

**Миленко Ђурчић\***  
**Драгица Милинковић**  
Педагошки факултет у Бијељини  
**Слађана Петронић**  
Пољопривредни факултет Источно Сарајево  
**Драгана Радивојевић**  
Педагошки факултет у Бијељини  
**Наташа Братић**  
Пољопривредни факултет Источно Сарајево

УДК 582.26(497.6)  
DOI 10.7251/NSK1602072C  
Оригинални научни рад

## СИЛИКАТНЕ АЛГЕ КАО БИОЛОШКИ ИНДИКАТОРИ КВАЛИТЕТА ВОДЕ РИЈЕКЕ САВЕ НА ЛОКАЛИТЕТУ БРЧКО ДИСТРИКТА

***Апстракт:** Истраживања и детерминација силикатних алги (Bacillariophyta) као биолошких индикатора квалитета воде ријеке Саве на локалитету Брчко Дистрикт вршена су током 2014. године.*

*Узорковање и детерминација таксона вршена је сваког мјесеца током цијеле године, те је праћена њихова квалитативна и квантитативна динамика.*

*Релативно велики број идентификованих таксона Bacillariophyta (38), те доминантност  $\beta$ -мезосапробних индикатора у ријечи Сави упућује на закључак да се ови екосистеми налазе на нивоу полуције типичне за све низијске водотокове.*

***Кључне ријечи:** ријека, силикатне алге, биоиндикатор, загађеност.*

### Увод

Загађеност животне средине данас је актуелнија више него икада. Често смо скептични када је у питању здравствена исправност хране коју свакодневно конзумирамо, али још више воде која је све више загађена, а без које нема ниједног животног процеса у било ком биотичком систему.

У лимнологији се највећа пажња поклања загађивању воде разградљивим органским материјама, јер је то најчешћи вид загађивања водотокова. Ради се углавном о већој неупотребљивости воде. Међутим, поред органских материја које су алогеног поријекла, у свакој води се налазе аутогене органске материје које настају као посљедица природних процеса у екосистемима. Према томе, сапробност је општа појава у метаболичким процесима водених екосистема, а антропогени утицаји само потенцирају већ постојеће процесе. То значи да у природним условима и нема воде која би била слободна од органских материја.

Због велике дужине, око 940 km, читаво подручје ријеке Саве дијели се на три дијела: горњи, средњи и доњи ток. Локалитет који је изабран за узорковање материјала налази се у доњем току ријеке Саве.

У непосредној близини овог локалитета налази се и пристаниште за теретне бродове и чамце. Вода је јако замућена, а струја носи велике количине отпадног материјала. Струјање воде је испод 0,5m/sec. Водни режим ријеке Саве значајно утиче на водни режим свих водених екосистема овога подручја, укључујући и бунаре из којих се користи вода за пиће.

#### Материјал и методе

Материјал је сакупљен као бентос на камену, бетону и другим чврстим подлогама у води. Узорци су спремљени у етикетиране бочице и конзервирани 4% формалдехидом. Узорковање материјала је вршено сваког мјесеца током свих годишњих доба. Материјал је обрађен према методи Hustedta (1930) и, у зависности од материјала, модификованом методом Јерковића (1978), а добијена суспензија је коришћена за прављење трајних препарата. Израђено је више трајних препарата при чему је као уклопни медиј употребљен канада балзам индекса 1,53. Нумеричка анализа силикатних алги вршена је паралелно са квалитативном анализом. Детерминација и бројање јединки по јединици површине вршени су под бинокуларним микроскопом „ZEISS“ са имерзионим објективом. Детерминација таксона је вршена према Krammer, Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b).

#### Резултати и дискусија

Истраживања Bacillariophyta као индикатора квалитета воде ријеке Саве вршена су током сва четити годишња доба. Идентификовано је 38 врста и инфраспецијских такса Bacillariophyta из листе сапробности Сладачака (1974) и SEV-a (1972) (Табела 1).

