Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (5), 233-242
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan
ISSN 1311-0489 (Print)
ISSN 2367-8364 (Online)

Наличие на бактерии от род *Azotobacter* в почви от района на Крушевац

Снежана Анджелкович*, Таня Васич, Ясмина Радович, Снежана Бабич, Ясмина Миленкович, Зоран Лугич, Йордан Маркович

Институт по фуражни култури, Крушевац, Република Сърбия

The presence bacteria of the genus *Azotobacter* in agricultural soil in the city of Krusevac

Snežana Andjelković*, Tanja Vasić, Jasmina Radović, Snežana Babić, Jasmina Milenković, Zoran Lugić, Jordan Marković

Institute for forage crops, Kruševac, Republic of Serbia
**E-mail: snezana.andjelkovic@ikbks.com*

Received: 16.04.2018 *Accepted:* 18.12.2018 *Published:* 21.12.2018

РЕЗЮМЕ

Съвременното проучване на агроекологичните системи включва наблюдение на динамиката на микробиологичната активност в почвата. Микроорганизмите като биологичен компонент са добър показател за качеството на почвата, тъй като те бързо реагират на промените в почвената екосистема, така че микробиологичната активност може да послужи за определяне на почвеното плодородие. Определен е броят на бактериите от *Azotobacter*, за да се контролира качеството на земеделската почва и да се произвеждат безопасни храни на територията на град Крушевац (Република Сърбия).

В хълмистите и планински терени в района почвите са средно и слабо плодородни, с различни физични, химични и механични свойства, които се характеризират най-вече с повишена киселинност. В настоящата статия е изследвано наличието на *Azotobacter* в почвата от 88 местоположения. Кисе-

SUMMARY

Modern study of agroecological systems includes monitoring the dynamics of microbiological activity in the soil. Microorganisms as a biological component are good indicators of soil quality because they respond quickly to changes in the soil ecosystem, so microbiological activity can be used for the determination of soil fertility.

In order to control the quality of agricultural soil and produce safe food in the territory of the city of Kruševac (Republic of Serbia) the number of *Azotobacter* was determined.

In the hilly and mountainous terrains of this region, medium and poor fertile soils with different physical, chemical and mechanical properties are present and which are mostly characterized by increased acidity. In this paper the abundance of *Azotobacter* in the soil from 88 sites was assessed.

лата реакция на околната среда има отрицателно въздействие върху активността и изобилието на *Azotobacter* . Изследването показва, че 50% от проучените почви не съдържат тези бактерии. Броят на азотофиксиращи бактерии в почвените проби с неутрална и слабо кисела реакция варира от няколко на брой до почти 200 клетки на един грам абсолютно суха почва.

Ключови думи: *Azotobacter*, почва, биогенност

УВОД

Почвите в Република Сърбия са слабо кисели, средно кисели и изключително кисели (над 60% от обработваемата земя) с изразен дефицит на калций и като правило ниски добиви от най-значимите стопански култури. В района на град Крушевац, разположен в централната част на Сърбия, има реална мозайка от почвени типове, образувани под влиянието на специфични фактори (геоложки, геоморфологични, хидрологични, климатични и биогеографски), които оказват влияние върху външния вид, свойствата и потенциалната стойност на почвата. В хълмистите и планинските терени на този район са налице средни и неплодородни почви с различни физични, химични и механични свойства, които се характеризират предимно с повишена киселинност. Наличието на хранителни вещества силно зависи от pH на почвата. Много често това е ограничаващ фактор за по-ефективно използване на почвата и успешното отглеждане на желани растителни видове (Wheeler, 1998).

В допълнение към липсата на калций, киселите почви се характеризират с високо съдържание на лесно подвижни форми на Al, Fe и Mn и ниско съдържание на достъпни P, K и Mo (Su and Evans, 1996), което влияе отрицателно върху поникването на културите, ранния растеж и общото производство на биомаса (Zhang et al., 2006). Освен

Acidic reaction of the environment has a negative effect on the activity and abundance of *Azotobacter*, so this study showed that 50 % of the examined soils not containtend these bacteria. The number of *Azotobacter* in soil samples of neutral and slightly acidic reaction varied from several to almost 200 cells per one gram of absolutely dry soil.

Key words: azotobacter, soil, biogenity

INTRODUCTION

In the Republic of Serbia, slightly - acid, acid and the extremely acid reaction soils (of over 60% arable lands) with an expressed deficiency of calcium and, as a rule, low yields of the most significant plants. In the area of the city of Kruševac, located in the central part of Serbia, there is a real mosaic of soil types, formed under the influence of specific pedogenetic factors (geological, geomorphological, hydrological, climatic and biogeographical), which put their stamp on the appearance, properties and the potential value of the soil. In the hilly and mountainous terrains of this region, medium and poor fertile soils with different physical, chemical and mechanical properties are present and which are mostly characterized by increased acidity.

Availability of soil nutrients strongly depend on soil pH. This very often represents a limiting factor for more efficient utilization of the soil and successful cultivation of desired plant species (Wheeler, 1998).

In addition to the lack of calcium, acid soils are characterized by a high prevalence of easily mobile forms of Al, Fe and Mn, andlow contents of available P, K and Mo (Su and Evans, 1996), which negatively influences the emergence of crops, early plant growth and total biomass production (Zhang et al., 2006).

това, киселата реакция ограничава присъствието на свободно живеещи азотофиксиращи бактерии от род *Azotobacter*. В зависимост от преобладаващите условия в почвата, азотофиксиращите бактерии може да преработват 50-80 kg ha^{-1} азот от въздуха и може да се използват в земеделието, като заместител на част от минералните азотни торове (Govedarica et al., 1995).

Благоприятният ефект на азотофиксиращите бактерии се дължи не само на способността им да фиксират атмосферния азот, но и да отделят биологично активни вещества: ауксини, гиберелини, пиридоксин, биотин и никотинова киселина (Dobbelaere et al., 2003; Hayat et al., 2010), да произвеждат противогъбични съединения, антибиотици (Dey et al., 2017). Azotobacter реагират на минимални промени в почвените условия, като намаляват своя брой, което може да се използва като индикатор за качеството на почвата. Киселинната реакция на околната среда оказва отрицателно въздействие върху активността и изобилието на Azotobacter, тъй като те предпочитат силно продуктивна неутрална почва (Govedarica and Jarak, 1995; Andjelković et al., 2012).

Azotobacter sp. се срещат в почвата и в ризосферата на много растения и тяхната популация варира от незначителни до 104 g^{-1} почва в зависимост от физикохимичните и микробиологични свойства (Kizilkaya, 2009). Това може да бъде важна алтернатива на химически тор, тъй като те осигуряват азот във формата на амоняк, нитрати и аминокиселини без свръхдоза (Jnawali et al., 2015), което е важно за екологията и земеделието (Wani et al., 2013).

Целта на това изследване е да се проучи съдържанието на Azotobacter в различните видове земеделски почви на територията на град Крушевац (Република Сърбия).

Besides that, acidic reaction limits presence free-living nitrogen-fixing bacterium of the genus *Azotobacter.* Depending on the prevailing conditions in the soil, azotobacter may process 50–80 kg ha^{-1} of nitrogen from the air and it may be used in crop production as a substitute for a portion of mineral nitrogen fertilizers (Govedarica et al., 1995).

The beneficial effects of azotobacter are not only due to its ability to fix atmospheric nitrogen, but also to secrete biologically active substances: auxin, gibberellins, pyridoxine, biotin and nicotinic acid (Dobbelaere et al., 2003; Hayat et al., 2010), produces antifungal compounds, antibiotics (Dey et al., 2017).

Azotobacter reacts to minimal changes in soil conditions by reducing their numbers, which is why it can be used as an indicator of soil quality.

Acidic reaction of the environment has a negative effect on the activity and abundance of azotobacter since these bacteria prefers a highly productive neutral soil (Govedarica and Jarak, 1995; Andjelković et al., 2012).

