

# УЛОГА АКВАТИЧНИХ МАКРОФИТА У МОНИТОРИНГУ И АКУМУЛАЦИЈИ МАКРОНУТРИЈЕНАТА (N, P и K) И НАТРИЈУМА (Na) НА ЛОКАЛИТЕТИМА БАНАТСКЕ ДИОНИЦЕ КАНАЛА ДУНАВ-ТИСА- ДУНАВ (ДТД)

Предраг Илић, Слободанка Пајевић, Тања Максимовић, Милан Матавуљ

Институт заштите, екологије и информатике, Бања Лука  
Природно-математички факултет, Нови Сад  
Природно-математички факултет, Бања Лука

## Abstract

ILIĆ, P., Slobodanka STOJANOVIĆ, Tanja MAKSIMOVIC, M. MATAVULJ: THE ROLE OF AQUATIC MACROPHYTES IN MONITORING AND ACCUMULATION OF MACRONUTRIENTS (N, P and K) AND NATRIUM (Na) AT THE DANUBE-TISZA-DANUBE (DTD) CANAL COMPLEX LOCALITIES IN THE REGION OF BANAT. *Skup 2: 191-199.* [ Institute of the Environmental Protection, Ecology and of Informatics, Banja Luka; Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Novi Sad; Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Banja Luka].

It was investigated content of nutrients (Na, P, K and Na) in tissues of different aquatic macrophytes (*Ceratophyllum demersum*, *Phragmites communis*, *Trapa longicarpa*, *Elodea canadensis*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pectinatus* and *Myriophyllum spicatum*) at seven Danube-Tisza-Danube Canal complex locations in Banat region. By determining the chemical composition of aquatic plant species, the aim of the survey was to establish dominant bioaccumulators of nutrients and to conclude on a possible chemical contamination of canal water and its littoral zone. *Elodea canadensis* was the best accumulator of analyzed nutrients (N and P), and the highest K and Na concentration was noticed in tissue of species *Potamogeton crispus*. Most contaminated was Jermenovci location, while Vracev Gaj was least contaminated.

**Key words:** Aquatic macrophytes, chemical composition, nutrients, Na, P, K, Na, Danube-Tisza-Danube Canal complex.

## Сажетак

Истраживан је садржај нутријената (Na, P, K и Na) код различитих макрофита (*Ceratophyllum demersum*, *Phragmites communis*, *Trapa longicarpa*, *Elodea canadensis*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pectinatus* и *Myriophyllum spicatum*) на седам локалитета Канала Дунав-Тиса-Дунав, на подручју Баната. Циљ истраживања је био да се, на основу садржаја нутријената у ткиву акватичних макрофита, укаже на стање еколошких прилика у погледу контаминације воде и приобалног подручја, као и да се дефинишу тест врсте, тј. оне које се одликују највећом акумулацијом. Најбољи акумулатор испитиваних нутријената (N и P) била је врста *Elodea canadensis*, док је врста *Potamogeton crispus* акумулирала највећу количину K и Na. Најоптерећенији је локалитет Јерменовци, док је локалитет са најмањом хемијском контаминацијом -Врачев Гај.

**Кључне ријечи:** акватичне макрофите, хемијски састав, нутријенти, N, P, K, Na, каналска мрежа Дунав-Тиса-Дунав

## УВОД

За нормалан раст и развој акватичних биљака, поред  $\text{CO}_2$  и воде, који су значајни за синтезу органске материје, неопходни су и хемијски елементи, односно њихови јони, које биљка усваја из спољашње средине. То су првенствено биогени елементи, азот и фосфор.

Минералне материје имају вишеструку улогу у животу биљака. Учествују у изградњи органских једињења, у стварању осмотског потенцијала ћелија и каталишу одређене биохемијске процесе. Захваљујући томе, они посредно или непосредно утичу или учествују у свим животним процесима биљака, због чега су њихов неопходан састојак (Кастори, 1986).

Заступљеност и улога минералних елемената у биљкама је специфична за одређену врсту, локалитет, старост итд. (Кастори, 1998). Значај појединих елемената у промету материја је различит.

У погледу садржаја појединих елемената постоје одређене специфичности. Тако, водене биљке, по правилу садрже велике количине Ca, K, Na, Mg, као и висок садржај неких микроелемената, најчешће Fe и Mn. Хемијски састав је различит и зависи не само од садржаја нутријената у околној средини, већ и од биљне врсте, односно, од тога да ли су биљке причвршћене коријеном за дно, или не (Стојановић и сар., 1994).

