

## ISHRANA GRABLJIVIH VRSTA RIBA I NJIHOV UTICAJ NA ODRŽANJE STABILNOSTI AKUMULACIJE BOVAN

*Milena Radenković<sup>1</sup>, Aleksandra Milošković<sup>2</sup>, Nataša Kojadinović<sup>1</sup>, Simona Đuretanović<sup>1</sup>, Tijana Veličković<sup>1</sup>, Marijana Nikolić<sup>1</sup>, Marija Jakovljević<sup>1</sup>, Vladica Simić<sup>1</sup>*

**Izvod:** Cilj ovog rada bio je da istraži ishranu adultnih grabljivih riba (smuđa, grgeča, štuke i soma) koje naseljavaju akumulaciju Bovan i utvrdi njihov uticaj na ekološku stabilnost akumulacije. Rezultati istraživanja pokazuju da su grabljivice u ishrani najčešće koristile planktivorne vrste riba - ukliju, bodorku i grgeča. Ove vrste su dominantni plen grabljivica i istovremeno važne karike u lancima ishrane. Grabljive ribe mogu da ishranom planktivornim ribama doprinesu smanjenju eutrofizacije akumulacije i održe ovaj ekosistem stabilnim.

**Ključne reči:** grabljive ribe, ishrana, crevni sadržaj

### Uvod

Analiza ishrane riba se decenijama koristi za potrebe različitih studija. Poznavanje ishrane riba je neophodno da bi se odredio trofički status ekosistema i razvile mere održivog upravljanja, očuvanja i zaštite vrsta (La Mesa i sar., 2007). Riblje vrste poseduju određene morfološke i fiziološke adaptacije za detekciju i ulov plena. Prema načinu nalaženja hrane, ribe se grubo mogu podeliti na grabljive vrste (aktivno love i hrane se drugim ribama) i vrste koje u svojoj ishrani ne koriste ribu (Muto i sar., 2001).

S obzirom da se nalaze na kraju lanca ishrane u vodenim ekosistemima grabljive ribe imaju značajnu ulogu u populacionoj dinamici vrsta na nižim trofičkim nivoima. Pored toga, postoji posredni uticaj grabljivica na primarnu produkciju smanjenjem brojnosti populacija zooplanktivornih riba (Taylor, 1984).

Prekomeran razvoj fitoplanktona je čest uzrok eutrofizacije voda. Grabljive ribe mogu da smanje uticaj planktivornih riba na brojnost zooplanktona i ublaže posledice eutrofizacije. To podrazumeva redukciju brojnosti zooplanktivornih riba, uz povećanje brojnosti grabljivica. Tako bi se pritisak planktivornih riba na zooplankton smanjio, a brojnost fitoplanktona bi kontrolisale zooplanktonske vrste sa filtratornom ishranom. Ovakvim intervencijama bi se smanjila ukupna primarna organska produkcija ekosistema (Drenner i Hambricht, 2002).

Hipoteza trofičkih kaskada (eng. trophic cascade hypothesis) predviđa da povećanje biomase grabljivica dovodi do smanjenja biomase planktivornih riba, uz

<sup>1</sup>Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Institut za biologiju i ekologiju, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Srbija (milena.radenkovic@pmf.kg.ac.rs);

<sup>2</sup>Univerzitet u Kragujevcu, Institut za informacione tehnologije Kragujevac, Sektor za prirodno-matematičke nauke, Jovana Cvijića bb, Kragujevac, Srbija.

istovremeno povećanje biomase zooplanktona i smanjenje biomase fitoplanktona (Carpenter i sar., 1985).

Iz gore navedenog su proistekli sledeći ciljevi istraživanja:

- 1) Istražiti ishranu adultnih grabljivih vrsta riba (smuđa *Sander lucioperca*, grgeča *Perca fluviatilis*, štuke *Esox lucius* i soma *Silurus glanis*) u akumulaciji Bovan;
- 2) Utvrditi koje vrste ishranom utiču na ekološku stabilnost akumulacije (hipoteza trofičkih kaskada);
- 3) Odrediti korelaciju između biomase i brojnosti grabljivih riba.

### Materijal i metode rada

Akumulacija Bovan je nastala 1978. godine podizanjem brane na Sokobanjskoj Moravici. Višenamenska je akumulacija, čijim formiranjem je rešeno pitanje vodosnabdevanja opštine Aleksinac. Trofički status akumulacije ukazuje na eutrofan ekosistem (Simić i sar., 2006).