Azotobacter sp. are found in the soil and rhizosphere of many plants and their population ranges from negligible to 104 g-1 of soil depending upon the physico-chemical and microbiological properties (Kizilkaya, 2009). It can be an important alternative of chemical fertilizer because it provides nitrogen in the formof ammonia, nitrate and amino acids without situation of overdosage (Jnawali et al., 2015), so it is important for ecology and agriculture (Wani et al., 2013).

The aim of this investigation was to examine the abundance of azotobacter in different types of agricultural soils in the territory of the city of Kruševac (Republic of Serbia).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

През април и май 2017 г. се събират проби от слой 0-25 cm от 88 различни места. Всички обекти се намират на територията на град Крушевац. Химическите свойства на почвата се определят със стандартни методи в химическата лаборатория на Института за фуражни култури, Крушевац. Биологичната активност на почвата (биогенност) е наблюдавана на основа наличието на азотофиксиращи бактерии. Изобилието на азотофиксиращи бактерии се оценява чрез метода на плодородните капки върху хранителна среда Федоров. Инокулацията е извършена като се използват 0,2 ml суспензия от почвата, разредена на 10^{-1}. Инокулацията продължава 48 часа при 28°C. Броят на отглежданите колонии се изчислява на 1 g абсолютно суха почва (Jarak and Djurić, 2006).

Резултатите са обработени чрез компютърна програма STATISTICS 8.0.

MATERIAL AND METHODS

In April and May of 2017 samples from 0-25 cm layer from 88 different locations were collected. All sites are located in the territory of the City of Kruševac. The chemical properties of the soil were determined by standard methods in the chemical laboratory of the Institute for Forage Crops Kruševac. Biological activity of the soil (biogenicity) was monitored on the basis of the presence of azotobacter. The abundance of azotobacter was assessed using the fertile drops method on the medium by Fedorov. The inoculation was done using the 0.2 ml of soil suspension diluted by 10^{-1}. The incubation lasted for 48 h on 28°C. The number of grown colonies was calculated per 1g of absolutely dry soil (Jarak and Djurić, 2006).

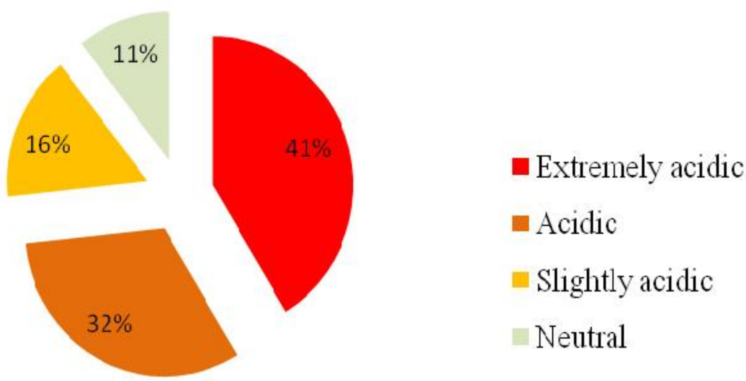
The results were processed by means of STATISTICS 8.0 computer program.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Почвените проби показват различна киселинност, но най-голям брой почви имат кисела реакция (изключително кисели – 41%, умерено кисели – 32%, слабо кисели – 16%), докато само 11% са неутрални (Фигура 1.).

RESULTS AND DISCUSSION

Soil samples show different acidity, but the greatest number of soils are acidic chemical reactions (extremely acidic – 41%, moderately acidic – 32%, slightly acidic – 16%), while only 11% % of the examined soils are neutral (Figure 1).

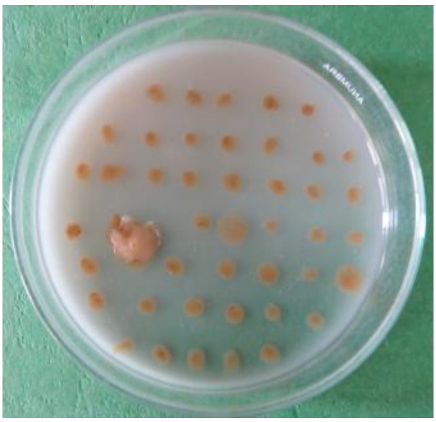


Фиг. 1. pH стойности на изследваната почва
Fig. 1. pH values of examined soil

Реакцията на почвата е важен агрохимичен показател, тъй като оказва силно влияние върху растежа на растенията, върху режима и биологичната наличност на хранителни вещества и как хранителните йони достигат до корените. Това се дължи на факта, че почвената реакция се счита за една от най-важните характеристики на околната среда (Pîslea and Sala, 2012). Най-голям брой от анализираните почви са слабо запасени с азот, но като цяло не е ограничаващ фактор за селскостопанското производство. Тъй като по-голямата част от почвата има средно количество хумус, който е с високо съдържание на азот, се очаква относително задоволителен състав на почвата по отношение на общия азот. Подобно е на съдържанието на лесно достъпния калий, докато наличието на лесно достъпни фосфор и карбонати в почвата е несравнимо по-малко благоприятно.

Soil reaction is an important agrochemical indicator because it has a strong influence on the growth medium of plants, on the regime and bio-availability of nutrients and on the way nutritive ions get to plant roots. It is due to this fact that soil reaction is considered to be one of the most important characteristics of the environment (Pîslea and Sala, 2012).

The largest number of analyzed soils is fairly provided with nitrogen and generally in this area this element is not a limiting factor in agricultural production. This relatively satisfactory soil composition considering total nitrogen is expected, since most of the soil has the medium amount of humus, which is a compound that has high nitrogen content. It is similar to the content of the easily available potassium, while the availability of easily available phosphorus and carbonates in the soil is incomparably less favourable.



Фиг. 2. *Azotobacter sp.* в хранителна среда Федоров (снимка)
Fig. 2. *Azotobacter* sp. on the medium by Fedorov (photo orig.)

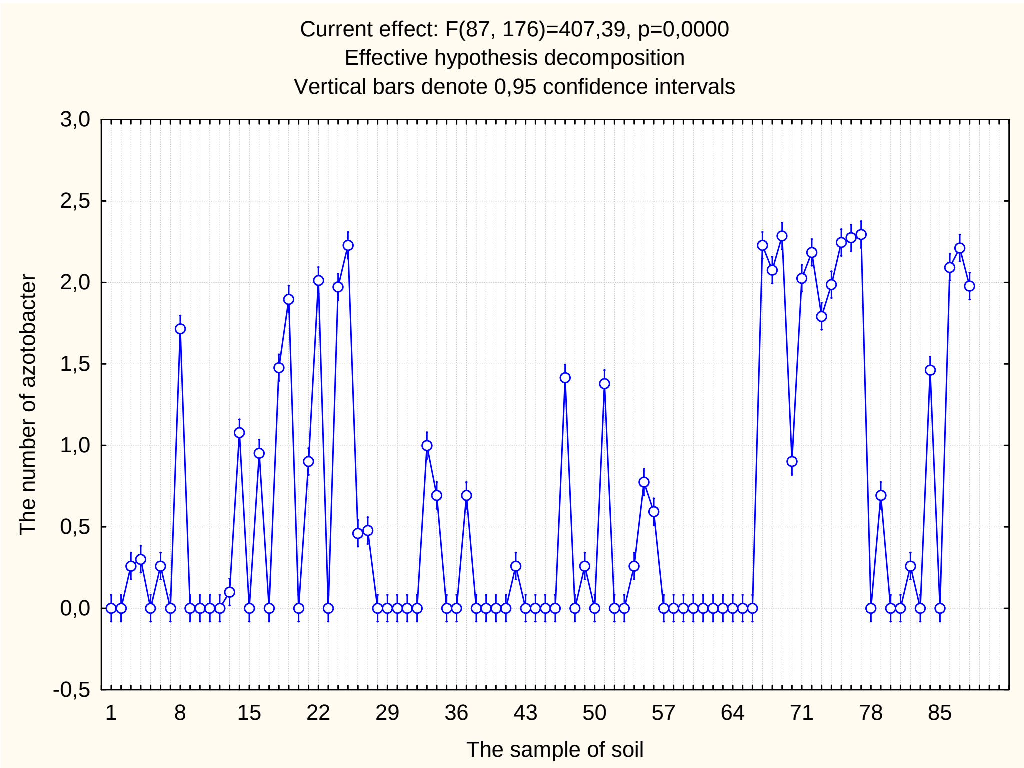
Киселинната реакция на околната среда има отрицателно въздействие върху активността и изобилието на азотофиксиращи бактерии, така че настоящето проучване показва, че 50% от изследваните почви не съдържат тези бактерии. Резултатите, получени в нашите изследвания, могат да бъдат

Acidic reaction of the environment has a negative effect on the activity and abundance of azotobacter, so this study showed that 50 % of the examined soils not containtend these bacteria.