Потребне нутријенте, акватичне биљке усвајају из воденог окружења читавом својом површином (хидрофите), или дјелимично (хелофите), и користе у метаболизму за изградњу свог ткива. Основни извор минералних елемената за исхрану водених биљака је седимент, а концентрација хемијских елемената у воденој средини примарно зависи од хемијског састава саме подлоге (седимента, и од врсте и количине елемената који се уносе отпадним водама као последица загађења средине).

Акватичне макрофите одређују екологију водених екосистема, јер су примарни продуценти органске материје, и на тај начин представљају почетак у ланцима исхране, одређују свјетлосни режим, обогаћују воду кисеоником, утичу на кружење нутријената, тешких метала и бројних полутаната (Lewis & Wang, 1997). Стога, у биолошком мониторингу екологије водених екосистема, акватичне макрофите заузимају посебно мјесто, јер се промјене у саставу водене вегетације сматрају врло поузданим биолошким индикатором квалитета воде, дна и приобаља (Pall et al., 1996; Madsen et al., 2001). Временска дистрибуција макрофитских заједница, као и дистрибуција у погледу структуре (број врста, густина популације), представљају важне индикаторе општих еколошких прилика, које доминирају у воденим екосистемима (Janauer, 2001).

Водене макрофите могу да акумулирају веће количине хемијских елемената, посебно макронутријената - азота и фосфора, чиме доприносе смањењу еутрофикације, кружењу нутријената, контроли квалитета воде, стабилизацији седимента (Chambers & Prepas, 1994). Биљке немају регулаторне механизме у погледу усвајања нутријената и тешких метала, те се, стога, њихова улога у воденим екосистемима испољава кроз процесе хемијске биоконцентрације, односно фитоекстракције. Због тога, повећана акумулација нутријената и метала у њиховом ткиву може бити последица повећане концентрације истих у воденој средини (Yurukova & Kochev 1996; Stanković et al., 2000; Рајевић et al., 2002). Степен биоконцентрације хемијских елемената у ткиву макрофита, уз претходну коректну процјену неопходне количине нутријената за метаболизам, указује на хемијско оптерећење средине, тј. повећана акумулација појединих елемената

у ткиву, последица је њихове повећане концентрације у воденој средини (Boyd, 1970, Рајевић et al., 2004).

Усвајање, односно садржај појединих елемената у акваитичним макрофитама, често се користи као показатељ њиховог присуства у воденој средини, а биљке које их акумулирају могу послужити као "индикатори". Појам "индикатор" може да пружи не само информацију о томе да одређени елемент нека биљка накупља више од друге, већ може да укаже и на разлоге појаве неких биљних врста, за разлику од других. Повећано присуство, али и одсуство неког елемента, лимитирајући је фактор за растење и развиће одређених биљних врста.

## МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИКА

Узорци биљака узимани су по случајном блок систему током 2004. године, на мјестима са највећом густином и покровношћу, на седам локалитета дионице канала Дунав-Тиса-Дунав (ДТД), у региону Баната (Јерменовци, Врачев Гај, Влајковац, Банатска Паланка, Конак, Ботош и Добричево). Истраживања су спровођена у оквиру Пројекта "Хидробиолошка истраживања каналске мреже ДТД, у циљу рационалног коришћења и одрживог развоја ресурса", бр. 1945 из програма основних истраживања.

У лабораторији је биљни материјал класификован, испран и потом сушен на собној температури. Након тога, биљни материјал је сушен у сушници на 105°C и припреман за хемијску анализу по стандардној процедури, која се примјењује за воду и водене биљке (АРНА 1995).

Осушен и самљевен биљни материјал (3 g) је спаљен на решоу, а затим жарен на 550°C. Добијени пепео је третиран са H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> и жарен поново на 450°C, а потом растворен у 25% HCl и са кључалом дестилованом водом квантитативно пренесен у одмјерне судове запремине 50 ml.

