

Chapter 12 Поглавље 12

MALAKOFAUNA OF THE
SERBIAN STRETCH OF THE
DANUBE RIVER AND STUD-
IED TRIBUTARIES (THE TISA,
SAVA AND VELIKA MORAVA)МАЛАКОФАУНА СРПСКОГ
ДЕЛА ДУНАВА И
ИСТРАЖИВАНИХ ПРИТОКА
(ТИСА, САВА И
ВЕЛИКА МОРАВА)

Jelena TOMOVIĆ, Jelena VRANKOVIĆ, Bojana TUBIĆ, Slavica BORKOVIĆ MITIĆ,
Slađan PAVLOVIĆ, Zorica SAIČIĆ, Momir PAUNOVIĆ

Institute for Biological Research "Siniša Stanković", Bulevar Despota Stefana 142, 11000 Belgrade, Serbia

Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“, Универзитет у Београду, Булевар деспота Стефана 142, 11000 Београд, Србија

Abstract – The molluscs were found to be one of the principal components of the aquatic ecosystems within the investigated stretches, thus we decided to present the characteristics of the community of this group in detail. A total of 31 mollusc taxa were identified. The result of Correspondence Analyses based on the distribution of molluscs along the Danube River indicates difference in overall environmental conditions in the part of the Danube River upstream and downstream the site Stara Palanka-Ram (JDS58), which is in concordance with the Danube typology.

Сажетак – С обзиром да је утврђено да су мекушци једна од основних компоненти водених екосистема у оквиру истраживаних токова, одлучили смо да детаљно представимо карактеристике заједнице ове групе. Укупно је идентификован 31 таксон мекушаца. Резултат коресподентне анализе, заснован на дистрибуцији мекушаца дуж реке Дунав, указује на разлике у свим условима животне средине у деловима тока Дунава узводно и низводно од локалитета Стара Паланка-Рам (JDS58), што је у складу са типологијом Дунава.

INTRODUCTION

Molluscs are an important group of the aquatic community within the investigated parts of the rivers. Molluscs were found to be one of the principal components of the macroinvertebrate community in regard to number of identified species, as well as in regard to relative abundance

УВОД

Мекушци (Mollusca) су важна група акватичних заједница у оквиру истраживаних делова речних токова. Утврђено је да су мекушци једна од најважнијих компоненти заједнице макро-бескичмењака узимајући у обзир број идентификованих врста, као и релативну

(Jakovčev, 1987, 1988; Arambašić, 1994; Simić et al., 1997; Simić and Simić, 2004). That was expected concerning watercourse type. In potamon-type rivers in Serbia and neighbouring regions, molluscs are, together with Diptera (Insecta) and Oligochaeta (Annelida), typically the most diverse and abundant groups (Csányi and Paunović, 2006; Paunović et al., 2006, 2007b, 2008; Sommerwerk et al., 2009). The changes of the Mollusca community along the Serbian part of the Danube River are evident and are influenced by the changes in overall character of the river, thus those alterations could be used as typological descriptor of the water body. Due to the significant contribution to the structure of aquatic ecosystems of investigated stretches (Paunović et al., 2007b), as well as to an importance of this group as typological descriptor (Paunović et al., 2005), we decided to analyze the structure of the Molluscs community in detail.

The overview of the investigations on Gastropoda in Serbia was presented by Jovanović (1995a). Data on aquatic Molluscs in Serbia have been published within the frame of studies on the whole macrozoobenthos (Živić et al., 2001; Paunović et al., 2004, 2005; Jović et al., 2006; Csányi and Paunović, 2006) or within the works concerning environmental quality (Marković and Miljanović, 1995; Paunović et al., 1999; Simić and Simić, 1999). Very few authors have examined molluscs as a separate component of aquatic ecosystem as for example Tadić (1976), Radoman (1976, 1983), Arambašić (1994), Jovanović (1995b), Karaman (2001a, 2001b), Karaman and Živić (2001). Paunović et al., (2006, 2007a) presented the distribution of three non-indigenous mussels (*Corbicula fluminea*, *Corbicula fluminalis* and *Sinanodonta woodiana*) in Serbian waters.

Malacology is the study of molluscs. Malacology differs from Conchology which is the study of clams only.

Body of the molluscs is composed of soft tissues and mantle which secretes

бројност (Jakovčev, 1987, 1988; Arambašić, 1994; Simić и сар., 1997; Simić и Simić, 2004). То је очекивано, с обзиром на тип водотока. У рекама потамон-типа у Србији и суседним регионима, групе Mollusca, Diptera (Insecta) и Oligochaeta (Annelida) су обично најразноврсније и најбројније (Csányi и Paunović, 2006; Paunović и сар., 2006, 2007b, 2008; Sommerwerk и сар., 2009). Промене у заједници мекушаца дуж српског дела тока Дунава су очигледне и изазване променама у општим карактерима реке, тако да се те промене могу користити као типолошки индикатори водног тела. С обзиром на значајан допринос у структури водених екосистема у истраживаним токовима (Paunović и сар., 2007b), као и важност ове групе као типолошког индикатора (Paunović и сар., 2005), одлучили смо да детаљно анализирамо структуру заједнице мекушаца.

Преглед истраживања Gastropoda у Србији представила је Jovanović (1995a). Подаци о акватичним мекушцима у Србији су објављени у оквирној студији о целокупној заједници макробескичмењака (Živić и сар., 2001; Paunović и сар., 2004, 2005; Jović и сар., 2006; Csányi и Paunović, 2006) или у оквиру радова који се односе на квалитет животне средине (Marković и Miljanović, 1995; Paunović и сар., 1999; Simić и Simić, 1999). Мали број аутора је проучавао мекушце као одвојену компоненту водених екосистема, као што су на пример: Tadić (1976), Radoman (1976, 1983), Arambašić (1994), Jovanović (1995b), Karaman (2001a, 2001b, 2005, 2007a, 2007b) и Karaman и Živić (2001). Paunović и сарадници (2006, 2007a) су представили дистрибуцију три алохтоне врсте шкољки у рекама Србије (*Corbicula fluminea*, *Corbicula fluminalis* и *Sinanodonta woodiana*).

Малакологија проучава мекушце и разликује се од конхологије која проучава само шкољке. Тело мекушаца је изграђено од меких ткива и плашта који лучи љуштину. Код неких врста мекушаца, мо-

solid shell. Some species of the consists of different modification anatomy, while the others ca parts of the body.

It is a diverse group the well-known clams (Biv (Gastropoda), octopuses (C chitons (Polyplacophora), as not so familiar and smaller gr known to the general publi Aplacophora, Monoplacophor matida and Caudofoveatans).

The phylum Mollusc knowledge, the second most group. There are various es number of species, ranging (Boss, 1973) to 135.000 (Van l or even 200,000 (Lydeard et variation in evaluation of t molluscs species, illustrates knowledge about the group, v mostly in relation to terrestri It has been estimated that m species are still undescribed d description. According to and Seddon (2000) about 5 molluscs inhabit freshwater freshwater fauna comprise a described species (Strong e evaluated that about 1.500 and freshwater gastropod occur in Europe (Pfleger, 19

The origin of mol the Cambrian (some 50 ago). Man has used moll reasons including produ and decorations, as well a Many species are comme For example, the comm freshwater mussels is a m industry in North America

A lot of speci mussels and snails ar endangered throughout t case of freshwater moll ecosystem degradation a as well as pollution are (Seddon, 2000).

solid shell. Some species of the molluscs can consists of different modifications in their anatomy, while the others can lack some parts of the body.

It is a diverse group consisting of the well-known clams (*Bivalvia*), snails (*Gastropoda*), octopuses (*Cephalopoda*), chitons (*Polyplacophora*), as well as some not so familiar and smaller groups which not known to the general public (*Scaphopoda*, *Aplacophora*, *Monoplacophora*, *Calypsoptomatida* and *Caudofoveatans*).

The phylum Mollusca is, by recent knowledge, the second most diverse animal group. There are various estimates of the number of species, ranging from 80.000 (Boss, 1973) to 135.000 (Van Bruggen, 1995), or even 200,000 (Lydeard et al., 2004). The variation in evaluation of total number of molluscs species, illustrates the low level of knowledge about the group, which is the truth mostly in relation to terrestrial malacofauna. It has been estimated that more than 100.000 species are still undescribed and await formal description. According to Abbott (1989) and Seddon (2000) about 5,000 species of molluscs inhabit freshwater habitats, while freshwater fauna comprise about 4.000 valid described species (Strong et al., 2008). It is evaluated that about 1.500 species of land and freshwater gastropods and bivalves occur in Europe (Pfleger, 1990).

The origin of molluscs date before the Cambrian (some 500 million years ago). Man has used molluscs for various reasons including producing the bijou and decorations, as well as a food source. Many species are commercially important. For example, the commercial harvest of freshwater mussels is a multi-million dollar industry in North America.

A lot of species of freshwater mussels and snails are threatened or endangered throughout the world. In the case of freshwater molluscs, the aquatic ecosystem degradation and loss of habitat, as well as pollution are the main reasons (Seddon, 2000).

гу постојати различите модификације у грађи, док код других, поједини делови тела могу и недостајати.