Terenska istraživanja su obavljena tokom maja i septembra 2012. godine. Uzorkovanje riba je sprovedeno elektroagregatom u litoralnom pojasu i mrežama različitih promera okaca u pelagijalnom delu. Nakon izlova izmerene su totalna dužina (TL) i masa (W) jedinki. Zatim je izvršena disekcija riba, odstranjen im je crevni trakt koji je konzerviran 4% formaldehidom. U laboratoriji je materijal očišćen i konzerviran 70% etanolom. Pod binokularnom lupom (Nikon SMZ 800) izvršeno je brojanje i identifikacija crevnog sadržaja. U zavisnosti od stepena digestije, identifikacija je izvršena do najnižeg mogućeg taksonomskog stupnja.

Indeks relativne važnosti (IRI) (Pinkas i sar., 1971) je složeni indeks analize ishrane koji se izražava posebno za svaki plen. Dobijeni rezultati za IRI se mogu izraziti i procentualno (Cortés, 1997) prema sledećoj formuli:

$$\%IRI = (IRI_i / \sum IRI) \times 100,$$

gde je  $IRI_i$  vrednost IRI „i-tog” plena.

Odnos brojnosti i biomase grabljivih vrsta predstavljen je prema Pearson's Correlation Coefficient (R), izračunatom u programskom paketu SPSS 20.0. za Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

### Rezultati istraživanja i diskusija

Srednja vrednost totalne dužine (TL, cm  $\pm$  SD) analiziranih jedinki iznosila je 53,62  $\pm$  24,60, srednja vrednost mase (W, g  $\pm$  SD) 1656,85  $\pm$  2048,73.

Ishrana analiziranih vrsta se sastoji skoro isključivo od riba.

Šest različitih kategorija plena je identifikovano, pri čemu nisu svi taksoni zabeleženi u ishrani četiri istraživane vrste. Među identifikovanim vrstama plena su insekti i ribe (uklija *Alburnus alburnus*, bodorka *Rutilus rutilus* i grgeč). Takođe, zabeleži su neidentifikovani predstavnici familija Cyprinidae i Percidae (svareni u većem stepenu tako da nije bilo moguće svrstati ih u određeni rod ili vrstu).

Grgeč ima najraznovrsniju ishranu u kojoj je zabeleženo svih šest kategorija plena, dok štuca ima najmanje raznovrsnu ishranu (svega dve kategorije).

Indeks relativne važnosti pojedinačnog plena prikazan je u Tabeli 1.

Tabela 1. %IRI vrednosti za svaki plen identifikovan u crevnom sadržaju analiziranih vrsta  
Table 1. %IRI values of prey items found in the stomachs of analyzed fish

	<i>S. lucioperca</i>	<i>P. fluviatilis</i>	<i>E. lucius</i>	<i>S. glanis</i>
Insekti		16,03		
<i>A. alburnus</i>	72,35	14,56		
<i>R. rutilus</i>	14,99	21,25	67,14	1,06
Fam. Cyprinidae (neidentif.)	2,36	7,72		
<i>P. fluviatilis</i>	9,27	13,46	32,85	93,87
Fam. Percidae (neidentif.)	1,02	30,85		5,06

Zooplankton je zajednička komponenta u ishrani uklije, bodorke i juvenilnih jedinki grgeča, vrsta koje se sreću u crevnim sadržajima proučavanih grabljivica, (Mehner i sar., 2005). To je od velike važnosti, pošto zooplankton je ključna komponenta vodenih ekosistema i ima važnu ulogu u održanju kvaliteta vode ograničavanjem produkcije fitoplanktona (Riedel-Lehrke, 1997).

Bodorka i grgeč su plen prisutan u crevnom sadržaju svih analiziranih vrsta.

Zastupljenost bodorke u ishrani grabljivica je posledica njenog niskog telesnog oblika, posebno juvenilnih jedinki. Bodorka je najviše bila zastupljena u ishrani štuke, najmanje u ishrani soma. Predatorske vrste koje love danju, poput grgeča i štuke, mogu da prouzrokuju promene u staništu bodorke i njeno pomeranje ka mestima bolje zaštite i manjeg rizika od uticaja predatora (Eklöv i VanKooten, 2001).

Grgeč je takođe prisutan u ishrani sve četiri analizirane vrste. Za soma predstavqa dominantnu vrstu plena (prisutan u svakom analiziranom uzorku). Registrovana je pojava kanibalizma u populaciji grgeča.

Grgeč može da se hrani zooplanktonom, faunom dna ili ribama u zavisnosti od dostupnih resursa (Persson i sar., 1996). Kao što je prethodno navedeno, ovim istraživanjem je potvrđen kanibalizam u populaciji grgeča akumulacije Bovan.

Allen (1935) je zabeležio kanibalizam kod grgeča. Ricker (1954) ovu pojavu definiše kao regulatora gustine populacije riba. Kod grgeča se često sreće, jer najkрупnije jedinke iz kohorte prve postanu grabljivice (van Densen i sar., 1996).