Концентрација укупног фосфора је одређена спектрофотометријски, помоћу амонијум-ванадат-молибдат методе. Ова метода заснована је на реакцији ортофосфатне киселине, која са амонијум-ванадатом и амонијум-молибдатом, у присуству азотне киселине, гради жуто обојен хетерополиксилени комплекс. Очитавање апсорпције свјетлости од стране узорака, вршено је на таласној дужини 436 nm, а концентрације су израчунате са стандардне криве.

Концентрација укупног азота је одређена стандардном микрокјелдахл методом, која подразумијева разарање сувог биљног материјала у концентрованој сумпорној киселини, и потом дестилацију азота (амонијум-сулфата) у неку киселину (хлороводоничну, борну) (Nelson & Sommers, 1973).

Натријум и калијум су одређени директно из матичног раствора пламеном фотометријом.

Све анализе рађене су у три независна понављања за сваки појединачни узорак, а добијени подаци су обрађени методом анализе варијансе (ANOVA) факторијалног огледа. Упорјеђивање третмана (биљна врста, локалитет) вршено је помоћу Данкановог теста (вишеструки тест интервала), за ниво значајности  $p < 0,05$ . Резултати су представљени табеларно. Вриједности за сваки третман, које су у табелама означене истим словом, не разликују се сигнификантно за поменути ниво значајности.

Детерминација биљног материјала и припрема за хемијску анализу, урађена је у лабораторији Департмана за биологију и екологију Природноматематичког факултета, Универзитета у Новом Саду. На истом Департману су одређене концентрације нутријената.

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Највеће концентрације азота (N), забиљежене у ткиву *Ceratophyllum demersum* су са локалитета Јерменовци (3404,3 mg%) и Банатска Паланка (3293,0 mg%) (Таб. 1). Ове вриједности су ниже од концентрација које су детектоване на бачким локалитетима (Илић, 2005).

Високе регистроване концентрације указују на органско оптерећења воде на овим локалитетима. Најзагађенији локалитет Јерменовци је под великим утицајем дренажних вода околног пољопривредног подручја, док загађености локалитета Банатска Паланка доприносе отпадне воде, које носе ријеке Караш и Вранија, доносећи из Румуније веће количине разних полутаната.

Значајно нижа концентрација азота (N), регистрована је на локалитету Врачев Гај (1806,0 mg%), те се може закључити да је овај локалитет најмање угрожен присуством азота, као и других макронутријената. Међутим, на овим локалитетима забиљежене су веће вриједности у односу на локалитете код Новог Сада, гдје детектована вриједност 1601,0 mg%. (Pajevic et al., 2002).

Садржај фосфора (P), регистрован код *Ceratophyllum demersum*, износио је од 373,0 mg% на локалитету Влајковац, до 170,3 mg% код локалитета Врачев Гај.

Концентрација фосфора је била до 10 пута мања од концентрација азота у ткиву ове биљне врсте, што говори у прилог да је овај нутријент лимитирајући за раст и развој биљака.

Концентрација калијума код врсте *Ceratophyllum demersum*, износила је од 3104,3 mg% на локалитету Јерменовци, до 2083,0 mg% на локалитету Врачев Гај.

Табела 1. Концентрација макроелемената и Na у ткиву *Ceratophyllum demersum*

Локалитет	N	P	K	Na
	mg/100g суве материје (mg %)			
Јерменовци	3404,3 <sup>a</sup>	369,7 <sup>a</sup>	3104,3 <sup>a</sup>	590,0 <sup>a</sup>
Врачев Гај-Нера	1806,7 <sup>d</sup>	170,3 <sup>b</sup>	2083,0 <sup>d</sup>	382,0 <sup>b</sup>
Влајковац	3113,0 <sup>c</sup>	373,0 <sup>a</sup>	2542,0 <sup>b</sup>	368,0 <sup>b</sup>
Банатска Паланка	3293,0 <sup>b</sup>	355,7 <sup>a</sup>	2417,0 <sup>c</sup>	346,0 <sup>b</sup>
<b>Средња вриједност</b>	<b>2904,2</b>	<b>317,2</b>	<b>2536,6</b>	<b>421,5</b>

Концентрација натријума (Na) била је највећа на локалитету Јерменовци (590,0 mg%). Ниске концентрације су добијене на локалитету Банатска Паланка (346,0 mg%) и Влајковац (368,0 mg%).

На овим локалитетима су детектоване двоструко ниже концентрације Na у односу на бачко подручје, што указује да је ово подручје мање оптерећено овим корисним нутријентом (Илић, 2005).