Results obtained in our research can be justified by the fact that most of the soil обяснени от факта, че по-голямата част от анализираните почви са с много кисела и кисела реакция. Andjelković et al. (2011) регистрират увеличена киселинност (4,97 KCl) в ризосферната почва на люцерната. Според Miličić and Jarak (2008) киселата почва има неблагоприятни свойства, бедна е на физиологично активни хранителни вещества и е с незадоволителни водно-въздушни свойства,, така че наличието на азотофиксиращи бактерии в тях е много ниско или дори не съществува.

analyzed is extremely acidic and acidic chemical reactions.

Andjelković et al. (2011) recorded a very low abundance in the rizosphere soil of alafalfa increased acidity (4.97 KCl). According to Miličić and Jarak (2008) acidic soil had unfavourable properties, poor in physiologically active nutrients, and an unsatisfactory air-water regime, so that the presence of azotobacter in these soils was very low or even non-existent.



Фиг. 3. Брой на азотофиксиращи бактерии в почвата
Fig. 3. The number of azotobacter (log of number) in soil

Броят на азотофиксиращите бактерии в почвените проби с неутрална и слабо кисела реакция варира от няколко до почти 200 клетки на един грам абсолютно суха почва. Популации на *Azotobacter* sp. рядко надхвърлят няколко хиляди клетки на грам неутрални

The number of azotobacter in soil samples of neutral and slightly acidic reaction varied from several to almost 200 cells per one gram of absolutely dry soil. Populations of *Azotobacter* sp. rarely exceed several thousand cells per gram of neutral or alkaline soils, and in acid или алкални почви. В кисели почви (pH<6,0) тези бактерии обикновено липсват или се срещат в много нисък брой (Martyniuk and Martyniuk, 2003. Резултатите от изследването показват, че броят на азотофиксиращите бактерии е най-голям в почвените проби, чието pH е на границата на слабо кисело до неутрално. Wani et al. (2013) предполагат, че популацията на азотофиксиращи бактерии обикновено е ниска в ризосферата на културните посеви и в необработените почви. Изобилието на тази група азотни фиксатори е един от най-важните индикатори за почвеното плодородие (Marinković et al, 2007). Почвената микробна активност и разнообразието играят важна роля в устойчивостта, като поддържат основните функции за доброто състояние на почвата, включващи въглероден и хранителен цикъл (Izquierdo et al., 2005). Микробиологичните свойства могат да служат като индикатор за качеството на почвата, тъй като след растенията, микроорганизмите в почвата са вторият най-важен биологичен представител в селскостопанската екосистема (Onet and Onet, 2013). Почвените микроорганизми и ензими са основните посредници в биологичните процеси в почвата, включително деградация на органичните вещества, минерализация и рециклиране на хранителни вещества (Li et al., 2008). Подобряването на технологията за производителността от посевите предполага интензивно обработване на почвата, прилагане на прекомерни количества минерални торове, пестициди, тежки машини и др., което води до нарушаване на структурата на почвата и естественото равновесие в екосистемата.

(pH<6.0) soils these bacteria are generally absent or occur in very low numbers (Martyniuk and Martyniuk, 2003. The results of the study show that the number of azotobacter was the greatest in soil samples which pH was at the border of slightly acidic to neutral.

Wani et al. (2013) suggest that the population of azotobacter is generally low in the rhizosphere of the crop plants and in uncultivated soils. The abundance of this group of nitrogen fixators is one of the more important soil fertility indicators (Marinković et al, 2007).

Soil microbial activity and diversity play important roles in the sustainability by keeping essential functions in soil health, involving carbon and nutrient cycling (Izquierdo et al., 2005).

Microbiological properties can serve as soil quality indicators because after plants soil microbes are the second most important biological agent of the agricultural ecosystem (Onet and Onet, 2013).

Soil microorganisms and enzymes are the primary mediators of soil biological processes, including organic matter degradation, mineralization and nutrient recycling (Li et al., 2008).

The improvement of the technology for crop production implies intensive soil cultivation, the application of excessive amounts of mineral fertilizers, pesticides, heavy machinery, etc., which leads to disruption of the soil structure and the natural balance in the ecosystem.

ИЗВОДИ

В агроекосистемите, т.е. в системата почва-растение-хранителни вещества, съществуват връзки между множество физични, химични и биологични почвени свойства. За отделянето на

CONCLUSIONS

In the agro-ecosystems, i.e. in the soil-crop-nutrient system, relationships exist between numerous physical, chemical and biological soil properties. For release of several plant nutrients a няколко растителни хранителни вещества е необходима и добра активност на много почвени микроорганизми. Въз основа на получените резултати може да се заключи, че в земеделската почва на изследваната област, характеризираща се с повишена киселинност и като цяло достатъчно количество хранителни вещества, наличието на азотофиксиращи бактерии е ниско.

Почвите, върху които се прилага интензивно растениевъдство, са подложени на деградиране, изразено главно чрез вкисляване, дължащо се на прилагането на физиологично кисели торове. Това води до влошаване на почвената структура и до намаляване на интензивността на процеса на азотфиксация. Възобновяването на почвата трябва да се извършва чрез засяване на подходящи растителни видове за специфичните условия и използване на агромелиоративни мероприятия за регулиране натрупването на калций и фосфати. Това ще повиши нивото на използваемост на почвата като основен селскостопански ресурс, като същевременно ще подпомогне защитата и опазването на околната среда (почвата, въздуха и водните източници).

good activity of many soil microorganisms is also required.

Based on the obtained results it can be concluded that in agricultural soil of the examined area characterized by elevated acidity and generally sufficient amounts of nutrients, the abundance of azotobacter was low.

Soils in which intensive plant production is conducted are subjected to degradation, which is primarily reflected in the acidification which occurs due to the introduction of physiologically acidic fertilizers, causing the deterioration of the soil structure and the reduction of the intensity of the process of nitrogen fixation. Revitalization of the soil should be done by sowing the appropriate plant species for certain conditions and using agro-melioration rate of calcification and phosphatization.

This would increase the level of usability of the soil as a basic agricultural resource, while helping its protection and the protection of the environment (soil, air and watercourses).

БЛАГОДАРНОСТИ

Изследванията са финансирани от Министерство на образованието, науката и технологичното развитие, Република Сърбия, проект TR 31057.

ACKNOWLEDGEMENTS

Research was financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development, Republic of Serbia, project TR 31057.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Andjelković, S., S. Djurić, J. Radović, T. Vasić and D. Terzić**, 2011. The effect of inoculants on the abundance of azotobacter in the rhizosfere of alfalfa. In: Proceedings of International scientific symposium of agriculture "Agrosym Jahorina 2011". 10-12 November, Jahorina, pp. 379-383.

2. **Andjelković, S., S. Djurić, Z. Lugić, T. Vasić, S. Babić and J. Marković**, 2012. Abundance of azotobacter in the rhizosphere of alfalfa grown on different soil types. 24th General Meeting of the European Grassland Federation Lublin, Poland 3-7 June 2012, Grassland Science in Europe, Vol. 17, pp. 589-591.