То је разноврсна група која обухвата добро познате шкољке (*Bivalvia*), пужеве (*Gastropoda*), октопode (*Cephalopoda*), хитоне (*Polyplacophora*), као и неке мање и не тако сродне групе које нису шире познате (*Scaphopoda*, *Aplacophora*, *Monoplacophora*, *Calypsoptomatida* и *Caudofoveatans*).

Филум мекушаца је по тренутном сазнању друга најразноврснија група животиња. Постоје различите процене броја врста, које се крећу од 80000 (Boss, 1973) до 135000 (Van Bruggen, 1995), или чак до 200000 (Lydeard и сар., 2004). Разлике у процени укупног броја врста мекушаца, указују на слабо познавање те групе, што се углавном односи на терестричну малакофауну. Процењено је да више од 100000 врста још увек није описано, и чека званичан опис. Према Abbott-у (1989) и Seddon-у (2000), око 5000 врста мекушаца насељава слатководна станишта, док слатководна фауна садржи око 4000 тренутно описаних врста (Strong и сар., 2008).

Процењено је да у Европи постоји око 1500 врста терестричних и слатководних пужева и шкољки (Pfleger, 1990).

Мекушци су се појавили пре камбријума (пре око 500 милиона година). Људи су пужева и шкољке користили за производњу накита и украса, као и у исхрани. Велики број врста има комерцијални значај. У Северној Америци комерцијално узгајање слатководних шкољки доноси милионе долара.

У свету велики број слатководних шкољки и пужева припада ризичној групи или је угрожено. Када су у питању слатководни мекушци, главни разлози за овакво стање су деградација водених екосистема и нестанак станишта, као и загађење (Seddon, 2000).

Freshwater molluscs are particularly sensitive to anthropogenic changes in aquatic ecosystems. Thus, these organisms can be used to evaluate the quality/status or the degree of degradation of aquatic habitats. It is especially meaningful to follow changes in molluscs' populations on spatial scale.

World-wide, non-marine molluscs have the largest number of documented extinctions, and of IUCN (International Union for Conservation of Nature) -listed threatened species, of any major group. Despite this, as with other invertebrate groups, they attract little or no attention from organisations and government departments concerned with conservation.

Non-marine molluscs, as a group, comprise the largest number of recorded extinctions in the last 300 years - 284, listed by IUCN (Groombridge, 1993) - this being far more than combined world-wide bird and mammal extinctions in the same period.

Some mollusc taxa are endangered over the Danube basin. Surveys carried out during the past decade have documented the significant declines in populations of *Unio crassus* (Bivalvia) and *Theodoxus transversalis* (Gastropoda). Among the factors thought to be responsible for the decline of population densities of native freshwater molluscs in the Danube River basin are siltation, general pollution, land management and hydromorphological degradation. One of the possible reasons for the population density decline could be a competition with exotic (non-indigenous, alien) species such as the Chinese pond mussel (*Sinanodonta woodiana*), Zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) and Asiatic clam (*Corbicula fluminea*).

Major impediments to the conservation of non-marine molluscs over the world, includes the lack of appropriate legislation, lack of concordance with existing protected areas and little public and political interest.

Beside malacological interest, significant role of molluscs as transmitters of helminth parasites, makes them an important agents that can influence on human health.

Слатководни мекушци су нарочито осетљиви на антропогени утицај на водене екосистеме и због тога се ови организми могу користити за процену квалитета/статуса и степена деградације водених станишта. Од нарочитог је значаја праћење промена распрострањења популација мекушаца.

Од свих већих група живих организама на свету, међу слатководним и терестричним врстама мекушаца регистрован је највећи број ишчезлих врста са IUCN (International Union for Conservation of Nature) листе. Упркос томе, ова чињеница не привлачи велику пажњу организација и владиних сектора задужених за заштиту, као што је случај са другим групама бескичмењака.

Са IUCN листе ишчезло је 284 врсте слатководних и терестричних мекушаца (Groombridge, 1993), што је највеће ишчезавање у последњих 300 година, далеко више од укупног броја врста птица и сисара које су нестале у том периоду.

У сливу Дунава угрожене су неке врсте мекушаца. Истраживања која су спроведена у протеклој деценији указала су на значајно опадање бројности популације *Unio crassus* (Bivalva) и *Theodoxus transversalis* (Gastropoda). Међу главним факторима угрожавања слатководних мекушаца Дунава су стварање муља, загађење, искоришћавање земљишта и хидроморфолошка деградација. Још један од главних разлога смањења бројности могла би бити и конкуренција са алохтоним (страним, егзотичним) врстама, као што су *Sinanodonta woodiana*, *Dreissena polymorpha* и *Corbicula fluminea*.

Главне препреке у заштити слатководних и терестричних мекушаца су недостатак одговарајућег законодавства, усклађености у управљању заштићеним подручјима и слаба заинтересованост јавности и политичког сектора.

Поред значаја у области малакологије, мекушци као прелазни домаћини паразита заузимају значајно место у па-

Some molluscs could transmit parasites to domestic and wild mammals as well as to the humans. Freshwater molluscs of the Lymnaeidae family are the most important planorbids (Gastropoda), known to be involved in a number of life cycles. They are intermediate hosts of digenetic trematode species. Several species are infected by Nematoda, and some species participate in the life cycle of digenetic trematode species belonging to the Lymnaeidae families. The parasites use both domestic and wild mammals as intermediate hosts (Brown, 1978). A considerable number of cercariae species are found in freshwater molluscs in Europe. The importance of several species of Lymnaea is well known. Thus, 29 different species of Lymnaea stagnalis, 17 in Lymnaea truncatula, seven in Lymnaea auricularia, and 20 in Lymnaea stagnalis (Brown, 1972). Lymnaeids are important because of transmitting several species of medical and veterinary importance such as Fasciola hepatica (Mas-Coma et al., 2000). Several lymnaeid species are used as intermediate hosts by schistosomatids of biological importance whose cercariae could cause disease in humans (Degentile et al., 1997). Some species of Lymnaea (Trematoda) include several species of lymnaeids that could infect humans (Erhadova et al., 1994; Graczyk et al., 1994). Fascioloides magna and Fascioloides daubneyi are examples of parasites of great economic importance in medicine which also use molluscs in their life cycles (Erhadova et al., 1994).

Due to characteristics of molluscs within microhabitats, a more extensive sampling and investigation to classical methods is necessary. Investigation of the community structure is an additional reason for the need of detail investigation of the macroinvertebrate community. A considerable effort has been made to

Some molluscs could transmit helminth parasites to domestic and wild animals, as well as to the humans. Freshwater snails of the Lymnaeidae family are, together with planorbids (Gastropoda, Planorbiidae), known to be involved in a number of helminth life cycles. They are intermediate hosts for digenean trematode species and could be infected by Nematoda, also. Lymnaeids participate in the life cycles of at least 71 trematode species belonging to 13 different families. The parasites use birds and both domestic and wild mammals as definitive hosts (Brown, 1978). A compilation of the numbers of cercariae species recorded from freshwater molluscs in Europe showed the importance of several species of the genus *Lymnaea*. Thus, 29 different species in *Lymnaea stagnalis*, 17 in *L. palustris*, three in *L. truncatula*, seven in *L. ovata*, six in *L. auricularia*, and 20 in *L. peregra* (Erasmus, 1972). Lymnaeids are also of interest because of transmitting several trematode species of medical and veterinary impact, such as *Fasciola hepatica* and *F. gigantica* (Mas-Coma et al., 2003). In addition, several lymnaeid species could be infected by schistosomatids of birds and mammals whose cercariae could cause dermatitis in humans (Degentile et al., 1996; Kolarova et al., 1997). Some Echinostomatidae (Trematoda) include species developing in lymnaeids that could infect humans (Sen-Hai and Mott, 1994; Graczyk and Fried, 1998). *Fascioloides magna* and *Paramphistomum daubneyi* are examples of other trematodes of great economic importance (in veterinary medicine) which also use lymnaeids in their life cycles (Erhadova et al., 1961).

Due to characteristic distribution of molluscs within microhabitats, as well as owing to large dimension of some bivalve taxa, a more extensive sampling effort in compare to classical methods is needed to properly investigate community of malacofauna. This is an additional reason for focusing on more detail investigation of this component of the macroinvertebrate community. Although a lot of effort has been made to suggest the optimal

разитологији а могу имати утицаја и на људско здравље.

Неке врсте мекушаца могу бити преносиоци паразита из групе хелминта, на домаће и дивље животиње, као и на људе. Тако је показано да су слатководни пужеви из фамилија Lymnaeidae и Planorbiidae прелазни домаћини многих хелминта (трематода из реда Digenea), као и Nematoda. Lymnaeidae учествују у животном циклусу најмање 71 врсте трематоде из 13 различитих фамилија. Крајњи домаћини ових паразита су птице, домаћи и дивљи сисари (Brown, 1978). Број регистрованих врста церкарија, пронађених код слатководних мекушаца у Европи, указао је на велики значај неколико врста рода *Lymnaea*. Тако је 29 врста церкарија нађено код *Lymnaea stagnalis*, 17 код *L. palustris*, 3 код *L. truncatula*, 7 код *L. ovata*, 6 код *L. auricularia* и 20 код *L. peregra* (Erasmus, 1972). Lymnaeidae су од значаја у медицини и ветеринарству, као преносиоци неколико врста трематоде - *Fasciola hepatica* и *F. gigantica* (Mas-Coma et al., 2003). Поред тога неколико врста фамилије Lymnaeidae могу бити инфициране шизостоматама птица и сисара чије церкарије могу изазвати дерматитис код људи (Degentile и сар., 1996; Kolarova и сар., 1997). Одређене трематоде (Echinostomatidae) обухватају врсте које се развијају код представника фамилије Lymnaeidae и могу се пренети на људе (Sen-Hai и Mott, 1994; Graczyk и Fried, 1998). *Fascioloides magna* и *Paramphistomum daubneyi* су примери трематоде великог економског утицаја у ветерини, које такође користе Lymnaeidae као домаћине (Erhadova et al., 1961).