У истраживањима током 2003. године на банатском подручју су забиљежене приближне концентрације азота, концентрације фосфора су биле нешто веће, док су концентрације осталих испитиваних нутријената (калијума и натријума) биле двоструко веће (Илић, 2005). Ови подаци потврђују да је банатска дионица Канала ДТД цијелим током, а нарочито на већем броју локалитета, изузетно оптерећен овим нутријентом.

Код врсте *Phragmites communis*, на истраживаним локалитетима, анализиран је ризом (Таб. 2).

Највећа концентрација азота (N) је регистрована у ризому на локалитету Конак (1573,0 mg%), док је најнижа вриједност забиљежена на локалитету Банатска Паланка (291,3 mg%).

Вриједности које су забиљежене у истраживањима током 2003. године, на неким банатским локалитетима су ниже у односу на концентрације из 2004. године (Илић, 2005).

Количина фосфора (P) коју је акумулирала ова биљна врста у ризому на локалитету Конак, износила је 158,7 mg%, што је највећа вриједност забиљежена на овом подручју. Најниже концентрације фосфора у ризому су детектоване на локалитету Влајковац (69,0 mg%). Ова вриједност је приближна регистрованим на бачким локалитетима (Илић, 2005).

Највећа концентрација калијума (K) је добијена на локалитету Конак (1805,3 mg%), док су најниже вриједности регистроване на локалитету Ботош (222,0 mg%). Забиљежене вриједности на банатском подручју потврђују да је врста *Phragmites communis* слаб акумулатор калијума. Ова биљна врста је слабији акумулатор нутријената, што потврђују и подаци из литературе (Рајевић et al., 2002).

Концентрације Na су износиле, од 171,3 mg% (локалитет Јерменовци), до вишеструко мањих вриједности на локалитету Влајковац (60,7 mg%).

Табела 2. Концентрација макроелемената и Na у ткиву *Phragmites communis* ризом

Локалитет	N	P	K	Na
	mg/100g суве материје (mg %)			
Јерменовци	670,3 <sup>u</sup>	101,0 <sup>o</sup>	333,3 <sup>u</sup>	171,3 <sup>a</sup>
Влајковац	874,0 <sup>o</sup>	69,0 <sup>o</sup>	417,0 <sup>u</sup>	60,7 <sup>o</sup>
Банатска Паланка	291,3 <sup>u</sup>	99,7 <sup>o</sup>	694,3 <sup>o</sup>	72,0 <sup>o</sup>
Конак	1573,0 <sup>a</sup>	158,7 <sup>a</sup>	1805,3 <sup>a</sup>	77,0 <sup>o</sup>
Ботош	918,0 <sup>o</sup>	71,0 <sup>o</sup>	222,0 <sup>u</sup>	169,0 <sup>a</sup>
<b>Средња вриједност</b>	<b>865,3</b>	<b>99,9</b>	<b>694,4</b>	<b>110,0</b>

У ткиву врсте *Trapa longicarpa*, на три локалитета на којима је била заступљена, забиљежене су приближне вриједности азота (N), око 2300,0 mg%. Најнижа концентрација је регистрована на локалитету Банатска Паланка (2244,0 mg%) (Таб. 3).

Анализирана врста је имала највећу акумулацију фосфора (P) на локалитетима Влајковац (273,7 mg%). Најниже концентрације су добијене на локалитету Јерменовци (153,0 mg%).

Овако велика концентрација фосфора на локалитету Влајковац указује да су ове воде изузетно органски оптерећене.

Табела 3. Концентрација макроелемената и Na у ткиву *Trapa longicarpa*

Локалитет	N	P	K	Na
	mg/100g суве материје (mg %)			
Јерменовци	2379,7 <sup>a</sup>	153,0 <sup>o</sup>	1639,0 <sup>a</sup>	618,0 <sup>a</sup>
Влајковац	2302,3 <sup>a</sup>	273,7 <sup>a</sup>	1569,7 <sup>ao</sup>	340,7 <sup>u</sup>
Банатска Паланка	2244,0 <sup>o</sup>	183,7 <sup>ao</sup>	1264,0 <sup>o</sup>	484,0 <sup>o</sup>
<b>Средња вриједност</b>	<b>2308,7</b>	<b>203,5</b>	<b>1490,9</b>	<b>480,9</b>

Највећа акумулација калијума (K) ја забиљежена на локалитету Јерменовци (1639,0 mg%), гдје регистрована висока концентрација и других нутријената. Најниже концентрације се уочавају на локалитету Банатска Паланка (1264,0 mg%).