3. **Dey, R., K. Sarkar , S. Dutta , S. Murmu and N. Mandal**, 2017: Role of *Azotobacter* sp. Isolates as a plant growth promoting agent and their antagonistic potentiality against soil borne pathogen (*Rhizoctonia solani*) under in vitro condition. *Int. J .Curr. Microbiol. App. Sci,* 6 (11), 2830-2836
4. **Dobbelaere, S., J. Vanderleyden and O**. **Yaacov**, 2003. Plant growth promotingeffect of diazothrophs in the rhizosphere. *Critical Reviews in Plant Science*, 22, 107–148.
5. **Govedarica, M., N. Milošević and M. Jarak**, 1995. Diazotrophs and their effect on wheat. In: Proceedings of the 10th International Congres on Nitrogen Fixation: Nitrogen Fixation Fundamentals and Applications, Sankt Peterburg, Russia, pp. 758-759.
6. **Govedarica, M. and M. Jarak**, 1995. Microbiology of soil. Faculty of Agriculture, Novi Sad (Sr).
7. **Hayat, R., S. Ali, U. Amara, Khalid, R. and I. Ahmed**, 2010: Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. *Ann Microbiol*, 60, 579-598.
8. **Izquierdo, I., F. Caravaca, M. Alguacil, G. Hernández and A**. **Roldán**, 2005. Use of microbiological indicators for evaluating success in soil restoration after revegetation of a mining area under subtropical conditions. *Applied Soil Ecology* 30, 3-10.
9. **Jarak, M. and S. Djurić**, 2006. Practicum of Microbiology. Faculty of Agriculture, Novi Sad (Sr).
10. **Jnawali A.D., R.B. Ojha and M. Marahatta**, 2015. Role of Azotobacter in soil fertility and sustainability–A Review. *Adv Plants Agric Res* 2(6): 00069, doi: 10.15406/apar.2015.02.00069 http://medcraveonline.com/APAR/APAR-02-00069.pdf
11. **Kizilkaya, R.,** 2009. Nitrogen fixation capacity of *Azotobacter* spp. strains isolated from soils in different ecosystems and relationship between them and the microbiological properties of soils. *J. Environ. Biol.,* 30(1), 73-82.
12. **Li J., Zhao B., Li X., Jiang R. and H.S. Bing**, 2008: Effects of long-term combined application of organic and mineral fertilizers on microbial biomass, soil enzyme activities and soil fertility. *Agriculture Science in China*, 7, 336-343.
13. **Marinković, J., N. Milošević, B. Tintor and J. Vasin**, 2007. The occurrence of several microbial groups in different soil types. *Journal on Field and Vegetable Crops Research*, 43 (1), 319-327 (Sr).
14. **Martyniuk, S., and M. Martyniuk**, 2003. Occurrence of *Azotobacter* spp. in some Polish soils. *Polish journal of environmental studies,* 12, 371-374.
15. **Miličić, D., Jarak, M.**, 2008: The improvement of acidic soils by means of microbe inocula application and liming. Letopis naučnih radova, Faculty of Agriculture, Novi Sad, 32 (1), 51-56. (Sr).
16. **Onet, C. and A. Onet,** 2013. Study of the microbiological activity in the agrocenosis from Crisurilor Plain. *Acta Agraria Debreceniensis,* 53, 79-80.
17. **PÎslea, D. and F. Sala**, 2012. Changes in soil reaction under the influence of mineral fertilization. *Research Journal of Agricultural Science*, 44 (3), 102 -107.
18. **Su C. and L.J. Ewans**, 1996. Soil: solution chemistry and alfalfa response to $CaCO_3$ and $MgCO_3$ on an acid gleysol. *Canadian Journal of Soil Science,* 76, 41-47.
19. **Subba, Rao, N.S.**, 2001: An Appraisal of biofertilizers in India. In: Biotechnology of biofertilizers. maximising the use of biological nitrogen fixation in agriculture (S. Kannaiyan Ed.) Narosa Pub. House, New Delhi, pp. 375.

20. **Wani, A.S, C. Subash and A.Tahir**, 2013. Potential Use of *Azotobacter chroococcum* in Crop Production: An Overview. *Current Agriculture Research Journal*, 1(1), 35-38, doi**:** http://dx.doi.org/10.12944/CARJ.1.1.04. www.agriculturejournal.org/volume1number1/potential-use-of-azotobacter-chroococcum-in-crop-production-an-overview/

21. **Wheeler M.D.**, 1998. Investigation into the mechanisms causing lime responses in a grass/clover pasture on a clay loam soil. *New Zealand Journal of Agricultural Research,* 41, 497-515.

22. **Zhang, X., A. Humphries and G. Auricht**, 2006. Plant parameters identified for evaluating varietal performance of acid tolerance in lucerne, 1-6. https://www.regional.org.au/au/pdf/asa/2006/4484_zhangx.pdf

23. https://www.krusevac.rs/sr_cir/privreda/prirodni-resursi/1270-zemljite-.html

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (5), 243-248 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Изследване на алгоценозата на водите на река Мируша (Гниляне, Косово) през летния сезон на 2013г.

Кемал Куртеши[1], Кимет Луга[1]*, Шенаси Алиу[2], Сократ Гини[3], Андуела Кендро[3], Лиън Уебсдейл[4]

[1]Катедра по биология, Факултет по естествени науки, Университет на Прищина, Косово
[2]Независим експерт по растения, Сен Гален, Швейцария
[3]Катедра по биология, Факултет по естествени науки, Университет на Аргирокастро, Албания
[4]Грийн Колидж, Тринити Колидж, Дъблин, Ирландия

Investigation of algocenosis in waters of river Mirusha (Gjilan, Kosovo) during summer season of 2013 year

Kemajl Kurteshi[1], Kimete Lluga[1]*, Shenasi Aliu[2], Sokrat Gjini[3], Anduela Qendro[3], Leanne Websdale[4]

[1]Department of Biology, Faculty of Natural Sciences, University of Prishtina, Kosovo
[2] Independent expert of plants, St. Gallen, Swiss
[3]Department of Biology, Faculty of Natural Sciences, University of Gjirokastra, Albania
[4]College Green, Trinity College, Dublin, Ireland
**E-mail: kimete.lluga@uni-pr.edu*

Received: 25.08.2018 *Accepted:* 17.12.2018 *Published:* 21.12.2018

РЕЗЮМЕ

Реките в Косово, които минават през града са се превърнали в събирателен пункт за изхвърляне на различни замърсители.

Основната цел на настоящето изследване е да се проучи алгоценозата на водите на р. Мируша (Гниляне, Косово) през летния сезон на 2013 г. Пробите са взети от три местоположения. Консервирането е извършено чрез формалдехид 4%. Определянето е извършено според класификацията за водорасли.

През периода на изследване са установени 22 вида водорасли, които принадлежат към 4 разреда: *Cyanophyta (5 вида), Bacillariophyta (12 вида), Euglenophyta (3 вида)* и

SUMMARY

The rivers in Kosovo, passing through the city, have been transformed into collector, in which the polluters are discharged.

The main purpose of this paper is to analyze the algocenosis in waters of the river Mirusha (Gjilan, Kosovo) during summer season of 2013 year. The samples taken at three localities. The conservation is done by formaldehyde 4 %. The determination is done by algal keys.

During the investigation period we noticed 22 species of algae, which belongs 4 division: *Cyanophyta (5 species), Bacillariophyta (12 species), Euglenophyta (3 species)* and

Chlorophyta (2 вида). В алгоценозата преобладава Bacillariophyta (12 вида или 54.55%), следвана от Cyanophyta с 5 вида или 22.73%, Euglenophyta с 3 вида или 13.64% и *Chlorophyta* с 2 вида или 9.09%.

Ключови думи: алгоценоза, река, Мируша, Гниляне

Chlorophyta(2 species). The algocenosis is dominate by Bacillariophyta (12 species or 54.55 %), followed by *Cyanophyta* with 5 species or 22.73 %, Euglenophyta with 3 species or 13.64 % and *Chlorophyta* with 2 species or 9.09 %.

Key words: algocenosis, river, Mirusha, Gjilan

УВОД

През последните три десетилетия, еутрофикацията замени органичното замърсяване като доминиращо химическо въздействие в големите речни системи в Европа. Повишеното количество на химически вещества предизвиква голямо увеличение на водораслите и макрофитите във водните басейни, които много често оцветяват големите реки в Европа в зелен или кафяв цвят (Bucka, 2000, 2002; Behrendt and Opitz, 2001; Karrasch et al., 2001; Neal et al., 2008)

Органичното замърсяване възниква, когато големи количества органични съединения от много източници се отделят в течащите води, езера и морета. Органичните замърсители произлизат от битови отпадъчни води (сурови или третирани) или от градския отток, промишлени отпадъчни води и води от селското стопанство.

