	0.3 d
Melenci	8607.0 b	23.9 a	17.1 d	6.4 b	2.0 b
Hetin	961 g	9.0 e	18.8 c	7.0 b	0.3 d
Jankov most	1340.7 f	10.8 d	7.8 f	5.8 b	0.3 d
Klek	6569.7 d	17.4 b	15.1 e	5.9 b	2.7 a
Lazarevo	6985.3 c	22.8 a	23.4 a	9.4 a	2.4 a

U odnosu na vrstu metala može se konstatovati da akvatične makrofite najviše akumuliraju mangan. Stepenu akumulacije Ni i Cu zavisio je značajno i od lokaliteta, što se može videti kod vrste *C. demersum* koja je na različitim lokalitetima imala različit koncentracijski odnos Ni i Cu (Tabela 4). Ovo potvrđuje činjenicu da akumulacija nije samo prosta linearna biokoncentracija elemenata iz spoljašnje sredine, već da stepen akumulacije pojedinačnih elemenata zavisi od koncentracije i jonskog oblika ostalih prisutnih elemenata.

Lokalitet koji bi se mogao izdvojiti kao najviše opterećen teškim metalima uzimajući kao kriterijum njihov sadržaj u akvatičnim makrofitama je Klek, gde su u rizomu *P. communis* registrovane visoke koncentracije olova (prosečno $17.7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Ova koncentracija Pb ukazuje na značajan stepen kontaminacije mulja (podloge), jer se prema

Kastoriju (1997) koncentracije Pb iznad $10 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ u biljnom tkivu smatraju indikacijom hemijskog zagađenja.

Na ovom lokalitetu je takođe konstatovano prisustvo Pb u tkivu *C. demersum* i to u koncentracijama $5.9 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Prema ovim podacima Plovni Begej se može smatrati veoma zagađenim, što potvrđuje i prisustvo Pb u rizomu *P. communis* sa lokaliteta Srpski Itebej. Pored lokaliteta Klek i lokalitet Lazarevo bi se mogao po akumulaciji Pb, ali i ostalih ispitivanih teških metala u *C. demersum* smatrati hemijski opterećenim.

Ekstremno visoke koncentracije mangana (Mn), čak $12561 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, što je 1.2%, dobijene su u *C. demersum* na lokalitetu Novo Miloševo, istovremeno na ovom lokalitetu je i akumulacija Mn bila najviša u rizomu *P. communis* (Tabele 4 i 5). Stoga se može istaći da je Kikindski kanal pod velikim hemijskim uticajem otpadnih industrijskih i gradskih voda Kikinde, pogotovo što je u tkivu *C. demersum* na ovom lokalitetu zabeleženo prisustvo i polutanata Pb ($7.3 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) i Cd ($0.7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

Tabela 5 Koncentracija teških metala u rizomu *Phragmites communis*

Table 5 Heavy metal concentrations in *Phragmites communis* rhizome

Lokalitet	Mn	Ni	Cu	Pb	Cd
	$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ suve materije				
Zlatica	63.3 c	0.0 c	3.1 bc	3.2 b	0.0 d
Sajan	83.7 b	0.0 c	3.1 bc	3.3 b	0.3 bc
Novo Miloševo	130.0 a	1.9 b	4.2 bc	0.0 c	0.3 bc
Banatska Topola	125.3 a	0.0 c	5.1 bc	0.0 c	0.2 c
Melenci	52.7 c	1.8 b	2.4 c	0.0 c	0.3 bc
Hetin	51.3 c	0.0 c	9.8 a	0.0 c	0.3 bc
Jankov most	61.7 c	0.0 c	2.3 c	0.0 c	0.0 d
Srpski Itebej	23.0 d	1.2 b	8.7 a	4.1 b	1.1 a
Klek	54.7 c	4.0 a	8.1 a	17.7 a	0.0 d
Lazarevo	49.3 c	0.0 c	4.0 bc	3.0 b	0.0 d
Stajićevo	21.0 d	0.0 c	2.7 c	3.5 b	0.4 b

Ostale ispitivane vrste imale su olova u koncentracijama ispod $10 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, dok Cd nije registrovan u tkivu *Hydrocharis morsus ranae* lokaliteta Banatska Topola i *Myriophyllum spicatum* lokaliteta Jankov Most (Tabela 6).

Prosečne koncentracije Mn i Ni, te niske koncentracije Cu, Pb i Cd u *C. demersum* na lokalitetima Zlatica i Jankov Most mogu se pripisati relativno manjoj hemijskoj kontaminaciji vode. Lokalitet Hetin koji predstavlja početak Starog Begeja u našoj zemlji takođe bi se prema našim podacima mogao svrstati u hemijski manje opterećene (Tabele 4 i 5). Poredeći koncentracije teških metala u *C. demersum* i *P. communis* sa lokaliteta Hetin i Jankov Most, može se zaključiti da na deonici Starog

Begeja koji protiče kroz našu zemlju nije bilo posebno značajnih zagađivača, jer su registrovane koncentracije metala u biljkama bile slične na oba pomenuta lokaliteta.

Tabela 6 Koncentracija teških metala u nekim akvatičnim makrofitama sa različitih lokaliteta

Table 6 Heavy metal concentrations in aquatic macrophytes of different sites

Biljna vrsta	Lokalitet	Mn	Ni	Cu	Pb	Cd
		$\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ suve materije				
<i>Hydrocharis morsus ranae</i>	Banatska Topola	1029.3	2.5	4.4	4.2	0.0
<i>Potamogeton natans</i>	Jankov most	222.7	2.8	7	7.3	0.4
<i>Myriophyllum spicatum</i>	Jankov most	530.7	4.5	7.1	6.2	0.0
<i>Trapa longicarpa</i>	Lazarevo	616.3	3.1	13.5	6.6	0.6

Nasuprot Starom Begeju, Plovni Begej koji inače donosi veće količine otpadnih voda iz Rumunije, u deonici kroz našu zemlju pokazuje još veći stepen hemijskog opterećenja, što se vidi iz koncentracija metala u makrofitama lokaliteta Srpski Itebej (početak deonice kroz Vojvodinu) i lokaliteta Klek (kraj deonice, pred ulivanje u kanal Banatska Palanka-Novi Bečej).

Poredeći koncentracije Pb i Cd u *C. demersum* sa lokaliteta Melenci (koji se nalazi na kanalu Banatska Palanka-Novi Bečej posle ulivanja Kikindskog kanala i pre ulivanja Starog i Plovnog Begeja) i lokaliteta Lazarevo (nizvodno od Melenaca, nakon ulivanja Starog i Plovnog Begeja), može se konstatovati da je sa tokom Kanala došlo do povećanja hemijske kontaminacije vode, jer su u uzorcima biljaka sa lokaliteta Lazarevo registrovane veće koncentracije pomenutih polutanata.

ZAKLJUČCI

Najveće koncentracije azota ($> 3.5\%$) registrovane su u tkivu *C. demersum* sa lokaliteta Novo Miloševo i Klek. Ove koncentracije, kao i koncentracije P i K ukazuju na izuzetno visoko organsko opterećenje vode na ovim lokalitetima, što je posledica ulivanja otpadnih voda gradskog i industrijskog područja Kikinde.

Lokalitet koji bi se mogao izdvojiti kao najviše opterećen teškim metalima uzimajući kao kriterijum njihov sadržaj u akvatičnim makrofitama je Klek, gde su u rizomu *P. communis* registrovane visoke koncentracije olova. Visoke koncentracije mangana u ispitivanim vrstama ukazuju da je Kikindski kanal pod velikim hemijskim uticajem otpadnih industrijskih i gradskih voda Kikinde, pogotovo što je u tkivu *C. demersum* na ovom lokalitetu zabeleženo i prisustvo polutanata Pb i Cd.

Niske koncentracije Cu, Pb i Cd u *C. demersum* na lokalitetima Zlatica i Jankov Most ukazuju na manju hemijsku kontaminaciju vode na ovoj deonici kanala. Lokalitet Hetin koji predstavlja početak Starog Begeja u našoj zemlji takođe bi se prema našim podacima mogao svrstati u hemijski manje opterećene. Nasuprot Starom Begeju, Plovni Begej koji inače donosi veće količine otpadnih voda iz Rumunije, u deonici kroz našu zemlju pokazuje još veći stepen hemijskog opterećenja.

LITERATURA

- Babalonas, D., Papastergiadou, E. (1989): The water fern *Salvinia natans* (L.) All. in the Kerkini Lake (North Greece). - Arch. Hydrobiol. 116 (4): 487-498.
- Boyd, C.E. (1970): Chemical analyses of some aquatic plants. Arch. Hydrobiol. 67, 78-85.
- Chambers, P.A., Prepas, E.E. (1994): Nutrient dynamics in riverbeds: The impact of sewage effluent and aquatic macrophytes. Water Res. Vol. 28, (2), 453-464.
- DeBusk, T.A., Dierberg, F.E., Reddy, K.R. (2001): The use of macrophyte-based systems for phosphorus removal: an overview of 25 years of research and operational results in Florida. Water Science and Technology 44 (11-12), 39-46.
- Goulet, R.R., Pick, F.R. (2001): Diel changes in iron concentrations in surface-flow constructed wetlands. Water Science and Technology 44 (11-12), 421-426.
- Hwang, Y-S., Fan, C-W, Yin, M-H. (1996): Primary production and chemical composition of emergent aquatic macrophytes, *Schoenoplectus mucronatus* ssp. *robustus* and *Sparganium fallax*, in Lake Yuan-Yang, Taiwan. Bot. Bull. Acad. Sin. 37 (4), 265-273.
- Hwang, Y-H., Lou, C-F., Weng, I-S. (2000): Nutrient dynamics of two aquatic angiosperms in an alpine lake, Taiwan. Bot. Bull. Acad. Sin. 41, 275-282.
- Janauer, G.A. (2001): Is what has been measured of any direct relevance to the success of the macrophyte in its particular environment? Scientific and legal aspects of biological monitoring in freshwater. O. Ravera (Ed.), J. Limnol. 60 (1), 33-38.
- Karpiscak, M.M., Whiteaker, L.R., Artiola, J.F., Foster, K.E. (2001): Nutrient and heavy metal uptake and storage in constructed wetland systems in Arizona. Water Science and Technology 44 (11-12), 455-462.
- Kastori, R. (Ed.) (1997): Teški metali u životnoj sredini. Feljton, Novi Sad, p. 301.
- Lewander, M., Greger, M., Kautsky, L., Szarek, E. (1996): Macrophytes as indicators of bioavailable Cd, Pb and Zn flow in the river Przemsza, Katowice Region. - Appl. Geochem. 11, 169-173.
- Lewis, M.A. (1995): Use of freshwater plants for phytotoxicity testing: a review. Environ. Pollution 87, 319-336.
- Madsen, J. D., Chambers, P. A., James, W. F., Koch, E. W., Westlake, D. F. (2001): The interaction between water movement, sediment dynamics and submersed macrophytes. Hidrobiolog. 444: 71-84.

- Matagi, S.V., Swai, D., Mugabe, R. (1998): A review of heavy metal removal mechanisms in wetlands. *Afr. J. Trop. Hydrobiol. Fish.* 8, 23-35.
- Nelson, D. W., Sommers, L. E. (1973.): Determination of total nitrogen in plant material. *Agronomy Journal*, 65:109-112.
- Pajević, S., Stanković, Ž., Vučković, M. (2001): Concentrations of macronutrients in dominant aquatics of the lake Provala (vojvodina, Yugoslavia). *Proceedings for Natural Sciences, Matica Srpska, Novi Sad*, No 101, 77-83.
- Pajević, S., Vučković, M., Stanković, Ž., Krstić, B., Kevrešan, Ž., Radulović, S. (2002): The content of some macronutrients and heavy metals in aquatic macrophytes of three ecosystems connected to the Danube in Yugoslavia. *Large Rivers Vol.13, No. 1-2; Archiv für Hydrobiologie Suppl.* 141/1-2, 73-83.
- Pajević, S., Vučković, M., Matavulj, M., Kevrešan, Ž., Radulović, S. (2002a): Chemical composition of aquatic macrophytes in DTD canal system and other localities in Novi Sad vicinity. *Proceedings of the 6th International Symposium Interdisciplinary Regional Research Hungary – Romania – Yugoslavia*, Index 0131.
- Pajević, S., Vučković, M., Matavulj, M., Radulović, S., Kevrešan, Ž. (2002b): Heavy metals in the aquatic macrophytes of the Danube-Tisza-Danube Canal network (Vojvodina, Serbia). *Internat. Assoc. Danube Res. (IAD), Limnological Reports 34* (Proceedings of the 34th Conference, Tulcea, Romania), 219-227.
- Pajević, S., Kevrešan, Ž., Vučković, M., Radulović, S., Frontasyeva, M., Pavlov, S., Galinskaya, T. (2004): Aquatic macrophytes as biological resources for monitoring the impacts of heavy metals on the aquatic environment. *Internat. Assoc. Danube Res. (IAD), Limnological Reports 35* (Proceedings of the 35th Conference, Novi Sad, Serbia and Montenegro), 323-330.
- Pall, K., Ráth, B., Janauer, G.A. (1996): Die Makrophyten in dynamischen und abgedämmten Gewässersystemen der Kleinen Schüttinsel (Donau-Fluß-km 1848 bis 1806) in Ungarn (The macrophyte vegetation of the Szigetköz flood plain waters, Hungary (river-km 1848 – 1806). *Limnologica* 26 (1), 105-115.
- Prasad, M.N.V., Freitas, H.M.D. (2003): Metal hyperaccumulation in plants – Biodiversity prospecting for phytoremediation technology. *Electr. J. Biotechn.* 6 (3), 285-321.
- Rausser, W. E. (2000): The role of thiols in plants under metal stress. In: *Sulfur Nutrition and Sulfur Assimilation in Higher Plants* (C. Brunold et al., eds.). Paul Haupt, Bern, Switzerland, pp. 169-183.
- Ravera, O. (2001): Monitoring of the aquatic environment by species accumulator of pollutants: a review. *Scientific and legal aspects of biological monitoring in freshwater*. O. Ravera (Ed.), *J. Limnol.* 60 (1), 63-78.
- Sondergaard, M., Jensen, J.P., Jeppesen, E. (2001): Retention and internal loading of phosphorus in shallow, eutrophic lakes. *The Scientific World* 1, 427-442.
- Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. In: M.H. Franson (Ed.), 19th Edition. American Public Health Association, Washington (APHA), DC 20005, 1995.

Stanković, Ž., Pajević, S., Vučković, M., Stojanović, S. (2000): Concentrations of trace metals in dominant aquatic plants of Lake Provala (Vojvodina, Yugoslavia). *Biologia Plant.* 43, 583 - 585.

Tripurhi, R.D., Rai, U.N., Gupta, M., Chandra, P. (1996): Induction of phytochelatins in *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle under cadmium stress. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 56, 505-512.

Yurukova, L., Kochev, H. (1996): Heavy metal concentrations in main macrophytes from the Srebarna Lake along the Danube (Bulgaria). - 31. Konferenz der IAD, Baja - Ungarn, Wissenschaftliche Referate. *Limnologische Berichte Donau, Band I*: 195-200.