Услед карактеристичног распрострањења мекушаца у микростаништима и великих димензија неких таксона Bivalvia, а у циљу што адекватнијег истраживања заједнице мекушаца, потребно је уложити већи напор у поређењу са класичним методама узорковања. Ово је додатни разлог да се детаљније истражи овај

sampling procedure for molluscs within large lowland rivers, the widely accepted sampling procedure is still missing.

MATERIALS AND METHODS

During sampling program, special attention has been focused on collecting data on the distribution of malacofauna. Samples were collected by benthic hand nets and triangular benthological dredge. With regard to molluscs collecting, supplementary sampling effort is necessary, in addition to standard sampling procedure (Holdich and Black, 2007; Paunović et al., 2006). In that regard, snorkelling was also performed to collect mussels at depths between 0.4 and 9 m.

Part of the material was processed immediately after the sampling (mussels and snails), while the other was preserved by 4% solution of formaldehyde and identified in the laboratory.

The richness and relative abundance of the species within the molluscs' community was determined, in order to describe and analyze the relation among the taxa found.

The occurrence frequency (F) of species was calculated as the quotient of number of samples or locations where particular taxa occurs and the total number of samples or sites.

A Correspondence (Reciprocal Averaging) Analysis (Pielou, 1984) performed on a matrix of 27 (taxa) x 22 (presence/absence of taxa on sampling sites) revealed the main faunistic features that characterised the sampling sites. "Statistica for Windows 5.1 (Edition '97)" was used for statistical processing of the data.

RESULTS

A total of 31 mollusc taxa were identified in the Danube River and tributaries selected for National Joint Danube Survey 2 Program, as presented in Table 12.1. A total of 17 species of snails (Gastropoda) and 14 species of shells (Bivalvia) were recorded.

сегмент заједнице макробескичмењака. Иако је уложен велики напор да се стандардује методологија узорковања мекушаца равничарских река, јединствена метода још увек недостаје.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Током процеса узорковања, посебна пажња је посвећена сакупљању података о распрострањењу малакофауне. Узорци су сакупљани бентолошким ручним мрежама и бентолошком дрецом. Што се тиче сакупљања мекушаца, потребно је уложити додатни напор као допуну стандардној методи узорковања (Holdich и Black, 2007; Рауновић и сар., 2006). У складу са тим, шкољке су сакупљане роњењем, на дубинама узмеђу 0,4 и 9 м.

Део материјала је обрађен непосредно после узорковања (шкољке и пужеви), док је остатак фиксиран 4% раствором формалдехида и идентификован у лабораторији.

Да би се описао и анализирао однос међу узоркованим таксонима истраживана је разноврсност и релативна бројност врста у оквиру заједнице мекушаца.

Израчуната је и фреквенција врста као однос броја узорака или локалитета где су таксони нађени и укупног броја узорака или локалитета.

Коресподентна анализа (Reciprocal Averaging) (Pielou, 1984) урађена на матрици 27 (број таксона) x 22 (присуство/одсуство таксона на местима узорковања) открила је главна фаунистичка обележја датих локалитета. Програм „Statistica for Windows 5.1 (Edition '97)“ је коришћен за статистичку обраду података.

РЕЗУЛТАТИ

У Дунаву и његовим притокама које су обрађене у оквиру Другог заједничког истраживања Дунава (JDS2), идентификован је 31 таксон мекушаца

Table 12.1. Composition of the malacofauna

Табела 12.1. Састав малакофауне локалитета

Mollusca	
Gastropoda	
1.	<i>Acroloxus lacustris</i> (L.)
2.	<i>Bithynia tentaculata</i> (L.)
3.	<i>Valvata naticina</i> (Mér.)
4.	<i>Esperiana acicularis</i> (Fér.)
5.	<i>Esperiana esperi</i> (Fér.)
6.	<i>Holandriana holandria</i> (L.)
7.	<i>Lithoglyphus naticoides</i> (L.)
8.	<i>Physa fontinalis</i> (L.)
9.	<i>Physella acuta</i> (Draparn.)
10.	<i>Radix ovata</i> (Draparn.)
11.	<i>Radix auricularia</i> (L.)
12.	<i>Theodoxus danubialis</i> (L.)
13.	<i>Theodoxus fluviatilis</i> (L.)
14.	<i>Theodoxus transversus</i> (L.)
15.	<i>Valvata piscinalis</i> (Pis.)
16.	<i>Viviparus acerosus</i> (L.)
17.	<i>Viviparus</i> sp.
18.	<i>Viviparus viviparus</i> (L.)
Bivalvia	
19.	<i>Anodonta anatina</i> (L.)
20.	<i>Corbicula fluminalis</i> (Müller)
21.	<i>Corbicula fluminea</i> (Müller)
22.	<i>Dreissena bugensis</i> (L.)
23.	<i>Dreissena polymorpha</i> (L.)
24.	<i>Pisidium amnicum</i> (L.)
25.	<i>Pisidium subtruncatum</i> (L.)
26.	<i>Pisidium supinum</i> (L.)
27.	<i>Pseudanodonta complanata</i> (L.)
28.	<i>Sinanodonta woodiana</i> (Hemphill & Strong)
29.	<i>Sphaerium corneum</i> (L.)
30.	<i>Sphaerium rivicolanum</i> (L.)
31.	<i>Unio pictorum</i> (L.)
32.	<i>Unio tumidus</i> (Pis.)
No. of taxa / Broj	

Table 12.1. Composition of the malacofauna of the Serbian part of the Danube and its three tributaries at the sites selected by the JDS2 Program.

Табела 12.1. Састав малакофауне српског дела главног тока Дунава и његове три притоке на локалитетима који су изабрани у JDS2 програму.

	Species/Vrste	the main course of the Danube/ glavni tok Dunava	Tisa	Sava	Velika Morava
Mollusca					
Gastropoda					
1.	<i>Acroloxus lacustris</i> (L., 1758)	+			
2.	<i>Bithynia tentaculata</i> (L., 1758)	+	+		
3.	<i>Valvata naticina</i> (Menke, 1845)	+	+		+
4.	<i>Esperiana acicularis</i> Férussac, 1823	+			
5.	<i>Esperiana esperi</i> (Férussac, 1823)	+			
6.	<i>Holandriana holandrii</i> (C. Pfeiffer, 1828)	+			
7.	<i>Lithoglyphus naticoides</i> (C. Pfeiffer, 1828)	+	+	+	+
8.	<i>Physa fontinalis</i> (L., 1758)	+			
9.	<i>Physella acuta</i> (Draparnaud, 1805)	+	+	+	
10.	<i>Radix ovata</i> (Draparnaud, 1805)	+			
11.	<i>Radix auricularia</i> (Linnaeus, 1758)				+
12.	<i>Theodoxus damubalis</i> (C. Pfeiffer, 1828)	+		+	
13.	<i>Theodoxus fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+
14.	<i>Theodoxus transversalis</i> (C. Pfeiffer, 1828)				+
15.	<i>Valvata piscinalis piscinalis</i> (O.F. Müller, 1774)	+		+	+
16.	<i>Viviparus acerosus</i> (Bourguignat, 1862)	+	+	+	+
17.	<i>Viviparus</i> sp	+			+
18.	<i>Viviparus viviparus</i> (L., 1758)	+			
Bivalvia					
19.	<i>Anodonta anatina</i> (L., 1758)	+		+	
20.	<i>Corbicula fluminalis</i> (Müller, 1774)			+	
21.	<i>Corbicula fluminea</i> (Müller, 1774)	+	+	+	+
22.	<i>Dreissena bugensis</i> (Andrusow, 1897)	+			
23.	<i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas, 1771)	+			
24.	<i>Pisidium amnicum</i> (O.F. Müller, 1774)	+	+		
25.	<i>Pisidium subtruncatum</i> Malm, 1855	+			
26.	<i>Pisidium supinum</i> (A. Schmidt, 1851)	+			
27.	<i>Pseudanodonta complanata</i> (Rossmässler, 1835)	+			
28.	<i>Sinanodonta woodiana</i> Lea, 1834	+		+	+
29.	<i>Sphaerium corneum</i> (L., 1758)				+
30.	<i>Sphaerium rivicola</i> (Lamarck, 1818)	+	+		
31.	<i>Unio pictorum</i> (L., 1759)	+	+		
32.	<i>Unio tumidus</i> . Philipsson, 1788	+	+	+	+
	No. of taxa / Broj taksona	27	11	11	11