Pored jedinki svoje vrste, grgeč se u značajnoj meri hrani bodorkom, uklijom i insektima, što potvrđuju istraživanja Kopp i sar. (2009). U ishrani grgeča primetan je i značajan procenat neidentifikovanih jedinki iz fam. Percidae (velika je verovatnoća da među njima ima upravo jedinki grgeča).

Kanibalizam se sreće i u populacijama smuđa (Kangur i Kangur, 1998), mada je tokom ovog istraživanja zabeležen isključivo u populaciji grgeča. Smuđ ribama počinje da se hrani tokom prve godine života tako da one mogu da zauzmu značajan udeo u ishrani vrste već pri dužini od 2-3 cm (van Densen, 1985).

Uklja je najzastupljenija u ishrani smuđa, zatim bodorka i grgeč. Uklja ima idealnu morfologiju za plen smuđu. Pored toga, ima visoku nutritivnu vrednost i lako je svarljiva (Argillier i sar., 2003). Peltonen i sar. (1996) navode da smuđ u borealnim jezerima najčešće konzumira grgeča, dok u srednjeevropskim jezerima u ishrani smuđa dominiraju ciprinidne vrste (Dörner i sar., 2007). Smuđ u ishrani preferira više bodorku i uklju nego grgeča (Kopp i sar., 2009), što potvrđuju naši rezultati.

Štuka je čest predator u slatkovodnim ekosistemima koji ima veliki uticaj na strukturu zajednice. Neselektivan je predator, hrani se oportunistički i spektar njene hrane zavisi od raspoloživosti prehrambenih resursa (Raaf, 1988). Ovo istraživanje pokazuje da se štuka u analiziranom ekosistemu hrani samo bodorkom i grgečom. Češće konzumira bodorku, što potvrđuju druga istraživanja (Wysujack i sar., 2001).

Som se hrani invertebratima, vodozemcima, ribama, sisarima i vodenim pticama (Simonović, 2001). Preko 90%, u ishrani soma predstavlja grgeč. Taj podatak ne iznenađuje, jer grgeč živi i lovi u jatima (Simonović, 2001) i predstavlja lak plen predatoru sa velikim rasponom vilica kakav je som (Wysujack i Mehner, 2005).

Pearson's Correlation Coefficient (R) pokazuje da postoji pozitivna korelacija ( $R=0,771$ ) između brojnosti i biomase grabljivica u akumulaciji Bovan, ali da ta korelacija nije signifikantna ( $p=0,229$ ).

### Zaključak

Grabljive vrste, čija je ishrana analizirana, nalaze se na kraju lanca ishrane u Bovanskoj akumulaciji. U ishrani najčešće koriste planktivorne ribe.

Uklja, bodorka i grgeč su dominantni plen grabljivica i važne karike u lancima ishrane. Grabljivice ishranom planktivornim ribama doprinose smanjenju eutrofizacije i održanju stabilnosti ovog ekosistema. Postojanje održivih populacija grabljivica u vodenom ekosistemu omogućuje zdravu i u trofičkom smislu raznovrsnu zajednicu.

### Napomena

Ovo istraživanje je podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja (Ugovor br. 451-03-68/2020-14/200122).

### Literatura

- Allen K.R. (1935). The food and migration of perch (*Perca fluviatilis*) in Windermere. *Journal of Animal Ecology*, 4, 264-273.
- Argillier C., Barral M., Irz P. (2003). Growth and diet of pikeperch Sander lucioperca (L.) in two French reservoirs. *Archives of Polish Fisheries*, 11, 99-114.
- Carpenter S.R., Kitchell J.F., Hodgson J.R. (1985). Cascading trophic interactions and lake productivity. *BioScience*, 35, 634-639.