CHEMICAL COMPOSITION OF AQUATIC MACROPHYTES OF THE DANUBE-TISZA-DANUBE CANAL COMPLEX – ROLE IN MONITORING AND REMEDIATION

Pajević, Slobodanka

Department of Biology and Ecology, Faculty of Sciences,
Trg Dositeja Obradovića 2, 21000 Novi Sad

SUMMARY

Monitoring of the aquatic environment based upon the chemical analyses of dominant aquatic macrophytes indicating possible chemical contamination of water and littoral zone of DTD (Danube-Tisza-Danube) canal complex was conducted. Analyses were done by standard methods. Although significant variations of concentrations as related to plant species and investigated site were found, the highest accumulation of nutrients and heavy metals, Mn, Ni, Cu, Pb, and Cd were obtained in submerged plant *Ceratophyllum demersum*. Extremely high concentrations of Mn in *C. demersum* and *Phragmites communis* rhizome were found at Novo Milosevo site, indicating an increase in chemical pollution of the canal water in the vicinity of Kikinda. Srpski Itebej and Klek sites were also loaded with macronutrients and heavy metals.

Key words: aquatic macrophytes, chemical composition, DTD canal, remediation, macronutrients, heavy metals

ANTROPOLOŠKE KARAKTERISTIKE ODRASLIH RUMUNA IZ NEKIH DELOVA SREDNJEG I JUŽNOG BANATA

Pavlica, Tatjana, Božić – Krstić, Verica, Rakić, Rada
Departman za biologiju i ekologiju, Prirodno matematički fakultet,
Trg Dositeja Obradovića 2, 21000 Novi Sad

SAŽETAK

Antropološko ispitivanje 52 osobe muškog pola, prosečne starosti 41,06 godina, i 50 žena, prosečne starosti 39,99 godina, izvršeno je u Uzdinu i Ečki prema uputstvu IBP. Ispitano je 13 morfoloških karakteristika, kao i vitalni kapacitet pluća, sposobnost osećaja feniltiokarbamida i sposobnost razlikovanja boja. Utvrđeno je da se prema parametrima visine, dužine noge i dužine ruke Rumuni oba pola značajnije ne razlikuju od ostalih stanovnika Vojvodine. U odnosu na ranija ispitivanja uočava se akceleracija visine po dekadi 2,62cm kod muškaraca i 1,74cm kod žena. Srednja vrednost kefalnog indeksa je nešto veća kod žena (83,42) nego kod muškaraca (82,74). Najveći broj ispitanika oba pola odlikuje se brachikefalijom. Prosečna vrednost nazalnog indeksa je 57,87 kod muškaraca i 55,10 kod žena. Najveći broj osoba oba pola prema BMI ima prekomernu težinu, što pokazuju i prosečne vrednosti obima struka (97,5cm; 88,1cm), a to upućuje na povećani zdravstveni rizik.

Indeks distribucije masnog tkiva (WHR) ukazuje na gomilanje masti u gornjem delu tela što može da uslovi veći rizik od kardiovaskularnih bolesti, hipertenzije, šećerne bolesti idr. Prosečna vrednost vitalnog kapaciteta kod muškaraca je 2825,9 ml a kod žena 1690,4 ml. Daltonizam je konstatovan samo kod muškog pola (7,69%). Veći procenat neosetljivih na gorak ukus feniltiokarbamida uočen je kod muškaraca (30,76%) nego žena (24%).

Ključne reči: Rumuni, morfološke karakteristike, fiziološke karakteristike

UVOD

Vojvodina zauzima severni deo Srbije i Crne Gore i istočni deo Panonske nizije. Obuhvata 21506 km². Zbog svog veoma povoljnog geografskog položaja, reljefa, hidrografije i klime imala je veoma interesantnu prošlost. Još od praistorije a kasnije i u svim drugim istorijskim razdobljima u Vojvodini su se smenjivali razni narodi sa mediteranskih prostora, crnomorskog Ponta, Baltika i zapadnih delova Evrope (Vlahović 2004). Oni su se razlikovali po etničkim, verskim, jezičkim, kulturnim, socijalnim i na-

ravno antropološkim obeležjima. Usled zajedničkog života dolazi do aktivne simbioze ovih naroda. Različitim krvnim mešanjima i kulturnim uticajima nastale su pojedine etničke grupe sa posebnim fizičkim, intelektualnim i moralnim habitusom (Popović 1990), koje daju karakterističnu demografsku strukturu današnjoj Vojvodini.

Prema poslednjem popisu stanovništva u Vojvodini živi 2.031.992 stanovnika u čiji sastav ulazi 41 etnička zajednica. Najbrojnije stanovništvo je srpsko (65%), zatim slede Mađari (14.28%), Slovaci (2.79%), Crnogorci (1.75%) idr. Etnička grupa Rumuna zastupljena je sa 1.50% (Republički zavod za statistiku 2003).

Značajniju ulogu u etničkim procesima Vojvodine Rumuni imaju od XII do XV veka zajedno sa Slovenima i Mađarima. U većem broju oni naseljavaju Vojvodinu od XVIII veka. Danas predstavljaju stariji etnički sloj stanovništva koji zajedno sa drugim starosedelačkim etničkim grupama obuhvata 54% sadašnjeg stanovništva Vojvodine. Ostalih 46% predstavljaju useljenici iz novijeg doba (Vlahović 2004).

Savremena antropološka ispitivanja Rumuna (Gavrilović 1962, 1963, 1987, Božić 1976, Stajić 1973, 1976) i ostalih etničkih grupa (Pavlica 1996) u Vojvodini vršena su u okviru ispitivanja odraslog stanovništva i dece (Savić i sar. 1993). Ispitivanjem antropoloških podataka Rumuna iz provincija Banat, Oltenija, Muntenija i Dobruđa, Schmidt (1991) je utvrdio da su prirodne granice, kao što su reka Dunav i planine Karpati, glavni faktor velikih razlika morfoloških karakteristika. Danas najveći broj Rumuna u Vojvodini živi u neposrednoj blizini rumunske granice. Značajan deo Rumunskog stanovništva živi i u naseljima Uzdin i Ečka, koja se takođe nalaze na teritoriji Banata.

Cilj ovog rada je bio da se utvrde antropološke karakteristike odraslih Rumuna iz Uzdina i Ečke i da se vidi da li postoji vremenska i teritorijalna promenljivost ispitivanih antropoloških karakteristika.

MATERIJAL I METODE

Antropološko istraživanje odraslih Rumuna u Vojvodini izvršeno je u proleće 2003. godine, prema uputstvu IBP (Weiner and Lourie 1969), korišćenjem antropološkog instrumentarija po Martinu (Siber Hegner, Švajcarska). Ispitano je 52 osobe muškog i 50 ženskog pola u naseljima Uzdin i Ečka. Uzdin se nalazi severno od Kovačice na udaljenosti od 10km. Izgrađen je na višim delovima lesne zaravni. Ima povoljne saobraćajne uslove. To je tipično agrarno naselje. Posle mađarske revolucije Uzdin naseljavaju u najvećem delu Rumuni. Prema poslednjem popisu stanovništva (2002.) u Uzdinu živi ukupno 2498 stanovnika. Od toga najveći deo (76,42%) su Rumuni (Opština Kovačica 1988).

Naselje Ečka se nalazi nedaleko od Zrenjanina, na kontaktu aluvijalne ravni Tise i novobečejsko zrenjaninske lesne terase, na nadmorskoj visini između 81 i 87 m. U popisu stanovništva iz 1717. godine Ečka je imala 20 kuća, a stanovnici su bili Srbi i Rumuni. Etnička slika se nije bitnije promenila ni do danas, s obzirom da prema poslednjem popisu u Ečki živi ukupno 4513 stanovnika. Od toga najveći deo 55,2% su Srbi a 29,3% su Rumuni (Opština Zrenjanin 1995).

Izmerene su sledeće morfološke karakteristike: visina tela, dužina noge i ruke, obim grudi, obim struka, obim kukova, dužina glave, širina glave, visina lica, visina nosa, širina nosa, masa tela. Od fizioloških karakteristika određeni su: vitalni kapacitet pluća (Reister „spirotest”, Švajcarska), sposobnost viđenja boja i sposobnost osećaja gorkog ukusa feniltiokarbamida (upotrebom rastvora br. 5).

Podaci su obrađeni standardnom statističkom metodom prema polu. Iz pojedinačnih vrednosti morfoloških karakteristika izračunati su indeks telesne mase, kefalični indeks, nazalni indeks i indeks distribucije masnog tkiva (WHR).

REZULTATI

Rezultati ispitivanja morfološko - fizioloških karakteristika odraslih Rumuna u Vojvodini dati su u tabeli 1.

Tabela 1 Morfološke karakteristike odraslih Rumuna u Vojvodini
Table 1 Morphological characteristics of adult Rumanians in Vojvodina

Karakteristike	Characteristics	Muškarci - Males			Žene - Females		
		N	X	SD	N	X	SD
Godine	Age	52	41.06	13.20	50	39.99	12.85
Visina tela	Body height	52	173.7	7.59	50	160.0	6.90
Dužina noge	Leg length	52	97.4	5.89	50	93.3	7.19
Dužina ruke	Arm length	52	76.2	4.38	50	69.2	3.12
Obim grudnog koša	Chest circumference	52	104.7	12.36	50	97.8	10.53
Obim struka	Waist circumference	52	97.5	14.89	50	88.1	13.84
Obim kukova	Hip circumference	52	103.7	8.51	50	104.9	10.56
Indeks distribucije telesne mase	Waist to hip ratio(WHR)	52	0.94	0.08	50	0.83	0.07
Masa tela	Body weight	52	83.5	15.66	50	69.7	12.46
Indeks telesne mase	Body weight index	52	27.60	4.57	50	27.28	5.06
Dužina glave	Head length	52	189.0	0.64	50	179.0	0.58
Širina glave	Head width	52	156.0	0.81	50	149	0.65
Kefalični indeks	Cephalic index	52	82.74	4.96	50	83.42	4.35
Morf. visina lica	Morph. face height	52	120.0	0.61	50	109.0	0.66
Visina nosa	Nose height	52	51.0	0.39	50	47.0	0.36
Širina nosa	Nose width	52	29	0.32	50	26.0	0.26
Nazalni indeks	Nasal index	52	57.87	7.24	50	55.10	6.30
Vitalni kapacitet	Vital capacity	52	2825.9	853.57	50	1690.4	732.81

Može se videti da je prosečna starost muškaraca 41,6 godina i kretala se u dijapazonu od 17,50 do 75,63 godine. Kod žena prosečna starost je 39,99 godina. Najmlađa ispitanica imala je 17,46 a najstarija 75,26 godina. Iz tabele se uočava da je prosečna visina 173,7 cm kod muškog i 160 cm kod ženskog pola. Ovi podaci ukazuju da su odrasli Rumuni oba pola u proseku visokog telesnog stasa. Dužina noge muškaraca iznosila je 97,4 cm a žena 93,3 cm. Dužina ruke pokazuje nešto veći polni dimorfizam, kod muškog pola iznosi 76,2 cm a kod ženskog 69, cm. Prosečna vrednost srednjeg obima grudi za muškarce iznosi 104,7 cm a za žene 97,8 cm. Polni dimorfizam je 6,9 cm.

U savremenim antropološkim istraživanjima često se koriste mere obima struka i kukova, koje daju uvid u izgled jedinke a u visokoj korelaciji su sa masom tela. U ispitanom uzorku obim struka kod muškaraca je 97,5 cm a žena 88,1 cm. Žene karakteriše nešto veća prosečna vrednost obima kukova (104,9 cm) od muškaraca (103,7 cm). Međusobni odnos ove dve karakteristike daje uvid o distribuciji masnog tkiva. Ako je ovaj odnos veći od 0,95 za muškarce i 0,85 za žene smatra se da je osoba pod povećanim zdravstvenim rizikom, s obzirom da se veći deo masnog tkiva nalazi u gornjem delu tela. Prosečna vrednost ovog indeksa kod muškaraca je 0,94 a kod žena 0,83. Međutim, kategorizacijom ovog indeksa je utvrđeno da je čak 38,46% muškaraca i 44% žena pod zdravstvenim rizikom. Rizik se povećava ukoliko je obim struka veći od 91,5 cm kod muškaraca i 84 cm kod žena.

Ovi podaci su u saglasnosti sa podacima za masu tela koja je kod muškog pola 83,5 kg a kod ženskog 69,7 kg. Srednja vrednost indeksa telesne mase je 27,6 kod muškaraca i 27,8 kod žena. Ocena stanja uhranjenosti je data prema Harrisonu (Tab. 2).

Tabela 2 Kategorije Indeksa telesne mase
Table 2 Categorization of body mass index

Muškarci - Males			Žene - Females		
Kategorije	N	%	Category	N	%
umerena pothranjenost	1	1.92	moderate underweight	2	4.00
normalna uhranjenost	15	28.85	normal weight	15	30.00
prekomerna težina	21	40.38	overweight	17	34.00
gojaznost	14	26.92	obesity	16	32.00
patološka gojaznost	1	1.92	pathological obesity	0	0.00

Najveći broj osoba ima prekomernu težinu (muškarci 40,38%; žene 34%) a u skoro podjednakom procentu zastupljena je kategorija normalno uhranjenih (muškarci 28,85%; žene 30%) i gojaznih (muškarci 26,92%; žene 32%) kod oba pola.

Mere glave, lica i nosa vrlo jasno određuju pripadnost određenoj populaciji i mogu se koristiti za određivanje biološke sličnosti ljudskih populacija. Od parametara glave odabrane su dužina i širina glave čiji međusobni odnos pruža uvid o kefaličnom indeksu. Iz tabele 1 se uočava da muškarci imaju relativno dugu glavu (189 mm) kao i

žene (179 mm). Polni dimorfizam je statistički signifikantan ($p < 0.01$). Srednja vrednost širine glave ima značajno veću vrednost kod muških (156 mm) nego ženskih osoba (149 mm). Prosečna vrednost kefalichnog indeksa je nešto veća kod žena (83,42) nego muškaraca (82,74). Najveći broj ispitanika oba pola odlikuje se okruglom glavom - brahikefalijom (muškarci 50%, žene 40,38%). Muškarci su imali značajno veće vrednosti i za visinu lica. Metrijsko ispitivanje nosa obuhvatilo je visinu i širinu nosa iz čega je izračunat nazalni indeks. Kod muškog pola visina nosa iznosila je 51 mm, a kod žena 47 mm sa statistički značajnom razlikom. Interesantno je da polne razlike u širini nosa nisu izražene. Kod muškog pola prosečna vrednost je iznosila 29 mm a kod ženskog 26 mm. Nazalni indeks iznosio je 57,87 kod muškaraca i 55,10 kod žena, što pokazuje da se najveći broj osoba muškog pola (53,85%) odlikuje uzanim nosom (leptorinija), a kod žena je značajan i procenat hiperleptorinih osoba (56%).

Za procenu respiratorne funkcije izmeren je vitalni kapacitet. Ova je karakteristika izrazito varijabilna i na nju u velikoj meri utiču faktori okoline, a takođe za nju je karakterističan i izrazit polni dimorfizam u korist muškog pola. Prosečna vrednost kod muškaraca iznosila je 2825,9 ml a kod žena 1690,4 ml.

Podaci za mogućnost razlikovanja boja i osećaja gorkog ukusa dati su u tabeli 3.

Tabela 3 Daltonizam i PTC test kod odraslih Rumuna u Vojvodini

Table 3 Daltonism and PTC test in adult Rumanians in Vojvodina

Muškarci - Males							
Daltonizam					PTC test		
anomalija - anomaly							
normalno	protan	deutan	nekl. anom.	Ukupno daltonista	oseća taster	ne oseća non taster	Ukupno Total
48	0	1	3	4	36	16	52
92.31%	0.00%	1.92%	5.77%	7.69%	69.23%	30.76%	100%
Žene - Females							
Daltonizam					PTC test		
anomalija - anomaly							
normalno	protan	deutan	nekl. anom.	Ukupno daltonista	oseća taster	ne oseća non taster	Ukupno Total
50	0	0	0	0	38	12	50
100%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	76.00%	24.00%	100%

Može se videti da je daltonizam konstatovan samo kod muškog pola (7,69%), od čega je 1 osoba bila deutan tip a za 3 osobe se nije jasno mogao odrediti tip anomalije. Kod žena nije uočen ni jedan slučaj ove anomalije. Za sposobnost osećaja gorkog ukusa uočen je veći procenat neosetljivih muškaraca (30,6%) nego žena (24%).