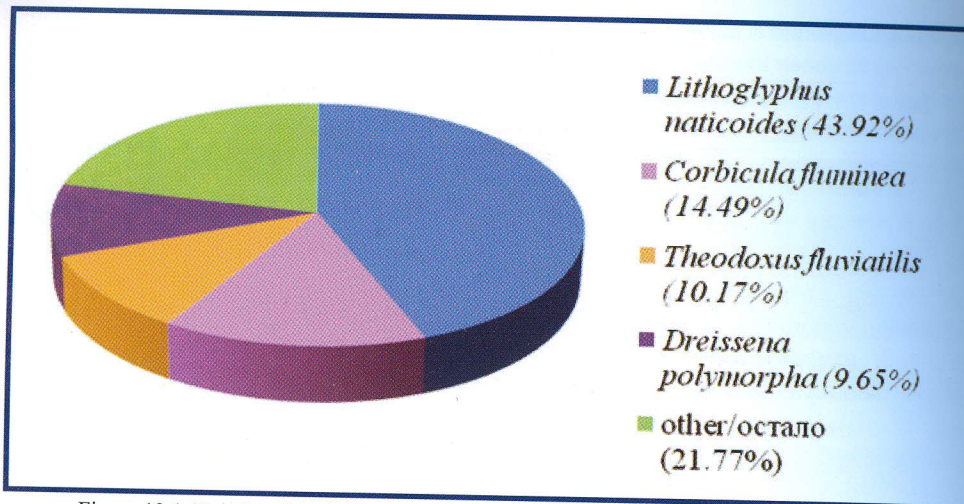


Figure 12.1. Relative abundance of the molluscs species – Serbian part of the Danube River.

Слика 12.1. Релативна бројност врста мекушаца – српског дела главног тока Дунава.

The number of mollusc taxa observed along the main course of the Danube was 27. The snails (Gastropoda) were represented with 15 species, while 12 species of shells (Bivalvia) were recorded.

Lithoglyphus naticoides, *Corbicula fluminea*, *Theodoxus fluviatilis* and *Dreissena polymorpha* were the principal components of the mollusc community along the Danube River in regard to relative abundance (43.92%, 14.49%, 10.17% and 9.65% in all samples, respectively) (Figure 12.1).

(табела 12.1). Регистровано је укупно 17 врста пужева и 14 врста шкољки.

Дуж главног тока Дунава, детектовано је 27 таксона мекушаца, 15 врста пужева (Gastropoda) и 12 врста шкољки (Bivalvia).

Врсте, *Lithoglyphus naticoides*, *Corbicula fluminea*, *Theodoxus fluviatilis* и *Dreissena polymorpha* су биле главна компонента заједнице мекушаца Дунава у односу на релативну бројност (43,92%,

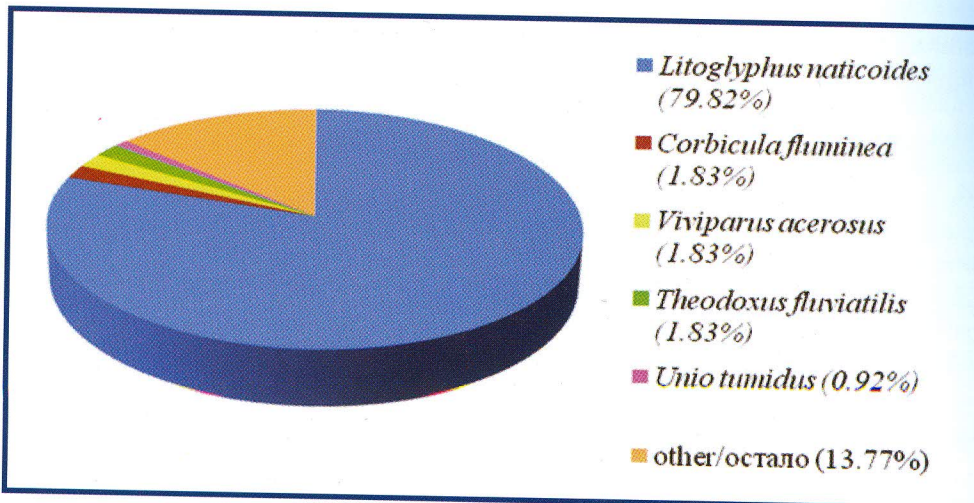


Figure 12.2. Relative abundance of the mollusc's species – Tisa River.

Слика 12.2. Релативна бројност врста мекушаца у Тиси.

The most frequent species in the examined part of the Danube were *Lithoglyphus naticoides*, *Theodoxus fluviatilis* (Gastropoda), *Dreissena polymorpha* (Bivalvia) and *Unio tumidus* (Bivalvia) with relative frequencies (F) 0.91, 0.86, 0.81 and 0.78, respectively.

The malacofauna of the Velika Morava River, one of the tributaries of the Danube, is composed of 11 taxa of snails (Gastropoda) and 5 species of shells (Bivalvia). As in the case of the main course of the Danube, the most abundant species were *Lithoglyphus naticoides* (79.82%) and *Unio tumidus* (11.72%) in the mollusc community for this tributary (Table 12.3).

During our investigation, 17 mollusc taxa were observed along the Sava River. Among them, 15 species of snails (Gastropoda) and 5 species of shells (Bivalvia) were detected. The most abundant species was *Lithoglyphus naticoides* with relative abundance of 79.82% in the mollusc's community. As in the case of the main course of the Danube, 12 species were found *Corbicula fluminea* (11.72%) and *Unio tumidus* (11.72%) (Table 12.3).

The mollusc's community in the Velika Morava River (the tributary of the Danube River)

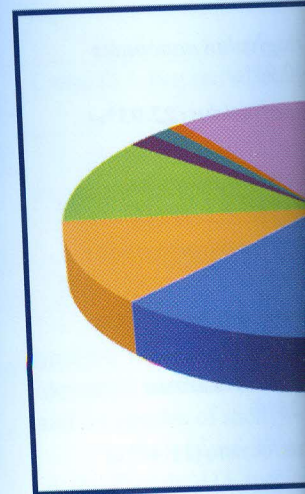


Figure 12.3.

Слика

The most frequent species along the examined part of the Danube were *Litoglyphus naticoides*, *Theodoxus fluviatilis* (Gastropoda), *Dreissena polymorpha* and *Unio tumidus* (Bivalvia) with occurrence frequencies (F) 0.91, 0.86, 0.77 and 0.68 respectively.

The malacofauna of the Tisa River, one of the tributaries of the Danube, is composed of 11 taxa - 6 species of snails (Gastropoda) and 5 species of shells (Bivalvia). As in the case of the Danube, the most abundant species were found to be *Litoglyphus naticoides* with relative abundance of 79.82% of the mollusc's community for this tributary (Figure 12.2).

During our investigations 11 mollusc taxa were observed within sites investigated along the Serbian stretch of the Sava River. Among them 6 species of snails (Gastropoda) and 5 species of shells (Bivalvia) were detected. The snail species *Litoglyphus naticoides* was again dominant with relative abundance of 62.64% of the mollusc's community. As subdominant species were found *Corbicula fluminea* (11.72%) and *Unio tumidus* (11.35%) (Figure 12.3).

The mollusc's community of the Velika Morava River (the third investigated tributary of the Danube River) was composed

14.49%, 10.17% и 9.65% у свим узорцима (слика 12.1).

Најзаступљније врсте у испитиваном делу Дунава биле су *Litoglyphus naticoides*, *Theodoxus fluviatilis*, (Gastropoda), *Dreissena polymorpha* и *Unio tumidus* (Bivalvia) према учесталости налаза по локалитетима (0,91; 0,86; 0,77 и 0,68).

Малакофауна реке Тисе, једне од притока Дунава, представљена је са 11 таксона - 6 врста пужева и 5 врста шкољки. Као и у Дунаву пронађено је да је најбројнија врста *Litoglyphus naticoides*, са релативном бројношћу од 79,82% у односу на укупну заједницу мекушаца за ту притоку (слика 12.2).

Током истраживања дела тока Саве, кроз Србију, регистровано је 11 таксона мекушаца - 6 врста пужева и 5 врста шкољки. Gastropoda *Litoglyphus naticoides* је и овде најдоминантнији са релативном бројношћу од 62,64% у односу на укупну заједницу мекушаца. Као субдоминантне врсте јављају се *Corbicula fluminea* (11,72%) и *Unio tumidus* (11,35%) (слика 12.3).

Заједницу мекушаца Велике Мораве (као треће испитиване притоке Дунава) чини 11 таксона - 7 врста пужева и 4

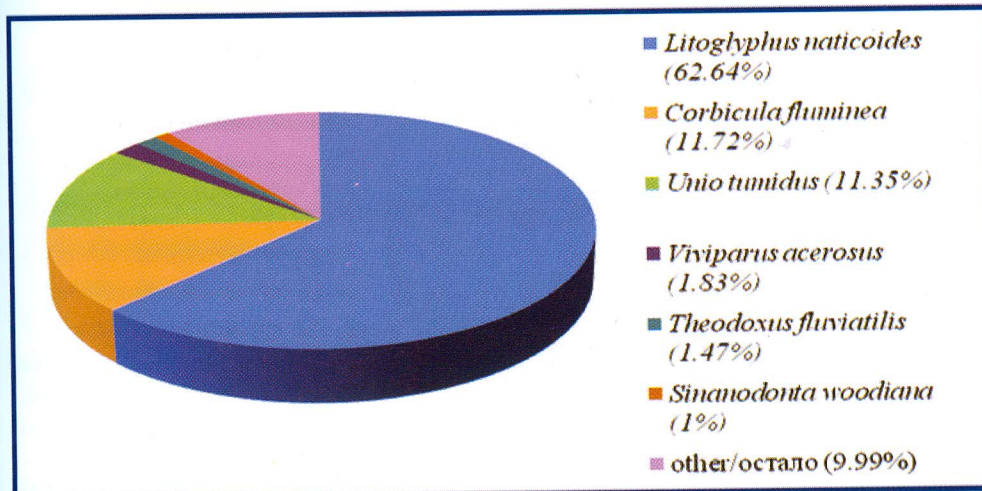


Figure 12.3. Relative abundance of the mollusc's species - Sava River.