Органичните отпадъчни води често съдържат големи количества суспендирано твърдо вещество, което намалява светлината, с която разполагат фотосинтезиращите организми, предимно водораслите. Освен това органичните отпадъци от хора и животни също могат да бъдат богати на болестотворни (патогенни) организми (Altenburger, 2000).

INTRODUCTION

In the last three decades, eutrophication has replaced organic pollution as the dominant chemical pressure in large river systems in Europe.

Irradiance can be sufficient to support sizeable in-stream production by algae and macrophytes, which frequently colours the large river of Europe green or brown (Bucka, 2000, 2002; Behrendt and Opitz, 2001; Karrasch et al., 2001; Neal et al., 2008).

Organic pollution occurs when large quantities of organic compounds from many sources are released into the receiving running waters, lakes and also seas. Organic pollutants originate from domestic sewage (raw or treated), or urban run off, industrial effluents and farm water.

Organic effluents also frequently contain large quantities of suspended solid which reduce the light available to photosynthetic organisms mainly algae. In addition organic wastes from people and animals may also rich in disease causing (pathogenic) organisms (Altenburger, 2000).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Пробите са събрани от 3 места по протежение на река Мируша през пролетния сезон на 2013 г.

Водните проби са събрани в стъклени шишета от 500 ml, 10 cm под водната повърхност със стандартни методи (Hindak, 1978). Проводимостта,

MATERIAL AND METHODS

The samples were collected from 3 sampling sites, along the river Ibri during summer season of 2013 year.

Water samples were collected in 500 ml glass bottles, 10 cm beneath the water surface, using standard methods (Hindak, 1978). Conductivity, pH, salts, pH, соли, TDS (Общо количество разтворени соли) са измерени на място с преносими инструменти (HACH). O_2 е измерен с преносими инструменти, като уред за кислород (Hanna Instrument), а хранителните вещества (N, P, Si) са анализирани със стандартни методи (DEV, 1981).

С четка за зъби е свален епилитон от камъните. Горният слой от епипелон е взет чрез вакуумна система, след което е дозиран с капкомер (Sladeckova, 1962). Взе се проба епифитон от субстрата и се постави в пластмасови бутилки.

Кремъчните водорасли са изследвани с микроскоп Leica. С цифрова камера Fujifilm са заснети водораслите направо от пробата.

Почистване на кремъчни водорасли

Почистването на фрустули от кремъчни водорасли, подготовката на постоянни предметни стъкла за микроскоп и определянето им се извършват по методите на Krammer and Lange-Bertalot (1986-2001).

Идентификацията на водорасли бе извършена съгласно ключови думи: *Bacillariophyta*: Krammer and Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b).

Местоположение на изследването

Реката извира в северо-източната част на град Гниляне, тече през Западна Морава.

TDS (Total Dissolved Salts), were measured on site using portable instruments (HACH), O_2 was measured with portable instruments, such as, oxygenometer (Hana Instrument) and nutrients (N, P, Si) were analyzed by standard methods (DEV, 1981).

Epilithon was brushed from the stones using a toothbrush and the upper layer of epipelon was drawn up via a vacuum suction system and then pipetted (Sladeckova, 1962). Epiphyton was sampled from the substrate and placed in the plastic bottles.

The diatoms were examined using a Leica microscope, with a digital camera Fujifilm, which photographed the algae directly from the sample.

Diatoms cleaning

Cleaning of diatoms’ frustules and the preparation of slides and their determination was done according to Krammer and Lange-Bertalot (1986-2001).

Diatoms’ identification was done according to the keys: *Bacillariophyta*: Krammer and Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b).

Study area

The river begins in the north-east part of city Gjilani flows into the West Morava.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

През периода на изследване са установени 22 вида водорасли, които принадлежат към 4 разреда: *Cyanophyta (5 вида), Bacillariophyta (12 вида), Euglenophyta (3 вида)* и *Chlorophyta (2 вида). В алгоценозата преобладава Bacillariophyta (12 вида или 54.55%), следвана от Cyanophyta* с 5 вида или 22.73%, Euglenophyta с 3 вида или 13.64% и *Chlorophyta* с 2 вида или 9.09%.

Резултатите от изследването са преставени в Таблица 1. Разред

RESULTS AND DISCUSSION

During the investigation period we determined 22 species of algae, which belongs 4 division: *Cyanophyta (5 species), Bacillariophyta (12 species), Euglenophyta (3 species)* and *Chlorophyta (2 species)*. The algocenosis is dominate by Bacillariophyta (12 species or 54.55 %), followed by *Cyanophyta* with 5 species or 22.73 %, Euglenophyta with 3 species or 13.64 % and *Chlorophyta* with 2 species or 9.09 %.

The results of our investigation are presented in Table 1. The division

Bacillariophyta е представен от 10 рода, следван от Cyanophyta с 4 рода, Euglenophyta с1 род и Chlorophyta от 2 рода.

Bacillariophyta contain 10 genera, followed by Cyanophyta with 4 genera, Euglenophyta with 1 genera and Chlorophyta with 2 genera.

Таблица 1. Водорасли във водата на р. Мируша през летния сезон на 2013 г.
Table 1. Determined algae in waters of river Mirusha during summer season of 2013 year

		Ниво на сапробност Level of saprobity	Места/Localities		
			1	2	3
	Разред / Divison Cyanophyta				
1	Chroococcus cochaerens (Naeg.)		+	+	
2	Nostoc linckia (Born et Flah.)	β	+		+
3	Oscillatoria formosa (Bory)	α	+	+	+
4	Oscillatoria brevis (Kützing ex Gomont)		+	+	
5	Spirulina platensis (Nordst.)Geitl.	β	+		+
	Бр. биоиндикаторни вида за местообитание Number of bioindicators species per locality	3	5	3	3
5 вида/species	**Общ бр. от вид Cyanophyta и бр. видове за местообитание / Total number of species Cyanophyta and number of species per locality**				
19 вида/species	**Разред / Division BACILLARIOPHYTA**				
1	**Cocconeis** pediculus (Ehrenberg)	o- β	+	+	+
2	Cocconeis placentula (Ehrenberg)	β	+	+	
3	**Cyclotella** ocellata(Pantoseck)		+		+
4	**Cymatopleura** solea (Brebisson)W.Smith	β -α	+	+	+
5	**Cymbella** affinis (Kützing)	o- β	+		
6	C.helvetica (Kützing)		+	+	
7	**Diatoma** monoliforme (Kützing)		+	+	+
8	**Fragilaria** ulna(Nitzh.)Lange-Bertalot		+		
9	**Gomphonema parvulum (Kützing) Cleve**	β		+	+
10	**Navicula** lanceolata(Agardh)Ehrenberg		+		
11	**Nitzschia** palea (Kützing) Smith	o- β		+	+
12	**Synedra** ulna(Nitzsch)Ehrenberg.	β	+	+	+
	Бр. биоиндикаторни вида за местообитание Number of bioindicators species per locality	7			
12 вида/species	**Общ бр. вид Bacillariophyta и бр. видове за местообитание / Total number of species Bacillariophyta and number of species per locality**		10	8	7
3 вида/species	**Разред / Division EUGLENOPHYTA**				
1	Euglena viridis (Ehrenbeg)	ρ - α	+		+
2	E.terricola (Dang.)Lemm		+	+	
3	E.oblonga (Schmitz.)		+	+	+
3 вида/species	**Общ бр. вид Euglenophyta и бр. видове за местообитание / Total number of species and bioindicators species of Euglenophyta per locality**	1	3	2	2
7 вида/species	**Разред / Division CHLOROPHYTA**				
1	**Cladophora** glomerata (L) (Kütz)	β	+	+	
2	**Stigeoclonium** tenue Kützing	α	+		+
	Общ бр. вид Chlorophyta и бр. видове за местообитание / Total number of species and bioindicators species of Chlorophyta per locality	2	2	1	1
2 вида/species					
22 вида/species	**Общ бр. видове водорасли и биоинд. вида за летен сезон за местообитание / Total number of species of algae and bioindicators species during summer season per locality**	13	20	14	13

Броят на видовете от едно местоположение е различен: на първото местоположение са установени 20 вида, на второто 14 вида, докато на третото местоположение са определени 13 вида. Както се забелязва на първото местоположение има по-голям брой водорасли, отколкото на второто и третото местоположение.