DISKUSIJA

U radu su date neke morfološke i fiziološke karakteristike odraslih Rumuna iz Uzđina i Ečke. Analizom rezultata utvrđeno je da odrasle Rumune oba pola, odlikuje visok telesni stas. Prosečna telesna visina muškaraca iznosila je 173, cm a žena 160 cm. Upoređujući ove podatke sa podacima ranijih ispitivanja Rumuna u Vojvodini (Gavrilović 1962, 1963, 1987, Božić 1976,) uočene su značajno veće vrednosti i akceleracija telesne visine kod oba pola. Povećanje kod muškog pola u proseku iznosi oko 7 cm a kod ženskog oko 5 cm u odnosu na ispitanike iz 1976. i 1987. godine. U poređenju sa Rumunima iz četiri rumunske oblasti (Schmidt 1991) takođe su uočene značajno veće vrednosti i povećanje koje prosečno iznosi oko 5 cm kod muškaraca i oko 3 cm kod žena.

Za dužinu noge nisu uočena neka značajnija odstupanja u odnosu na ispitivanja Gavrilovića (1987). Međutim, za dužinu ruke uočene su veće vrednosti, kod muškaraca za oko 5 cm a kod žena za oko 3,5 cm.

Analizom srednjeg obima grudnog koša utvrđeno je da Rumune oba pola odlikuje veliki obim grudnog koša. Kod muškaraca prosečna vrednost je iznosila 104,7 cm a kod žena 97,8 cm, te se može zaključiti da je grudni koš dobro razvijen. Ove vrednosti su značajno više od ranije zabeleženih u ispitivanjima Gavrilovića (1987) i Schmidta (1991). Ovo ne iznenađuje s obzirom da je obim grudi u visokoj pozitivnoj korelaciji sa masom tela kod koje su takođe uočene značajno više vrednosti i povećanje za čak preko 10kg u odnosu na ranija ispitivanja u Vojvodini (Gavrilović 1987) i Rumuniji (Schmidt 1991). Iako je ova karakteristika izrazito varijabilna ovi podaci ukazuju da je u proteklom periodu došlo do povećanja telesne mase u Vojvodini, što je verovatno uslovljeno promenama u navikama i načinu ishrane. Na ovo ukazuje i indeks telesne mase, prema kome je najveći broj osoba oba pola imao prekomernu težinu (muškarci 40,38%; žene 34%), a znatan je i procenat gojaznih muškaraca (26,92%) i žena (32%). Kategorija normalno uhranjenih zastupljena je u skoro istom procentu kod muškaraca (28,85%) i žena (30%). U ranijim ispitivanjima (Gavrilović 1987) utvrđeno je da su muškarci najčešće normalno uhranjeni dok su žene češće gojazne.

Masno tkivo se pretežno gomila u gornjem delu tela, s obzirom da je prosečna vrednost obima struka muškaraca 97,5 cm a žena 88,1 cm što je znatno više od graničnih vrednosti (muškarci 91,5 cm; žene 84 cm) koje ukazuju na povećan zdravstveni rizik. Takođe, indeks distribucije masnog tkiva (WHR) ukazuje da čak 38,46% muškaraca i 44% žena ima povećan zdravstveni rizik od kardiovaskularnih bolesti, hiperlipoproteinemije i raznih malignih bolesti.

Za dužinu glave utvrđene su nešto veće prosečne vrednosti u odnosu na ispitivanja Schmidta (1991) i Božić (1976), međutim u odnosu na ispitivanja Gavrilovića (1987) nisu uočene neke značajnije promene i odstupanja. Za širinu glave nisu uočene značajnije promene u odnosu na ispitivanja Schmidta (1991), međutim primećene su niže vrednosti u poređenju sa ranijim ispitivanjem Rumuna u Vojvodini (Gavrilović 1987, Božić 1976). Bez obzira na ove varijacije prosečna vrednost kefalichnog indeksa i

njegova kategorizacija potvrdila je ranije dokaze da je oblik glave Rumuna najčešće brahikefalan.

Za visinu i širinu nosa primećene su niže vrednosti u odnosu na sva ranija ispitivanja međutim, prema nazalnom indeksu najveći broj osoba spada u leptorine kao i u ranijim istraživanjima.

Granične vrednosti volumena i kapaciteta pluća su široke, jer su uslovljene različitim spoljašnjim i unutrašnjim faktorima. Prilikom poređenja različitih populacija treba uzeti u obzir činjenicu da na rezultate testa utiču: preciznost i tip instrumenta, uvežbanost i motivisanost ispitanika, navika pušenja, zdravstveno stanje itd. Vitalni kapacitet Rumuna iznosio je 2825,9 ml a Rumunki 1690,4 ml, što je znatno niže u poređenju sa ranijim ispitivanjem nekih drugih etničkih grupa u Sremu (Pavlica 1996) koje su merene istim mernim instrumentom. Prosečna starost muškaraca u ovom ispitivanju iznosila je 41,06 godina a žena 39,99, dok je u ispitivanjima Pavlice (1996) uzorak bio mlađi (muškarci 36; žene 34), što predstavlja možda razlog zabeleženih manjih vrednosti, jer kako je poznato, vitalni kapacitet znatno opada sa godinama.

Daltonizam tj. nerazlikovanje boja je svojstvo koje se polno nasleđuje preko X hromosoma, stoga je procenat muškaraca koji ne razlikuju boje znatno veći nego kod žena. Prema podacima iz literature poremećaj viđenja boja javlja se 7 do 8% kod muškaraca a vrlo retko kod žena. U uzorku ispitanih Rumuna, daltonizam je konstatovan samo kod muškog pola sa učestalošću od 7,69% što je u saglasnosti sa ranijim ispitivanjem daltonizma u Vojvodini (Stajić 1973, 1976, Pavlica 1996). Takođe ovi podaci pokazuju da se daltonizam kod Rumuna javlja u granicama zastupljenosti daltonizma u evropskim populacijama (3,06% do 10,5%).

Za sposobnost osećaja gorkog ukusa feniltiokarbamida uočen je veći procenat neosetljivih muškaraca 30,76% nego žena 24%. Veća neosetljivost muškaraca uočena je i kod Slovaka u ispitivanjima Pavlice (1996) i kod dečaka iz Novog Sada (Savić i sar. 1993).

Našim ispitivanjem utvrđeno je da se odrasli Rumuni iz srednjeg i južnog Banata po svojim osnovnim antropološkim karakteristikama značajnije ne razlikuju od ostalih starosedelačkih etničkih grupa u Vojvodini. Uočena je akceleracija visine i telesne mase, koja je naročito izražena u masi tela. Ovo je uslovalo povećan broj osoba sa prekomernom težinom. Oko 40% osoba ima povećan zdravstveni rizik jer se masno tkivo pretežno gomila u gornjem delu tela.

LITERATURA

- Božić V. (1976): Neke fizičke osobine stanovništva SAP Vojvodine. Magistarski rad, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno - matematički fakultet, Novi Sad.
- Gavrilović Ž. (1962): Zajedničke crte u antropološkim osobinama stanovništva u Vojvodini. Etnološki pregled, 4: 32 - 35.
- Gavrilović Ž. (1963): Antropološke karakteristike autohtonih Vojvođana. Zbornik za prirodne nauke MS, 27: 112 - 129.

- Gavrilović Ž. (1987): Antropološke karakteristike stanovništva Vršačkih planina. Matica srpska, Odeljenje za prirodne nauke, Novi Sad.
- Opština Kovačica (1988): Ekonomska - Geografska monografija, dr Milan Bajić, Novi Sad.
- Opština Zrenjanin (1995): Geografske monografije Vojvođanskih opština, Univerzitet u Novom Sadu, PMF, Institut za geografiju, Novi Sad.
- Pavlica T. (1996): Bioantropološke karakteristike odraslih stanovnika Srema. Magistarski rad, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno - matematički fakultet, Institut za biologiju, Novi Sad.
- Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u 2002. Stanovništvo, nacionalna ili etnička pripadnost. Podaci po naseljima. Republika Srbija, Republički zavod za statistiku, Beograd februar 2003.
- Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u 2002. Stanovništvo - veroispovest, maternji jezik i nacionalna ili etnička pripadnost prema starosti i polu. Podaci po opštinama. Republika Srbija, Republički zavod za statistiku, Beograd, maj 2003.
- Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u 2002. Stanovništvo - bračno stanje prema starosti, veroispovesti i nacionalnoj ili etničkoj pripadnosti. Podaci po naseljima. Republika Srbija, Republički zavod za statistiku, Beograd, oktobar 2003.
- Popović D.J. (1990): Srbi u Vojvodini, Matica srpska, Novi Sad.
- Savić M., Božić - Krstić V., Stajić N., Rakić R. (1993): Antroposkopska analiza učenika Novog Sada. Glasnik ADJ 29, str. 71 - 74, Beograd.
- Schmidt H. (1991): Antropološka struktura populacija južne i jugozapadne Rumunije. Glasnik ADJ, Sv. 28, str. 15 - 25, Beograd.
- Stajić N. (1973): Frekvencija daltonizma u selu Nadalj i prikaz porodice sa protan i deutan alelima. Genetika 5 (1): str. 31 - 38.
- Stajić N. (1976): Daltonizam kod etničkih grupa u Vojvodini. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Vlahović P. (2004): Etničke odlike Vojvodine. Glasnik ADJ, Sv.39, str. 9 - 14, Beograd.
- Weiner J.S., Lourie J.A. (1969): Human Biology; a guide to field methods. Blackwell scientific publications, Oxford and Edinburg.

ANTHROPOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ADULT RUMANIANS IN CENTRAL AND SOUTHERN BANAT

Pavlica, Tatjana, Božić - Krstić, Verica, Rakić, Rada
Department of Biology and Ecology, Faculty of Sciences, Novi Sad

SUMMARY

An anthropological investigation of 52 males of average age 41.06 and 50 females of average age 39.99 was conducted in the villages of Uzdin and Ečka following the instructions of IBP. The investigation included 13 morphological characteristics as well as vital lung capacity, the ability to taste phenylthiocarbamide and to distinguish colours. According to the parameters of height and leg and arm length, Rumanians of both sexes showed no significant differences when compared with other populations of Vojvodina. When compared with previous investigations, acceleration in height of 2.62 cm and 1.74cm per decade was observed in males and females, respectively. Cephalic index mean was greater in females (83.42) than in males (82.74). Brachicephalia was recorded in most subjects of both sexes. The average nasal index was 57.87 in males and 55.10 in females. According to BMI, most subjects of both sexes were obese. It was reflected in the average waist circumference (97.5cm; 88.1cm) and pointed out a greater health risk.

The index of fat tissue distribution (WHR) showed the fat accumulation in the upper part of the body increasing the risk of cardiovascular diseases, hypertension, diabetes, etc. The average vital capacity amounted 2825.9ml in males and 1690.4ml in females. Colour blindness was recorded only in males (7.69%). A higher percentage of subjects insensible to the bitter taste of phenylthiocarbamide was recorded in males (30.76%) than in females (24%).

Key words: Rumanians, morphological characteristics, physiological characteristics

PRIMENA ALUMINOSILIKATA U ISHRANI SVINJA - BIOHEMIJSKA PROCENA

Prvulović, D.², Stanić, Bojana¹, Jovanović-Galović, Aleksandra¹, Popović, M.², Grubor – Lajšić, Gordana¹

¹ Departman za biologiju i ekologiju, Prirodno matematički fakultet,
Univerzitet u Novom Sadu

² Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu

SAŽETAK

U cilju poboljšanja ishrane i zaštite životinja od štetnih efekata raznih toksikanata, u proizvodnji hrane za životinje se široko primenjuje suplementacija dodacima tipa adsorbenata, zeolita, bentonita i drugih aluminosilikata. Provera efikasnosti njihove primene i mehanizam delovanja su predmet mnogih istraživanja. ATN (antitoksična smeša kao dodatak stočnoj hrani visoke hranljive vrednosti) je kombinacija posebno izabranih vrsta aluminosilikata, aktivnog uglja i prirodnih izvora vitamina, mikroelemenata, esencijalnih amino i masnih kiselina. Cilj ovog rada je bio da se ispita opravdanost primene i uticaj ATN na zdravstveno stanje u ishrani svinja. Tokom eksperimenta praćena je telesna masa svinja i određen prirast, a u cilju procene zdravstvenog stanja životinja urađene su određene biohemijske analize. Rezultati pokazuju povoljno delovanje ATN-a u uzgoju svinja, i održavanje biohemijsko-fiziološkog statusa životinja u fiziološkim granicama. U grupi svinja suplementiranih sa ATN očuvana je homeostaza elektrolita i ispitivanih biohemijskih parametara, u odnosu na kontrolnu grupu i referentne vrednosti.

Ključne reči: zeoliti, bentoniti, aditivi, ishrana svinja, biohemijska ispitivanja

UVOD

Interes savremene proizvodnje hrane životinjskog porekla je obezbeđenje proizvoda visoke biološke vrednosti. U tom cilju su veoma intenzivna istraživanja primene raznih dodataka u ishrani životinja. To su najčešće imuni modulatori, biokatalizatori, specifični dodaci kulture kvasca, materije koje vezuju mikotoksine, zatim kvasac sa selenom ili hromom i mineralni proteinati (Hemken i sar., 1998; Spring i Privulescu, 1998).

Dodaci tipa adsorbenata, kao što su aluminosilikati i bentoniti, zauzimaju posebno mesto. Ove supstance imaju veliki afinitet za pojedine toksine, koji se kao kontaminanti mogu naći u hrani, i čijim vezivanjem se znatno smanjuje njihova adsorpcija i toksični efekti. Tako su prirodni i hemijski modifikovani aluminosilikati kao aditivi našli primenu u vezivanju mikotoksina, najčešćih kontaminanata žitarica i drugih komponenti stočne hrane. Poznata je primena bentonita kao dodatka hrani, u vezivanju aflatoksina, amonijaka i raznih bakterijskih enterotoksina u digestivnom traktu životinja, čime se sprečava njihovo štetno delovanje, a samim tim povećava prirast i efikasnost ishrane (Dewegovda i sar., 1998; Huff i sar., 1992; Ledoux i sar., 1999). Bentoniti takođe usporavaju brzinu pasaže hrane omogućavajući dužu enzimsku digestiju i adsorpciju nutrijenata, što utiče na bolju iskoristljivost hrane i veću ekonomičnost uzgoja. Za zeolite, aluminosilikate stabilne kristalne strukture i izraženih jonoizmenjivčkih osobina je već odavno poznato da dodati u hranu za životinje utiču na značajno povećanje telesne mase i poboljšavaju zdravstveno stanje životinja (Harvey i sar., 1993; Vrzgula i Bartko, 1984).

Cilj ovog rada je bio da se ispita efikasnost i bezbednost primene ATN-a, aditiva na bazi aluminosilikata, u ishrani svinja.

MATERIJAL I METODE

ATN je preparat u čijoj formulaciji je objedinjena sposobnost adsorpcije štetnih materija, a sadrži i komponente koje su prirodni izvor esencijalnih aminokiselina, masnih kiselina, mikroelemenata i vitamina. Osnova ovog preparata je ATN koncentrat, koji se dobija složenim višefaznim postupkom mešanja više komponenti strogo kontrolisanog kvaliteta. Osnovne komponente ATN koncentrata su prirodni zeoliti (klinoptilolit) i filosilikatne gline (monmorionit), a morfo-strukturne karakteristike ovih komponenti obezbeđuju važne funkcionalne osobine ATN, poboljšane specifičnim tehnološkim postupkom njegovog dobijanja.