Слика 12.3. Релативна бројност врста мекушаца у Сави.

of 11 taxa - 7 species of snails (Gastropoda) and 4 species of shells (Bivalvia). Beside the species *Litoglyphus naticoides*, as dominant (40.98%) also, in this tributary, the second most abundant species of the mollusc's community were *Unio tumidus* (22.95%) and *Corbicula fluminea* and *Theodoxus transversalis* with the same relative abundance of 7.38% (Figure 12.4).

According to the results of the Correspondence Analysis (Figure 12.5), it was possible to distinguish two groups of sampling sites - sites located downstream and upstream the Sava River confluence (analysis performed on a matrix of 27 taxa x 22 sites - presence/absence data). Sampling site 57 positioned separately (Figure 12.5), due to the presence of *Acroloxus lacustris*, snail that was not detected on other sites.

The result of Correspondence Analyses indicated difference in overall environmental conditions in the part of the Danube upstream and downstream the site Stara Palanka-Ram (JDS 58). The difference within stretches resulted in difference in the composition of molluscs fauna.

Thus, species *Esperiana esperi*, *Holandriana holandrii* (Gastropoda) and *Dreissena bugensis* (Bivalvia) were detected only in the lower Serbian stretch, which influenced grouping of the samples. Further,

врсте шкољки. Поред врсте *Litoglyphus naticoides* као најдоминантније (40,98%) и у овој притоци, са значајном заступљеношћу у укупној заједници мекушаца забележене су врсте *Unio tumidus* (22,95%), као и *Corbicula fluminea* и *Theodoxus transversalis* са истом заступљеношћу (7,38%) (слика 12.4).

Према резултатима коресподентне анализе (слика 12.5) разликују се две групе места узорковања – низводно и узводно од ушћа Саве (анализа је изведена на матрици 27 (број таксона) x 22 (присуство/одсуство таксона на местима узорковања). Локалитет 57 је издојен на графику (слика 12.5), услед присуства пуџа *Acroloxus lacustris* који није детектован на другим местима узорковања.

Резултат коресподентне анализе указује на разлику у срединским условима у деловима Дунава узводно и низводно од локалитета Стара Паланка – Рам (JDS 58), условљавајући разлику у саставу фауне мекушаца.

Тако су врсте *Esperiana esperi*, *Holandriana holandrii* (Gastropoda) и *Dreissena bugensis* (Bivalvia) детектоване само у доњем току Дунава, што је и проузроковало груписање места узорковања. Врсте *Theodoxus danubialis* и *Esperiana*

Theodoxus danubialis and *acicularis* were recorded frequently downstream Stara Palanka-Ram but within upper stretch both only at site 45, which explains this site at ordination graph (

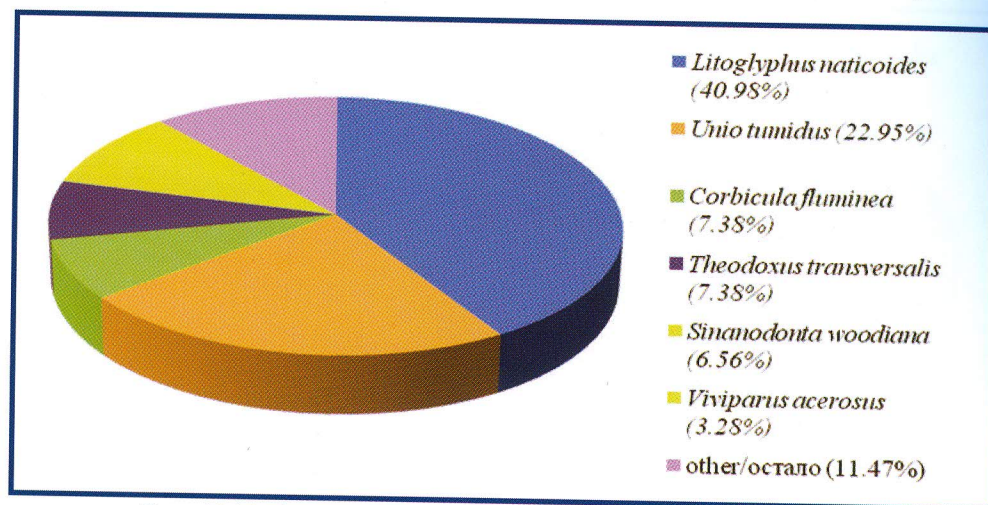


Figure 12.4. Relative abundance of the mollusc's species – Velika Morava River

Слика 12.4. Релативна бројност врста мекушаца у Великој Морави

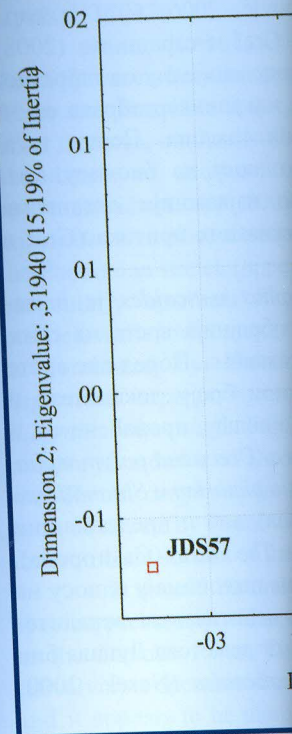


Figure 12.5. The result of Correspondence Analysis

Слика 12.5. Резултат коресподентне анализе од

DISCUSSION CONCLUSIONS

During our investigation of the mollusc fauna was determined 15 identified mollusc taxa (7 species of snails and 14 species of shells).

A total of 27 taxa were detected in the Danube (15 species of snails and 12 species of shells). A lesser number of taxa was detected in the tributary

Theodoxus danubialis and *Esperiana acicularis* were recorded frequently at sites downstream Stara Palanka-Ram (JDS 58), but within upper stretch both taxa were found only at site 45, which explain the position of this site at ordination graph (Figure 12.5)

acicularis су честе у узорцима на локалитетима низводно од Старе Паланке – Рама (JDS 58), али узводно оба таксона су нађена само на локалитету 45, што објашњава место овог локалитета на графику (слика 12.5).

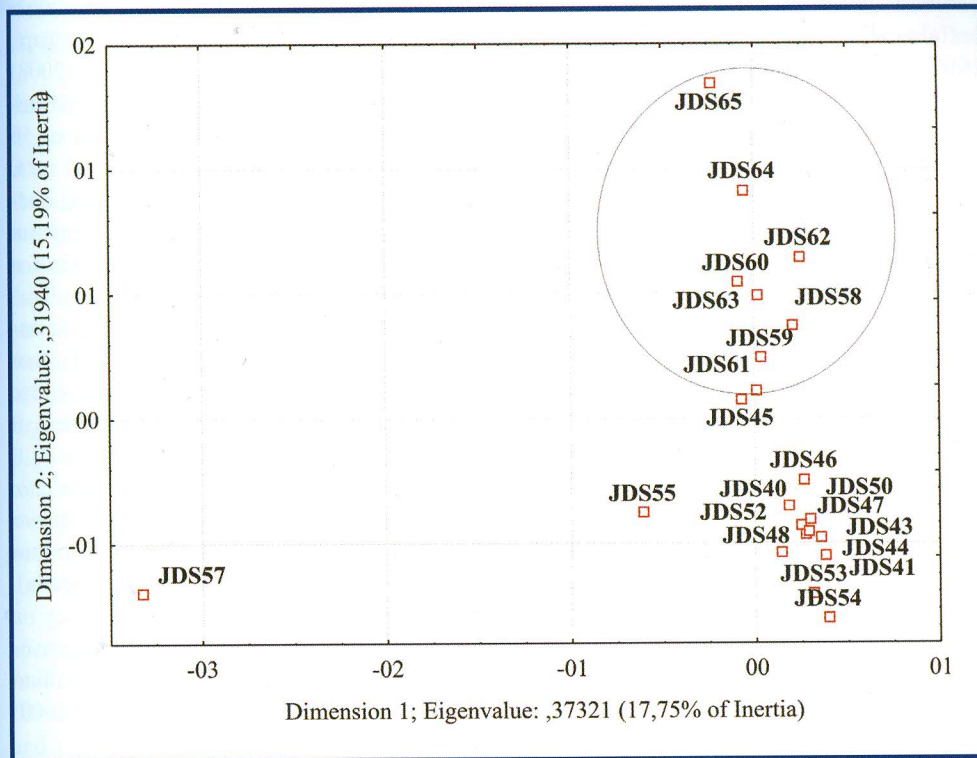


Figure 12.5. The result of Correspondence Analysis performed on a matrix of 27 taxa x 22 sites - presence/absence data – the Danube River.