Табела 1. Преглед Bacillariophyta – индикатора квалитета воде ријеке Саве на локалитету Брчко Дистрикт

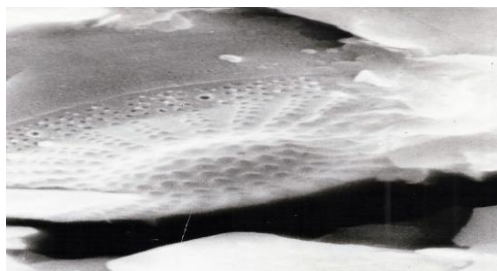
Таксон	степен сапробности
<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. lanc. var. lanceolata (Breb.) Grun. (Слика 1)	х-β <sup>1</sup>
<i>Amphora pediculus</i> (Kiitzing) Grunow	β-α
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	β
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kiitzing (Слика 2)	α-β
<i>C. bodanica</i> var. <i>Affinis</i> (Grunow) Cleve-Euler	о
<i>Cumatopleura solea</i> var. <i>solea</i> (Brebisson) W. Smith	α-β
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	β
<i>Cymbella silesiaca</i> Bleisch in Rabenhorst	β
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve	β
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	β
<i>D. ehrenbergii</i> Kiitzing	х-о
<i>Frustulia vulgare</i> (Thwaites) De Toni	о
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot	β
<i>F. pinata</i> var. <i>pinata</i> Ehrenberg	о
<i>F. breavistriata</i> Grunow	о
<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>parv. f. parvulum</i> Kiitzing (Слика 3)	β

<i>G. grovei</i> var. <i>lingulatum</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	α-β
<i>G. olivaceum</i> var. <i>Olivaceum</i> (Hornemann) Brebisson	β
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grunow	α
<i>Meridion circulare</i> var. <i>circulare</i> (Greville) Agardh	х-о
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kiitzing) Rabenhorst	β
<i>G. spencerii</i> (Quekett) Griffith i Heufrey	β
<i>Navicula capitata</i> var. <i>capitata</i> Ehrenberg	β-α
<i>N. cuspidata</i> (Kiitzing) Kiitzing	β-α
<i>N. cryptocephala</i> Lange-Bertalot	α
<i>N. placentula</i> (Ehrenberg) Kiitzing	о
<i>N. viridula</i> var. <i>Viridula</i> (Kiitzing) Ehrenberg	α
<i>N. lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg	α
<i>N. bacillum</i> Ehrenberg	β
<i>N. reinhardtii</i> (Grunow) Grunow in Cleve et Moller	β
<i>N. pupula</i> var. <i>pupula</i> Kiitzing	β
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W. Smith	о-β
<i>N. inconspicua</i> Grunow	α-β
<i>N. palea</i> (Kiitzing) W. Smith	α
<i>N. recta</i> Hantzsch in Rabenhorst	β
<i>Pinnularia maior</i> (Kiitzing) Rabenhorst	α
<i>P. viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	β
<i>Rhoicosphaenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	β-α

<sup>1</sup>показатељи сапробности: х-ксеносапробан, о-олигосапроба, β-мезосапробан  
α-мезосапробан, р-полисапробан



Слика 1. *Achnanthes lanceolata* ssp. *lanc.* var. *lanceolata* (Breb.) Grun.



Слика 2. *Cyclotella meneghiniana* Kiitzing



Слика 3. *Gomphonema parvulum* var. *parv. f. parvulum* Kiitzing

Из Табеле 1. према показатељима сапробности (Sladaček, 1974) види се да су β-мезосапробне Bacillariophyta доминантне у односу на укупан број идентификованих таксона на локалитету Брчко Дистрикт (38). Идентификовано је 15 β-мезосапробних Bacillariophyta или 39,47%.

Ђурчић (1999) у ријеци Сави на локалитету Б. Рача идентификује 41 врсту и инфраспецијску таксу Bacillariophyta од којих је 17 β-мезосапробних или 41,46%. Према овим показатељима јасно је да се ради о II класи бонитета, односно квалитета воде што указује на умјерено загађење ријеке Саве на овим локалитетима.

Томец и сар. (2009), истражујући састав микрофитобентоса у ријеци Сутли, која је притока ријеке Саве истичу да међу идентификованим Bacillariophyтама доминирају такође β-мезосапробни индикатори што указује да се ради о II класи квалитета воде.

Хаџиахметовић (2012) у оквиру мониторинга површинских вода АУП САВА истражује станишта која припадају сливу ријеке Саве (језеро Модрац, ушће ријеке Спрече) и међу идентификованим силикатним алгама чији је диверзитет врста, у односу на наша истраживања низак, такође налази највише β-мезосапробних индикатора што упућује на II класу квалитета воде.