Ispitivanje delovanja ATN je sprovedeno na farmi svinja, gde su metodom slučajnog izbora formirane dve grupe po 15 prasadi: ogledna grupa koja je preko hrane dobijala ATN u koncentraciji od 0.5% i kontrolna grupa koja je dobijala hranu iste formulacije i od istih sirovina, ali bez ATN. Ogled je trajao 4 meseca, i svi ostali parametri za obe grupe prasadi u odgoju i kasnije svinja u tovu, bili su identični tokom ogleda.

Tokom ogleda mesečno je praćena telesna masa svinja, a na kraju ogleda je uzeta krv za biohemijske analize. Od biohemijskih analiza je u serumu standardnim metodama (Microlab, Merck) određena koncentracija glukoze, proteina, triglicerida, holesterola, uree i kreatinina. Kompletima firme RANDOX je u serumu određena aktivnost transaminaza (ALT i AST), alkalne fosfataze (ALP), amilaze i glutamiltransferaze (gGT). Koncentracija elektrolita je određena analizatorom (AVL) za elektrolite (natrijum, kalijum i hloridi), a kompletima firme RANDOX koncentracija kalcijuma, gvožđa, magnezijuma i fosfora.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Aluminosilikati, zeoliti i filosilikatne gline se široko koriste u poljoprivredi, ali efekti njihove primene, načina delovanja i mogućnosti tehnološke pripreme se još uvek intenzivno ispituju. Iz iskustva dugogodišnje primene zeolita u različitim oblastima poljoprivrede, stočarstva i veterinarske medicine, kako u svetu tako i kod nas, proistekli su brojni radovi, studije, projekti i patent (Mumpton, 1999). Većina njih se odnosi na adsorptivne osobine zeolita u prevenciji mikotoksikoza, ali i na karakterizaciju samih zeolita.

U cilju provere bezbedne primene i efikasnosti ATN-a (antitoksična smeša kao dodatak stočnoj hrani visoke hranljive vrednosti) u ishrani svinja, ispitali smo zdravstveno stanje svinja koje su, kao dodatak hranivu, dobijale određenu količinu ovog preparata.

U četvoromesečnom tovu svinja na farmi D.P. „Bačka” Bačka Palanka, praćena je telesna masa svinja u eksperimentu i određen dnevni prirast (Tabela 1). Iako je prosečna telesna masa prasadi na početku eksperimenta bila veća u kontrolnoj grupi u odnosu na eksperimentalnu, dnevni prirast u obe grupe je bio ujednačen, a u jednom periodu i veći kod grupe sa ATN-om.

Tabela 1 Telesna masa svinja i dnevni prirast
Table 1 Body weight and weight gain

Dan	Parametar				
	Telesna masa [kg]		Period	Prirast [kg]	
	Kontrola	0.5% ATN		Kontrola	0.5% ATN
1.	16.48	12.23	1-28.	0.489	0.320
28.	29.70	23.47	28-90.	0.545	0.527
90.	62.73	58.80	90-135.	0.696	0.696
135.	93.40	89.46	135-155.	0.566	0.757
155.	108.13	103.80	1-155.	0.606	0.605

Na kraju četvoromesečnog perioda urađene su hematološke i biohemijske analize krvi svinja kontrolne i eksperimentalne grupe. Od hematoloških analiza određen je hemoglobin, koji je bio nešto veći u grupi svinja sa ATN-om u odnosu na kontrolnu grupu (107.3 ± 11.7 prema 101.6 ± 6.5) (Tabela 2). U koncentraciji osnovnih biohemijskih parametara: glukoze, proteina, triglicerida, holesterola, uree i kreatinina nije utvrđena statistički značajna razlika između ispitivanih grupa (Tabela 2). Sve vrednosti su bile u granicama referentnih vrednosti (Kaneko, 1989), osim ukupnih proteina u grupi sa ATN koji su bili nešto niži, ali ne i statistički značajno. Koncentracija holesterola je bila ista u obe ispitivane grupe, ali su ove vrednosti statistički značajno veće u odnosu na referentne vrednosti, što je verovatno genetska karakteristika i uticaj ishrane.

Tabela 2 Hematološke i biohemijske analize krvi svinja
Table 2 Serum biochemical and hematological values

Parametar	Grupa	
	Kontrola	0.5% ATN
Hemoglobin [g/L]	101.55 ± 1.74	107.31 ± 3.13
Glukoza [mmol/L]	4.01 ± 0.13	4.39 ± 0.13
Ukupni proteini [g/L]	78.49 ± 1.51	70.43 ± 2.02
Trigliceridi [mmol/L]	0.26 ± 0.02	0.30 ± 0.03
Holesterol [mmol/L]	2.30 ± 0.07	2.31 ± 0.10
Urea [mmol/L]	4.78 ± 0.37	4.61 ± 0.54
Kreatinin [μmol/L]	152.70 ± 4.39	145.02 ± 4.56

Nije bilo statistički značajne razlike između ispitivanih grupa u aktivnosti ispitivanih enzima (AST, ALT, ALP, amilaza, gGT i LDH), a sve vrednosti su bile i u granicama referentnih vrednosti (Tabela 3). Jedino je aktivnost AST povećana u grupi sa ATN, što može biti i rezultat stresa pri uzimanju uzoraka i zahteva dodatnu proveru.

Tabela 3 Aktivnost enzima u serumu
Table 3 Serum enzyme activity

Parametar	Grupa	
	Kontrola	0.5% ATN
AST [U/L]	85.58 ± 3.83	114.83 ± 3.65
ALT [U/L]	56.35 ± 2.15	45.66 ± 1.56
ALP [U/L]	298.15 ± 11.92	321.34 ± 16.88
Amilaza [U/L]	1767.08 ± 88.64	1785.40 ± 119.92
gGT [U/L]	30.95 ± 3.03	31.98 ± 2.79
LDH [U/L]	345.08 ± 18.07	370.00 ± 18.04

Koncentracija elektrolita (Na, K, Ca, Cl, Fe, Mg i P) je bila u obe grupe ujednačena i u granicama referentnih vrednosti (Tabela 4).

Tabela 4 Koncentracija elektrolita u serumu
Table 4 Serum electrolytes concentration

Parametar	Grupa	
	Kontrola	0.5% ATN
Na [mmol/L]	148.38 ± 1.26	143.93 ± 1.66
K [mmol/L]	5.03 ± 0.13	4.63 ± 0.10
Mg [mmol/L]	1.25 ± 0.09	1.42 ± 0.05
Cl [mmol/L]	102.23 ± 0.80	101.92 ± 0.70
Ca [mmol/L]	2.54 ± 0.04	2.50 ± 0.04
P [mmol/L]	2.88 ± 0.08	2.83 ± 0.05
Fe [μmol/L]	25.28 ± 1.63	26.14 ± 1.86

Primena antitoksične smeše kao dodatka stočnoj hrani visoke hranljive vrednosti (ATN) je delovala povoljno na održavanje dobrog zdravstvenog stanja životinja i prema našim rezultatima ne postoje znaci bilo kakvog štetnog delovanja. Metabolički profil, na osnovu ispitivanih biohemijskih parametara, je u okvirima fizioloških vrednosti, a aktivnost enzima ukazuje na normalnu funkciju organa. Mineralni status je u granicama referentnih vrednosti, a homeostaza elektrolita je očuvana.

LITERATURA

- Devegowda, G.; Raju, M.V.L.N.; Afzalini, N. and Swamy, H.V.L.N. (1998): Mycotoxin Picture Worldwide: Novel Solutions for Their Counteraction, In: T.P. Lyons, K.A. Jacques (Eds) *Biotechnology in the Feed Industry*. Proceeding of Alltech's 14th Annual Symposium. Nottingham University Press, Thrumpton, pp. 241-256.
- Harvey, R.B.; Kubena, L.F.; Ellissalbe, M.H. and Phillips, T.D. (1993): Efficacy of Zeolitic Ore Compounds on the Toxicity of Aflatoxin to Growing Broiler Chickens. *Avian Dis.* 37, 67-73.
- Hemken, R.W.; Harmon, R.J. and Trammell, S. (1998): Selenium for Dairy Cattle: a Role for Organic Selenium. In: T.P. Lyons, K.A. Jacques (Eds.) *Biotechnology in the Feed Industry*. Proceeding of Alltech's 14th Annual Symposium. Nottingham University Press, Thrumpton, pp. 497-503
- Huff, W.E.; Kubena, L.F.; Harvey, R.B. and Phillips, T.D. (1992): Efficacy of Hydrated Sodium Calcium Aluminosilicate to Reduce the Individual and Combined Toxicity of Aflatoxin and Ochratoxin A. *Poult.Sci.* 71, 64-69.
- Kaneko, J.J. Normal Blood Analyte Values in Large Animals (1989) In: J.J. Kaneko (Ed.) *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Academic Press, 4th ed., pp. 886-892.
- Ledoux, D.R.; Rottinghaus, G.E.; Bermudez, A. J. and Alonso-Debolt, M. (1999): Efficacy of a Hydrated Sodium Calcium Aluminosilicate to Ameliorate the Toxic Effects of Aflatoxin in Broiler Chicks. *Poult. Sci.* 78, 204-210.
- Mumpton, F.A. (1999): La rocca magica: Uses of natural zeolites in agriculture. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 96, 3463-3470.
- Spring, P. and Privulescum, M. (1998): Mannan oligosaccharide: Its Logical Role as a Natural Feed Additive for piglets. In: T.P. Lyons, K.A. Jacques (Eds.) *Biotechnology in the Feed Industry*. Proceeding of Alltech's 14th Annual Symposium. Nottingham University Press, Thrumpton, pp. 553-561.
- Vrzgula, L. and Bartko, P. (1984): Effects of clinoptiolite on weight gain and some physiological parameters of swine. In: W. G. Pond, F. A. Mumpton (Eds.) *Zeo-Agriculture*. Westview Press, Boulder, Co. pp. 161-166.

Napomena: Ovaj rad je deo Projekta Ministarstva za nauku, tehnologije i razvoj Republike Srbije (BTR. 0439/2002., Primena modifikovanih aluminosilikata u ishrani svinja i živine: biohemijsko-fiziološki parametri, tehnološka i kulinarska svojstva mesa). Zahvaljujemo se autoru patenta ATN Branku Stančeviću, dipl. vet. na

ustupljenom preparatu, direktoru i zaposlenima na Farmi „Bačka” na pomoći, a Branku Kecmanu, ing. saob. „EKO-KEC” za finansijsku pomoć u izradi biohemijskih analiza.

ALUMINOSILICATES APPLICATION IN PIG NUTRITION - BIOCHEMICAL ESTIMATION

Prvulović, D.², Stanić, Bojana¹, Jovanović-Galović, Aleksandra¹, Popović, M.², Grubor-Lajšić, Gordana¹

¹ Department of Biology and Ecology, Faculty of Sciences, University of Novi Sad

² Agricultural Faculty, University of Novi Sad

SUMMARY

The application of adsorbents (zeolites, bentonites, and other aluminosilicates) is a broadly applied measure used by the livestock industry to improve nutrition and protect animals from harmful effects of toxic substances. In vivo evaluation of adsorbent supplementation is related to its efficacy and possibilities of impaired nutrient utilization. ATN (antitoxic feed additive of high nutrition value) is a combination of hydrated sodium calcium aluminosilicate, activated carbon, and natural sources of vitamins, microelements, essential amino acids, and fatty acids. The objectives of this study were to assess the influence of ATN on animal health and to demonstrate positive effects of ATN supplemented pig diet on pig performance. Body mass, hematological, and serum biochemical analyses were performed pointing out mostly undisturbed mineral status and preserved homeostasis of the investigated biochemical parameters in the ATN supplemented group when compared with control group and referent values.

Key words: zeolites, bentonites, additives, pig nutrition, biochemical investigation

PRIRODNI ALUMINOSILIKATI U PREČIŠĆAVANJU OTPADNIH VODA

Stefanović, D.¹, Jovanović-Galović, Aleksandra², Kojić, Danijela², Jakšić, Jelena³,
Vojinović – Miloradov, Mirjana.³, Grubor – Lajšić, Gordana.²

¹ Mlekara „Beograd”, AD „Imlek”, Beograd

² Departman za biologiju i ekologiju, Prirodno matematički fakultet,
Univerzitet u Novom Sadu

³ Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu

SAŽETAK

U ovom radu je ispitana mogućnost primene prirodnih aluminosilikata, zeolita i glina, u prečišćavanju otpadnih voda mlekare „Beograd” AD „Imlek”. Korišćen je ATN, patentirani preparat na bazi smeše aluminosilikata i aktivnog uglja. Efikasnost ovog filtracionog medijuma je procenjena određivanjem hemijske i biološke potrošnje kiseonika (HPK i BPK), ukupnog azota i fosfora (Nt i Pt) i količinom rastvorenog kiseonika u vodi, pre i posle kontakta sa različitim količinama adsorbensa (5-100 g/L). U svim uzorcima tretirane otpadne vode, osim sa najmanjom količinom adsorbensa, vrednosti ispitivanih parametara su bile niže u odnosu na netretiranu vodu, a najveće sniženje je bilo za HPK.

Ključne reči: zeoliti, otpadne vode mlekarske industrije, HPK

UVOD

Izgradnja velikih postrojenja visoke automatizacije i efikasnosti je opšti trend u razvoju mlekarske industrije sa značajnim uticajem na životnu sredinu, zbog velike količine otpadnih voda sa visokim sadržajem organskih materija (Dalmacija i sar., 1997). Pored izvesne količine mleka u ovim otpadnim vodama se mogu naći kazein i drugi proteini, laktoza i masti. Otpadne vode mlekarske industrije dodatno opterećuju naizmenično prisustvo kiselina ili baza, neophodnih u procesu čišćenja sistema, a kao posledica je varijabilnost pH (Meneret i sar., 2002).

Metode obrade otpadnih voda mlekarske industrije ne razlikuju se mnogo od drugih metoda prečišćavanja industrijskih otpadnih voda. To su metode razblaženja u prirodnom prijemniku otpadnih voda, irigacija napuštenog zemljišta, obrada u septičnim bazenima, biološko filtriranje uz prisustvo mikroorganizama za prečišćavanje otpadnog

materijala i postupak hemijskog taloženja uz primenu hemijskih koagulanata (Craggs i sar., 2003).

U ovom radu je ispitana mogućnost primene prirodnih aluminosilikata, zeolita i glina, u prečišćavanju otpadnih voda mlekare „Beograd” AD „Imlek”. Korišćen je patentirani preparat ATN, na bazi smeše aluminosilikata i aktivnog uglja. Efikasnost ovog filtracionog medijuma je procenjena analizom parametara kvaliteta vode pre i posle tretmana.

MATERIJAL I METODE

Adsorbens: mineralna osnova antitoksičnog nutritiva (ATN) je smeša zeolita (klinoptilolita), filosilikatnih glina (monmorilonita - bentonit) i aktivnog uglja. Ovaj preparat je dobijen složenim višefaznim postupkom mešanja komponenti definisanog kvaliteta i porekla. Morfo-strukturne karakteristike ovih komponenti obezbeđuju važne funkcionalne osobine ATN, poboljšane specifičnim tehnološkim postupkom (Ministarstvo za unutrašnje ekonomske odnose, Zavod za intelektualnu svojinu, SCG. Patent broj: 49078).