Установени са 13 биоиндикаторни вида, от които 6 вида принадлежат към β-мезосапробни биоиндикаторни видове.

В качествения състав на фитопланктона, приблизително половината (около 40%) са β-мезосапробни видове, които са показател за нивото на замърсяване (Mischke, 2011).

На три места са регистрирани много видове, като например Oscillatoria formosa от разред Cyanophyta. При разред Bacillariophyta Diatoma moniliforme, Synedra ulna. При разред Euglenophyta, вид Euglena oblonga.

Богатството на видовете и разнообразието са по-богати в относително незамърсените места (1) в сравнение със замърсените места (2, 3). Нашите резултати са в съответствие с тези на Bere (2011).

Някои видове като *(Nitzschia palea* и *Gomphonema parvulum)* се считат за устойчиви на замърсяване с органични и тежки метали и често са регистрирани във води богати на хранителни вещества и слабо снабдени с кислород (Round 1991, Biggs and Kilroy 2000, Potapova and Charles, 2003; Duong et al., 2006).

The number of species per locality is different: in first locality determined 20 species, in second determined 14, while at third locality is determined 13 species. As seen first locality has more number of algal species than second and third locality.

Bioindicators species determined during the study period are 13 species, where 6 species belongs to β-mesosaprobic species.

In the qualitative composition of phytoplankton, approximately half (about 40 %) are β-mesosaprobic species – indices of the level of pollution (Mischke, 2011).

At three locality we registered many species, such as Oscillatoria formosa at division Cyanophyta,. At division Bacillariophyta Diatoma moniliforme, Synedra ulna. At division Euglenophyta, species Euglena oblonga.

Species richness, and diversity are higher in relatively unpolluted sites (1) compared to the polluted sites (2, 3). Our results are in accordance with other results such as Bere (2011).

Some species such as *(Nitzschia palea*, and *Gomphonema parvulum)* are reported to be resistant to organic and heavy metal pollution and have been frequently recorded in waters that are nutrient rich and poorly oxygenated (Round 1991; Biggs and Kilroy, 2000; Potapova and Charles, 2002; Duong et al*.,* 2006).

ИЗВОДИ

За периода на изследване (летен сезон 2013) са установени 22 вида водорасли.

Преобладава вид Bacillariophyta с 12 вида, в сравнение с други разреди.

Установени са 13 биоиндикаторни вида, като преобладават бета мезосапробните с 6 вида.

CONCLUSIONS

During the study period (summer season 2013) we identified 22 species of algae.

Dominated the Bacillariophyta by 12 species, compared with other divisions.

Determined 13 bioindicators species, dominated beta mesosaprob bioindicators species with 6 species.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Altenburger, R., T. Backhaus, W. Boedeker, M. Faust, M. Scholze and L.H. Grimme**, 2000. Predictability of the toxicity of multiple chemical mixtures to Vibrio fischeri: mixtures, composed of similarly acting chemicals. *Environ. Toxicol. Chem*., 19, 2341-2347.
2. **Behrendt, H. and D. Opitz**, 2001. Preliminary approaches for the classification of rivers according to the indicator phytoplankton*, Tema Nord*, 584: 32.
3. **Bere, T. and J. G**. **Tundisi**, 2011. Diatom-based water quality assessment in streams influence by urban pollution: effects of natural and two selected artificial substrates, São carlos-sp, Brazil. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol*., 15(1), 54-63.
4. **Biggs, B.J.F. and C. Kilroy,** 2000. Stream priphyton monitoring manual. NIWA, Christchurch, New Zealand.
5. **Duong, T., M. Coste and A. Feurtet-Mazel et al.,** 2006. Impact of Urban Pollution from the Hanoi Area on Benthic Diatom Communities Collected from the Red, Nhue and Tolich Rivers (Vietnam). *Hydrobiologia*, 563: 201-216.
6. **Hindák, F.,** 1978. Sladkovodné riasy (Freshwater algae). Slovenské pedagogické nakladatel'stvo, Bratislava.
7. **Karrasch, B., M. Mehrens, Y. Rosenlöcher and K. Peters**, 2001. The dynamics of phytoplankton, bacteria and heterotrophic flagellates at two banks near Magdeburg in the river Elbe (Germany). *Limnologica,* 31: 93-107.
8. **Krammer, K. and H. Lange-Bertalot**, 1986-2001: Bacillariophyceae. Teil 1-5. In: Pascher A. (Ed): Suesswasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-New York.
9. **Krammer, K and H. Lange-Bertalot**, 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süsswasser flora von Mitteleuropa, Band 2/1. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, New York. pp. 876.
10. **Krammer, K and H. Lange-Bertalot**, 1988. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süsswasserflora von Mitteleuropa, Band 2/2. VEB Gustav Fischer Verlag: Jena. pp. 596.
11. **Krammer, K. and H. Lange-Bertalot**, 1991a. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süsswasserflora von Mitteleuropa, Band 2/3. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Jena, pp. 576.
12. **Krammer, K. and H. Lange-Bertalot**, 1991b. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. in Ettl, H., Gärtner, G., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süsswasserflora von Mitteleuropa, Band 2/4. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Jena, pp. 437.
13. **Mischke, et al.**, 2011: Report on phytoplankton bloom metric. Electronic published. https://www.researchgate.net/publication/278686527_Mischke_et_al_2011_Report_on_phytoplankton_bloom_metric_Deliverable_D3-1-2_Electronic_published_Project_WISER_-_Water_bodies_in_Europe_Integrative_Systems_to_assess_Ecological_status_and_Recovery
14. **Neal, C., H.P. Jarvie, A. Love, M. Neal, H. Wickham and S. Harman**, 2008. Water quality along a river continuum subject to point and diffuse sources. *J. Hydrol.,* 350, 154-165.
15. **Potapova, M.G. and D.F**. **Charles**, 2002. Benthic diatoms in USA Rivers: distributions along speciation and environmental gradients. *J Biogeo,* 29:167-187.
16. **Round, F.E.,** 1991. Diatoms in river water-monitoring studies. *J Appl Phycol*, 3: 129-145.
17. **Sladeckova, A.**, 1962. Limnogical Investigation Methods for the Periphyton (Aufwuchs) Community Botanical Review, 28(2), 286-350.
18. **Tapia, P.M.**, 2008. Diatoms as bioindicators of pollution in the Mantaro River, Central Andes, Peru. *Inter J Environ Health,* 2: 82-91.

Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2018, 21 (5), 249-255 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Изследване на алгоценозата на водите на река Ибър (Косовска Митровица) през летния сезон на 2013 г.

Кемал Куртеши[1], Лиън Уебсдейл[2], Кимет Луга[1]*, Кендрим Рамшай[1], Шенаси Алиу[3], Мухарем Исмаили[4], Блерина Пупулеку[5]

[1]*Катедра по биология, Факултет по естествени науки, Университет на Прищина, Косово*
[2]*Грийн Колидж, Тринити Колидж, Дъблин, Ирландия*
[3]*Независим експерт по растения, Сен Гален, Швейцария*
[4]*Микробиологичен институт "Vifor International", Санкт Гален, Швейцария*
[5]*Катедра по биология, Факултет по естествени науки, Университет на Елбасан, Албания*

Investigation of algocenosis in waters of river Ibri (Mitrovice, Kosovo) during summer season of 2013 year

Kemajl Kurteshi[1], Leanne Websdale[2], Kimete Lluga[1]*, Qendrim Ramshaj[1], Shenasi Aliu[3], Muharrem Ismaili[4], Blerina Pupuleku[5]

[1]*Department of Biology, Faculty of Natural Sciences, University of Prishtina, Kosovo*
[2]*College Green, Trinity College, Dublin, Ireland*
[3]*Independent expert of plants, St. Gallen, Swiss*
[4]*Microbiological Institute "Vifor International" St.Gallen, Switzerland*
[5]*Department of Biology, Faculty of Natural Sciences, University of Elbasan, Albania*

**E-mail: kimete.lluga@uni-pr.edu*

Received: 25.08.2018 *Accepted:* 18.12.2018 *Published:* 21.12.2018

РЕЗЮМЕ

Основната цел на настоящето изследване е да се проучи алгоценозата на водите на р. Ибри (Косовска Митровица) през летния сезон на 2013 г. Пробите са взети от три местоположения. Консервирането е извършено чрез формалдехид 4%. Определянето е извършено според класификацията за водорасли.