Натријум (Na) је констатован у повећаним количинама на претходно споменутом локалитету Јерменовци (618,0 mg%). Најниже концентрације су регистроване на локалитету Влајковац (340,7 mg%).

Врста *Elodea canadensis* је као тест врста узета на локалитетима Јерменовци и Банатска Паланка (Таб. 4). Концентрације азота, фосфора и натријума на овим локалитетима су веће у односу на просјечне вриједности, забиљежене у ткиву врсте *Phragmites communis* на овом подручју. Ове вриједности су значајно веће од концентрација, добијених у ткиву ове биљне врсте у бачком региону (Илић, 2005).

Висока концентрација азота (N) је забиљежена на локалитету Јерменовци (3613,0 mg%), што је највећа вриједност забиљежена у биљном материјалу током истраживања.

Табела 4. Концентрација макроелемената и Na у ткиву *Elodea canadensis*

Локалитет	N	P	K	Na
	mg/100g суве материје (mg %)			
Јерменовци	3613,0	227,7	2292,0	562,3
Банатска Паланка	3133,0	384,0	2250,3	551,0
<b>Средња вриједност</b>	<b>3373,0</b>	<b>305,8</b>	<b>2271,2</b>	<b>556,6</b>

Концентрација фосфора (P) код водене куге је, на локалитету Банатска Паланка, била 384,0 mg%. Овај локалитет се налази на подручју гдје ријеке Караш и Вранија доносе из Румуније веће количине разних полутаната. Забиљежена вриједност је највећа у односу на истраживања на бачким и банатским локалитетима, током 2002. и 2003. године (Илић, 2005).

Веома висока концентрација калијума (K) је забиљежена на оба истраживана локалитета, те се може говорити да су ови локалитети изузетно оптерећени овим нутријентом.

Натријум (Na) је у биљном материјалу са овог подручја регистрован са концентрацијом од око 550,0 mg% на оба локалитета.

Ови резултати потврђују да је акватична макрофита *Elodea canadensis* значајан акумулатор овог нутријента.

У ткиву врсте *Potamogeton crispus* са локалитета Влајковац добијена је највећа концентрација азота (N) (3283,3 mg%) (Сл. 5).

Најнижа концентрација је забиљежена на локалитету Јерменовци (2603,3 mg%). Просјечне вриједности за ову биљну врсту су изузетно високе (3036,7 mg%), те би требало значајну пажњу усмјерити на даља истраживања, чији би циљ био коришћење ове врсте као ремедијатора нутријената.

Табела 5. Концентрација макроелемената и Na у ткиву *Potamogeton crispus*

Локалитет	N	P	K	Na
	mg/100g суве материје (mg %)			
Добричево	3176,0 <sup>a</sup>	344,0 <sup>ab</sup>	4834,0 <sup>b</sup>	1353,0 <sup>a</sup>
Влајковац	3283,3 <sup>a</sup>	377,3 <sup>a</sup>	2583,7 <sup>c</sup>	478,7 <sup>c</sup>
Банатска Паланка	3084,3 <sup>ab</sup>	335,0 <sup>b</sup>	6001,3 <sup>a</sup>	612,3 <sup>c</sup>
Јерменовци	2603,3 <sup>b</sup>	348,0 <sup>ab</sup>	4709,0 <sup>b</sup>	975,0 <sup>b</sup>
<b>Средња вриједност</b>	<b>3036,7</b>	<b>351,1</b>	<b>4532,0</b>	<b>854,8</b>

Акумулација фосфора (P) у ткиву ове врсте је највећа на локалитету Влајковац (377,3 mg%), што је изузетно висока концентрација, која је једино утврђена код врсте *Ceratophyllum demersum* на истом локалитету. Ово се објашњава тиме што је овај локалитет под утицајем ријеке Моравице која се улијева у канал, као и дренажних вода околног пољопривредног подручја.

Најнижа вриједност је забиљежена на локалитету Банатска Паланка (335,0 mg%).