Kvalitet otpadnih voda mlekare „Beograd” AD „Imlek”. Kvalitet otpadnih voda mlekare određen je primenom standardnih metoda za hemijsku potrošnju kiseonika (HPK), biološku potrošnju kiseonika (BPK₅), ukupni azot (N_t), fosfor (P_t) i količinu rastvorenog kiseonika.

Adsorpcione osobine ATN. Adsorpcione osobine i efikasnost ATN u prečišćavanju sirovih otpadnih voda mlekare „Imlek” ispitane su u eksperimentu u kome je određena količina (0,5 L) otpadnih voda, uz stalno blago mešanje, bila u kontaktu (2h) sa različitom količinom adsorbensa (5, 10, 20, 40, 60, 80 i 100 g/L). U vodi su pre i posle kontakta sa adsorbensom određeni HPK, BPK, N_t, P_t i količina rastvorenog kiseonika.

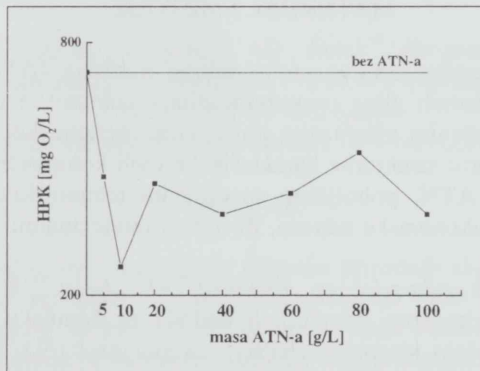
REZULTATI I DISKUSIJA

Ključni parametri kvaliteta otpadnih voda mlekarske industrije su biološka potrošnja kiseonika (BPK), sa prosečnom vrednošću 0.8 do 2.5 kg/t mleka u netretiranom efluentu; hemijska potrošnja kiseonika (HPK), normalno oko 1.5 puta veća od vrednosti BPK; fosfor 10 – 100 mg/L i azot oko 6% vrednosti za BPK (World Bank Group, 1998).

Malo je podataka o primeni aluminosilikata u prečišćavanju otpadnih voda mlekarske industrije. U jednom istraživanju efikasnosti različitih filtracionih materijala u primarnom tretmanu otpadnih voda mlekare na laboratorijskom nivou, korišćeni su zeoliti, mleveni koral, ugalj, pesak i pesak pomešan sa koralom ili staklenim kuglicama. Određujući HPK, ukupne čvrste materije i ukupne suspendovane materije, pre i posle filtracije sirove otpadne vode, pesak u kombinaciji sa staklenim kuglicama se pokazao najefikasnijim (Samkutty and Gough, 2002). Klinoptilolit, jedna od komponenti ATN je

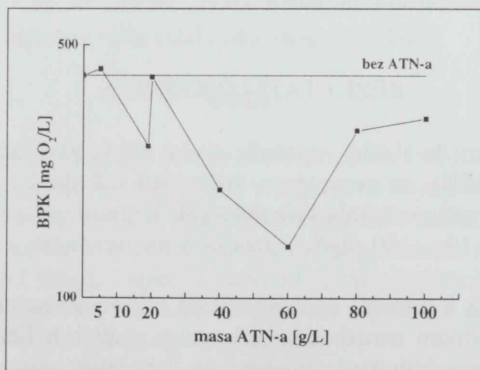
prirodni zeolit koji ima vrlo široku primenu. Koristi se kao hemijsko sito, apsorber gasova, dodatak hrani i kao filter za pijaću vodu i akvarijume (Passaglia, 1998).

Rezultati ispitivanja adsorpcionih osobina ATN u prečišćavanju otpadnih voda u zavisnosti od količine samog adsorbenta prikazani su na Grafcima 1 – 5. Praćenjem HPK, BPK₅, N_t, P_t i količine rastvorenog kiseonika u otpadnim vodama, pre i posle kontakta sa različitim količinom ATN, utvrđene su njegove adsorpcione sposobnosti. Uočava se da su sve vrednosti parametara, osim za rastvoreni kiseonik, bile ispod vrednosti netretirane vode, osim za uzorak sa najmanjom količinom adsorbensa (5g/L).



Grafik 1 Hemijska potrošnja kiseonika (HPK) otpadne vode pre i posle kontakta sa različitim količinom ATN

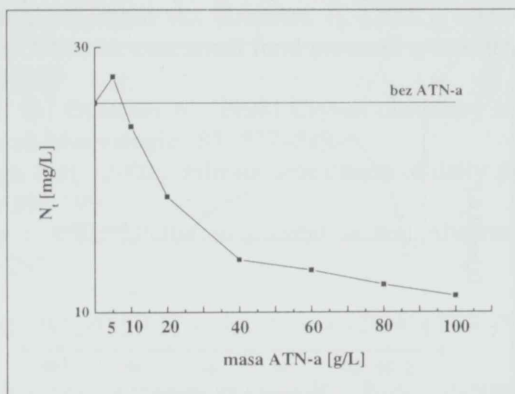
Figure 1 Chemical oxygen demand (COD) in wastewater before and after contact with different adsorbent amount (5-100 g/L)



Grafik 2 Biološka potrošnja kiseonika (BPK₅) otpadne vode pre i posle kontakta sa različitim količinom ATN

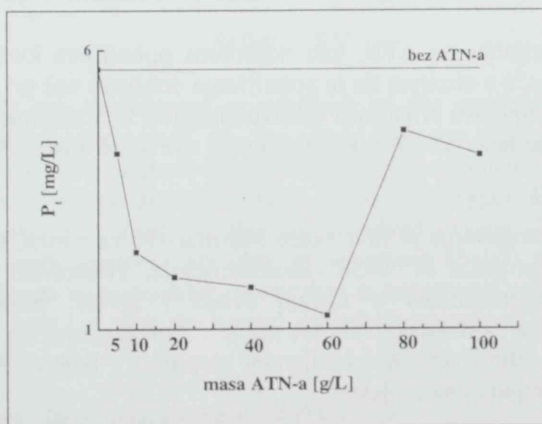
Figure 2 Biological oxygen demand (BOD) in wastewater before and after contact with different adsorbent amount (5-100 g/L)

U odnosu na hemijsku potrošnju kiseonika (HPK), koja je u sirovoj otpadnoj vodi veća od maksimalno dozvoljenih vrednosti ($450 \text{ mgO}_2/\text{L}$), u propuštеноj vodi HPK je smanjena za više od 60% (Grafik 1). Biološka potrošnja kiseonika (BPK_5) takodje veća u uzorcima sirove otpadne vode od maksimalno dozvoljenih vrednosti ($300 \text{ mgO}_2/\text{L}$) smanjila se prolaskom kroz stub adsorbensa (Grafik 2).



Grafik 3 Koncentracija ukupnog azota (N_t) u otpadnoj vodi pre i posle kontakta sa različitom količinom ATN

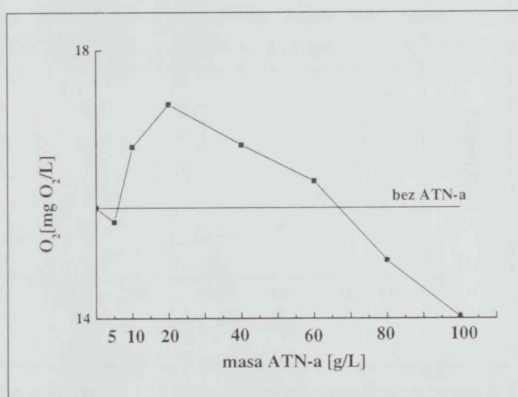
Figure 3 Total nitrogen content (N_t) in wastewater before and after contact with different adsorbent amount (5-100 g/L)



Grafik 4 Koncentracija ukupnog fosfora (P_t) u otpadnoj vodi pre i posle kontakta sa različitom količinom ATN

Figure 4 Total phosphorus content (P_t) in wastewater before and after contact with different adsorbent amount (5-100 g/L)

Izvesno povećanje rastvorenog kiseonika je verovatno posledica procesa koji se dešavaju u kontaktu sastojaka ispitivane vode i adsorbensa, a ne oslobođenog gasa iz samog filtracionog materijala (Grafik 5). Na ovo upućuje i smanjena količina rastvorenog kiseonika pri većim količinama adsorbensa, jer pri konstantnoj količini vode i manja količina filtracionog materijala je dovoljna za ovo povećanje rastvorenog kiseonika.



Grafik 5 Količina rastvorenog kiseonika u otpadnoj vodi pre i posle kontakta sa različitim količinom ATN

Figure 5 Dissolved oxygen (DO) in wastewater before and after contact with different adsorbent amount (5-100 g/L)

Može se zaključiti da ATN, kao adsorbens poboljšava kvalitet otpadnih voda mlekarske industrije, a s obzirom da je poboljšanje dobijeno već pri manjim količinama adsorbensa, da je i njegova efikasnost zadovoljavajuća. Ovi rezultati pružaju osnovu za iznalaženje tehničko tehnoloških rešenja primene ove vrste adsorbensa u prečišćavanju otpadnih voda.

Napomena: Ovo istraživanje je finansiralo Ministarstvo za nauku, tehnologiju i razvoj Republike Srbije, projekat br. 0439 (Biotehnologija, Tehnološki razvoj), „Primena modifikovanih aluminosilikata u ishrani svinja i živine: biohemijско fiziološki parametri, tehnološka i kulinarska svojstva mesa”. Zahvaljujemo se autoru patenta ATN Branku Stančeviću, dipl. vet. na ustupljenom preparatu i Branku Kecmanu, ing.saob. „EKO-KEC” participantu na projektu.

LITERATURA

Craggs RJ, Tanner CC., Sukias JP., Davies-Collez RJ. (2003). Dairy farm wastewater treatment by an advanced pond system Water Sci Technol. 48(2):291-297.

- Dalmacija B., Benak J., Karlović E. (1997). Metodologija ispitivanja i karakterizacija industrijskih i komunalnih otpadnih voda. Otpadne vode i čvrst otpad. Budva.
- Flanigen EM. (1984). Adsorption properties of molecular sieve zeolites. U WG Pond i FA Mumpton (urednici) *Zeo'agriculture, Int. Comm. Natural Zeolites*, Brockport, New York, s:45-54.
- Menoret C., Boutin C., Lienard A., Brissaud F. (2002). Use of recycling through medium size granular filters to treat small food processing industry effluents. *Water Sci Technol.* 45(12):225-232.
- Passaglia E., Artioli G., Gualtieri A. (1998) Crystal chemistry of the zeolites erionite and offretite. *American Mineralogist.* 83: 577-589.
- Samkutty P.J., Gough R.H. (2002): Filtration treatment of dairy processing wastewater. *Environ. Eng.* 37(2):195-199.
- World Bank Group. (1998). „Pollution Prevention and Abatement Handbook: Dairy Industry.” July:295-297.

NATURAL ALUMINOSILICATES IN WASTEWATER PURIFICATION

Stefanović, D.¹, Jovanović-Galović, Aleksandra², Kojić, Danijela², Jakšić, Jelena³,
Vojinović-Miloradov, Mirjana³, Grubor-Lajšić, Gordana²

¹ Dairy „Beograd” (Imlek), Belgrade

² Department of Biology and Ecology, Faculty of Sciences, University of Novi Sad

³ Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad

SUMMARY

In this study we investigated possibilities of the application of natural aluminosilicates, zeolites, and clays in the dairy industry wastewater management (Beograd, Imlek). Efficacy of these filtration agents was estimated using the following parameters: chemical oxygen demand (COD), biological oxygen demand (BOD), total nitrogen and phosphorus content (N_t, P_t), and dissolved oxygen (DO) in water before and after contact with different amounts of adsorbent (5-100 g/L). Values of the investigated parameters were generally lower than in nontreated water in all the samples of treated wastewaters but with the lowest adsorbent amount. The lowest value was obtained with COD.

Key words: zeolites, dairy industry wastewaters, COD

KORELACIJA TEHNOLOŠKIH POKAZATELJA KVALITETA HLEBA I *GLU-1* KVALITETNE VREDNOSTI PŠENICE

Vapa, Ljiljana*, Obreht, Dragana, Djan, Mihajla, Kačavenda, Dragana Kobiljski, B.¹

*Prirodno matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 2, Novi Sad

¹Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad

*e-mail: vapa@ib.ns.ac.yu

SAŽETAK

Cilj rada bio je da se odredi korelacija između tehnoloških pokazatelja kvaliteta hleba i *Glu-1* kvalitetne vrednosti, određene prema Payne (1987) i Pogna i sar. (1992). Ustanovljeno je da aleli *Glu-D1* lokusa pokazuju najveći broj značajnih pozitivnih korelacija sa parametrima kvaliteta hleba. Utvrđeno je da postoje značajne pozitivne korelacije između alela *Glu-1* lokusa i vrednosnog broja sredine hleba (koji predstavlja ocenu kvaliteta vekne), otpora rastezanju i zapremine vekne (ml/100g brašna).

Ključne reči: alelna varijabilnost, *Glu-1* kvalitetna vrednost, kvalitet hleba, pšenica

UVOD

Da li će se neka vrsta pšenice primenjivati za proizvodnju hleba, peciva ili testenina, zavisi od visko-elastičnih svojstava testa koja su primarno determinisana sastavom i sadržajem proteina. Dok sadržaj proteina u velikoj meri zavisi od uslova spoljašnje sredine, sastav proteina predstavlja naslednu karakteristiku. Poznato je da subjediniice glutenina velike molekulske mase (HMW GS), male molekulske mase (LMW GS) i glijadini čine glutenski makropolimer – dominantnu funkcionalnu proteinsku mrežu koja determiniše kvalitet u tehnologiji proizvodnje hleba i testenina (Lindsay i Skeritt, 1999). Eksperimenti su pokazali da glutenini velike molekulske mase daju visko-elastičnost testu stvaranjem polimera. Genetička analiza hlebne pšenice je pokazala da se geni koji kontrolišu sintezu HMW glutenina nalaze na dugim kracima hromozomima 1A, 1B i 1D u lokusima *Glu-A1*, *Glu-B1* i *Glu-D1*.

U *Glu-1* lokusima postoje po dva gena koja kodiraju dva tipa subjediniica glutenina velike molekulske mase; jedan veće molekulske mase, označen kao x-tip i drugi manje molekulske mase, označen kao y-tip (Harberd i sar. 1986). To znači da bi heksaploidna pšenica trebala da sadrži šest različitih HMW subjediniica. Međutim, svega tri,

četiri ili pet subjedinica su prisutne u sortama hlebne pšenice, što ukazuje na nejednaku aktivnost svih gena, a osim toga poznato je da kao rezultat aktivnosti gena u lokusu *Glu-A1* nastaju samo glutenini x-tipa.

Payne i sar. (1979) su prvi ukazali na postojanje korelacija između određenih subjedinica HMW glutenina i komponenti kvaliteta hleba. Uticaj pojedinih alela na kvalitet se prema Payne (1987) i Pogna i sar. (1992) meri tzv. kvalitetnim bodovima („quality score”) za *Glu-1*, koji su računati na bazi odnosa između pojedinačnih HMW subjedinica glutenina i SDS sedimentacione vrednosti, odnosno W vrednosti alveografa. Oba autora pridaju veliki značaj subjedinicama 5+10 lokusa *Glu-D1*, 2* lokusa *Glu-A1*, 7+9 i 17+18 lokusa *Glu-B1*, dok znatne razlike postoje pri oceni subjedinice 7+8 lokusa *Glu-B1*. Kasnije su i mnogi drugi naučnici potvrdili vezu između varijabilnosti HMW glutenina i biohemijskih i reoloških karakteristika brašna merenih pomoću SDS sedimentacionog testa, Zeleny testa, sadržaja vlažnog glutena, zapremine vekne (ml/100g brašna), farinografa, ekstenzografa, alveografa itd. (Vapa i sar., 1995; Readelli i sar., 1997).