През периода на изследване са установени 34 вида водорасли, които принадлежат към 4 разреда: *Cyanophyta (5 вида), Bacillariophyta (19 вида), Euglenophyta (3 вида)* и *Chlorophyta (7 вида). В алгоценозата преобладава Bacillariophyta (19 вида*

SUMMARY

The main objective of this investigation is to analyze the algocenosis in waters of the river Ibri (Mitrovice, Kosovo) during summer season of 2013 year. The samples taken at three localities. The conservation is done by formaldehyde 4 %. The determination is done by algal keys.

During the investigation period we determined 34 species of algae, which belongs 4 division: *Cyanophyta (5 species), Bacillariophyta (19 species), Euglenophyta (3 species)* and *Chlorophyta(7 species)*. The algocenosis is dominate by Bacillariophyta (19 species *или 55.88%), следвана от Cyanophyta* с 5 вида или 14.71%, Euglenophyta с 3 вида или 8.82% и *Chlorophyta* с 7 вида или 20.59%.

Ключови думи*:* алгоценоза, река, Ибър, Митровица

or 55.88 %), followed by *Cyanophyta* with 5 species or 14.71 %, Euglenophyta with 3 species or 8.82 % and *Chlorophyta* with 7 species or 20.59 %.

Key words*:* algocenosis*,* river*,* Ibri, Mitrovice

УВОД

Замърсяването на водите е замърсяването на водните басейни (като например океани, морета, езера, реки, водоносни пластове и подпочвени води), което обикновено се причинява от човешка дейност. Замърсяване на водата се счита всяка промяна във физическите, химични или биологични свойства на водата, която има вредни последствия за всеки жив организъм (https://www.toppr.com/guides/biology/natural-resources/water-and-water-pollution/).

Известно е, че замърсяването е вследствие на човешка дейност, защото е сравнително нов феномен в историческото развитие на планетата: преди индустриалната революция през 19-ти век хората са живели по-хармонично с околната среда. Тъй като индустриализацията се е разпространила по целия свят, проблемът със замърсяването се е разраснал с нея. Когато населението на Земята е било по-малобройно, никой не е смятал, че замърсяването ще представлява сериозен проблем. Някога се считаше, че океаните са твърде големи, за да могат да бъдат замърсени. Днес, с около 7 милиарда души население на планетата, стана ясно, че има граници. Замърсяването е един от признаците, че хората са превишили тези граници.

Органичните отпадъчни води често съдържа големи количества суспендирано твърдо вещество, което намалява светлината, с която разполагат фотосинтезиращите организми, предимно водораслите. Освен това органичните отпадъци от хора и животни също могат да бъдат богати на болестотворни (патогенни) организми (Altenburger et al., 2000).

INTRODUCTION

Water pollution is the contamination of water bodies (like oceans, seas, lakes, rivers, aquifers and groundwater) usually caused due to human activities.

Water pollution is any change in the physical, chemical or biological properties of water that will have a detrimental consequence o any living organism (https://www.toppr.com/guides/biology/natural-resources/water-and-water-pollution/).

We know that pollution is a human problem because it is a relatively recent development in the planet’s history: before the 19th century Industrial Revolution, people lived more in harmony with their immediate environment. As industrialization has spread around the globe, so the problem of pollution has spread with it.

When Earth’s population was much smaller, no one believed pollution would ever present a serious problem. It was once popularly believed that the oceans were far too big to pollute. Today, with around 7 billion people on the planet, it has become apparent that there are limits. Pollution is one of the signs that humans have exceeded those limits.

Organic effluents also frequently contain large quantities of suspended solid which reduce the light available to photo-synthetic organisms mainly algae. In addition organic wastes from people and animals may also rich in disease causing (pathogenic) organisms (Altenburger et al., 2000).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Пробите са събрани от 3 места по протежение на река Мируша през летния сезон на 2013 г.

Водните проби са събрани в стъклени шишета от 500 ml, 10 cm под водната повърхност със стандартни методи (Hindák, 1978). Проводимостта, pH, соли, TDS (Общо количество разтворени соли) са измерени на място с преносими инструменти (HACH). O_2 е измерен с преносими инструменти, като уред за кислород (Hanna Instrument), а хранителните вещества (N, P, Si) са анализирани със стандартни методи (DEV, 1981).

С четка за зъби е свален епилитон от камъните. Горният слой от епипелон е взет чрез вакуумна система, след което е дозиран с капкомер (Sladeckova, 1962). Взе се проба епифитон от субстрата и се постави в пластмасови бутилки.

Кремъчните водорасли са изследвани с микроскоп Leica. С цифрова камера Fujifilm са заснети водораслите направо от пробата.

Почистване на кремъчни водорасли

Почистването на фрустули от кремъчни водорасли, подготовката на постоянни предметни стъкла за микроскоп и определянето им се извършват по методите на Krammer and Lange-Bertalot (1986-2001).

Идентификацията на водорасли бе извършена съгласно ключови думи: *Bacillariophyta*: Krammer and Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b).

Местоположение на изследването

Реката извира от планината Хала, до гр. Рожае, Източна Черна гора, тече през Косово и се влива в. р. Западна Морава
https://en.wikipedia.org/wiki/Ibar_(river)

MATERIAL AND METHODS

The samples were collected from 3 sampling sites, along the river Ibri during summer season of 2013 year.

Water samples were collected in 500 ml glass bottles, 10 cm beneath the water surface, using standard methods (Hindák, 1978). Conductivity, pH, salts, TDS (Total Dissolved Salts), were measured on site using portable instruments (HACH), O_2 was measured with portable instruments, such as, oxygenometer (Hana Instrument) and nutrients (N, P, Si) were analyzed by standard methods (DEV, 1981).

Epilithon was brushed from the stones using a toothbrush and the upper layer of epipelon was drawn up via a vacuum suction system and then pipetted (Sladeckova, 1962). Epiphyton was sampled from the substrate and placed in the plastic bottles.

The diatoms were examined using a Leica microscope, with a digital camera Fujifilm, which photographed the algae directly from the sample.

Diatoms cleaning

Cleaning of diatoms' frustules and the preparation of slides and their determination was done according to Krammer and Lange-Bertalot (1986-2001).

Diatoms' identification was done according to the keys: *Bacillariophyta*: Krammer and Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b).

Study area

The river begins in the Hajla mountain, in Rozhaje, eastern Montenegro, passes through Kosovo and flows into the West Morava
https://en.wikipedia.org/wiki/Ibar_(river)

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

През периода на изследване са установени 56 вида водорасли, които принадлежат към 4 разреда: *Cyanophyta (5 вида), Bacillariophyta (19 вида), Euglenophyta (3 вида)* и *Chlorophyta (7 вида).*

В алгоценозата преобладава Bacillariophyta (19 вида или 55.88%), следвана от Cyanophyta *с 5 вида или 14.71%, Euglenophyta с 3 вида или 8.82% и* Chlorophyta *с 7 вида или 20.59%.*

Резултатите от изследването са преставени в Таблица 1. Установени са 34 вида, които принадлежат към 4 разреда: В алгоценозата преобладава Bacillariophyta (19 вида или 55.88%), следвана от *Cyanophyta* с 5 вида или 14.71%, Euglenophyta с 3 вида или 8.82% и *Chlorophyta* с 7 вида или 20.59%.

Разред Bacillariophyta е представен от 13 рода, следван от Cyanophyta с 4 рода, Euglenophyta с 1 род и Chlorophyta от 3 рода.