*Potamogeton crispus* је врста са највећом акумулацијом калијума (K) на локалитету Банатска Паланка, са вриједности од 6001,3 mg%, што је највећа вриједност одређена у

ткиву свих анализираних биљних врста, што је у вези са загађењем које доносе ријеке Караш и Вранија. Подаци и са других локалитета указују да је ова субмерзна биљна врста, која се само за вријеме цвјетања јавља на површини воде, највећи акумулатор калијума, али и изузетан акумулатор фосфора. Значајно нижа концентрација, забиљежена је на локалитету Влајковац (2583,7 mg%).

Акумулација натријума је била највећа на локалитету Добричево (1353,0 mg%), док је троструко нижа вриједност утврђена на локалитету Влајковац (478,7 mg%), што је висока вриједност, али не и већа од детектованих у ткиву врсте *Hydrocharis morsuranae*, која се издваја као значајан акумулатор овог нутријента (Илић, 2005).

Од других врста овог рода, забиљежене су врсте: *Potamogeton perfoliatus* и *Potamogeton pectinatus* (Таб. 6). С обзиром на то да су као тест врсте узете са по једног локалитета, добијени резултати се не могу сматрати поузданим.

Код ових врста, занимљиво је запазити да је врста *Potamogeton perfoliatus*, на локалитету Добричево, акумулирала веће количине испитиваних нутријената, у односу на другу врсту из овог рода *Potamogeton pectinatus*, са локалитета Врачев Гај. Ако се обрати пажња на концентрације, које је акумулирала врста *Myriophyllum spicatum* на овим локалитетима, уочава се да је локалитет Врачев Гај оптерећенији овим нутријентима у односу на други споменути локалитет, те се може претпоставити да је врста *Potamogeton perfoliatus* много бољи акумулатор нутријената у односу на врсту *Potamogeton pectinatus*, с тим што постоји и могућност антагонизма између појединих јона, па се ова претпоставка не мора сматрати у потпуности тачном.

Табела 6. Концентрација макроелемената и Na у ткиву *Potamogeton sp.*

Биљна врста	Локалитет	N	P	K	Na
		mg/100g суве материје (mg %)			
<i>P. perfoliatus</i>	Добричево	2598,3	198,0	1763,7	340,3
<i>P. pectinatus</i>	Врачев Гај	1680,3	178,0	1055,7	562,3
<b>Средња вриједност</b>		<b>2139,3</b>	<b>188,0</b>	<b>1409,7</b>	<b>451,3</b>

Врста *Myriophyllum spicatum* је као тест врста узета са два локалитета (Таб. 7). На локалитету Врачев Гај је детектована највећа концентрација свих испитиваних нутријената (N, P, K и Na), те се може закључити да је овај локалитет оптерећенији нутријентима од локалитета Добричево.

Табела 7. Концентрација макроелемената и Na у ткиву *Myriophyllum spicatum*

Локалитет	N	P	K	Na
	mg/100g суве материје (mg %)			
Добричево	2404,0	182,0	694,3	345,3
Врачев Гај	3016,3	185,3	1055,7	668,0
<b>Средња вриједност</b>	<b>2710,2</b>	<b>183,6</b>	<b>875,0</b>	<b>506,6</b>

## ЗАКЉУЧАК

Анализом добијених резултата садржаја макронутријената и Na у доминантним макрофитама Канала ДТД на подручју Баната, могу се извести сљедећи закључци:

- Концентрације свих испитиваних елемената у ткиву зависиле су од врсте и локалитета.
- Највећа концентрација азота регистрована је у ткиву врсте *Elodea canadensis* са локалитета Јерменовци (3613,0 mg%).
- На локалитету Банатска Паланка је забиљежена највећа концентрација фосфора (384,0 mg%) у ткиву врсте *Elodea canadensis*.