Cilj rada bio je da se odredi korelacija između tehnoloških pokazatelja kvaliteta hleba i *Glu-1* kvalitetne vrednosti, određene prema Payne (1987) i Pogna i sar. (1992).

MATERIJAL I METODE

U radu je analizirana 31 sorta hlebne pšenice gajene na oglednim poljima Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu u periodu od 2001. do 2002. godine. Sorte predstavljaju deo genetičke kolekcije i potiču iz različitih istraživačkih centara sveta (Tab.1).

Tabela 1 Spisak sorti sa zemljom porekla
Table 1 Variety list and origin

NAZIV SORTE	Poreklo	NAZIV SORTE	Poreklo
Gala	ARG	Ana	HRV
Cook	AUS	NSR-2	SCG
Peking 11	CHN	Nizija	SCG
Al-Kan-Tzao	CHN	Jugoslavija	SCG
Ching-Chang 6	CHN	Sava	SCG
Capelle Desprez	FRA	NS 55-25	SCG
Avalon	GBR	Mina	SCG
Highbury	GBR	Tiha	SCG
Bankut 1205	HUN	Pesma	SCG
Hira	IND	Sreća	SCG
S. Cerros	MEX	Sofija	SCG
Cajeme 71	MEX	Partizanka	SCG
Centurk	USA	Pobeda	SCG
Florida	USA	NS 22/92	SCG
Sem. Eligulata	USA	Renesansa	SCG
Red Coat	USA		

Proteini iz pojedinačnih zrna pšenice su ekstrahovani i razdvojeni metodom poliakrilamid gel elektroforeze (SDS-PAGE), koristeći 10% i 5% poliakrilamidni gel prema Vapa i Savić (1988). Za označavanje gluteninskih lokusa, alela i subjedinica korišćen je sistem po Payne i Lawrence (1983).

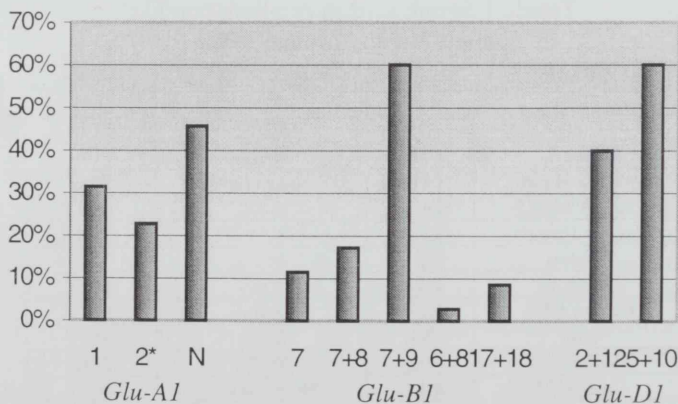
Glu-1 kvalitetna vrednost računata je na bazi bodova za individualne alele, koji su određeni prema Payne (1987) i Pogna i sar. (1992).

Analiza tehnoloških pokazatelja kvaliteta hleba rađena je u laboratorijama Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, a dobijene vrednosti su bazirane na dvogodišnjem proseku. U ovom radu su razmatrani sledeći pokazatelji kvaliteta: broj padanja, sedimentaciona vrednost, sadržaj proteina, vlažni gluten, otpor rastezanju, zapremina vekne (ml/100g brašna) i vrednosni broj sredine hleba (VBS).

Korelacija između tehnoloških pokazatelja kvaliteta hleba i *Glu-1* kvalitetne vrednosti rađena je pomoću Microsoft Excel programa.

REZULTATI

Razdvajanjem proteina primenom metode SDS-PAGE, kod ispitivanih sorti pšenice u *Glu-1* lokusu registrovano je prisustvo deset različitih alelnih oblika. U lokusu *Glu-A1* utvrđeno je prisustvo alela *a* i *b*, koji kontrolišu sintezu subjedinica 1 i 2*, kao i alela *c* koji se naziva nulti (ne prevodi se u protein vidljiv na gelu). Najveću frekvenciju imao je alel *c* (45,71%). Lokus *Glu-B1* posedovao je alele *a*, *b*, *c*, *d* i *i*, koji kodiraju, redom, subjediniice 7, 7+8, 7+9, 6+8 i 17+18, a najveću zastupljenost imao je alel *c* (60%). U lokusu *Glu-D1* ustanovljeno je prisustvo alela *a* i *d*, pod čijom kontrolom se odvija sinteza subjedinica 2+12 i 5+10, a njihove frekvencije iznosile su 40% , odnosno 60% (Sl. 1).



Slika 1 Frekvencija HMW subjedinica glutenina kod 31 sorti pšenice
Figure 1 HMW frequency of glutenin subunits of 31 wheat varieties

Na osnovu analize korelacija između tehnoloških pokazatelja kvaliteta hleba i *Glu-1* kvalitetne vrednosti, određene prema Payne (1987) i Pogna i sar. (1992) utvrđeni su koeficijenti korelacije (Tab. 2).

Tabela 2 Korelacija tehnoloških pokazatelja kvaliteta hleba i *Glu-1* kvalitetne vrednosti
Table 2 Bread-making quality parameter correlation and *Glu-1* quality score

Parametar	Broj padanja (sec)	Sedimentaciona vrednost (ml)	Sadržaj proteina (%)	Vlažni Gluten (%)	Otpor rastezanju (EJ)	Zapremina vekne (ml/100g brašna)	Vrednosni broj sredine hleba
Payne <i>Glu-A1</i>	-0.022	0.025	-0.103	-0.377*	0.391*	0.038	0.214
Payne <i>Glu-B1</i>	-0.091	0.264	0.051	0.128	-0.115	0.044	0.069
Payne <i>Glu-D1</i>	-0.350*	-0.041	-0.424**	-0.563**	0.566**	0.345*	0.573**
Ukupna vrednost	-0.235	0.083	-0.271	-0.473**	0.487**	0.225	0.456**
Pogna <i>Glu-A1</i>	0.008	-0.017	-0.155	-0.377*	0.464**	0.205	0.356*
Pogna <i>Glu-B1</i>	-0.213	0.003	-0.322	-0.214	0.256	0.212	0.362*
Pogna <i>Glu-D1</i>	-0.350*	-0.041	-0.424**	-0.563**	0.566**	0.345*	0.573**
Ukupna vrednost	-0.303	-0.027	-0.455**	-0.552**	0.605**	0.371*	0.627**

Razmatranjem rezultata dobijenih analizom korelacija između tehnoloških pokazatelja kvaliteta hleba i *Glu-1* kvalitetne vrednosti, određene prema Payne (1987) a na osnovu SDS sedimentacionog testa dobijena je značajna pozitivna korelacija između: *Glu-A1* lokusa i otpora rastezanju, kao i *Glu-D1* lokusa i zapremine vekne (ml/100g brašna).

Visoko značajna pozitivna korelacija dobijena je između: otpora rastezanju i *Glu-D1* lokusa, odnosno ukupne Payne vrednosti, kao i vrednosnog broja sredine hleba i *Glu-D1* lokusa, odnosno ukupne Payne vrednosti.

Ukoliko se posmatraju rezultati dobijeni na osnovu analize korelacija između tehnoloških pokazatelja kvaliteta hleba i *Glu-1* kvalitetne vrednosti, određene prema Pogna i sar. (1992) na osnovu alveografa W, može se uočiti značajna pozitivna korelacija između: vrednosnog broja sredine hleba i *Glu-A1*, odnosno *Glu-B1* lokusa, kao i između zapremine vekne (ml/100g brašna) i *Glu-D1* lokusa, odnosno ukupne Pogna vrednosti.

Visoko značajna pozitivna korelacija utvrđena je između: otpora rastezanju i *Glu-A1*, odnosno *Glu-D1* lokusa, kao i ukupne Pogna vrednosti, i između vrednosnog broja sredine hleba i *Glu-D1* lokusa, odnosno ukupne Pogna vrednosti.

Na osnovu rezultata, koji su dobijeni analizom korelacija između tehnoloških pokazatelja kvaliteta hleba i *Glu-1* kvalitetne vrednosti, određene prema Payne (1987) i Pogna i sar. (1992) utvrđeno je da:

1. postoje velike razlike u oceni značajnosti *Glu-B1* lokusa na osnovu Payne i Pogna vrednosti: prema Payne nisu utvrđene značajne korelacije sa tehnološkim poka-

zateljima kvaliteta hleba, dok prema Pogna vrednosti, postoji pozitivna korelacija sa vrednosnim brojem sredine hleba

2. Najveći broj značajnih pozitivnih korelacija, i prema Payne i prema Pogna vrednosti utvrđen je između *Glu-1* lokusa i vrednosnog broja sredine hleba, koji predstavlja ocenu kvaliteta vekne, a zatim slede otpor rastezanju i zapremina vekne (ml/100g brašna) (Tab. 2).
3. Ne postoje značajne pozitivne korelacije između *Glu-1* lokusa i broja padajaja, sadržaja proteina i vlažnog glutena.
4. Ukupna Pogna vrednost, pokazuje veći broj značajnih pozitivnih korelacija (i ima veći koeficijent korelacije) u odnosu na parametre kvaliteta hleba, nego ukupna Payne vrednost (Tab. 2).

DISKUSIJA

Ustanovljeno je da aleli *Glu-D1* lokusa pokazuju najveći broj značajnih pozitivnih korelacija sa parametrima kvaliteta hleba. Ovakvi rezultati se mogu objasniti činjenicom, da je u *Glu-D1* lokusu, najveću frekvenciju imao alel *d*, koji kodira subjedinicu 5+10, a prema Payne (1987) i Pogna i sar. (1992) ova subjedinična nosi maksimalan broj bodova, a ima i velik uticaj na neke komponente tehnološkog kvaliteta hleba.

Prema rezultatima ovog rada *Glu-A1* lokus pokazuje manji broj značajnih pozitivnih korelacija sa parametrima kvaliteta, u odnosu na *Glu-D1* lokus; sa otporom rastezanju i, samo prema Pogna vrednosti, vrednosnim brojem sredine hleba. Na osnovu istraživanja, koja su sprovedli Branlard i Dardevet (1985) i Dong i sar. (1991), ustanovljeno je da ne postoje značajnije korelacije između varijabilnosti alela *Glu-A1* lokusa i pokazatelja kvaliteta hleba. Međutim, ukoliko se subjedinična 5+10, *Glu-D1* lokusa, nađe u kombinaciji sa subjediničom 2*, *Glu-A1* lokusa, javlja se veći broj značajnih pozitivnih korelacija sa parametrima kvaliteta hleba, nego pri kombinaciji sa subjediničama 1 ili N, *Glu-A1* lokusa (Pogna i sar., 1992; Grama i sar., 1987; Vapa i Mihaljev, 1990; Denčić i sar., 1993; Denčić i Vapa, 1996). Isto tako, sorte koje poseduju subjedinicu 2+12 u *Glu-D1* lokusu, zajedno sa *c* alelom u *Glu-A1* lokusu, imaju bolje parametre kvaliteta hleba od onih koje u *Glu-A1* imaju subjedinicu 1 ili 2* (Denčić i Vapa, 1996). Na osnovu navedenog, može se zaključiti da na kvalitet neke sorte mnogo veći uticaj imaju epistatički i aditivni efekti, koji se javljaju između alela *Glu-1* lokusa, nego prisustvo nekog pojedinačnog alela (Denčić i Vapa, 1996).

Ustanovljeno je da neke sorte imaju visoku sedimentacionu vrednost zbog prisustva visokomolekularnih glijadina, a sam glutenin nije kvalitetan. Prema gruboj proceni, brašno sadrži otprilike iste količine glutenina i glijadina, a remećenje ovog odnosa može dovesti do promena visko-elastičnih svojstava testa. Postoji osam sorti koje imaju relativno visoku sedimentacionu vrednost (*Bankut 1205*, *S. Cerros*, *Highbury*, *Cook*, *Avalon*, *NSR-2*, *Nizija*, *Peking 11*), dok im je ukupna *Glu-1* vrednost mala.

Pored toga, ustanovljeno je i da ukupna Pogna vrednost ima veći broj značajnih pozitivnih korelacija (i ima veći koeficijent korelacije) sa parametrima kvaliteta, nego ukupna Payne vrednost. Navedene razlike mogu se objasniti na sledeći način:

1. Kvalitetni bodovi prema Payne (1987) računati su primenom SDS sedimentacionog testa, kojim se ispituju biohemijske karakteristike proteina brašna, dok su kvalitetni bodovi prema Pogna i sar. (1992) utvrđeni pomoću alveografa W, kojim se ispituju reološke karakteristike testa.
2. Postoje izvesne razlike pri oceni subjedinic *Glu-B1* lokusa između ova dva autora. Oba autora veliki značaj pridaju subjedinicama 7+9 i 17+18, dok subjedonica 7+8, prema Payne (1987) nosi najveći broj bodova za dati lokus, a prema Pogna i sar. (1992), najmanji broj bodova.

Osim toga, Denčić i sar. (1993) su ispitivali i korelacije između visine prinosa i pokazatelja kvaliteta hleba. Ustanovljeno je da sorte koje imaju odlične i veoma dobre parametre kvaliteta, imaju znatno manji prinos od onih sa lošim kvalitetom. To ukazuje da je veoma teško dobiti sortu koja će imati i veliki prinos i odličan kvalitet. Međutim, sorte sa relativno dobrim parametrima kvaliteta, nisu se mnogo razlikovale u pogledu visine prinosa od sorti lošijeg kvaliteta. Ukrštanjem ovih sorti sa sortama odličnog kvaliteta, mogli bi se proizvesti genotipovi, koji bi takođe imali odličan kvalitet, ali i znatno veći prinos.

ZAKLJUČAK

U ovom radu analizirana je korelacija između tehnoloških pokazatelja kvaliteta hleba i *Glu-1* kvalitetne vrednosti, određene prema Payne (1987) i Pogna i sar. (1992). Ustanovljeno je da:

- aleli *Glu-D1* lokusa pokazuju najveći broj značajnih pozitivnih korelacija sa parametrima kvaliteta hleba.

- postoje značajne pozitivne korelacije između alela *Glu-1* lokusa i vrednosnog broja sredine hleba (koji predstavlja ocenu kvaliteta vekne) i otpora rastezanju, zapremine vekne (ml/100g brašna)

LITERATURA

- Branlard, G., Dardevet, M., 1985: Diversity of grain protein and bread wheat quality. II. Correlation between high molecular weight subunits of glutenin and flour quality characteristics. *J. Cereal Sci.*, 3: 345-354.
- Denčić, S., Kovačev-Đolai, M., Vapa, Lj., 1993: Relationship between Glu-genes, bread-making quality and grain yield in wheat. pp 1125-1128. In Li, Z.S. and Xin, Z.Y. (Eds) *Proc. 8th Int. Wheat Genet. Symp.* Beijing, China.
- Denčić, S., Vapa, Lj., 1996: Effect of intra and inter-allelic variation in Glu-A1 and Glu-D1 loci on bread-making quality in wheat. *Cereal Res. Commun.*, 24(3): 317-322.