Слика 12.5. Резултат коресподентне анализе изведене на матрици 27 (број таксона) x 22- присуство/одсуство таксона на местима узорковања - Дунав.

DISCUSSION AND CONCLUSIONS

During our investigation, a rich mollusc fauna was detected, with 31 identified mollusc taxa (17 species of snails and 14 species of shells).

A total of 27 taxa were recorded in the Danube (15 species of snails and 12 species of shells). A lesser number of species was detected in the tributaries (the Tisa River

ДИСКУСИЈА И ЗАКЉУЧЦИ

Током нашег истраживања, откривена је богата фауна мекушаца, са 31 идентификованим таксоном (17 врста пужева и 14 врста шкољки).

У Дунаву је забележено укупно 27 таксона (15 врста пужева и 12 врста шкољки). Мањи број врста је уочен у притокама (Тиса 11, Сава 11 и В. Морава 11), што се очекивало, обзиром на мањи број

11, the Sava River 11 and the Velika Morava River 11), which is expected regarding smaller number of examined sampling sites at tributaries (three for each tributary).

Molluscs were found to be one of the principal components of the benthic community not only within Serbian stretch, but also along entire Danube River (Nosek, 2000; Oertel, 2000; Berneth et al., 2002; Csányi and Paunović, 2006; Graf et al., 2008). Thus, Graf et al. (2008) ranked the Mollusca as one of the most heterogeneous macroinvertebrate groups, with 56 identified taxa. In addition, Mollusca were qualified as the most important organisms of the Danube River and investigated tributaries in regard to biomass (Graf et al., 2008).

Litoglyphus naticoides was found to be the most frequent and abundant species at all investigated stretches. Beside this snail, *Corbicula fluminea*, *Dreissena polymorpha*, *Unio tumidus*, *Unio pictorum* and *Sinanodonta woodiana* (Bivalvia) as well as representatives of genus *Viviparus* and *Theodoxus* (Gastropoda) were found on significant number of sampling sites and with significant abundance. *Litoglyphus naticoides* was among the most important taxa in regard to frequency of occurrence at examined sites along Hungarian part of the Danube River (Nosek, 2000; Oertel, 2000). Regarding the distribution of *Corbicula fluminalis*, it was already reported that this allochthonous species is abundant at biotopes characterized by domination of fine sand (Paunović et al., 2007a).

The sites on the Velika Morava River differ from other by abundant presence of the following species: *Sphaerium corneum*, *Radix auricularia*, *Valvata naticina*, *Theodoxus fluviatilis* and *Valvata piscinalis*.

According to the results of the Correspondence Analysis (Figure 12.5), two stretches of the Danube River were separated - sector downstream and upstream the Stara Palanka-Ram profile (JDS 58), regarding the composition of molluscs fauna. This finding corresponds to the Danube River typology

испитаних места узорковања у притокама (три за сваку притоку).

Пронађени мекушци су једна од најважнијих компоненти бентосне заједнице не само у оквиру српског дела тока, него и дуж целог тока Дунава (Nosek, 2000; Oertel, 2000; Berneth и сар., 2002; Csányi и Paunović, 2006; Graf и сар., 2008). Тако су Graf и сарадници (2008) одредили мекушце као једну од најразноврснијих група макроинвертебрата са 56 идентификованих таксона. Поред тога, мекушци су у односу на биомасу, квалификовани као најважнији организми Дунава и истраживаних притока (Graf и сар., 2008).

Lithoglyphus naticoides је најзаступљенија и најбројнија врста на свим истраживаним токовима. Поред ове врсте пужа, на значајном броју локалитета и са значајном бројношћу, пронађене су и *Corbicula fluminea*, *Dreissena polymorpha*, *Unio tumidus*, *Unio pictorum* и *Sinanodonta woodiana* (Bivalvia), као и представници родова *Viviparus* и *Theodoxus* (Gastropoda). Међу најважнијим таксонима у односу на заступљеност на испитиваним локалитетима дуж мађарског дела тока Дунава био је *Lithoglyphus naticoides* (Nosek, 2000; Oertel, 2000).

Што се тиче дистрибуције *Corbicula fluminalis*, забележено је да је ова алохтона врста бројна у биотопима у којима преовладава фини песак (Paunović и сар., 2007а).

Локалитети на Великој Морави, разликују се од осталих по бројности следећих врста: *Sphaerium corneum*, *Radix auricularia*, *Valvata naticina*, *Theodoxus fluviatilis* и *Valvata piscinalis*.

Према резултатима коресподентне анализе (слика 12.5), у односу на састав фауне мекушаца издвојена су два дела тока реке Дунав – сектор низводно и узводно од профила Стара Паланке-Рам (JDS 58). Овај налаз је у складу са типологијом Дунава (Robert и сар., 2003). С обзиром на промене општих каракте-

(Robert et al., 2003). Due to of overall characteristics of the area, the site has been pointed out as border between two Danube River types: Pannonian Plain Danube River and Iron Gate Danube River (Robert et al., 2003). This was confirmed by the research of Paunović et al., (2005, 2007b).

Paunović et al., (2005) pointed out the differences between upper and lower sector and Iron Gate sector. In addition, other findings, on the distribution of molluscs, confirmed the abundance of mollusc taxa in the Pannonian stretch (upper sector) and Iron Gate section (lower sector), particularly upstream Stara Palanka-Ram profile), while lower sector (Iron Gate section) is dominated by *Theodoxus fluviatilis*, *Esperia esperi*, *Valvata naticina*, *Bithynia tentaculata*. Further findings, on the relative abundance of *Theodoxus fluviatilis* and *Theodoxus fluviatilis* (Gastropoda) have been observed by Paunović et al. (2005) in the Iron Gate section of the Danube River.

It should be underlined that *Theodoxus fluviatilis* species, previously widespread in the Danube River. This species (Bivalvia) is uncommon in the Danube River Delta. It appears to be more abundant solely in the Tisa River (Csongrád) and the Danube River Delta. Further findings, on the relative abundance of snail *Theodoxus transversus* (Gastropoda) in a very restricted section of the Danube (Graf et al., 2008) during investigation, *Theodoxus fluviatilis* was recorded only in the Velika Morava (site Varvarin, nine individuals) (total community density).

Eutrophication and increased runoff-off, sensitivity to anthropogenic habitat loss (due to the human-induced modification), decline of molluscs (in water and substrate), and increasing concentrations of nutrients at low densities (sites with low densities) are able to become hermaproditic. This finding is pointed up as a major re-

(Robert et al., 2003). Due to the changes of overall characteristics of the river in the area, the site has been pointed up as the border between two Danube River types, the Pannonian Plain Danube River and the Iron Gate Danube River (Robert et al., 2003), that was confirmed by the research of Paunović et al., (2005, 2007b).

Paunović et al., (2007b) underlined the differences between upper (Pannonian) sector and Iron Gate sector, based, between other findings, on the distribution of relative abundance of mollusc taxa. According to Paunović et al., (2007b), *Litoglyphus naticoides* was more abundant within sites of the Pannonian stretch (upper Serbian stretch, particularly upstream Stara Palanka-Ram profile), while lower sector (Iron Gate sector) is dominated by *Theodoxus danubialis*, *Esperiana esperi*, *Valvata naticina* and *Bithynia tentaculata*. Further, considerable relative abundance of *Theodoxus danubialis* and *Theodoxus fluviatilis* (Gastropoda) has been observed by Paunović et al., (2005) in the Iron Gate section of the Danube River.

It should be underlined that some species, previously widespread, are now rare in the Danube River. Thus, *Unio crassus* (Bivalvia) is uncommon in the Danube River and it appears to be more frequently found solely in the Tisa River (Csányi, 2002) and the Danube River Delta. Formerly common snail *Theodoxus transversalis* is living now in a very restricted section on the Lower Danube (Graf et al., 2008). During our investigation, *Theodoxus transversalis* was recorded only in the Velika Morava River (site Varvarin, nine individuals, 7.32% of the total community density).

Eutrophication from agricultural run-off, sensitivity to ammonia and nitrogen, habitat loss (due to the hydromorphological modification), decline of host fish species, increasing concentrations of toxic substances (in water and substrate), and low reproduction rates at low densities (single female are not able to become hermaphrodites), has been pointed up as a major reason for population

ристика реке у овом подручју, овај локалитет представља границу између два типа реке Дунав, Панонски равничарски Дунав и Ђердапски Дунав (Robert и сар., 2003), што су потврдили Paunović и сарадници (2005, 2007b).

Paunović и сарадници (2007b) су истакли разлике између горњег (Панонског) сектора и Ђердапског сектора, између осталог и на основу распрострањења и релативне бројности таксона мекушаца. Према Paunovićу и сарадницима (2007b), *Litoglyphus naticoides* је био бројнији у оквиру локалитета Панонски сектора (горњи српски сектор, нарочито узводно од профила Стара Паланка-Рам), док у доњем сектору (Ђердапски сектор) доминирају *Theodoxus danubialis*, *Esperiana esperi*, *Valvata naticina* и *Bithynia tentaculata*. Осим тога, Paunović и сарадници (2005) су уочили значајну релативну бројност *Theodoxus danubialis* и *Theodoxus fluviatilis* (Gastropoda) у Ђердапском делу Дунава.