У оквиру мониторинга квалитета површинских вода у Републици Српској у току 2012. године на више локалитета, односно станишта, идентификован је већи број таксона Bacillariophyta, али без таксативног навођења о којим се врстама ради. Наиме, истраживања су вршена у више ријека у Републици Српској (Сава, Дрина, Врбас, Уна и др.) на одређеним локацијама. На ријеци Сави узорковање алголошког материјала је вршено у Б. Рачи, Броду и код Градишке. У свим испитиваним водотоцима међународним надзорним мониторингом (TNMN) утврђено је присуство 44 таксона из 19 родова Bacillariophyta. У извјештају се истиче да је ријека Сава на локалитету Б. Рача средње загађена и да се ради о II–III класи воде, што на неки начин коиндицира са нашим налазима.

Паралелно са квалитативном анализом, односно детерминацијом таксона *Bacillariophyta* као индикатора квалитета воде, вршена је квантитативна анализа бројањем јединки по јединици површине, односно нумеричка анализа.

Детерминација и бројање јединки по јединици површине вршени су под бинокуларним микроскопом „ZEISS“ са имерзионим објективом уз увећање 1500 пута. Израчунавање броја јединки на јединицу површине вршено је према Турчићу (1993):

$$x \text{ јед/см}^2 = \frac{S \times n}{N \times S_1} \cdot F$$

гдје је:

$S$  – површина покровне плочице

$n$  – број јединки једног таксона

$N$  – број видних поља на којима је вршено бројање

$S_1$  – површина једног видног поља

$F$  – фактор (однос запремина концентрата у ml/површине супстрата за узорак  $x$  запремина подузорка у ml).

Oemke i Burton (1986) густину силикатних алги по јединици површине израчунавају помоћу једначине:

$$\text{cell} \cdot \text{m}^{-2} = \frac{(\text{Valves Counted}) (\text{Coverslip area mm}) (\text{Vol. of Concentrate ml})}{(\text{area counted mm}) (\text{Subsample volume ml}) (\text{Area substrate sampled m})}$$

што одговара једначини по којој су вршена израчунавања броја јединки на јединицу површине у нашим истраживањима. На сваком трајном препарату вршено је 5 бројања по 100 јединки.

Број јединки *Bacillariophyta* по јединици површине кретао се у границама од 220.000–434.000 јед/см<sup>2</sup>. Продукција *Bacillariophyta* је показивала сезонска колебања. Углавном је могуће разликовати три периода: касна јесен са великим, пролеће, лето и рана јесен са средњим и касна јесен и рана зима са малим интензитетом продукције.

Наши резултати о броју јединки на јединицу површине доста коиндицирају са налазима других истраживача. Тако, нпр. Hudon i Bourget (1983) налазе да је број јединки по јединици површине на 1m дубине ријеке 160.000 јед/см<sup>2</sup>.

Cattaneo i Kalff (1978) наводе да су бентичке *Bacillariophyta* језера Мемфремагог заступљене са релативно већим бројем јединки по јединици површине. Тако су забиљежене вриједности од 224.500–616.200 јед/см<sup>2</sup>.

Oemke i Burton (1986) истражујући станишта у брзацима и мирним дијеловима тока ријеке у горњем Мичигену биљеже вриједности од 374.000 јед/cm<sup>2</sup>.

Проценом релативне бројности, односно релативне абунданце, такође је установљено да продукција Bacillariophyta на истраженом локалитету показује сезонска колебања. Одређивање релативне бројности вршено је према шестостепеној скали 1, 2, 3, 5, 7, 9 према Weglu (1983) гдје је: 1 – врло ријетко, 2 – ријетко, 3 – умјерено често, 5 – често, 7 – врло често, 9 – масовно.

### Закључак

Истраживања силикатних алги (Bacillariophyta) на локалитету Брчко Дистрикт су показала да је утврђен релативно велики број таксона Bacillariophyta. Најдоминантнији по броју врста су родови Navicula (23,68%), Nitzschia (10,52%) и Gomphonema (7,89%).

Наши налази о доминантности таксона силикатних алги коиндицирају са налазима Hustedta (1945) који је изнио тврдњу да на Балканском полуострву по броју врста доминирају родови Navicula (25,62%), Symbella (17,70%), Nitzschia (7,48%) и Achnanthes (7,02%).

Релативно велики број идентификованих таксона Bacillariophyta, те доминантност β-мезосапробних индикатора у ријечи Сави на локалитету Брчко Дистрикт упућује на закључак да се ови екосистеми налазе на нивоу полуције типичне за све низијске водотокове.

Међутим, присуство релативно већег броја таксона β-α и α-мезосапробног карактера, јасно указују на интензиван антропогени утицај на ове екосистеме, што је било евидентно у току истраживања.