- Dong, H., Cox, T.S., Sears, R.G., Lookhart, G.L., 1991: High molecular weight glutenin genes: Effect on quality in wheat. *Crop Sci.*, 31: 974-979.
- Grama, A., Wright, D.S.C., Cressey, P.J., Lindley, T., 1987: Hexaploid wild emmer wheat derivatives grown under New Zealand conditions. 1. Relationship between protein composition and quality parameters. *NZ J. Agric. Res.*, 30: 35-43.
- Harberd, N.P., Bartels, D., Thompson, R.D., 1986: DNA restriction fragment variation in the gene family encoding HMW glutenin subunits of wheat. *Biochem. Genet.*, 24: 579-596.
- Lindsay, M.P., Skerritt, J.H., 1999: The glutenin macropolymer of wheat flour doughs: structure-function perspectives. *Trends in Food Science & Technology*, 10: 247-253.
- Payne, P.I., Corfield, K.G., Blackman, J.A., 1979: Identification of high-molecular-weight subunit of glutenin whose presence correlates with bread-making quality in wheats of related pedigree. *Theor. Appl. Genet.*, 55: 153-159.
- Payne, P.I., Lawrence, G.J., 1983: Catalogue of alleles for the complex gene loci, Glu-A1, Glu-B1, Glu-D1, which code for high-molecular-weight subunits of glutenin in hexaploid wheat. *Cereal Res. Commun.*, 11: 29-35.
- Payne, P.I., 1987: Genetics of wheat storage proteins and the effect of allelic variation on bread-making quality. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 8: 141-153.
- Pogna, N.E., Readelli, R., Dackevitch, T., Curioni, A., Dal Belin Perufo, A., 1992: Benefits from genetics and molecular biology to improve the end use properties of cereals. In P. Feillet, ed. *Cereal chemistry and technology: a long past and a bright future*, p. 83-93. Montpellier, France, INRA.
- Readelli, R., Pogna, N.E., Ng, P.K.W., 1997: Effect of prolamins encoded by chromosomes 1B and 1D on the rheological properties of dough in near-isogenic lines of bread wheat. *Cereal Chem.*, 74(2): 102-107.
- Vapa, Lj., Savić, M., 1988: The HMW glutenin subunit composition of wheat varieties bred in Yugoslavia. pp 975-980. In T.E. Miller and R.M.D. Koebner (Eds) *Proc. of the 7th Int. Wheat Genet. Symp.*, AFRC-IPSR, Cambridge, Great Britain.
- Vapa, Lj., Mihaljev, I., 1990: The relationship between HMW glutenin subunits and bread making quality parameters in wheat. *Contemporary Agric.*, 38 (3-4): 445-458.
- Vapa, Lj., Denčić, S., Šoltes-Rak, E., Kevrešan, S., 1995: Genetic variation in Glu-1 loci and bread-making quality in wheat. *Cereal Res. Commun.*, 23: 161-166.

CORRELATION BETWEEN BREAD-MAKING QUALITY PARAMETERS AND *GLU-1* QUALITY SCORE IN WHEAT

Vapa, Ljiljana*, Obreht, Dragana, Djan, Mihajla, Kačavenda, Dragana,
Kobiljski, B.¹

*Faculty of Sciences, Trg Dositeja Obradovića 2, Novi Sad; ¹Institute of Field and
Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad

*e-mail: vapa@ib.ns.ac.yu

SUMMARY

It is experimentally proved that repolymerisation of high molecular weight (HMW) glutenins determines visco-elastic dough properties. The aim of this paper was the analysis of correlation between bread-making quality parameters and *Glu-1* quality score in wheat, according to Payne (1987) and Pogna et al. (1992). It is found that alleles at *Glu-D1* locus show the most significant positive correlation with bread-making quality parameters. It is also proved that there is a significant positive correlation between alleles at *Glu-A1* locus and crumb structure, resistance to extension and loaf volume.

Key words: allelic variability, *Glu-1* quality score, bread-making quality, wheat

RASPROSTRANJENJE VRSTE *Stratiotes aloides* L. 1753 U FLORI SRBIJE

Vukov, Dragana, Igić, Ružica, Anačkov, G., Boža, P. Polić, Dubravka, Borišev, M.
Departman za biologiju i ekologiju, Prirodno matematički fakultet,
Trg Dositeja Obradovića 2, Novi Sad

SAŽETAK

Vrsta *Stratiotes aloides* L. je višegodišnja, zeljasta vodena biljka, koja je u juvenilnom obliku submerzna, ukorenjena, a u adultnoj formi flotantna. Pripada monotipskom rodu *Stratiotes* L. i porodici Hydrocharitaceae Aschers. Areal roda *Stratiotes* je evrosibirski, prostire se u srednjoj Evropi, Kavkazu, zapadnom Sibiru, ređe u severnoj i južnoj Evropi, a najčešće je zastupljena u zapadnoj Evropi. *Stratiotes aloides* je flamansko-centralnoevropsko-pontsko, južni i srednesibirski, florni elemenat. U Srbiji predstavlja redak tercijarni relik, do sada zabeležen na svega nekoliko lokaliteta u Bačkoj, Sremu i severnom delu uže Srbije. Nalaz ove vrste u Dubovačkom ritu je prvi podatak za rasprostranjenje testerice u Banatu.

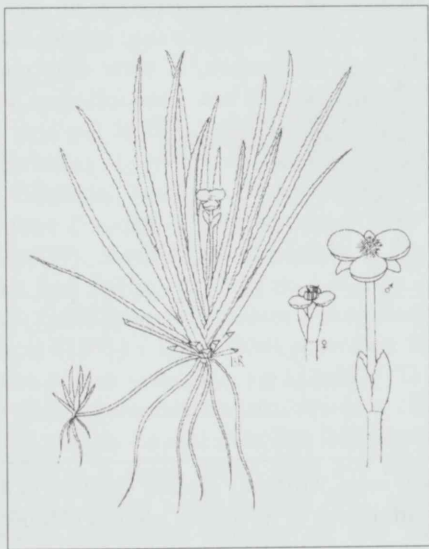
Ključne reči: *Stratiotes aloides*, vodeni ekosistem, vodene biljke

UVOD

Vrsta *Stratiotes aloides* L. 1753, u narodu poznata pod nazivom testerica, pripada monotipskom rodu *Stratiotes* L. i porodici Hydrocharitaceae Aschers, čiji su predstavnici uglavnom submerzne biljke široko rasprostranjene, ali većinom u tropskim i subtropskim predelima (Takhtajan, 1997).

Stratiotes aloides je višegodišnja, zeljasta biljka sa skraćenim, zadebljanim stablom sa koga polazi veliki broj dugih linearnih listova raspoređenih u spiralnu rozetu (Sl. 1). Po obliku, listovi potsećaju na mač, a na poprečnom preseku su trouglasti. Koso su upravljani nagore, vrlo čvrsti, dužine do 40 cm, a širine 4 cm. Po obodu su oštro testerasto nazubljeni, a pri vrhu su ušiljeni. Sa donjeg dela stabla spuštaju se brojni zeleni, negranati korenovi, koje odlikuje veoma brz rast i dužina i do 1 m (Aber, 1914). Testerica je dvodoma biljka koja cveta od maja do jula meseca. Cvetovi su vršno postavljeni na dršci koja je kod muških cvetova i do 30 cm dugačka. Ženski cvetovi su na kratkim drškama, ponekad po dva u paru pokrovnih listića. Cvetni omotač je dvojan. Čašica je građena iz tri jajasta listića. Krunicu čine tri bele, objajaste latice duge do 3 cm (Janković in Josifović, 1975). Prašnika u muškim cvetovima ima oko 12, raspoređeni su u tri kruga i opkoljeni staminodijama. Kod ženskih cvetova, plodnik je

nadcvetan, sinkarpan, izgrađen iz šest oplodnih listića. Na vrhu izduženog gineceuma nalazi se šest dvodelnih žigova. Plod je mesnata, šestougaona bobica. Semena su oko 9 mm dugačka, braon boje (Dandy in Tutin et al., 1980). U najvećem broju slučajeva testerica se razmnožava isključivo vegetativnim putem, uz pomoć bočnih pupoljaka, jer je samo na malom delu areala utvrđeno prisustvo jedinki oba pola na istom lokalitetu. Prema Nolte (1825), u severnom delu areala prisutne su samo ženske jedinke, dok su na južnom delu brojnije ili isključivo muške jedinke, a u središnjoj zoni sreću se jedinke oba pola.

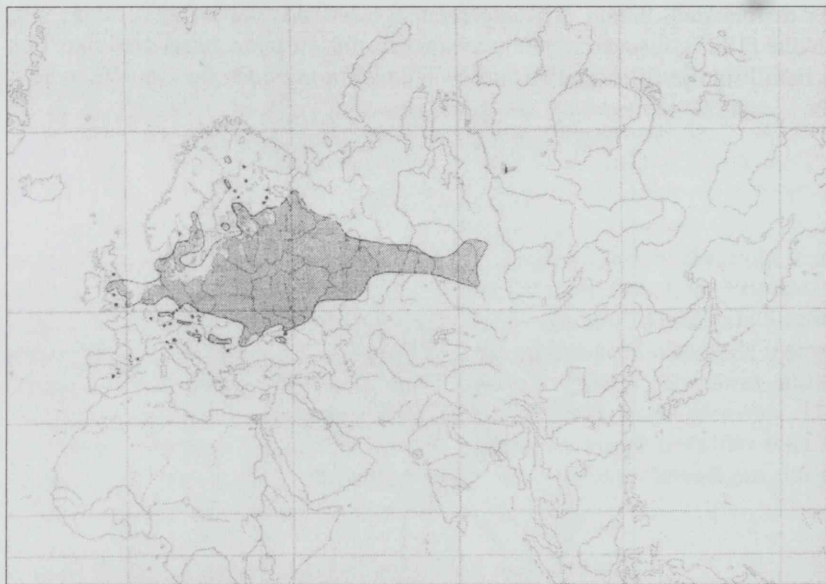


Slika 1 *Stratiotes aloides* L. 1753; habitus, ženski i muški cvet
Figure 1 *Stratiotes aloides* L., habitus, female and male flowers

Testerica je u juvenilnom obliku submerzna, ukorenjena, a u adultnoj formi floatantna biljka. Montesantos (Montesantos, 1913 in Schulthorpe, 1967) je prvi utvrdio pravi mehanizam izranjanja i uranjanja jedinki vrste *Stratiotes aloides*. Prema ovom autoru, obzirom da testerica raste uglavnom u vodama bogatim krečnjakom, na površini listova dolazi do deponovanja kalcijum - karbonata koji utiče na povećanje specifične težine biljke. Kada specifična težina biljke premaši specifičnu težinu okolne vode, rozete testerice tonu. Sa druge strane, na proleće, usled javljanja mladih listova čiji broj se uvećava u odnosu na stare, otežale listove, specifična težina biljke se smanjuje i ona isplivava na površinu. U slučaju vrste *Stratites aloides* nema prekida u vegetativnom periodu, jer čim se bočni pupoljci na krajevima stolona formiraju i otvore, oni se u jesen odvajaju od roditeljske biljke i formiraju nove zimske pupoljčiće.

Vrsta *Stratiotes aloides* je evrosibirska biljka i pripada flamansko-sarmatsko-centralnoevropsko-pontsko-južno srednjesibirskom flornom elementu (Sl. 2; Meusel et

al., 1965). U Evropi ova vrsta je rasprostranjena u Austriji, Belgiji, Velikoj Britaniji, Bugarskoj, bivšoj Čehoslovačkoj, Holandiji, Francuskoj, Nemačkoj, Švajcarskoj, Španiji, Poljskoj, Rumuniji, bivšem SSSR-u i u bivšoj Jugoslaviji (Dandy in Tutin et al., 1980).



Slika 2 Areal vrste *Stratiotes aloides* (Meusel et al., 1965)
Figure 2 Distribution area of *Stratiotes aloides* (Meusel et al., 1965)

Testerica u našoj zemlji spada u grupu biljaka barske vegetacije i ubraja se u tercijarne relikte vodene i močvarne vegetacije. Glavni deo areala ove vrste u Evropi vezan je za atlantske oblasti i kao i ostale vrste sličnog rasprostranjenja, na evroazijskom kopnu testerica je sve ređa idući od zapada ka istoku. Zbog naučnog, kao i značaja koji ima kao deo prirodne baštine, ova vrsta je zaštićena kao prirodna retkost, mada na lokalitetima na kojima se javlja formira velike populacije i igra značajnu ulogu u procesima obrastanja takvih vodenih staništa.

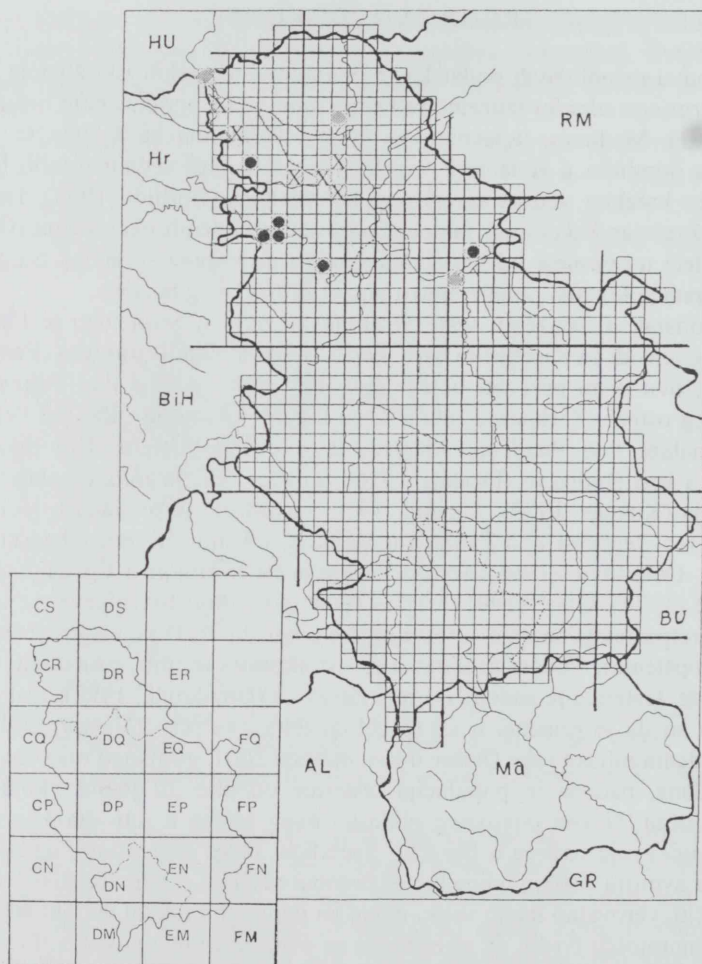
MATERIJAL I METODE

Biljni materijal sakupljan je tokom istraživanja vodenih biljaka reke Zasavica (1998-2001) i tokom istraživanja vezanih za akvatične makrofite reke Dunav u Srbiji (2002-2004). Konzerviranje sakupljenog biljnog materijala vršeno je u 4% rastvoru formaldehida. Lokaliteti na kojima je, tokom navedenih istraživanja nađena vrsta *Stratiotes aloides*, kao i podaci iz literature, označeni su kodovima osnovnih polja 10x10 km na UTM koordinatnoj mreži i predstavljeni na karti razmere 1: 5000000.

REZULTATI I DISKUSIJA

Na osnovu raspoloživih podataka iz literature i terenskih istraživanja, zapaža se da je vrsta *Stratiotes aloides* izuzetno retka, prisutna je na ograničenom broju lokaliteta u Srbiji (Sl. 3). Međutim, uglavnom na svim lokalitetima na kojima se javlja ima tendenciju da dominira u flotantnoj vegetaciji, potiskujući većinu ostalih biljaka, što potvrđuje njen karakter veoma agresivnog kompetitora (Borhidi, 1993). Istovremeno, ova vrsta je značajan sukcesioni faktor u obrastanju vodenih ekosistema (Gajić et al., 1991), dovodeći u opasnost od nestajanja staništa na kojima se javlja. Stoga je već u nekoliko navrata pokretano pitanje opravdanosti zaštite ovog taksona.