Треба истаћи да су неке врсте, некад широко распрострањене, сада ретко присутне у Дунаву. Тако, *Unio crassus* (Bivalvia) није чест у Дунаву и изгледа да је заступљенији једино у реци Тиси (Csányi, 2002) и делти Дунава. Некад чест пуж *Theodoxus transversalis*, сада живи у веома ограниченим деловима доњег тока Дунава (Graf и сар., 2008). Током нашег истраживања *Theodoxus transversalis* је констатован једино у Великој Морави (локалитет Варварин, девет јединки, 7,32% учешћа у целокупној бројности заједнице).

Као главни разлози за смањење популације *Unio crassus* истакнути су еутрофикација изазвана спирањем пољопривредних површина, осетљивост на концентрацију азота и амонијака, губитак станишта (услед хидроморфолошких промена), смањење броја домаћих врста риба, повећање концентрације токсичних супстанци (у води и супстрату), и ниска стопа репродукције при малим густинама

decline in the case of *Unio crassus* (Bachmann, 2000). Habitat loss and pollution could be emphasized as the major threats for other freshwater molluscs.

Acknowledgement – This study was supported by the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia, Project No. 143023 and 143035B.

(сама женка не може постати хермафродит) (Bachmann, 2000). Губитак станишта и загађење могу се истаћи као главни утицаји на остале слатководне мекушце.

Захвалница – Ово истраживање је подржало Министарство науке и технолошког развоја Републике Србије, Пројекти бр. 143023 и 143035Б.

REFERENCES/LITERATURA

- Abbott, T.R. (1989). Compendium of land shells. American Malacologists, Inc., Melbourne.
- Arambašić, M. (1994). Composition and structure of mollusc fauna of the Yugoslav part of the Danube and saprobity estimation. 124-130. In: The Danube in Yugoslavia - contamination, protection and exploitation. (Eds. Janković, D. and Jovičić, M.). Publ. Institute for Biological Research "Siniša Stanković", Institute for Development of Water Resources "Jaroslav Černi", Commission of the European Communities, Brussels, Belgium, Belgrade.
- Bachmann, J. (2000). European Freshwater Species Strategy. WWF European Freshwater Programme, WWF Danube Carpathian Programme Office, 80 pp.
- Berneth, H., Tobias, W., Stein, S., and S. Turowski (2002). Ecological status characterisation - Macrozoobenthos. In: Joint Danube Survey, Final Report. (Eds. Literathy, P., Koller-Kreimel, V. and Liska, I.). 33-64. International Commission for the Protection of the Danube River.
- Boss, K.J. (1973). Critical estimate of the number of Recent Mollusca. *Occas Pap. Mollusks* 3, 81-135.
- Brown, D.S. (1978). Pulmonate molluscs as intermediate hosts for digenetic trematodes. 2A, 287-333. In: Pulmonates. Systematics, Evolution and Ecology (Eds. Fretter, V. and Peake, J.). Academic Press, London.
- Csányi, B. (2002). Joint Danube Survey - Investigation of the Tisza River and its tributaries, 135 pp. Institute for Water Pollution Control (VITUKI Plc.) and Secretariat of ICPDR.
- Csányi, B., and M. Paunović (2006). The Aquatic Macroinvertebrate Community of the River Danube between Klostenburg (1942 rkm) and Calafat - Vidin (795 rkm). *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung* 14, 91-106.

Degentile, L., Picot, H., Bon Bayssade-Dufour, C Europe: a new publ

Erasmus, D.A. (1972). The F

Erhardova, B. (1961). Fasci

Graczyk, T., and B. Fried disease. *Am. J. Tro*

Graf, W., Csányi, B., Leitne F. Wagner (2008).

Report (Eds. Liška Commission for T

Groombridge, B. (1993). T Switzerland and C

Holdich, D.M., and J. E (Rafinesque, 1817 *Invasions* 2, 1-15.

Jakovčev, D. (1987). Die Anhand der Bod Wissenschaftliche

Jakovčev, D. (1988). Die Aufgrund der Be Limnologische B

Jovanović, J.B. (1995a). D vrsta od međuna od međunarodno fakultet i Ecolibr

Jovanović, B. (1995b). V radova Naša ek zaštiti životne sr

Jović, A., Paunović, M. macroinvertebra community and

Karaman, B. (2001a). F jugoslovenskon zaštiti prirodne (in Serbian).

- Degentile, L., Picot, H., Bordeau, P., Bardet, R., Kerjam, A., Piriou, M., Le Guennic, A., Bayssade-Dufour, C., Chabasse, D., and K.E. Mott (1996). Cercarial dermatitis in Europe: a new public health problem. *Bull. WHO* **74**, 159–163.
- Erasmus, D.A. (1972). *The Biology of Trematodes*. Edward Arnold, London.
- Erhardova, B. (1961). Fascioloides magna in Europe. *Helminthologia* **3**, 91-106.
- Graczyk, T., and B. Fried (1998). Echinostomiasis: a common but forgotten food-borne disease. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **58**, 501–504.
- Graf, W., Csányi, B., Leitner, P., Paunović, M., Chiriac, G., Stubauer, I., Ofenböck, T., and F. Wagner (2008). Macroinvertebrate. In: Joint Danube Survey 2 - Final Scientific Report (Eds. Liška, I., Wagner, F. and Slobodnik, J.). 41-47. ICPDR - International Commission for The Protection of The Danube River, Vienna.
- Groombridge, B. (1993). *The 1994 IUCN Red List of threatened animals*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 286 pp.
- Holdich, D.M., and J. Black (2007). The spiny-cheek crayfish, *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817), [Crustacea: Decapoda: Cambaridae], digs into the UK. *Aquatic Invasions* **2**, 1-15.
- Jakovčev, D. (1987). Die Saprobiologische Analyse der Donau im Belgrader Gebeit Anhand der Boden Fauna. 26. Arbeitstagung der IAD, SIL, Passau, Deutschland, Wissenschaftliche Referate, 529-532.
- Jakovčev, D. (1988). Die saprobiologische Wasser analyse der Donau im Belgrade Region Aufgrund der Benthofauna. 27. Arbeitstagung der IAD, SIL, Mamaia, Rumanien, Limnologische Berichte Donau 1988, 265-269.
- Jovanović, J.B. (1995a). Diverzitet puževa (Gastropoda, Mollusca) Jugoslavije sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja. In: Biodiverzitet Jugoslavije sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja. (Eds. Stevanović, V. and Vasić, V.). 291-306. Biološki fakultet i Ecolibri, Beograd (in Serbian).
- Jovanović, B. (1995b). Vodeni puževi (Gastropoda, Mollusca) područja Bora. -Zbornik radova Naša ekološka istina, III Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, Borsko jezero, **II (9)**, 337-341 (in Serbian).
- Jović, A., Paunović, M., Stojanović, B., Milošević, S., and V. Nikolić (2006). Aquatic macroinvertebrates of the Ribnica and Lepenica Rivers: Composition of the community and water quality. *Arch. Biol. Sci.* **58**, 115-119.
- Karaman, B. (2001a). Prilog poznavanju slatkovodnih puževa (Gastropoda, Mollusca) u jugoslovenskom delu Dunava. IX Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti prirodne sredine, Donji Milanovac, Zbornik radova Ekološka istina, 304-309 (in Serbian).