- Концентрација калијума је била највећа на локалитету Банатска Паланка (6001,3 mg%) у ткиву субмерзне врсте *Potamogeton crispus*. Велике количине калијума и фосфора, на овом локалитету, су последица уноса разних полутаната на том подручју.
- Субмерзна врста *Potamogeton crispus* је значајан акумулатор натријума. На локалитету Добричево је акумулирала 1353,0 mg% овог нутријента.
- Најоптерећенији је локалитет Јерменовци, док је локалитет Врачев Гај са најмањом хемјском контаминацијом.
- Добијени резултати указују да би се планским праћењем (мониторингом) хемијског састава биљака узетих са угрожених локалитета, уз анализу и других показатеља стања у екосистемима, могло брже и свеобухватније доћи до рјешења проблема заштите од загађења подручја под великим антропогеним утицајем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Boyd, C.E., 1970. Vascular aquatic plants for mineral nutrient removal from polluted waters. *Fran. Rat.* 74, 95-103.
2. Chambers, P.A., E. E. Prepas, 1994. Nutrient dynamics in riverbeds: the impact of sewage effluent and aquatic macrophytes. *Wat. Res.* 28 (2), 453-464.
3. Илић, П., 2005. Акватичне макрофите као биолошки ресурси у контроли загађења каналске мреже Дунав-Тиса-Дунав (ДТД). Магистарска теза. Универзитет у Новом Саду-АЦИМСИ-Асоцијација центара за интердисциплинарне и мултидисциплинарне студије и истраживања, Нови Сад.
4. Janauer, A.G., 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 (Suppl. 1), 33-38.
5. Lewis, M. A., W. Wang, 1997. Water quality and aquatic plants. In: *Plants for Environmental Studies*. (Wang, W., Gorsuch, J. W., & Hughes J. S., eds.). Lewis Publishers, Boca Raton, F.L. pp. 141-175.
6. Madsen, J.D., P. A. Chambers, W. F. James, E. W. Koch, D. F. Westlake, 2001. The interaction between water movement, sediment dynamics and submersed macrophytes. *Hidrobiolog.* 444, 71-84.
7. Nelson, D.W., L. E. Sommers, 1973. Determination of total nitrogen in plant material. *Agron. J.* 65, 109-112.
8. Pajević, S., M. Vučković, Ž. Stanković, B. Krstić, Ž. Kevrešan, S. Radulović, 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; Arch. Hydrobiolog. Suppl.* 141/1-2, 73-83.
9. Pajević, S., Ž. Kevrešan, M. Vučković, S. Radulović, M. Frontasyeva, S. Pavlov, T. Galinskaya, 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 35<sup>th</sup> Conference, Novi Sad, Serbia and Montenegro), 323-330.
10. Pajević, S., M. Vučković, M. Matavulj, Ž. Kevrešan, S. Radulović, 2002. Chemical composition of aquatic macrophytes in DTD canal system and other localities in Novi Sad vicinity. Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Symposium Interdisciplinary Regional Research Hungary – Romania – Yugoslavia, Index 0131.
11. Pall, K., B. Ráth, G. A. Janauer, 1996. Die Makrophyten in dynamischen und abgedämmten Gewässersystemen der Kleinen Schüttinsel (Donau-Fluß-km 1848 bis 1806) in Ungarn. *Limnologica* 26 (1), 105-115.

12. Пајевић, С., М. Вучковић, Ж. Станковић, 2002. Садржај макроелемената у доминантним макрофитама неких водених екосистема у околини Новог Сада. Зборник радова Природно-математичког факултета у Новом Саду, серија биологија, 30, 12-20.
13. Стојановић, С., Б. Буторац, М. Вучковић, Ж. Станковић, М. Ждерић, П. Килибарда, Љ. Радак, 1994. Биљни свет канала Врбас-Бездан, УНС, ПМФ, Институт за биологију, Нови Сад.
14. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. In: M.H. Franson (Ed.), 19th Edition. American Public Health Association (APHA), Washington, DC 20005, 1995.
15. Stanković, Ž., S. Pajević, M. Vučković., S. Stojanović, 2000. Concentrations of trace metals in dominant aquatic plants of Lake Provala (Vojvodina, Yugoslavia). *Biol. Plant.* 43, 583 - 585.
16. Yurukova, L., H. Kochev, 1996. Heavy metal concentrations in main macrophytes from the Srebrna Lake along the Danube (Bulgaria). 31. Konferenz der IAD, Baja-Ungarn; Wissenschaftliche Referate. *Limnologische Berichte Donau. Band I*, 195-200.
17. Кастори, Р., 1986. **Физиологија биљака**, Институт за ратарство и повртарство, Пољопривредни факултет, Нови Сад.
18. Кастори, Р., 1998. Минерална исхрана. У: **Физиологија биљака**. Фелтон, Нови Сад.

Примљено: 10.11.2005.

Одобрено: 5.10.2006.