Prvi podatak o nalaženju vrste *Stratiotes aloides* u Srbiji dao je Pančić 1874. godine, gde je navodi za Kiseljačku baru, kod Kiseljeva blizu Požarevca (Pančić, 1874). U Vojvodini, ovu vrstu prvi put beleži Zorkoczy 1896. godine kod Petrovaradina, u okolini Ratnog ostrva (Zorkoczy, 1896). Ovaj lokalitet pominje i Prodán 1916. godine, a navodi i nalaze kod Bezdana, Apatina, Bogojeva, Futoga, u Koviljskom ritu, u Kačkom ritu i kod Budisave (Prodán, 1916). Kovács, 1929. godine nalazi testericu u okolini Bečeja (Kovács, 1929). Slavić (1956) navodi da je prisutna u reci Mostonga kod Bača, u reci Jegrička kod Žablja i u Velikom i Malom jezeru Obedske Bare kod mesta Obrež. Obradović (1966) navodi lokalitete Petrovaradin i Čortanovci u Sremu, dok Janković (1974), Gajić (1991) i Igić (2004) potvrđuju Slavnićeve nalaze za Obedsku Baru. Pretpostavlja se da ova vrsta raste i u kanalu DTD kod Bača (Butorac, 1992 – usmeno saopštenje). Tokom preliminarnih istraživanja u cilju valorizacije područja i njegove zaštite, testerica je nađena i u reci Zasavica (Branković, 1997). Dalja istraživanja pokazala su da je prisutna u skoro celom toku ove reke (Vukov, 2003). Tokom kartiranja vodenih biljaka reke Dunav u julu mesecu 2001. godine, u rukavcu Baračka, u okolini Bezdana, nađena je populacija testerice od oko 20 jedinki koje su bile u submerznoj formi. Nakon ponovnog obilaska ovog terena u julu 2003. godine, vrsta *Stratiotes aloides* nije nađena u Barački. Specifični hidrološki uslovi, uglavnom vodo-staj, koji je u avgustu 2002. godine bio ekstremno visok, a u julu 2003. veoma nizak na ovom području, verovatno imaju veliki uticaj na javljanje i razvoj jedinki testerice, te se ne može sa sigurnošću tvrditi da se testerica sa ovog lokaliteta povukla. Prema novijim podacima o akvatičnoj vegetaciji Petrovaradinskog rita (Butorac et al., 1997), Koviljskog rita (Radulović, 2000), i Jegričke (Lazić, 2003), koji su rezultat višegodišnjeg praćenja, testerica na ovim lokalitetima nije nađena. Takođe, terenska istraživanja akvatičnih makrofita reke Dunav u periodu 2002-2004, ne potvrđuju nalaze na lokalitetima kod Apatina, Bogojeva, Futoga, Petrovaradina i Čortanovaca.



Slika 3 Rasprostranjenje vrste *Stratiotes aloides* u Srbiji
Figure 3 Distribution of *Stratiotes aloides* in Serbia

Legenda: X-lokaliteti sa kojih je biljka najverovatnije iščezla; ● - lokaliteti na kojima je biljka nađena u poslednjih 20 godina; ● - lokaliteti na kojima je potrebno proveriti prisustvo vrste *Stratiotes aloides*
EQ04 - Kiseljačka bara, kod Kiseljeva blizu Požarevca (Pančić, 1874); DR11 - Petrovaradin, okolina Ratnog ostrva (Zorkoczy, 1896; Prodán, 1916; Obradović, 1966); CR38 - Bezdan (Prodán, 1916; Vukov, 2002 usmeno saopštenje); CR46 - Apatin, CR54 - Bogojevo, CR91 - Futog, DR20 - Koviljski rit, DR11 - Kački rit, DR11 - Budisava (Prodán, 1916); DR25 - Bečej (Kovács, 1929); CR62 - Mostonga kod Bača, DR22 - Jegrička kod Žablja, DQ15 - Obedska bara kod Obreža (Slavnić, 1943; 1956; Janković, 1970; Gajić, 1991; Igić, 2004); DR20 - Čortanovci (Obradović, 1966); CR62 - kanal DTD kod Bača (Butorac, 1992 usmeno saopštenje); CQ88, CQ87, CQ77 - Zasavica (Branković, 1997; Vukov, 2003); EQ16 - Dubovački rit

Tokom jula 2004. godine, velika populacija testerice konstatovana je u Dubovačkom ritu. Dubovački rit, u stanju u kome se danas nalazi, je relativno nov, ali veoma kompleksan akvatični ekosistem. Nastao je kao posledica potapanja priobalja reke Dunav nakon izgradnje brane HE „Đerdap I”, sedamdesetih godina prošlog veka. Pruža se u pravcu jugozapad-severoistok, a nalazi se između obale Dunava i Deliblatske peščare, u neposrednoj blizini sela Dubovac u Banatu. Središnji deo rita se karakteriše malom dubinom vode i prostranim tršćakom, tako da se može reći da se nalazi u fazi emerznih biljaka (trske), odnosno u krajnjem stadijumu zarašćivanja. Severoistočni i jugozapadni krakovi rita se karakterišu dominacijom flotantnih biljaka. U jugozapadnom delu, uz selo Dubovac dominira vođeni orašak (*Trapa natans* L.), a u severoistočnom, uz Deliblatsku peščaru, beli lokvanj (*Nymphaea alba* L.). Testerica je nađena u središnjem i severoistočnom delu rita, s tim da je najgušće rasprostranjenje jedinki uočeno u središnjem delu uz obalu rita, mada se pojedinačne rozete sreću i u severoistočnom delu rita. Na mestima gde se javlja testerica prisutne su i rozete vodenog oraška. S obzirom da obe ove vrste predstavljaju vrlo agresivne kompetitore (Borhidi, 1993) i da, na lokalitetima na kojima se javljaju, jedna drugu uglavnom isključuju, nameće se potreba daljeg praćenja populacija ove dve vrste u Dubovačkom ritu.

ZAKLJUČAK

Prvi podatak o nalaženju vrste *Stratiotes aloides* na teritoriji Srbije potiče iz 1874. godine. Do danas, različiti autori navode njeno prisustvo na ograničenom broju lokaliteta u severnom delu uže Srbije, Bačkoj i Sremu, a 2004. godine prvi put je nađena u Banatu. Testerica se sa pravom može smatrati retkom vrstom u Srbiji, pogotovo što su istraživanja pokazala da se povukla sa pojedinih lokaliteta na kojima se ranije nalazila. Zbog naučnog i kulturnog značaja vrsta *Stratiotes aloides* je zaštićena kao prirodna retkost. Istovremeno, na lokalitetima na kojima se javlja karakteriše se velikom bioprodukcijom i predstavlja značajan sukcesioni faktor, dovodeći u opasnost od nestajanja staništa na kojima se javlja, stoga se dovodi u pitanje opravdanost zaštite ovog taksona, a nameće se potreba za merama zaštite staništa sa optimalnim uslovima za njen razvoj.

LITERATURA

- Arber, A. (1914): On root development in *Stratiotes aloides* L. Proc. Camb. Phil. Soc. Biol. Sci., 17: 369-379.
- Borhidi, A. (1993): Social Behaviour Types of the Hungarian Flora, its Naturalness and Relativ Ecological Indicator Values. A Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium Természetvédelmi Hivatala és a Janus Pannonius Tudományegetem Kiadványa, Pécs.
- Branković, D. (1996): Predlog za zaštitu prirodnog dobra „Zasavica” kao Specijalnog rezervata prirode. In: Mandić, R. ed. Elaborat, Zavoda za zaštitu prirode Srbije. Beograd.

- Butorac, B., Knežević, A., Boža, P., Igić, R., Vučković, D. (1997): Specifičnosti vegetacijskog diverziteta Petrovaradinskog rita – mogućnost očuvanja u unapređenja. Zaštita životne sredine gradova i prigradskih naselja, monografija, pp: 271-275, Novi Sad.
- Dandy, J.E. (1980): *Stratiotes* L. In Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.A. ed.: *Flora Europaea* V. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gajić, M., Karadžić, D. (1991): Flora ravnog Srema sa posebnim osvrtom na Obedsku baru. Šumarski fakultet Beograd i Šumsko gazdinstvo Sremska Mitrovica.
- Igić, R., Polić, D., Borišev, M., Janauer, G. A. (2004): Aquatic Macrophytes of Krstonošića okno (Obedska Bara swamp). *Internat. Assoc. Danube Res.*, 35: 463-468, Novi Sad.
- Janković, M. (1975): *Stratiotes* L. In Josifović, M. ed.: *Flora SR Srbije* VII. SANU, Beograd.
- Janković, M.M. (1974): Vodena i močvarna vegetacija Obedske bare. Zbornik radova Republičkog zavoda za zaštitu prirode SR Srbije, tom 1, No. 4: 1-80.
- Kovács, F. (1929): Óbecse határának virágos növényei. A szegedi alföldkutató bizottság könyvtára VI B Növénytani közlemények 6: 5 - 190, Szeged.
- Lazić, D. (2003): Florističko-fitocenološka proučavanja biljnog sveta vodotoka Jegričke. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Meusel, H., Jager, E., Weinert, E. (1965): *Vergleichende chorologie der zentraleuropaischen flora* I. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Nolte, E.F. (1825): *Botanische Bemerkungen über Stratiotes und Sagittaria*. Copenhagen.
- Obradović, M. (1966): Biljnogeografska analiza flore Fruške Gore. Matica Srpska, Novi Sad.
- Pančić, J. (1874): *Flora Kneževine Srbije*. Beograd.
- Prodán, Gy. (1916): Bács-Bodrog vármegye flórája. *Magyar Botanikai Lapok* XIV, 5/12: 120 - 269.
- Radulović, S. (2000): Vodena vegetacija Koviljskog rita. Magistarska teza. PMF, Novi Sad.
- Sculthorpe, C. D. (1967): *The Biology of Aquatic Vascular Plants*. Edward Arnold publ. Ltd, London, pp. 610.
- Slavnić, Ž. (1956): Vodena i barska vegetacija Vojvodine. Zbornik Matice srpske, 10: 5-72.
- Takhtajan, A. (1997): *Diversity and classification of flowering plants*. Columbia University Press, New York.
- Vukov, D. (2003): Akvatične makrofite reke Zasavica. Magistarska teza, PMF Novi Sad.
- Zorkóczy, L. (1896): Újvidékes környékének flórája, pp. 103 - 104. Popovits M. Testvérek Könyvnyomdája, Újvidék.

DISTRIBUTION OF SPECIES *Stratiotes aloides* L. 1753 IN SERBIAN FLORA

Vukov, Dragana, Igić, Ružica, Anačkov, G., Boža, P., Polić, Dubravka, Borišev, M.
Department of Biology and Ecology, Faculty of Sciences,
Trg Dositeja Obradovića 2, Novi Sad

SUMMARY

Species *Stratiotes aloides* L. is perennial, herbaceous aquatic plant, which is submerged in juvenile form while adult individuals are floatant. It belongs to the monotypic genus *Stratiotes* L. and to the family *Hydrocharitaceae* Aschers. According to its distribution, it is Eurasiatic species, occurring in Central Europe, Caucasus, Western Siberia, rarely in Northern and Southern Europe, and frequently in Western Europe. *Stratiotes aloides* is Flemish-Central European - Pontic, Southern and Central Siberian, floral element. In Serbia it is rare Tertiary relic, recorded at few sites in Bačka, Srem and northern part of Serbia. Finding of this species in Dubovački rit is the first record of its occurrence in Banat region.

Key words: *Stratiotes aloides*, aquatic ecosystem, aquatic plant



THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

CHICAGO, ILL. 60607
1963
PUBLISHED BY THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
PRINTED IN THE UNITED STATES OF AMERICA

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
CHICAGO, ILL. 60607
1963
PUBLISHED BY THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
PRINTED IN THE UNITED STATES OF AMERICA

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
CHICAGO, ILL. 60607
1963
PUBLISHED BY THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
PRINTED IN THE UNITED STATES OF AMERICA

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
CHICAGO, ILL. 60607
1963
PUBLISHED BY THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
PRINTED IN THE UNITED STATES OF AMERICA

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
CHICAGO, ILL. 60607
1963
PUBLISHED BY THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
PRINTED IN THE UNITED STATES OF AMERICA

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
CHICAGO, ILL. 60607
1963
PUBLISHED BY THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
PRINTED IN THE UNITED STATES OF AMERICA

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
CHICAGO, ILL. 60607
1963
PUBLISHED BY THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
PRINTED IN THE UNITED STATES OF AMERICA

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
CHICAGO, ILL. 60607
1963
PUBLISHED BY THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
PRINTED IN THE UNITED STATES OF AMERICA

Uputstvo za autore

Časopis *Zbornik za prirodne nauke, serija za biologiju*, je publikacija Prirodno matematičkog fakulteta koja objavljuje radove iz svih oblasti biologije. Časopis publikuje samo kompletne radove, čiji sadržaj podrazumeva originalan rad koji prethodno nije objavljen. Redakciji časopisa *Zbornik za prirodne nauke, serija za biologiju*, se podnose radovi napisani na srpskom ili engleskom jeziku. Podnete radove pregledaju dva recenzenta na osnovu čijeg mišljenja Redakcioni odbor odobrava publikovanje rada. Redakcioni odbor ima pravo izmene u jeziku i stilu rada.

Za Časopis se prilažu dva primerka odštampanog teksta uz disketu ili CD. Za elektronsko predstavljanje rada poželjan je „Microsoft Word” program, a pri korišćenju drugih programa, naznačiti jasno program i ime fajla.

Prikaz rada: radove treba kucati u dvostrukom proredu, sa marginama širine 3 cm. Sve stranice moraju biti obeležene brojevima, uključujući i prvu stranu. Rad mora sadržati pun naslov (velika slova), prezime i ime svakog autora (inicijal za autora muškog roda), naziv institucije, sažetak, ključne reči, uvod, materijal i metode, rezultate, diskusiju i literaturu. Navedene podnaslove pisati početnim velikim slovom. Na kraju rada dati sažetak na engleskom jeziku koji podrazumeva naslov, autore, instituciju i ključne reči.

Naslovna strana: prati rad i treba da obuhvati naslov, prezime i ime svakog autora, pun naziv institucije i ključne reči. Takođe izdvaja ime autora za korespondenciju i adresu uključujući poštanski broj, zemlju i e-mail.

Naslov rada: treba da bude koncizan ali informativan.

Sažetak: treba da obuhvati najznačajnije činjenice (do 300 reči).

Ključne reči: četiri do šest, postavljene po abecednom redu posle sažetka.

Literatura: obratiti pažnju na date primere.

Za radove iz časopisa: Aartsen, B.C., Maček, J. and Kraus, T. (1990): Swarming, mating, and feeding habits in Diptera (Insecta), *Acta Universitatis Carolinae*, 32, 23-75

Za knjige: Collin, J.E. (1961): *British Flies. VI Empididae*. University Press, Cambridge

Za poglavlja u knjizi: Henning, B. and Toborek, M. (2000): Lipids inflammatory cytokines and endothelial cell injury, 203-220. In: Gershwin, M.E., German, J.B., Keen, C.L. (Eds), *Nutrition and Immunology*, New Jersey, Human Press Inc.

Literatura treba prikazati po abecednom redu na kraju rada.

Slike: dati u posebnom prilogu, označiti arapskim brojevima redosled, a u tekstu naznačiti mesta za slike. Poželjne su jasne slike ali ne u boji. Objašnjenje za slike dati u posebnom prilogu.

Tabele: označiti arapskim brojevima. Tabele treba da budu jednostavne, na posebnoj stranici.