- Cortés E. (1997). A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54, 726-738.
- van Densen W.L.T. (1985). Piscivory and the development of bimodality in the size distribution of 0+ pikeperch (*Stizostedion lucioperca* L.). *Journal of Applied Ichthyology*, 1, 119-131.
- van Densen W.L.T., Ligtoet W., Roozen R.W.M. (1996). Intra cohort variation in the individual size of juvenile pikeperch, *Stizostedion lucioperca*, and perch, *Perca fluviatilis*, in relation to the size spectrum of their food items. *Annales Zoologici Fennici*, 33, 495-506.
- Dörner H., Hülsman S., Hölker F., Skov C., Wagner A. (2007). Size-dependent predator-prey relationships between pikeperch and their prey fish. *Ecology of Freshwater Fish*, 16, 307-314.
- Drenner R.W., Hambright D.K. (2002). Piscivores, trophic cascades, and lake management. *The Scientific World Journal*, 2, 284-307.
- Eklöv P., VanKooten T. (2001). Facilitation among piscivorous predators: effect of prey habitat use. *Ecology*, 82, 2486-2494.
- Kangur A., Kangur P. (1998). Diet composition and size-related changes in the feeding of pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (Percidae) and pike, *Esox lucius* (Esocidae) in the Lake Peipsi (Estonia). *Italian Journal of Zoology*, 65, 255-259.
- Kopp D., Cucherousset J., Syväranta J., Martino A., Céréghino R., Santoul F. (2009). Trophic ecology of the pikeperch (*Sander lucioperca*) in its introduced areas: a stable isotope approach in southwestern France. *Comptes Rendus Biologies*, 332, 741-746.
- La Mesa G., La Mesa M., Tomassetti P. (2007). Feeding habits of the Madeira rockfish *Scorpaena maderensis* from central Mediterranean Sea. *Marine Biology*, 150, 1313-1320.
- Mehner T., Ihlau J., Dörner H., Hölker F. (2005). Can feeding of fish on terrestrial insects subsidize the nutrient pool lakes? *Limnology and Oceanography*, 50, 2022-2031.
- Muto E.Y., Soares L.S.H., Goitein R. (2001). Food resource utilization of the skates *Rioraja agassizii* (Müller and Heule, 1841) and *Psammobatis extent* (Garman, 1913) on the continental shelf off Ubatuba, South-Eastern Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 61, 217-238.
- Peltonen H., Rita H., Ruuhijarvi J. (1996). Diet and prey selection of pikeperch (*Stizostedion lucioperca* (L.)) in Lake Vesijärvi analysed with a logit model. *Annales Zoologici Fennici*, 33, 481-487.
- Persson L., Andersson J., Wahlström E., Eklöv P. (1996). Size-specific interactions in lake systems: predator gape limitation and prey growth rate and mortality. *Ecology*, 77, 900-911.
- Pinkas L., Oliphant M.S., Iverson I.L.K. (1971). Food habits of albacore, bluefish tuna, and bonito in California waters. *State of California, Department of Fish and Game, Fish Bulletin*, 152, 1-105.

- Raat A.J.P. (1988). Synopsis of biological data on the northern pike *Esox lucius* Linnaeus, 1758. FAO Fisheries Synopsis, 30, 1-178.
- Ricker W.E. (1954). Stock and recruitment. Journal of Fisheries Research Board of Canada, 11, 559-623.
- Riedel-Lehrke M. (1997). Biomanipulation: Food web management of lake ecosystems. Restoration and Reclamation Review. Student On-Line Journal.
- Simić V., Ćurčić S., Ćomić Lj., Simić S., Ostojić A. (2006). Biological estimation of water quality of the Bovan reservoir. Kragujevac Journal of Science, 28, 123-128.
- Simonović P. (2001). Ribe Srbije. NNK International, Beograd. Zavod za zaštitu prirode Srbije i Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 247pp.
- Taylor R.J. (1984). Predation. Chapman & Hall, London.
- Wysujack K., Laude U., Anwand K., Mehner T. (2001). Stocking, population development and food composition of pike *Esox lucius* in the biomanipulated Feldberger Haussee (Germany) – implications for fisheries management. Limnologia, 31, 45-51.
- Wysujack K., Mehner T. (2005). Can feeding of European catfish prevent cyprinids from reaching a size refuge? Ecology of Freshwater Fish, 14, 87-95.

## FEEDING OF PREDATORY FISH SPECIES AND THEIR IMPACT IN MAINTENANCE OF STABILITY IN BOVAN RESERVOIR

Milena Radenković<sup>1</sup>, Aleksandra Milošković<sup>2</sup>, Nataša Kojadinović<sup>1</sup>, Simona Đuretanović<sup>1</sup>, Tijana Veličković<sup>1</sup>, Marijana Nikolić<sup>1</sup>, Marija Jakovljević<sup>1</sup>, Vladica Simić<sup>1</sup>

### Abstract

The aim of this study was to investigate the diet of adult predatory fish (pikeperch, perch, pike, and catfish) that inhabit the Bovan reservoir and determine their impact on the ecological stability of the reservoir. The results showed that predators most often used planktivorous fish species in their diet, including bleak, roach, and perch. These species are dominant prey to predators, and at the same time important links in food chains. By feeding on planktivorous fish, predatory fish can contribute to the reduction of the eutrophication of the reservoir and keep this ecosystem stable.

**Key words:** feeding, predatory fish, stomach content

<sup>1</sup>University of Kragujevac, Faculty of Science, Department of Biology and Ecology, Radoja Domanovića 12, Kragujevac, Serbia (milena.radenkovic@pmf.kg.ac.rs);

<sup>2</sup>University of Kragujevac, Institute for Information Technologies Kragujevac, Department of Science, Jovana Cvijića bb, Kragujevac, Serbia.