Броя на видовете от едно местоположение е различен: на първото местоположение са установени 11 вида, на второто 18 вида, докато на третото местоположение са определени 24 вида. Както се забелязва на второто и третото местоположение има по-голям брой водорасли, отколкото на първото местоположение.

Установени са 20 биоиндикаторни вида, от които 8 вида принадлежат към β-мезосапробните видове.

В качествения състав на фитопланктона, приблизително половината (около 40%) са β-мезосапробни видове, които са показател за нивото на замърсяване (Mischke et al., 2011).

RESULTS AND DISCUSSION

During the investigation period we noticed 56 species of algae, which belongs 4 division: *Cyanophyta (*5 species*), Bacillariophyta (19 species), Euglenophyta (3 species)* and *Chlorophyta(7 species)*.

The algocenosis is dominate by Bacillariophyta (19 species or 55.88 %), followed by *Cyanophyta* with 5 species or 14.71 %, Euglenophyta with 3 species or 8.82 % and *Chlorophyta* with 7 species or 20.59 %.

The results of our investigation are presented in Table 1. Determined species (34 species) belongs to 4 divisions: Bacillariophyta (19 species or 55.88 %), followed by *Cyanophyta* with 5 species or 14.71 %, Euglenophyta with 3 species or 8.82 % and *Chlorophyta* with 7 species or 20.59 %.

The division Bacillariophyta contain 13 genera, followed by Cyanophyta with 4 genera, Euglenophyta with 1 genera and Chlorophyta by 3 genera.

The number of species per locality is different: in first locality determined 11 species, in second determined 18 , while at third locality is determined 24 species. As seen second and third locality has more number of algal species than first locality.

Bioindicators species determined during the study period are 20 species, where 8 species belongs to β-mesosaprobic species.

In the qualitative composition of phytoplankton, approximately half (about 40 %) are β-mesosaprobic species– indices of the level of pollution (Mischke et al., 2011).

Таблица 1. Водорасли във водата на р. Ибър през летния сезон на 2013 г.
Table 1. Determined algae in waters of river Ibri during summer season of 2013 year

		Ниво на сапробност Level of saprobity	Местоположение/Localities		
			1	2	3
	Разред / Divison Cyanophyta				
1	Chroococcus cochaerens (Naeg.)			+	
2	Nostoc linckia (Born et Flah.)	β			+
3	Oscillatoria .formosa (Bory)	α	+	+	+
4	Oscillatoria mirabilis (Böcher)				+
5	Spirulina platensis (Nordst.)Geitl.	β	+		+
	Бр. биоиндикаторни вида за местообитание Number of bioindicators species per locality	3	2	2	4
5 вида/species	**Общ бр. от вид Cyanophyta и бр. видове за местообитание / Total number of species Cyanophyta and number of species per locality**				
19 вида/species	**Разред / Division BACILLARIOPHYTA**				
1	**Cocconeis** pediculus (Ehrenberg)	o- β		+	+
2	Cocconeis placentula (Ehrenberg)	β		+	
3	**Centronella** reichelti(Voigt)		+	+	
4	**Cyclotella** ocellata(Pantoseck)				+
5	**Cymatopleura** solea (Brebisson)W.Smith	β -α		+	+
6	**Cymbella** affinis (Kützing)	o- β	+		
7	C.helvetica (Kützing)			+	
8	**Diatoma** ehrenbergi Kützing		+		+
9	D.monoliforme (Kützing)			+	+
10	**Fragilaria** ulna (Nitzh.)Lange-Bertalot		+		+
11	**Gyrosigma** acuminatum (Kützing)	β	+	+	
12	**Navicula** lanceolata (Agardh)Ehrenberg				+
13	Navicula radiosa (Kützing)	o- β		+	+
14	**Nitzschia** dissipata (Kützing)Grunow	o- β			+
15	N.palea (Kützing) W.Smith			+	
16	N. longissima				+
17	**Pinnularia** microstauron(Ehren.)Cleve	o		+	
18	**Surirella** angusta Kützing)	β			+
19	**Synedra** ulna(Nitzsch)Ehrenberg.	β	+	+	+
	Бр. биоиндикаторни вида за местообитание Number of bioindicators species per locality	10			
19 вида/species	**Общ бр. вид Bacillariophyta и бр. видове за местообитание / Total number of species Bacillariophyta and number of species per locality**		6	11	12
3 вида/species	**Разред / Division EUGLENOPHYTA**				
1	Euglena viridis (Ehrenbeg)	ρ - α	+		+
2	E.terricola (Dang.)Lemm			+	+
3	E.oblonga (Schmitz.)			+	+
3 вида/species	**Общ бр. вид Euglenophyta и бр. видове за местообитание / Total number of species and bioindicators species of Euglenophyta per locality**	1	1	2	3

7 вида/species	**Разред / Division CHLOROPHYTA**				
1	**Cladophora** fracta(Roth) Kütz	β		+	
2	C.fracta var. lacustris (Roth) Kütz				+
3	C glomerata (L) (Kütz)	β	+		+
4	**Closterium** archerianum Cleve		+	+	
5	C attenuatum Ehreb.				+
6	C.gracilis (Breb.)			+	+
7	**Stigeoclonium** tenue Kützing	α			+
	Общ бр. вид Chlorophyta и бр. видове за местообитание / Total number of species and bioindicators species of Chlorophyta per locality	6	2	3	5
7 вида/species					
34 вида/species	**Общ бр. видове водорасли и биоинд. вида за летен сезон за местообитание / Total number of species of algae and bioindicators species during summer season per locality**	20	11	18	24

ИЗВОДИ

За периода на изследване (летен сезон 2013) са установени 34 вида водорасли.

Преобладава вид Bacillariophyta с 19 вида, в сравнение с други разреди.

Установени са 20 биоиндикаторни вида, като преобладават бета мезосапробните с 8 вида.

CONCLUSIONS

During the study period (summer season 2013) we identified 34 species of algae.

Dominated the Bacillariophyta by 19 species, compared with other divisions.

Determined 20 bioindicators species, dominated beta mesosaprob bioindicators species with 8 species.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Altenburger, R., T. Backhaus, W. Boedeker, M. Faust, M. Scholze and L.H. Grimme**, 2000. Predictability of the toxicity of multiple chemical mixtures to Vibrio fischeri: mixtures , composed of similarly acting chemicals. *Environ. Toxicol. Chem.*, 19, 2341-2347.
2. **Hindák, F.**, 1978. Sladkovodné riasy (Freshwater algae). Slovenské pedagogické nakladatel’stvo, Bratislava.
3. **Krammer, K. and H. Lange-Bertalot**, 1986-2001. Bacillariophyceae. Teil 1-5. In: Pascher A. (Ed): Suesswasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-New York.
4. **Krammer, K and H. Lange-Bertalot**, 1986. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süsswasser flora von Mitteleuropa, Band 2/1. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, New York, pp. 876.
5. **Krammer, K and H. Lange-Bertalot**, 1988. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süsswasserflora von Mitteleuropa, Band 2/2. VEB Gustav Fischer Verlag: Jena, pp. 596.
6. **Krammer, K. and H. Lange-Bertalot**, 1991a. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süsswasserflora von Mitteleuropa, Band 2/3. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Jena, pp. 576.

7. **Krammer, K. and H. Lange-Bertalot**, 1991b. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. in Ettl, H., Gärtner, G., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süsswasserflora von Mitteleuropa, Band 2/4. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Jena, pp. 437.
8. **Lange-Bertalot, H.**, 1979. Pollution tolerance of diatoms as criteria for water quality estimation. *Nova Hedwigia*, 64: 283-304.
9. **Mischke, Ute, Venohr Markus and Behrendt Horst**, 2011. Using Phytoplankton to Assess the Trophic Status of German Rivers. *Internat. Rev. Hydrobiol.*, 96(5), 578-598.
10. **Sladeckova, A.**, 1962. Limnogical Investigation Methods for the Periphyton (Aufwuchs) Community Botanical Review, 28(2), 286-350.
11. https://en.wikipedia.org/wiki/Ibar_(river)
12. https://www.toppr.com/guides/biology/natural-resources/water-and-water-pollution/