Резултати истраживања Bacillariophyta у ријечи Сави на локалитету Б. Рача (Ђурчић, 1999) доста су слични нашим налазима у ријечи Сави на локалитету у Брчко Дистрикту, односно и на једном и на другом локалитету биоиндикаторске врсте су показале да је ријека Сава средње загађена.

Интересантно је запазити да Матоничкин et al. (1975) на локалитету Б. Рача у ријечи Сави идентификују само *Diatom vulgare* као β-мезосапроба.

### Литература

- Cattaneo, A., Kalff, J. (1978). Seasonal changes the epiphyte community of natural and artificial macrophytes in lake Memphremagog. *Hydrobiologia*, 60 (2), 135–144.
- Ćurčić, M. (1993). *Floristička i ekološka istraživanja Bacillariophyta u bunarima na području Semberije*. Doktorska disertacija. Beograd: Biološki fakultet.
- Ćurčić, M. (1999). Valorizacija kvaliteta vode rijeke Save na lokalitetu B. Rača na osnovu bioloških indikatora (Bacillariophyta). *Zaštita voda 99, Zbornik radova*, 273–276, Soko Banja.

- Hustedt, F. (1930). Bacillariophytain: A. Pascher, *Die Süßwasserflora Mitteleuropas*, 10, 1–466, Jena.
- Hustedt, F. (1945). Diatomeen aus Seen und Quellengebieten der Balkan-Halbinsel. *Arch. Hydrobiol.* 40, 867–973.
- Hudon, C., Bourget, E. (1983). The effect of light on the vertical structure of epibenthic diatom communities. *Bot. Mar.* 26, 317–330.
- Hadžiahmetović, A. (2012). Kvalitativno-kvantitativna analiza fitoplanktona jezera/ akumulacija u okviru monitoringa površinskih voda AUP SAVA. *Voda i mi*, 79.
- Jerković, L. (1978). Dijatomeje sliva gornjeg toka rijeke Neretve. *Godišnjak Biološkog instituta* (monografija), 30, 5–88, Sarajevo.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1986). Süßwasserflora von Mitteleuropa. *Bacillariophyceae 2/1*, Gustav Fischer Verlag.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1988). Süßwasserflora von Mitteleuropa. *Bacillariophyceae 2/2*, Gustav Fischer Verlag.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1991a). Süßwasserflora von Mitteleuropa. *Bacillariophyceae 2/3*, Gustav Fischer Verlag.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1991b). Süßwasserflora von Mitteleuropa. *Bacillariophyceae 2/4*, Gustav Fischer Verlag.
- Matoničkin, et al. (1975). *Prilog valorizaciji voda ekosistema rijeke Save*. Zagreb: Prirodoslovni-matematički fakultet, 68–70.
- Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede. Agencija za vode oblasnog riječnog sliva Save-Bijeljina (2012). *Monitoring kvaliteta površinskih voda u RS*.
- Oemke, M. P. & Burton, M. T. (1986). Diatom colonization dynamics in a lotic system. *Hydrobiologia*, 139, 153–166.
- Sladeček, V. (1974). System of water quality from the biological point of view. *Ergebn. Limnologie*, 7, 1–218.
- SEV (1977). Unificiranje metodi isledovanja kačestva vod. III. *Metodi biologičeskoga analiza vod. 1. Indikatori saprobnosti*. Moskva.
- Tomec, M. et al. (2009). Sastav mikrofitobentosa u rijeci Sutli. *Ribarstvo*, 67, 133–143.
- Wegl, R. (1983). Index für Limnosaprobität. *Gewwasser Abwasser* 26.

Milenko Ćurčić, Dragica Milinković, Slađana Petronić, Dragana Radivojević, Nataša Bratić

**SILICATE ALGAE AS BIOLOGICAL INDICATORS OF WATER QUALITY  
OF THE RIVER SAVA AT THE LOCALITY BRČKO DISTRIKT**

**Summary**

*Research and determination of diatoms (Bacillariophyta) as biological indicators of water quality of the river Sava at the site of Brčko Distrikt were carried out during 2014.*

*Sampling and determination of taxon was performed every month throughout the year, and accompanied by their qualitative and quantitative dynamics.*

*The relatively large number of identified taxon Bacillariophyta (38), and the dominance of  $\beta$ -mezosaprobic indicators in the river Sava suggests that these ecosystems are on the level of pollution typical for all lowland streams.*

**Keywords:** rivers, silicate algae, bioindicators, pollution.