- Karaman, B. (2001b). Fauna Gastropoda (Mollusca) u plavnim zonama reke Tamiš (Srbija). Zbornik radova Zasavica 2001, Sremska Mitrovica, 196-200 (in Serbian).
- Karaman, B., and I. Živić (2001). Fauna Gastropoda (Mollusca) nekih fruškogorskih potoka (Vojvodina, Srbija). Zbornik radova Zasavica 2001, Sremska Mitrovica, 201-207 (in Serbian).
- Karaman, J.B. (2005). Fauna Gastropoda (Mollusca) sliva Južne Morave (Srbija i Crna Gora). Glasnik odeljenja prirodnih nauka, **16**. Crnogorska Akademija nauka i umjetnosti, Podgorica (in Serbian).
- Karaman, J.B. (2007a). Gastropoda (Mollusca) of the special nature reserve Zasavica, Serbia. Naučno - stručni skup "Zasavica 2007" (in Serbian).
- Karaman, B., and G. Karaman (2007b). Catalogus of the freshwater snails (Mollusca, Gastropoda) of Serbia. Glasnik odeljenja prirodnih nauka, **17**. Crnogorska Akademija nauka i umjetnosti, Podgorica (in Serbian).
- Kolárová, L., Horák, P., and J. Sitko (1997). Cercarial dermatitis in focus: schistosomes in the Czech Republic. *Helminthologia* **34**, 127-139.
- Lydeard, C., Cowie, H., Ponder, W.F., Bogan, A.E., Bouchet, P., Clark, S.A., Cummings, K.S., Frest, T.J., Gargomiz, O., Herbert, D.G., Hershker, R., Perez, K.E., Roth, B., Seddon, M., Strong, E.E., and F.G. Thompson (2004). The Global decline nonmarine Mollusks. *Bioscience*, **54**, 321-330.
- Marković, Z., and B. Miljanović (1995). Makrozoobentos Kriveljske reke. III naučno stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine "Naša ekološka istina", Borsko jezero, Zbornik radova, 221-225 (in Serbian).
- Mas-Coma, S., Bargues, M. D., Valero, M. A., and M. V. Fuentes (2003). Adaptation capacities of *Fasciola hepatica* and their relationships with human fascioliasis: from below sea level up to the very high altitude. In: *Taxonomy, ecology and evolution of metazoan parasites Volume II*. (Eds. Combes, C. and Jourdane, J.). 81-123. Perpignan, Presses Universitaires de Perpignan.
- Nosek, J.N. (2000). Macroinvertebrate Studies at the Hungarian Danube Section 2. Spatial Pattern of Macroinvertebrate Community. *Internat. Assoc. Danube. Res.* **33**, 263-270.
- Oertel, N. (2000). Macroinvertebrate Studies at the Hungarian Danube Section 1. Fundamental and Methodological Questions of Biomonitoring. *Internat. Assoc. Danube. Res.* **33**, 271-278.
- Paunović, M., Kalafatić, V., Martinović, J., Jakovčev, D., and V. Martinović-Vitanović (1999). Reka Vlasina - kvalitet vode, procena ugroženosti i zaštita. Zbornik radova «Zaštita voda 99», Soko Banja, 37-46 (in Serbian).
- Paunović, M., Cakić, P., Hege, E. (1999). *Eriocheir sinensis* (H. Müller, 1774) from the Serbian part of the Sava river.
- Paunović, M., Simić, V., Jakovčev, D., and V. Martinović-Vitanović (1999). Macroinvertebrate community structure upstream the Iron Gate dam.
- Paunović, M., Csányi, B., Simić, V., and V. Martinović-Vitanović (1999). Anodonta (Sinanodonta) species in the Sava river basin. *Invasions* **1**, 154-160.
- Paunović, M., Csányi, B., Krstić, M., Stojanović, B., and P. Hege (1999). *Eriocheir sinensis* (Müller, 1774) and *Crangon affinis* (Müller, 1774) in the Sava river basin. *Biologia*, **54**, 112.
- Paunović, M., Jakovčev-Todorović, D., and V. Martinović-Vitanović (1999). Macroinvertebrates in the Sava river basin (1429-925). *Biologia*, **54**, 112.
- Paunović, M.M., Borković, S., and V. Martinović-Vitanović (2000). The 2006 Sava survey. *Internat. Assoc. Danube. Res.* **33**, 271-278.
- Pfleger, V. (1990). A Field Guide to the Freshwater Mollusks of the Sava River Basin. *Biologia*, **35**, 112.
- Pielou, E. C. (1984). The mathematical ecology. John Wiley & Sons, New York, 417 pp.
- Radoman, P. (1976). Specia. Minor. *Z. zool. Syst. Evol. Phylog.* **14**, 112.
- Radoman, P. (1983). Hyc. Systematics. Serbia. Vol. DXLVII, No 5.
- Robert, S., Birk, S., and M. S. (1999). Down approach. In: of Surface Waters. Final report, 51-55.
- Seddon, B.M. (2000). Moll. review II.1: Dan. Report, 42 pp.
- Sen-Hai Y. and K.E. Mot. trematode infectio.

- Paunović, M., Cakić, P., Hegedis, A., Kolarević, J., and M. Lenhardt (2004). A report of *Eriocheir sinensis* (H. Milne Edwards, 1854) [Crustacea: Brachyura: Grapsidae] from the Serbian part of the Danube River. *Hydrobiologia*, **529**, 275-277.
- Paunović, M., Simić, V., Jakovčev-Todorović, D., and B. Stojanović (2005). Results on macroinvertebrate community investigation in the Danube River in the sector upstream the Iron Gate (1083-1071 km). *Arch. Biol. Sci.* **57**, 57-63.
- Paunović, M., Csányi, B., Simić, V., Stojanović, B., and P. Cakić (2006). Distribution of *Anodonta* (*Sinanodonta*) *woodiana* (Rea, 1834) in inland waters of Serbia. *Aquatic Invasions* **1**, 154-160.
- Paunović, M., Csányi, B., Knežević, S., Simić, V., Nenadić, D., Jakovčev-Todorović, D., Stojanović, B., and P. Cakić (2007a). Distribution of Asian clams *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) and *C. fluminalis* (Müller, 1774) in Serbia. *Aquatic Invasions* **2**, 105-112.
- Paunović, M., Jakovčev-Todorović, D., Simić, V., Stojanović, B., and P. Cakić (2007b). Macroinvertebrates along the Serbian section of the Danube River (stream km 1429-925). *Biologia*, **62**, 1-9.
- Paunović, M.M., Borković, S.S., Pavlović, S.Z., Saičić, S.Z. and P.D. Cakić (2008). Results of the 2006 Sava survey – aquatic macroinvertebrates. *Arch. Biol. Sci.* **60**, 265-271.
- Pfleger, V. (1990). A Field Guide in Colour to Molluscs. Aventinum nakladatelstvi, 216 pp.
- Pielou, E. C. (1984). The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination. John Wiley & Sons, New York, pp. 263.
- Radoman, P. (1976). Speciation within the family Bythinellidae on the Balkans and Asia Minor. *Z. zool. Syst. Evol. forschg.*, **14**, 130-152.
- Radoman, P. (1983). Hydrobioidea a superfamily of Prosobranchia (Gastropoda) I. Systematics. Serbian Academy of Sciences and Arts, Dept. of Sciences, Monographs, Vol. DXLVII, No **57**, 157 pp.
- Robert, S., Birk, S., and M. Somenhäuser (2003). Typology of the Danube River - part 1: top-down approach. In: UNDP/GEF Danube Regional Project, Activity 1.1.6, Typology of Surface Waters and Definition of Reference Conditions for the Danube River - Final report, 51-59.
- Seddon, B.M. (2000). Molluscan diversity and impact of large dams. Prepared for thematic review II.1: Dams, ecosystem functions and environmental restoration. IUCN Report, 42 pp.
- Sen-Hai Y. and K.E. Mott (1994). Epidemiology and morbidity of food-borne intestinal trematode infections. *Trop. Dis. Bull.*, **91**, R125-R152.

- Simić, S., Ostojić, A., Simić, V., and D. Janković* (1997). Changes in structure of plancton, and benthos in the part of the Danube from Veliko gradište to Prahovo. *Ekologija*, **32**, 65-80.
- Simić, V., and S. Simić* (1999). Use of the river macrozoobenthos of Serbia to formulate a biotic index. *Hydrobiologia*, **416**, 51-64.
- Simić, V., and S. Simić* (2004). Macroinvertebrates and fishes in the part of the Danube flowing through the Iron gate National Park and possibilities of their protection under In situ and Ex situ conditions. *Arch. Biol. Sci.* **56**, 53-57.
- Sommerwerk, N., Baumgartner, C., Bloesch, J., Hein, T., Ostojić, A., Paunović, M., Schneider-Jakoby, M., Siber, R. and K. Tockner* (2009). The Danube River Basin, Part 3, pp. 59-113. In: Rivers of Europe (Eds. Tockner, K., Uehlinger, U. and Robinson, C.T.). Academic Press, San Diego.
- Strong, E.E., Gargominy, O., Ponder, W.E., and P. Bouchet* (2008). Global diversity of gastropods (Gastropoda; Mollusca) in freshwater. *Hydrobiologia*, **595**, 149-166.
- Tadić, A.* (1976). Slatkovodne školjke Srbije. Fauna Srbije, stanje i perspektive. Prvi simpozijum o fauni SR Srbije, Srpsko biološko društvo, 80 pp.
- Van Bruggen, A.C.* (1995). Biodiversity of Mollusca: Time for new approach. In: Biodiversity and Conservation of the Mollusca. (Eds. van Bruggen A.C., Wells, S.M. and Kemperman T.C.M.). 1-19. Oegstgeest-Leiden, Backhuys, the Netherlands.
- Živić, I., Marković, Z., Karaman, B., and M. Brajković* (2001). Usporedna analiza sekundarne produkcije makrozoobentosa tri fruškogorska potoka. Naučni skup Zasavica 2001, Sremska Mitrovica, Zbornik radova, 32-38.

**SUPEROXIDE
DISMUTASE AS RE
OXIDATIVE ST
BIOMARKE
OF THE FRESHW
BIVALVE
Unio Tumidus
AT DIFFERENT LO
– THE SAVA R
CASE STUDY**

Slavica BORKOVIĆ MITROVIĆ
DESPOTOVIĆ

Institute for Biological Research
"Stanković", 142 Despot
11000 Belgrade, Serbia

Abstract – The activity of superoxide dismutase (SOD), total protein and SOD electrophoretic pattern in the digestive gland of the freshwater bivalve *Unio tumidus* at two localities of the River Sava, Šabac and Sremska Mitrovica, Šabac was examined. The superoxide dismutase activity in the digestive gland was significantly higher in respect to Šabac and a different trend was observed for SOD activity in the digestive gland. SOD activity in the digestive gland of *Unio tumidus* from Sremska Mitrovica compared to Šabac and total SOD activity in the digestive gland was also significantly higher compared to Šabac, in respect to Ostružnica.